

Suivis de biodiversité Campagne 2022 – 2023

Louise BELAMY, Gautier HOELLARD, Monique CHARLOT



Suivis de biodiversité

Campagne 2022-2023

Photographies de couverture :

- Puceron des céréales ailé (photographie de FREDON CVL)
- L'association blé-pois sur une parcelle à Allouis (18) (photographie de FREDON CVL)

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
1. Matériel et méthodes.....	2
1.1 Parcelles d'études.....	2
1.2 Dispositif expérimental.....	2
1.3 Méthodes de réalisation des suivis de populations.....	3
1.3.1 Suivi des ravageurs par piégeage chromatique.....	3
1.3.2 Etude des populations de ravageurs par notations visuelles.....	3
1.3.3 Suivi des auxiliaires par aspirations.....	3
1.3.4. Analyses de virose.....	4
1.4. Analyse statistique des données.....	4
2. Résultats et discussion.....	5
2.1. Dynamiques de vols des cicadelles <i>Psammotettix alienus</i>	5
2.2. Suivi des populations de pucerons.....	5
2.2.1. Dynamiques de vol des pucerons.....	5
2.2.2. Suivi par notations visuelles.....	7
2.3. Suivi des populations d'auxiliaires.....	7
BILAN DE L'AUTOMNE 2022.....	9
CONCLUSION DU PROJET ICIBA.....	10
REMERCIEMENTS.....	12
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	12
ANNEXES.....	13

INTRODUCTION

La filière des grandes cultures et notamment celle du blé, est l'une des filières les plus importantes pour l'agriculture en France (48% de la surface agricole en 2019 pour les grandes cultures, 53% de l'agriculture céréalière pour le blé) (INSEE, 2021; FranceAgriMer, 2022). Avec l'intensification générale des pratiques agricoles de la fin du XXe siècle, il s'agit aujourd'hui d'une filière qui soulève diverses problématiques environnementales. Il devient de plus en plus urgent de trouver des solutions face à la pollution des eaux de surface par l'usage des produits phytosanitaires, aux émissions de gaz à effet de serre (protoxyde d'azote avec la fertilisation azotée), ou encore à la perte de biodiversité (dont pollinisateurs) (HUGONNET & BERNARD-MONGIN, 2022). Si la diminution des produits phytosanitaires et l'interdiction de certaines molécules (interdiction des néonicotinoïdes) constituent des premières réponses pour réduire l'impact de ces cultures, elles engendrent des difficultés techniques voire des impasses pour les producteurs. La gestion des ravageurs, entre autres, redevient un défi considérable en vue d'une récolte de qualité et rentable.

C'est dans ce contexte et suite à une campagne fortement marquée par des dégâts de viroses transmises par certaines espèces de pucerons et de cicadelles qu'est né le projet ICIBA (Intérêts des Cultures Innovantes de Blé Associé). Ce projet pluripartenaire est mené par la Chambre Régionale d'Agriculture du Centre-Val-de-Loire en raison de l'importance de la culture du blé dans la région représentant 14% du blé tendre et 22% du blé dur français (BERSONNET, 2016; FranceAgriMer, 2021).

Le projet d'une durée de trois ans (campagnes 20-21, 21-22 et 22-23) vise à comparer les performances agronomiques de trois associations blé - plantes compagnes au témoin blé seul conventionnel ainsi que leur effet sur les populations de ravageurs. Les couverts pourraient permettre une diminution des populations de pucerons et de cicadelles d'automne en favorisant la faune auxiliaire et/ou en perturbant l'environnement des ravageurs (NIYIBIZI GAKURU, 2020).

FREDON Centre-Val-de-Loire, spécialiste de la santé du végétale, a été sollicitée dans ce projet pour réaliser le suivi des populations des ravageurs et d'auxiliaires au sein des différentes parcelles réparties dans les départements d'Eure-et-Loir, de l'Indre, du Cher et du Loiret. Plusieurs notations ont ainsi été mises en place afin d'évaluer les populations de cicadelles *Psammotettix alienus* et des pucerons du blé (*Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* et *Metopolophium dirhodum*), vecteurs respectifs de la maladie des pieds chétifs (Wheat Dwarf Virus WDV) et de la Jaunisse Nanisante de l'Orge (JNO). Les populations de

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des parcelles d'essai de la campagne 2022-2023

Coordinateur	Ordre de parcelle	Commune	Commentaire
FDGEDA 18	1	Allouis	
	2	Allouis	
	3	Non implanté	Essai abandonné
SCAEL	4	Poisvilliers	
	5	Vérigny	
CA 36	6	Bretagne	Essai abandonné
	7	Non implanté	Essai abandonné
CA 45	8	Triguères	Traitement insecticide et herbicide non prévu dans l'itinéraire technique
	9	Chuelles	
	10	Chuelles	

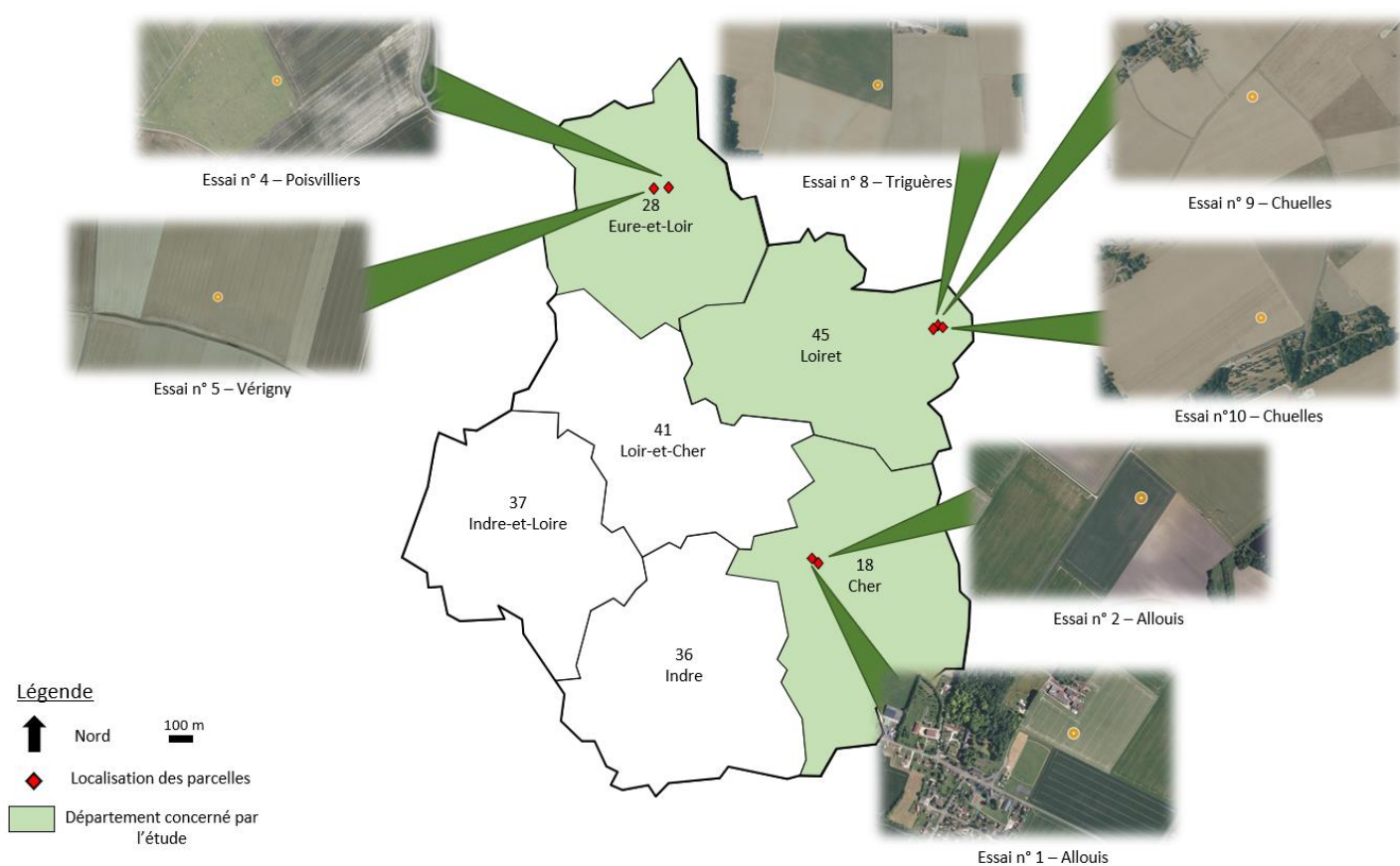


Figure 1 : Localisation et photos aériennes des différents sites du projet ICIBA (conception cartographique FREDON CVL, adapté de Géoportail)

pucerons des plantes compagnes (*Aphis fabae*, *Acyrtosiphon pisum* et *Megoura viciae*), qui constituent des hôtes alternatifs pour les auxiliaires, ainsi que les populations d'auxiliaires (syrphes, hyménoptères parasitoïdes...) sont également étudiées.

La troisième et dernière campagne du projet évalue les associations « blé + féverole », « blé + pois » et « blé + vesce » dans le but d'observer les effets de ces modalités sur les populations de ravageurs et d'auxiliaires et de confirmer ou d'infirmer ceux observés lors des deux précédentes campagnes. Pour ce faire, les techniques d'observation (piégeages chromatiques, aspirations, notations visuelles) restent inchangées et les protocoles expérimentaux sont similaires à la campagne 2021-2022.

1. Matériel et méthodes

1.1 Parcelles d'études

Pour la campagne 2022-2023, 10 parcelles expérimentales ont été sélectionnées : 3 dans le Cher, 2 en Eure-et-Loir, 2 dans l'Indre et 3 dans le Loiret. Cependant, deux agriculteurs se sont retirés du projet suite à une baisse de rendement trop importante obtenues les années précédentes (agriculteurs démotivés). Ainsi, les parcelles expérimentales de la campagne 2022 (tableau 1 ; figure 1) sont au nombre de 7. Il est nécessaire de prendre en compte des écarts dans les itinéraires techniques initialement prévus. C'est le cas pour la parcelle 8 qui a été traitée le 25/10 en insecticides et le 03/11 en herbicides. Une baisse des effectifs piégés est donc attendue après traitement de cette parcelle.

1.2 Dispositif expérimental

Chacun des sept sites expérimentaux se constitue de 4 bandes : **B0** pour « blé seul », **B1** pour « blé + féverole », **B2** pour « blé + pois » et **B3** pour « blé + vesce ». Une bande mesure 20*60 mètres (figure 2). Suivant les sites, les bandes sont plus ou moins envahies par les adventices, les résidus de culture et les repousses. L'année 2022 est marquée par de fortes repousses de colza dans les bandes des sites 4 et 5. Le développement des plantes compagnes est aussi variable d'un site à l'autre. Ainsi le site 10 présente des plantes compagnes très développées, ce qui peut perturber le développement du blé (ex : ombrage important de la féverole, compétition pour les ressources pour les trois plantes compagnes). Le pois et la vesce sont quant à eux très diminués sur le site 4 situé à Poisvilliers.

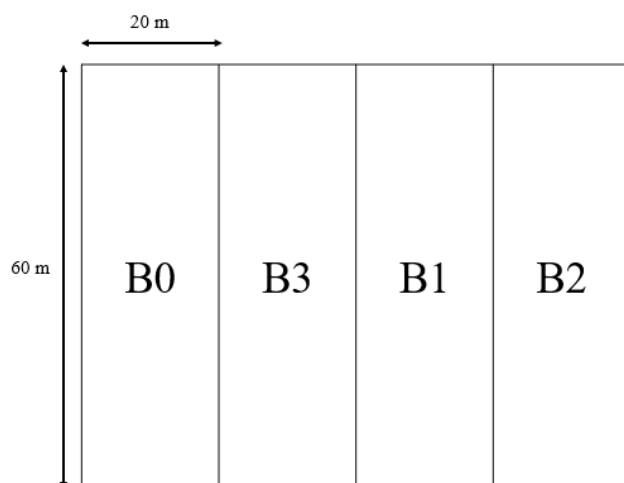


Figure 2 : Schéma d'un essai en bandes (source : FREDON CVL)



Figure 4 : Dispositif de cuvette jaune sur le site 1 (Allouis)



Figure 3 : Dispositif de plaque engluée sur le site 1 (Allouis)

Tableau 2 : Calendrier des notations visuelles suivant les sites d'expérimentation pour la campagne 2022-2023

Parcelle	Date 1 ^{ère} notation	Date 2 ^e notation	Date 3 ^e notation
1	27/10/2022	03/11/2022	10/11/2022
2	27/10/2022	03/11/2022	10/11/2022
4	26/10/2022	02/11/2022	09/11/2022
5	26/10/2022	02/11/2022	09/11/2022
8	27/10/2022	10/11/2022	17/11/2022
9	27/10/2022	03/11/2022	10/11/2022
10	27/10/2022	03/11/2022	10/11/2022

1.3 Méthodes de réalisation des suivis de populations

1.3.1 Suivi des ravageurs par piégeage chromatique

- ***Piégeage en cuvettes jaunes***

Pour rappel, ce dispositif consiste en une cuvette jaune placée en bordure d'essai dans du blé seul. Elle est remplie d'eau mélangée à du liquide vaisselle (figure 3). Le piège est placé dès le semis du blé et est relevé chaque vendredi jusqu'à mi-décembre. Il permet le suivi hebdomadaire des populations de pucerons ailés sur chaque site du projet. Sur la campagne 2022-2023, le piégeage des pucerons ailés par cuvettes jaunes a démarré en semaine 42 et s'est terminé en semaine 49.

- ***Piégeage sur plaques jaunes engluées***

Le piégeage sur plaques jaunes engluées consiste en une plaque jaune placée à l'intérieur d'une pochette plastique transparente couverte de colle (figure 4). Un piège est placé sur chaque bande des sept sites expérimentaux. Ce piégeage permet de suivre l'évolution des pucerons ailés (sans distinction d'espèce) et des cicadelles (critères d'identification rappelés en annexe 1) en fonction de la modalité de culture. Sur la campagne 2021-2022, le suivi s'est effectué de la semaine 42 à la semaine 48.

1.3.2 Etude des populations de ravageurs par notations visuelles

Les notations visuelles permettent le suivi et l'identification des pucerons dans les essais bande ainsi que l'évaluation du taux de parasitisme. Les critères d'identification des pucerons sont rappelés en annexe 2. Les notations visuelles consistent en l'observation directe des individus sur pieds à 3 reprises (tableau 2). Pour chaque bande, elles s'effectuent sur 5 placettes positionnées en diagonale de la bande (figure 5). Sur chaque placette sont observés 30 pieds de blé, 10 pieds de vesce et 5 pieds de pois et de féverole (au total 150 pieds de blé par bande, 50 pieds de vesce et 25 pieds de pois et de féverole).

1.3.3 Suivi des auxiliaires par aspirations

L'aspiration permet le suivi des populations d'auxiliaires. Concrètement, 3 segments de 60m disposées sur 3 rangs de blé sont matérialisés par des piquets bleus dans chaque bande. Un passage avec un aspirateur thermique est ensuite réalisé. L'opération est répétée une

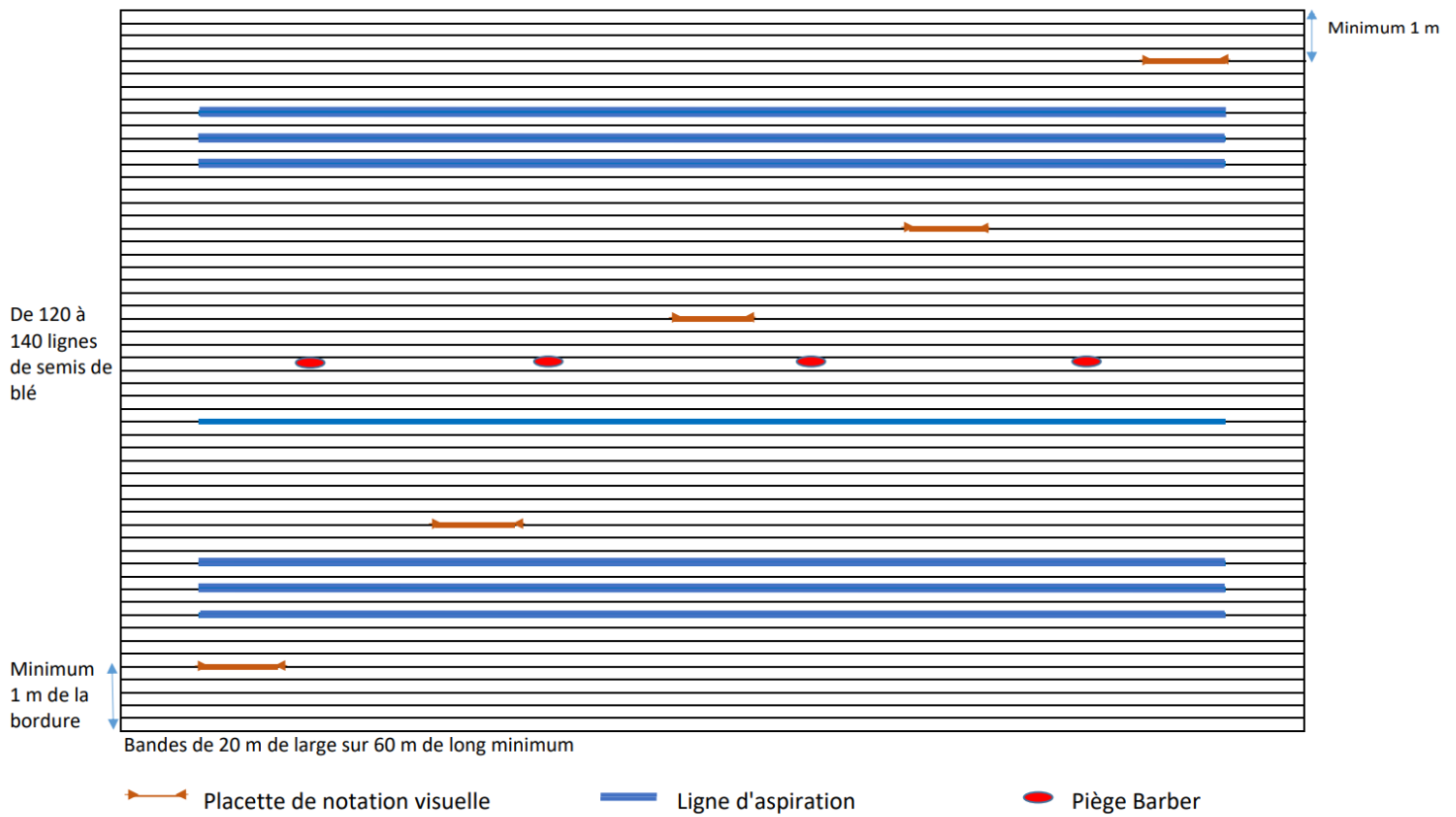


Figure 5 : Schéma des emplacements des différentes notations de l'essai (source : FREDON CVL)

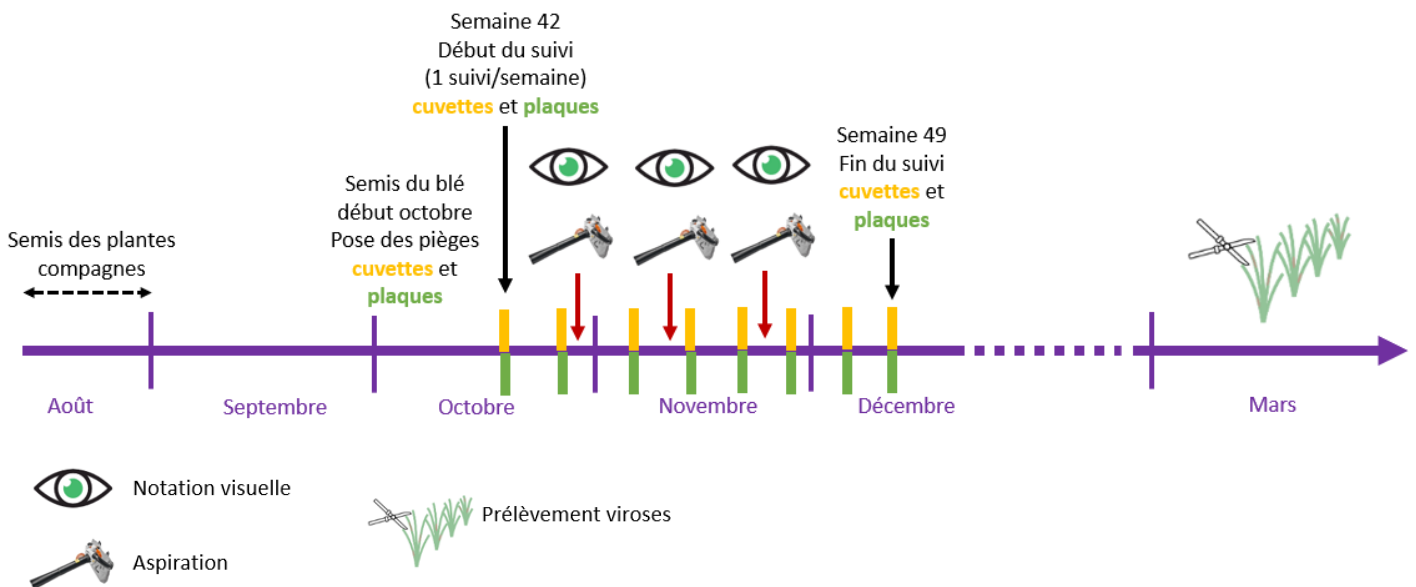


Figure 6 : Frise chronologique de l'ensemble des notations effectuées dans les essais bandes sur la campagne 2022-2023

seconde fois sur 3 autres segments. Ainsi, un premier échantillon est utilisé pour le comptage des auxiliaires, et un autre sert à l'analyse glucidique des hyménoptères. Ces aspirations se font en même temps que les notations visuelles (2 dates de 2 aspirations par bande et par site). En 2022, elles ont eu lieu de mi-octobre à mi-novembre (tableau 2).

Voir « Suivis de biodiversité campagne 2020-2021 » pour plus de détails sur le tri des insectes aspirés et le rapport annuel de L'Institut Agro pour les résultats d'analyses glucidiques

1.3.4. Analyses de virose

En fin de campagne, les placettes des notations visuelles sont utilisées pour la réalisation d'analyses de viroses. Entre le stade « épi 1 cm » et « épi 2 cm », 6 plantes sont prélevées par placette pour un total de 30 prélèvements par bande. Les échantillons sont analysés par le laboratoire d'analyse GALYS. Les résultats sont présentés dans le rapport annuel des résultats agronomiques.

Voir le rapport annuel de la FDGEDA 18 pour les résultats d'analyses de virose

L'ensemble des notations réalisées en 2022 dans les essais est représenté sur la figure 6.

1.4. Analyse statistique des données

L'analyse statistique des données vise à évaluer l'effet de la présence des plantes compagnes sur les populations de ravageurs et d'auxiliaires. Les données récoltées sont issues de comptage (entiers strictement positifs) et ont une variance qui n'est pas homogène. L'analyse statistique ne peut donc pas s'effectuer selon un modèle linéaire général et doit se faire avec un modèle linéaire généralisé (Generalized Linear Models ou GLM) (NOËL, 2015). Aussi, la non indépendance des données impose l'utilisation de Modèles Linéaires Généralisés à effets Mixtes (GLMM). S'il n'y a pas de surdispersion, le modèle de Poisson peut être utilisé, autrement un modèle binomial négatif est employé. Les effets d'autres variables sont pris en compte (date de relevé, localisation de la parcelle, ...) et intégrés comme « effets aléatoires ». La comparaison des modèles est réalisée via un test d'analyse de la variance (ANOVA) et un test post-hoc de « Tukey ».

L'ensemble de ces manipulations ont été effectuées grâce au logiciel RStudio. Les principaux packages utilisés sont « ggplot2 », « dplyr », « lme4 », « glmmTB », « car », « multcomp » et « rstatix »

Voir « Suivis de biodiversité campagne 2020-2021 » pour plus de détails

Tableau 3 : Effectifs et diversité des captures sur plaques jaunes engluées pour les trois automnes du projet ICIBA

	2020		2021		2022	
Ravageur	Cicadelles	Pucerons ailés	Cicadelles	Pucerons ailés	Cicadelles	Pucerons ailés
Nombre d'individus	410	203	374	45	526	223

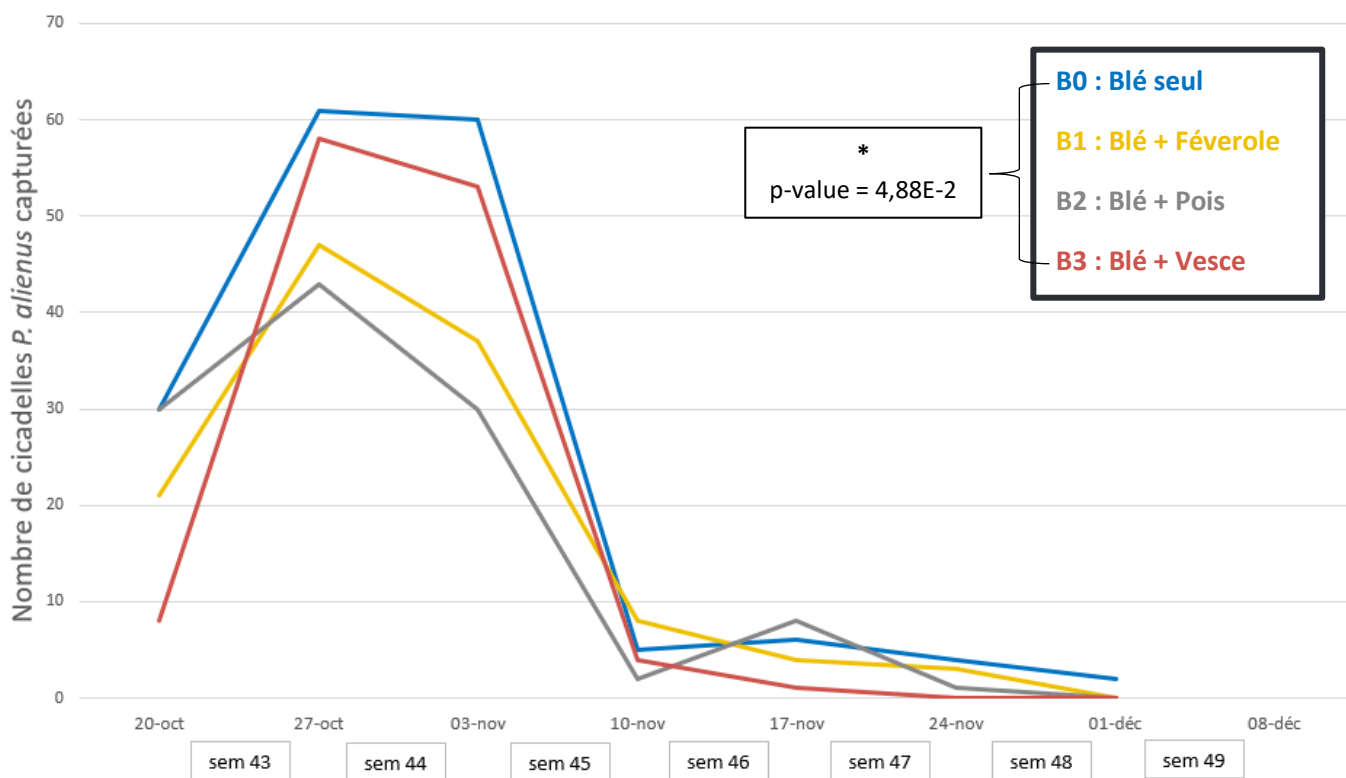


Figure 7 : Captures de cicadelles *Psammotettix alienus* sur plaques jaunes engluées à l'automne 2022

2. Résultats et discussion

2.1. Dynamiques de vols des cicadelles *Psammotettix alienus*

Le suivi des populations de cicadelles *P. alienus* s'effectue par piégeage sur plaques jaunes engluées. Pour rappel, à l'automne 2020, davantage de cicadelles étaient dénombrées dans les bandes **B0** que dans les bandes **B1**. Cet effet n'était pas retrouvé l'année suivante. De plus, aucun effet des modalités **B2** et **B3** n'avait été détecté pendant la deuxième campagne.

Les captures de l'automne 2022 sont les plus élevées des 3 années (tableau 3) et révèlent une migration tardive et prolongée des cicadelles sur le blé (annexe 3), ce qui s'explique par un mois d'octobre particulièrement sec et chaud. Après analyse statistique, aucune différence significative entre les bandes n'est relevée. Ainsi, sur les trois années du projet, les cultures associées ont permis une baisse significative des populations de cicadelles *P. alienus* uniquement en 2020 avec l'association **B1** blé + féverole. Ces résultats doivent être mis en relation avec les limites du projet. Le positionnement des essais en bordure de parcelle permettant de mettre en évidence les dégâts de *P. alienus* n'a pas été utilisé dans ces essais afin de pouvoir observer les effets sur la faune auxiliaire. Les populations de cicadelles ont donc pu être diluées par la distance, ne permettant pas d'observer d'effet des associations de cultures sur les populations de cicadelles. Aussi, compte tenu de la variabilité des résultats d'une année, l'effet de la féverole doit être confirmé par d'autres observations.

Ce qu'il faut retenir du suivi de *P. alienus* par piégeage chromatique en 2022 :

- Les captures de *P. alienus* de 2022 sont les plus élevées des trois automnes en raison de conditions météorologiques favorables (octobre sec et chaud) : 526 individus.
- L'arrivée de *P. alienus* est plus tardive et prolongée par rapport à 2020 et 2021.
- Les effectifs de cicadelles *P. alienus* n'ont pas montré de différence significative entre les bandes.
- La diminution du nombre de captures en **B1** par rapport à **B0** en 2020 n'est pas retrouvée en 2022.

2.2. Suivi des populations de pucerons

2.2.1. Dynamiques de vol des pucerons

▪ **Piégeage en cuvettes jaunes**

Une baisse significative des captures pendant la saison est enregistrée, ce qui est directement lié au passage à une météo hivernale. L'automne 2022 se caractérise par des captures importantes en pucerons et cicadelles. Il se démarque notamment de l'automne 2021

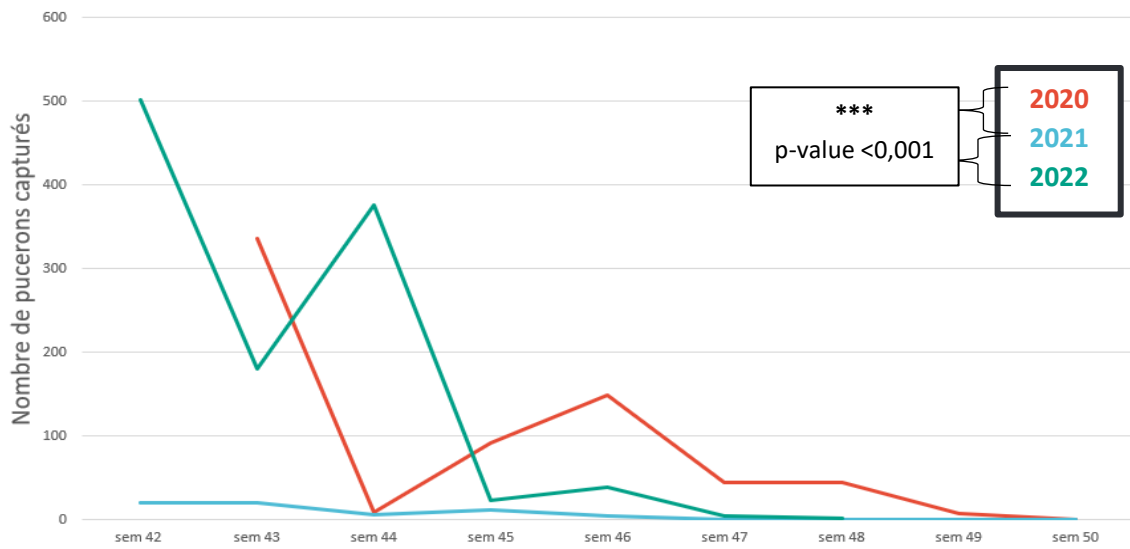


Figure 8 : Captures en pucerons ailés via cuvettes jaunes sur les trois campagnes du projet ICIBA

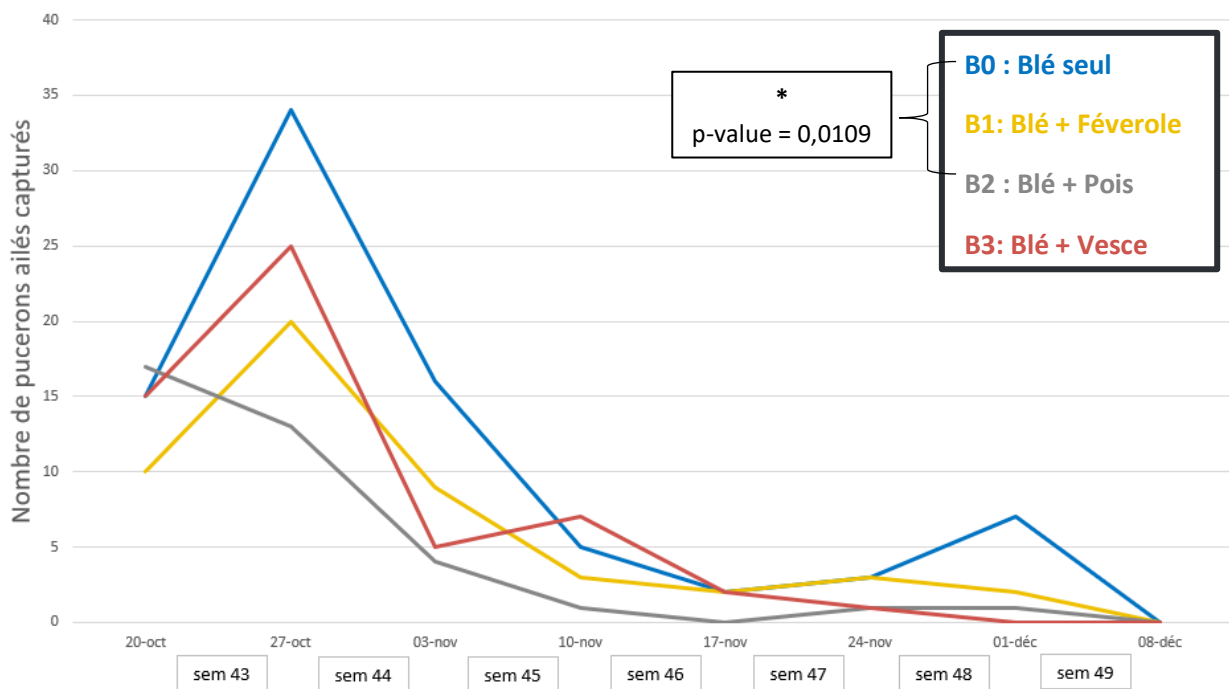


Figure 9 : Captures des pucerons ailés sur plaques jaunes engluées en 2022

par un nombre significativement plus important de pucerons capturés (figure 8). C'est aussi le cas entre 2020 et 2021, confirmant ainsi que les résultats obtenus en 2021 n'ont que très peu de poids face à ceux de 2020 et 2022.

▪ **Piégeage sur plaques jaunes engluées**

Pendant les deux premiers automnes du projet, le piégeage en plaques jaunes engluées a mis en évidence deux effets de la modalité de culture : moins de pucerons ailés en **B1** qu'en **B0** en 2020, et moins de pucerons ailés en **B3** qu'en **B2** en 2021. Ce dernier résultat est cependant à nuancer compte tenu du faible nombre de pucerons capturés lors de cet automne 2021 (tableau 3). L'année 2022 doit ainsi permettre de conclure sur ces effets.

Le nombre d'individus capturés ce dernier automne sont similaires à celui de 2020. Cependant, comme la migration des cicadelles, le vol des pucerons en 2022 est décalé par rapport aux autres années. Ce dernier a en effet 1 à 2 semaines d'avance (annexe 4). Les résultats observés en 2020 et 2021 ne sont pas retrouvés en 2022. Néanmoins, il y a significativement plus de pucerons ailés en **B0** qu'en **B2** (p-value = 1,1e-2) (figure 9).

Ainsi, sur les trois automnes du projet, le suivi des pucerons ailés par plaques jaunes engluées a mis en évidence un nombre plus important de pucerons en **B3** qu'en **B2** (automne 2021) et en **B0** qu'en **B2** (automne 2022). Toutefois, la différence obtenue en 2021 est très discutable du fait du faible nombre de captures de pucerons ailés cette année-là.

Ce qu'il faut retenir du suivi pucerons par piégeage chromatique en 2022 :

- Le suivi par cuvettes jaunes révèle une année 2022 avec significativement plus de pucerons que 2021, ainsi qu'une baisse significative des effectifs au cours de la saison (directement relié à la météorologie).
- Les captures de pucerons sur plaques jaunes engluées sont similaires à 2020 : 223 individus (contre 203 en 2020).
- Le vol 2022 des pucerons est en avance de 1 à 2 semaines par rapport aux autres années.
- Il y a davantage de pucerons ailés en **B0** qu'en **B2**.
- Les effets obtenus en 2020 (plus de pucerons ailés en **B0** qu'en **B1**) et en 2021 (plus de pucerons ailés en **B3** qu'en **B2**) ne sont pas retrouvés en 2022

Tableau 4 : Abondance et diversité des pucerons observés par notations visuelles sur les trois campagnes du projet ICIBA

Famille et espèce	2020		2021		2022	
	Abondance totale	%	Abondance totale	%	Abondance totale	%
<i>Homoptera aphididae</i>						
Pucerons du blé	67	25,1%	25	11,1%	1 009	45%
<i>R. padi</i>	42	(63%)	11	(44%)	520	(52%)
<i>S. avenae</i>	23	(34%)	11	(44%)	229	(23%)
<i>M. dirhodum</i>	2	(3%)	3	(12%)	260	(25%)
Pucerons des plantes compagnes	199	74,9%	200	88,9%	1 234	55%
<i>A. pisum</i>	172	(86%)	80	(40%)	805	(65%)
<i>A. fabae</i>	27	(14%)	119	(60%)	426	(35%)
<i>M. viciae</i>	0	(0%)	1	(<1%)	3	(<1%)
Total	266		225		2 243	

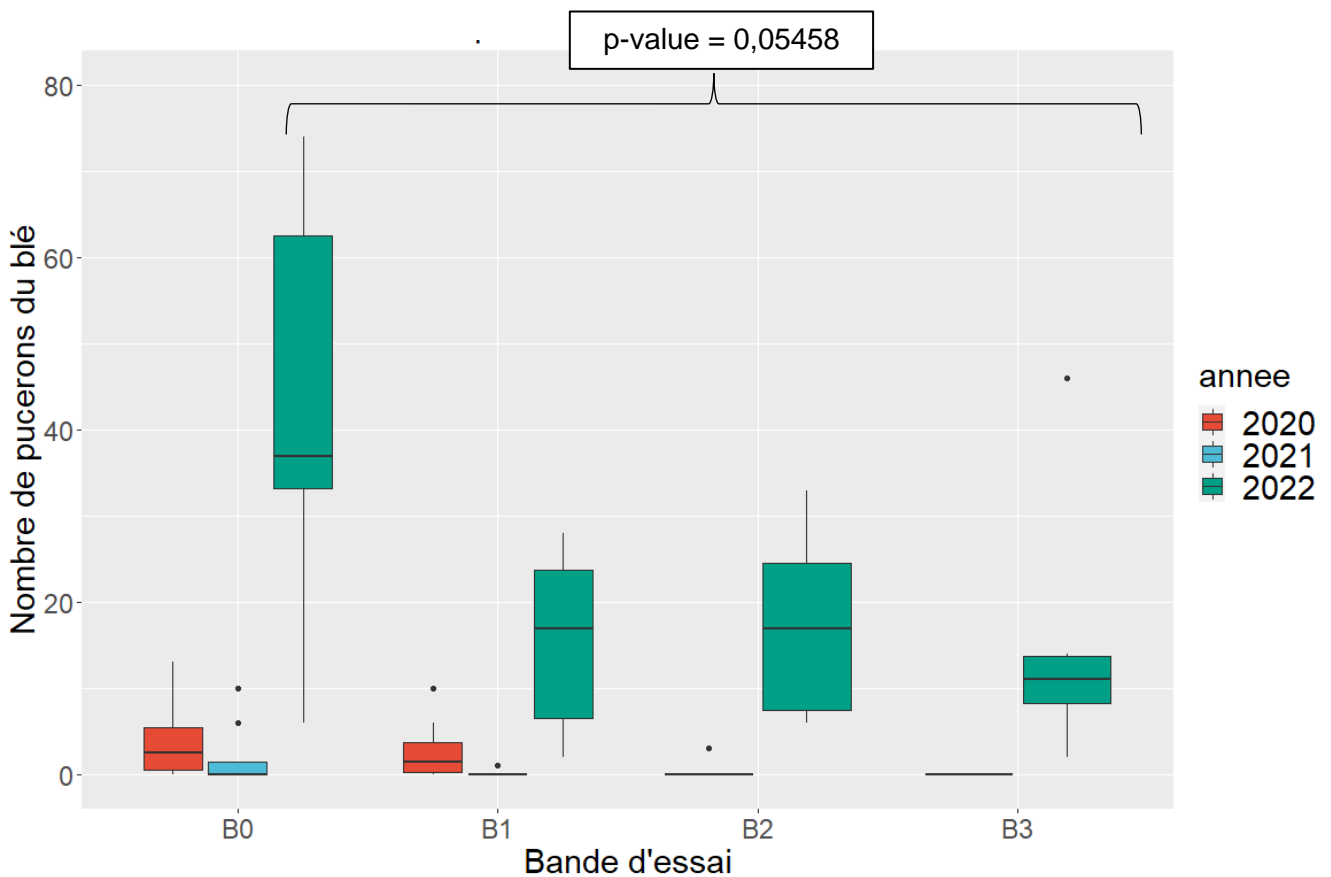


Figure 10 : Distribution du nombre de pucerons du blé observés par notations visuelles sur les trois années du projet ICIBA

2.2.2. Suivi par notations visuelles

En 2020 et 2021, les résultats issus des notations visuelles ne sont pas en faveur de façon significative d'une modalité particulière.

Durant cette dernière année, le nombre de pucerons observés par notations visuelles a été multiplié par 10 (tableau 4). Cela peut s'expliquer par des observations réalisées plus tôt dans l'année et l'établissement d'importantes colonies là où les observations de 2020 et 2021 ne correspondaient qu'à des pucerons isolés et non établis en colonies. Aucun effet ne ressort des tests statistiques réalisés sur les données de 2022.

Néanmoins, deux tendances (p-value très proche du seuil de significativité) se dessinent. Un nombre plus important de pucerons du blé est observé sur les bandes **B0** par rapport aux bandes **B3** (p-value = 5,5e-2) (figure 10). Ce même résultat est observé pour le nombre de pieds de blé porteurs de pucerons (p-value = 6,5e-2). Ces observations ne peuvent être généralisées et doivent être considérées comme de simples tendances. Il est aussi à noter que la diminution du nombre d'essais en 2022 diminue le poids statistique des résultats obtenus.

Ce qu'il faut retenir du suivi pucerons par notations visuelles en 2022 :

- Les notations visuelles de 2022 ont révélé 10 fois plus de pucerons qu'en 2021 et 8 fois plus qu'en 2020.
- Pas d'effet significatif (similaire à 2020 et 2021) mais existence de tendances : plus de pucerons du blé et de pieds de blé porteurs de pucerons en **B0** qu'en **B3**.

2.3. Suivi des populations d'auxiliaires

Les effets potentiels des cultures associées **B1**, **B2** et **B3** sur les populations d'auxiliaires ont été étudiés grâce aux aspirations et à l'identification après tri des insectes par le Laboratoire d'Eco-Entomologie d'Orléans (LEE).

Les modalités **B1** « blé + féverole » et **B3** « blé + vesce » présentent significativement plus d'auxiliaires de cultures que le témoin **B0** (p-value = 2,6e-2 et 3,6e-2 respectivement). Ce résultat est en grande partie issu des effectifs des punaises anthocorides, significativement plus nombreuses en **B1** et en **B3** qu'en **B0** (p-value = 9,2e-3 et 3,0e-2 respectivement). Aucune différence significative ne transparaît en revanche des analyses concernant les individus de la famille des Braconidae, hyménoptères parasitoïdes de pucerons. Bien qu'une tendance se

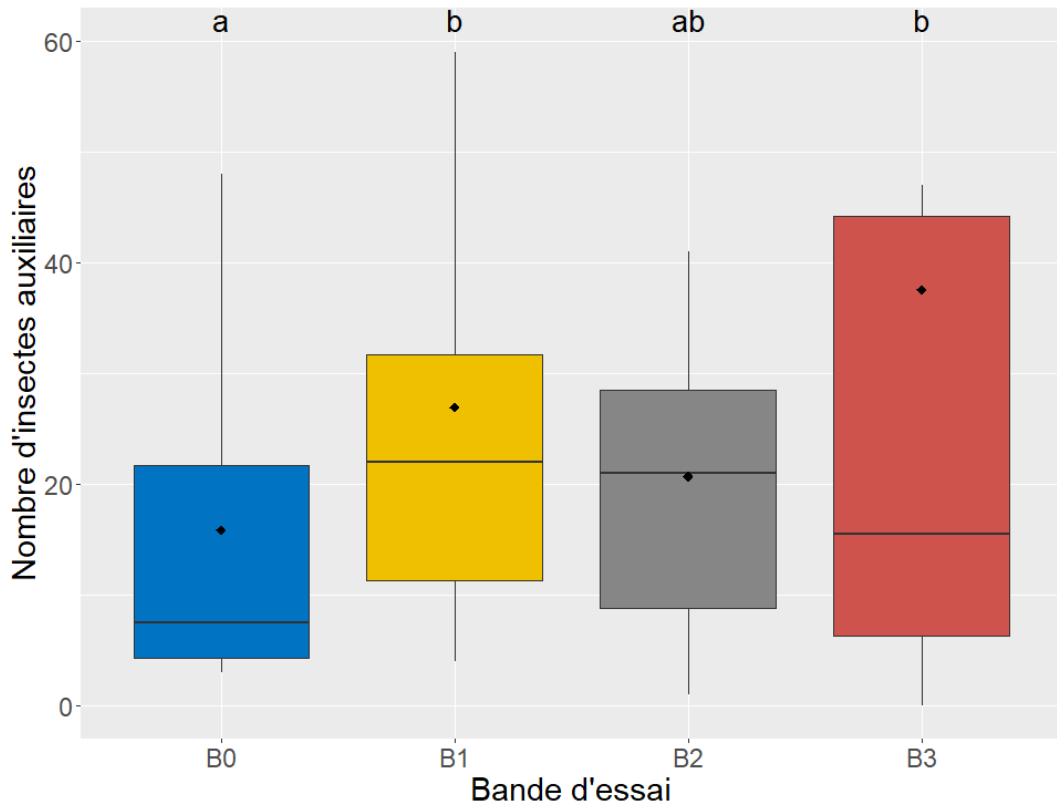


Figure 11 : Distribution du nombre d'insectes auxiliaires aspirés en 2022

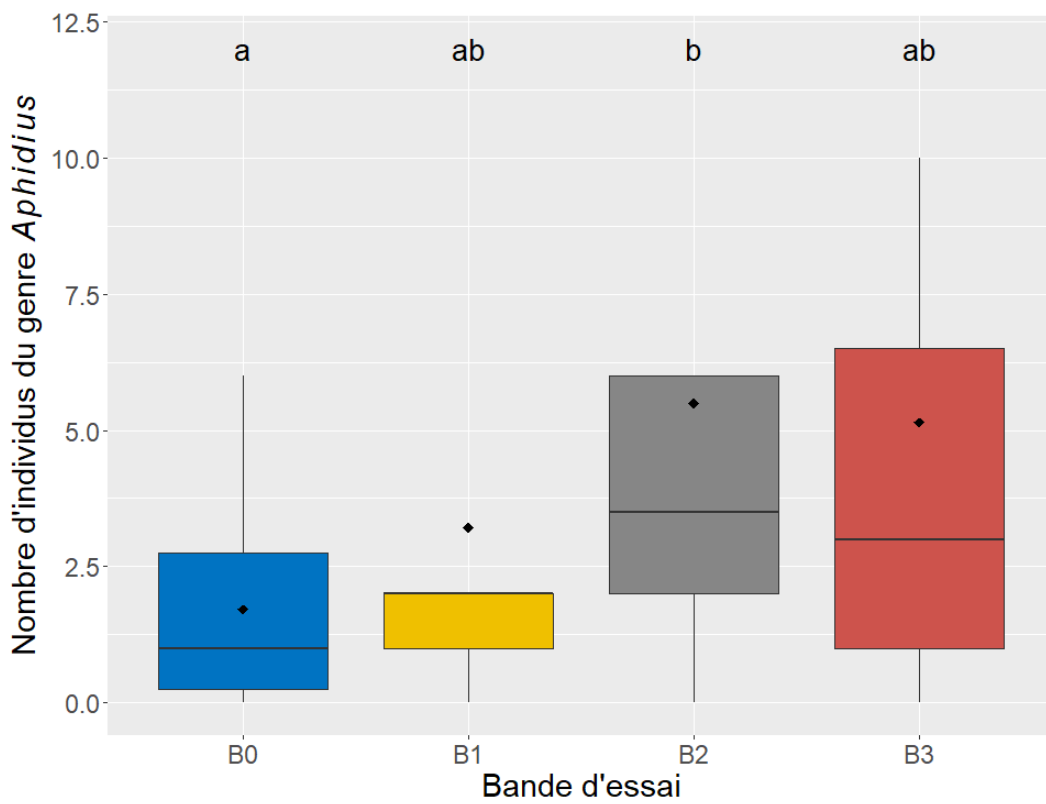


Figure 12 : Distribution du nombre d'hyménoptères parasitoïdes *Aphidius* aspirés à l'automne 2022

dessine en faveur de l'association **B3** « blé + vesce », la grande variabilité des résultats ne permet pas d'affirmer statistiquement ce constat. En détaillant cette famille, davantage d'individus du genre *Aphidius* ont été aspirés sur la modalité **B2** qu'en **B0** (p-value = 4,3e-2). Les individus du genre *Ephedrus* ont en revanche été très peu observés avec seulement 2 individus aspirés en **B2** et 1 en **B1**.

Ce qu'il faut retenir du suivi des auxiliaires par aspirations en 2022 :

- Les effectifs des auxiliaires de cultures sont supérieurs en **B1** et **B3** qu'en **B0**.
- Les punaises anthocorides sont davantage présentes en **B1** et **B3** qu'en **B0**.
- Les hyménoptères parasitoïdes de pucerons sont très présents, conséquences d'un automne avec une pression en pucerons assez forte.
- Les effectifs d'hyménoptères parasitoïdes des pucerons des céréales du genre *Aphidius* sont significativement supérieurs dans l'association **B2** « blé + pois ».

Tableau 5 : Effectifs des principaux insectes auxiliaires aspirés sur les 3 campagnes du projet ICIBA

Classe et famille	2020		2021				2022			
	B0	B1	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
Hymenoptera										
Braconidae	47 (47%)	100 (21%)	48 (51%)	27 (22%)	51 (75%)	38 (12%)	104 (70%)	133 (57%)	143 (79%)	198 (48%)
<i>Aphidius</i>	7 (7%)	16 (3%)	30 (32%)	8 (7%)	16 (24%)	22 (7%)	24 (16%)	45 (19%)	77 (43%)	72 (18%)
<i>Ephedrus</i>	7 (7%)	27 (6%)	16 (17%)	17 (14%)	25 (37%)	16 (5%)	0 (0%)	1 (0%)	2 (1%)	0 (0%)
Heteroptera										
Anthocoridae	26 (26%)	350 (73%)	34 (36%)	85 (70%)	8 (12%)	264 (86%)	33 (22%)	89 (38%)	24 (13%)	193 (47%)
Coleoptera										
Staphilinidae	19 (19%)	25 (5%)	0 (0%)	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (5%)	10 (4%)	7 (4%)	15 (4%)
Carabidae	7 (7%)	4 (1%)	7 (7%)	3 (2%)	3 (4%)	3 (1%)	4 (3%)	0 (0%)	6 (3%)	4 (1%)
Coccelinidae	2 (2%)	1 (0%)	5 (5%)	3 (2%)	6 (9%)	2 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Diptera										
Syrphidae	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0%)
Total	101	480	94	121	68	307	149	232	180	411

Tableau 6 : Synthèse des résultats obtenus pendant les 3 campagnes du projet ICIBA

Méthode de suivi	2020	2021	2022
Cuvettes jaunes	Pucerons : 2021 < 2020 & 2022		
Plaques jaunes engluées	Cicadelles : B0 > B1	Pucerons ailés : B3 > B2	Pucerons ailés : B0 > B2
Notations visuelles	∅	∅	∅
Aspirations	Parasitoïdes de pucerons (<i>Aphidius</i> et <i>Ephedrus</i>) : B1 > B0 Punaises anthocorides : B1 > B0	Parasitoïdes de pucerons (<i>Aphidius</i> et <i>Ephedrus</i>) : B0 > B1 Punaises anthocorides : B1 > B0 et B3 > B0	Parasitoïdes de pucerons (<i>Aphidius</i>) : B2 > B0 Punaises anthocorides : B3 > B0 et B1 > B0

BILAN DE L'AUTOMNE 2022

Le suivi biodiversité de la campagne 2022 - 2023 est le troisième et dernier du projet ICIBA. Il a consisté en un suivi des populations de ravageurs (cicadelles et pucerons) et d'auxiliaires dans du blé d'automne cultivé seul ou en association avec des plantes compagnes (féverole, pois, vesce). Ce suivi a permis d'évaluer les effets de chaque modalité de culture sur les ravageurs et les auxiliaires. L'objectif est l'élaboration et la diffusion vers les agriculteurs de nouvelles méthodes de culture du blé d'automne alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires.

Le suivi des cicadelles *P. alienus* par piégeage chromatique en 2022 a révélé les plus hautes captures des trois automnes (526 individus). Leur migration est plus tardive et prolongée par rapport à 2020 et 2021. Aucune différence significative n'a toutefois été observée entre les associations de culture et le blé seul en 2022.

Le piégeage chromatique a également permis le suivi du vol des pucerons. Les captures par cuvettes jaunes révèlent un nombre plus important de pucerons en 2022 qu'en 2021. Ce résultat est confirmé par les notations visuelles de 2022 (suivi des pucerons et de leur parasitisme) qui ont révélé 2 243 individus, soit 10 fois plus de pucerons qu'en 2021 et 8 fois plus qu'en 2020. Toutefois, aucun effet significatif n'est ressorti des analyses statistiques. Les plaques jaunes engluées ont permis la capture de 223 pucerons ailés et montrent un vol en avance d'une à deux semaines par rapport aux autres automnes.

Une diminution du nombre de pucerons ailés a été observée au sein de l'association « blé + pois » en 2022. Cette association a également permis une augmentation du nombre d'hyménoptères parasitoïdes du genre *Aphidius*. Toutefois, le nombre global d'hyménoptères parasitoïdes de pucerons n'a pas présenté de différences significatives suivant les modalités d'association. Concernant les auxiliaires prédateurs, seules les punaises anthocorides ont présenté des effectifs supérieurs dans les associations « blé + féverole » et « blé + vesce ». L'ensemble des effectifs des insectes auxiliaires de culture aspirés lors des trois années d'expérimentation figure en tableau 5.

Le tableau 6 établit le bilan des résultats obtenus quant aux effets des différentes modalités d'association suivant les méthodes de suivi, pour l'ensemble du projet.

CONCLUSION DU PROJET ICIBA

L'objectif du projet ICIBA est l'élaboration et la diffusion de techniques culturales de blé d'automne en association afin de proposer une alternative à l'utilisation de produits phytosanitaires. Les trois années expérimentales ont permis la sélection et l'évaluation de trois plantes compagnes : la féverole, le pois de printemps, et la vesce commune. L'étude des populations de ravageurs (pucerons et cicadelles) et d'auxiliaires des cultures ont permis de mettre en lumière les différents effets apportés par l'association culturale vis-à-vis de la gestion de la problématique des viroses JNO et WDV.

L'année 2020 est marquée par un effet positif de l'association « blé + féverole » : effectifs de cicadelles *Psammotettix alienus* réduits et populations de certains auxiliaires (hyménoptères parasitoïdes et punaises anthocorides) de tailles plus importantes dans l'association.

En 2021, l'analyse des piégeages et notations a mis en évidence quelques effets liés aux modalités de culture. Cependant, compte-tenu des très faibles effectifs de pucerons cette saison, les résultats de la campagne n'ont que très peu de poids statistique comparés à ceux des autres campagnes et sont donc à analyser avec vigilance.

Enfin, l'année 2022 est marquée par des populations de pucerons importantes. L'association « blé + pois » a eu pour effet une diminution du nombre de pucerons ailés. De plus, les notations visuelles à l'automne 2022 ont révélé des tendances (non significatives) de l'association « blé + vesce » à diminuer le nombre de pucerons du blé et de pieds de blé porteurs de pucerons. Des effectifs significativement supérieurs d'hyménoptères du genre *Aphidius*, parasitoïdes des pucerons du blé ont été observés au sein de l'association « blé + pois ». L'association « blé + vesce » présentait, quant à elle, des effectifs supérieurs de punaises anthocorides, insectes prédateurs généralistes.

Ainsi, les trois associations testées ont chacune permis au moins une fois une meilleure gestion du risque de viroses JNO et WDV, en diminuant les populations de ravageurs ou en favorisant les populations d'auxiliaires. Ces résultats doivent être mis en relation avec les limites du projet (non-respect des itinéraires techniques, modification des protocoles d'une année à l'autre, repousses nombreuses sur certains sites, ...), ils restent encourageants et révèlent le fort potentiel des techniques de culture en association comme levier à l'utilisation de produits phytosanitaires.

Ces résultats n'étant souvent obtenus que sur une année, et compte tenu des limites du projet ICIBA, ils pourraient être différents dans le cas d'une nouvelle expérimentation. Néanmoins, ils rendent compte d'un effet global des techniques de culture en association et démontrent l'intérêt de ces techniques vis-à-vis des problématiques de santé des plantes. Trouver une unique alternative à l'utilisation de produits phytosanitaires ne semble pas être envisageable avec les cultures associées. Il est beaucoup plus intéressant de varier les leviers mobilisés. Dans le cadre du projet ICIBA, les perspectives de ce projet incluent la mise en place de bandes fleuries et de bandes enherbées en bordure de champ afin de favoriser davantage l'installation des auxiliaires près des cultures.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Maire-Pierre Dufresne pour l'encadrement de la mission ; Alice Boulanger, Emilie Massicard, Cédéric Emy, Etienne Blanchard et Pierre Gaborit pour leur engagement et leur expertise dans les suivis de terrain et/ou les analyses en laboratoire ; Léonore Gosselin (stagiaire M1 de l'Institut Agro) pour sa contribution à cette étude.

Nous remercions également les partenaires du projet ICIBA avec qui nous avons collaboré : la Chambre régionale d'agriculture Centre – Val de Loire (Céline Cervek et Thierry Bordin), le Laboratoire d'Eco-entomologie d'Orléans (Julie Leroy et Jean-David Chapelin-Viscardi), la FDGEDA 18 (Guillaume Houivet et Baptiste Crochet), la Chambre d'agriculture du Loiret (Jean Guérineau), la Chambre d'agriculture de l'Indre (Clara Hay), la SCAEL (Thierry Manceau) et l'Institut Agro Angers (Bruno Jaloux).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERSONNET C (2016) Diagnostic région Centre Val de Loire Filière grandes cultures. 101. Disponible sur : https://www.cap-filieres.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/149_Eve-Cap-Filieres/Grandes_cultures/Documents/GrandesCultures-Diagnostic.pdf

FranceAgriMer (2022) Fiche filière - blé tendre. Disponible sur : <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/68237/document/FICHE%20FILIERE%20BLE%20TENDRE%202022.pdf?version=4#:~:text=En%202020%2C%2029%2C%20Mt,surface%20de%204%2C3%20Mha>

FranceAgriMer (2021) Marché des céréales | Campagne 2020-2021. Disponible sur : <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/68316/document/SYN-CER-revueMDC-C20-21-M2.pdf?version=1>

HUGONNET M, BERNARD-MONGIN C (2022) Géographie environnementale du système alimentaire français : tendances et perspectives d'évolution. Disponible sur : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/DOC-CEP16/detail/>

INSEE (2021) Identité agricole des régions – La France et ses territoires. INSEE - Inst. Natl. Stat. Études Économiques, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/5039859?sommaire=5040030>

NIYIBIZI GAKURU P (2020) Associations végétales pour le contrôle des ravageurs : d'une synthèse des approches théoriques à l'application pratique. Université de Liège, Belgique. Disponible sur : <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/10897>

NOËL Y (2015) Modèles linéaires généralisés à effets fixes et aléatoires de la variabilité inter et intra-individuelle. In J JUHEL, G ROUXEL, eds, Différences Var. En Psychol. Presses universitaires de Rennes, Rennes, pp 237–263

ANNEXES

Annexe 1 : Critères d'identification des cicadelles *Psammotettix alienus*

Annexe 2 : Critères d'identification des pucerons du blé et des plantes compagnes

Annexe 3 : Décalage du vol des cicadelles et des pucerons d'une campagne à l'autre

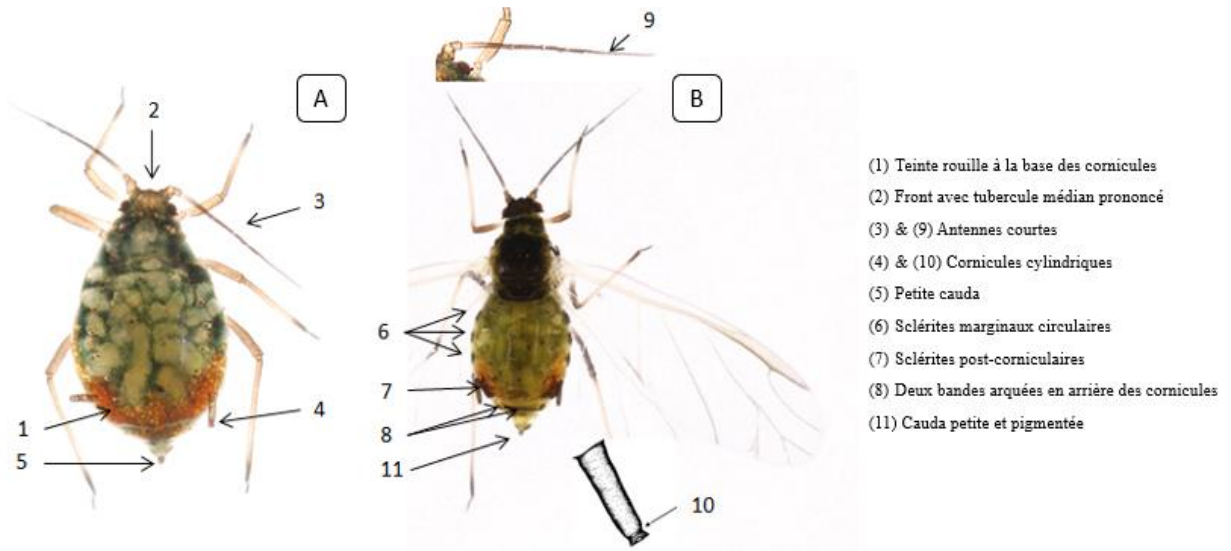
Annexe 1 : Critères d'identification des cicadelles *Psammotettix alienus* (Source : FREDON CVL)



Annexe 2 : Critères d'identification des pucerons du blé et des plantes compagnes
 (Source : Encyclop'aphid INRAE, 2013)

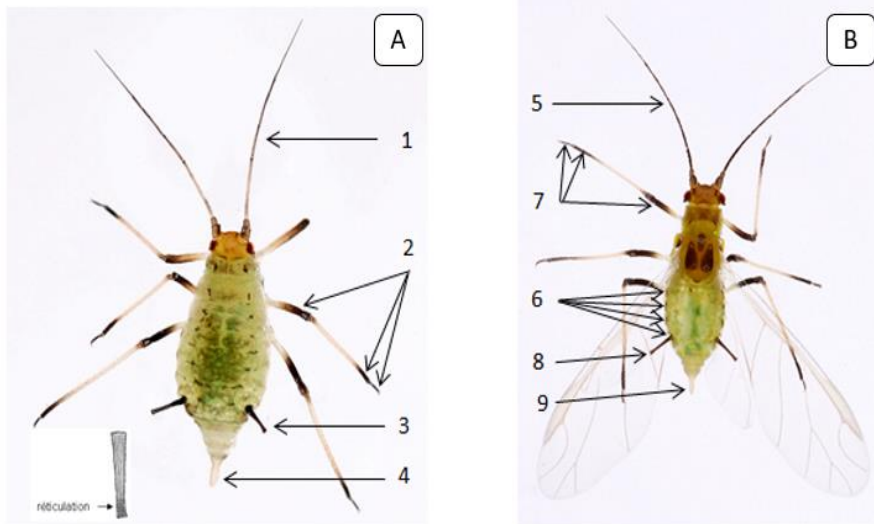
Pucerons du blé

Rhopalosiphum padi aptères (A) et ailé (B)



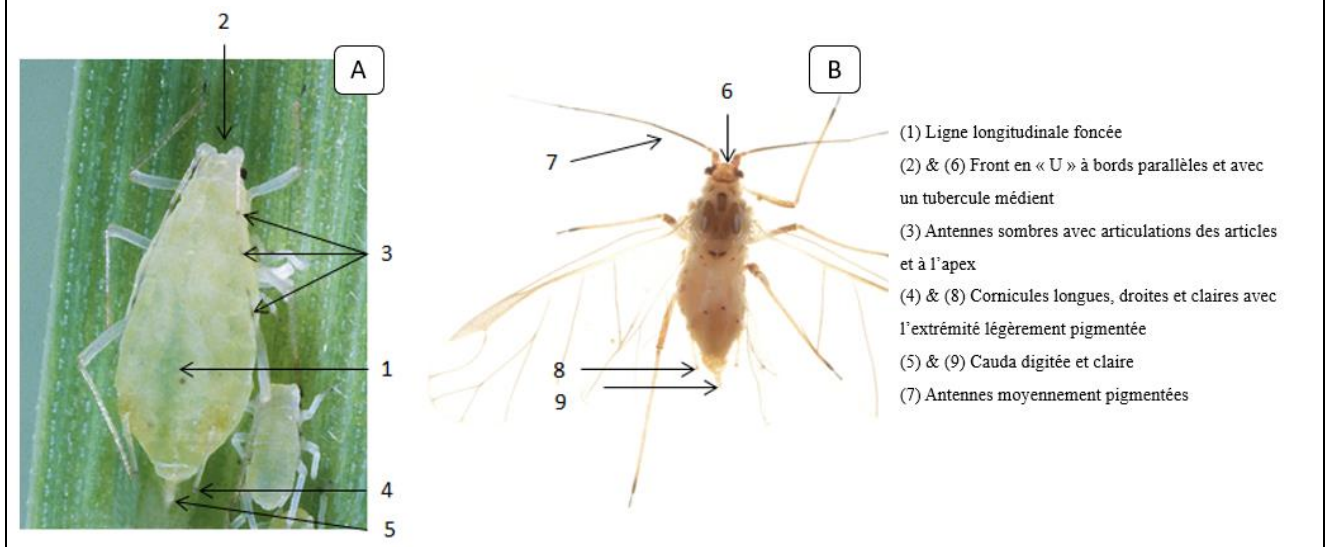
- (1) Teinte rouille à la base des cornicules
- (2) Front avec tubercule médian prononcé
- (3) & (9) Antennes courtes
- (4) & (10) Cornicules cylindriques
- (5) Petite cauda
- (6) Sclérites marginaux circulaires
- (7) Sclérites post-corniculaires
- (8) Deux bandes arquées en arrière des cornicules
- (11) Cauda petite et pigmentée

Sitobion avenae aptères (A) et ailé (B)



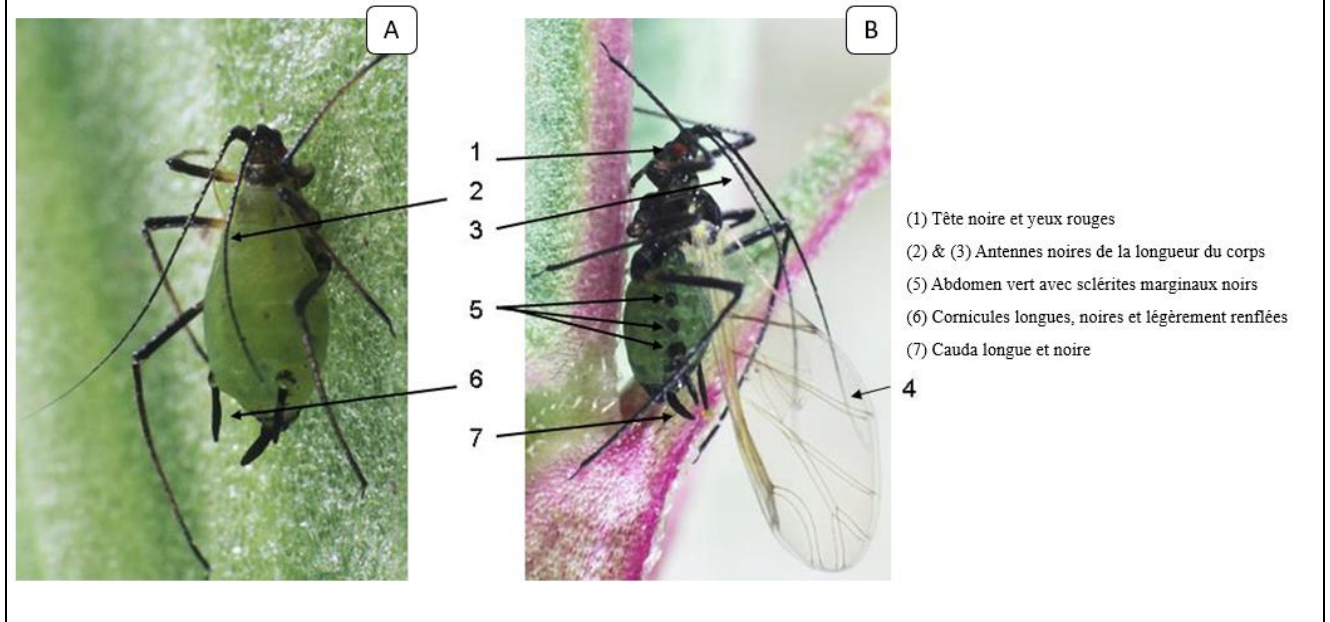
- (1) & (5) Antennes noires et aussi longues que le corps
- (2) & (7) Pattes avec des tâches noires à l'extrémité des fémurs, tibias et tarsi
- (3) & (8) Cornicules droites, noires, réticulées et deux fois plus longues que la cauda
- (4) & (9) Cauda claire
- (6) Abdomen clair avec 4 sclérites marginaux sombres

Metopolophium dirhodum aptères (A) et ailé (B)

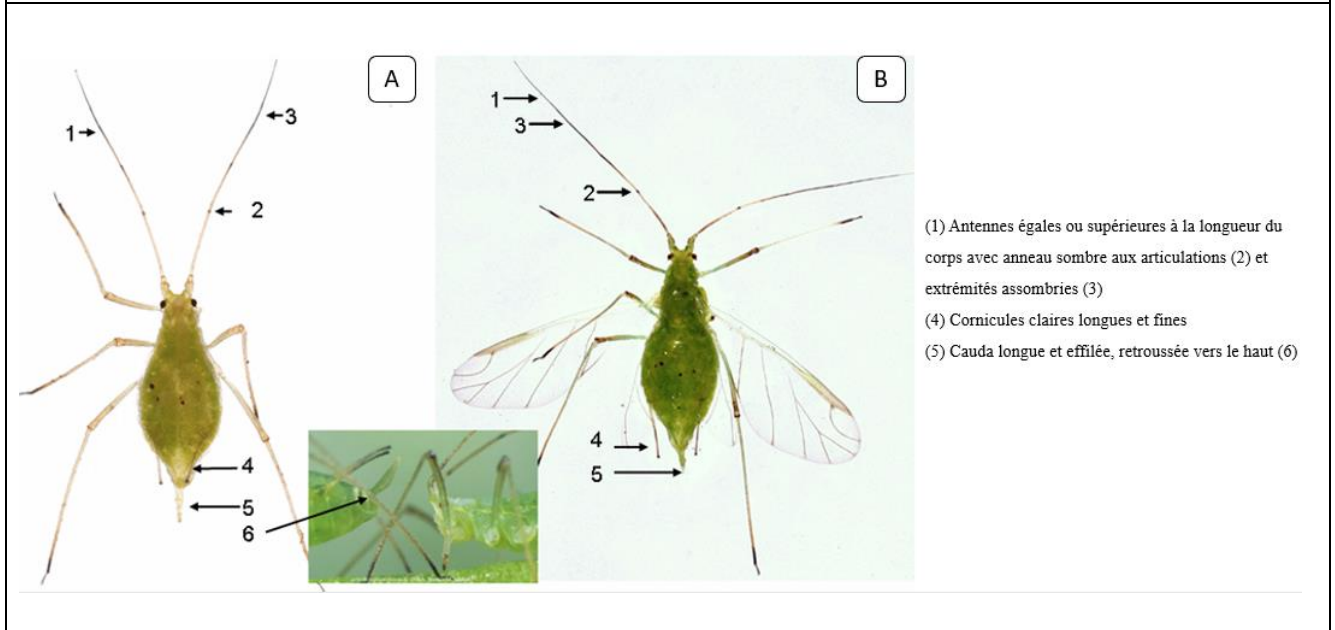


Pucerons des plantes compagnes

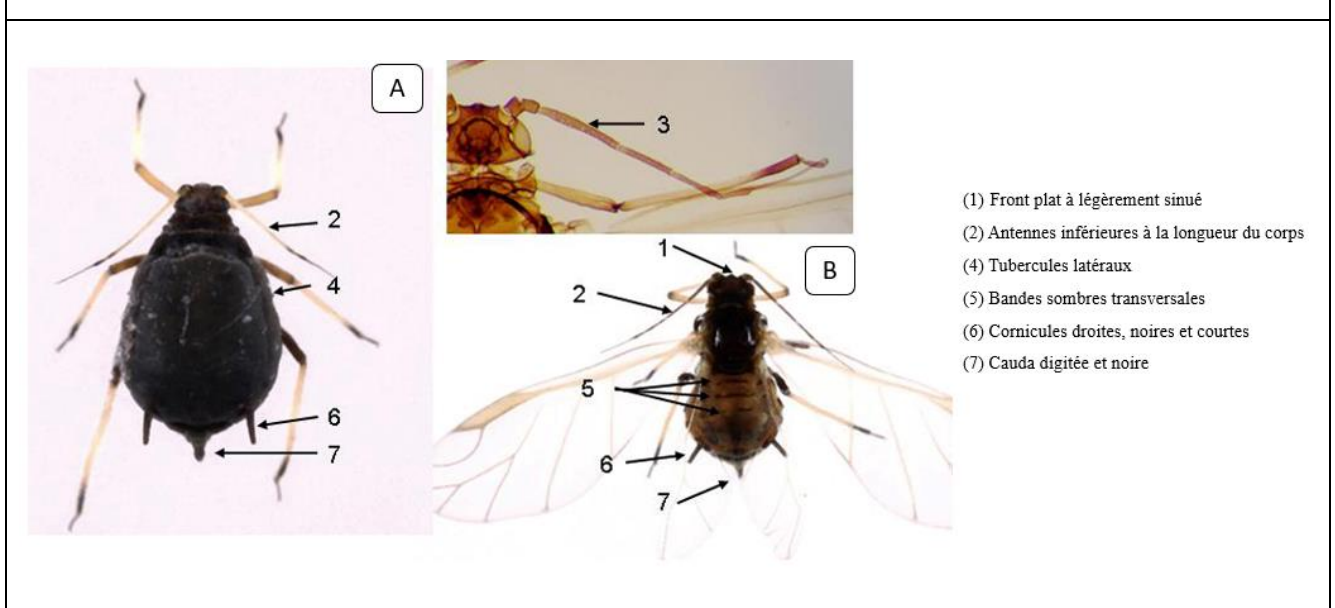
Megoura viciae aptères (A) et ailé (B)



Acyrtosiphon pisum aptères (A) et ailé (B)



Aphis fabae aptères (A) et ailé (B)



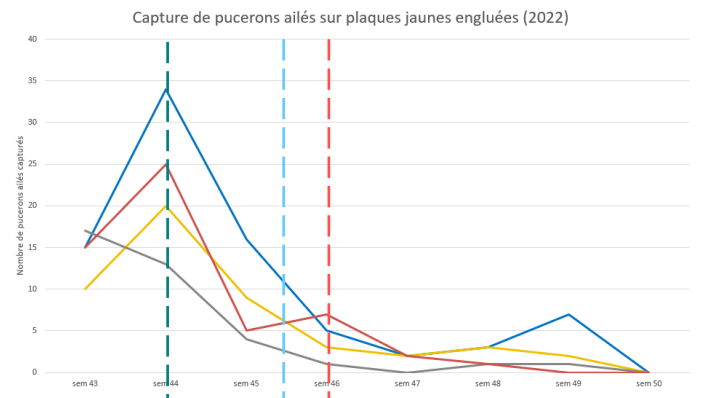
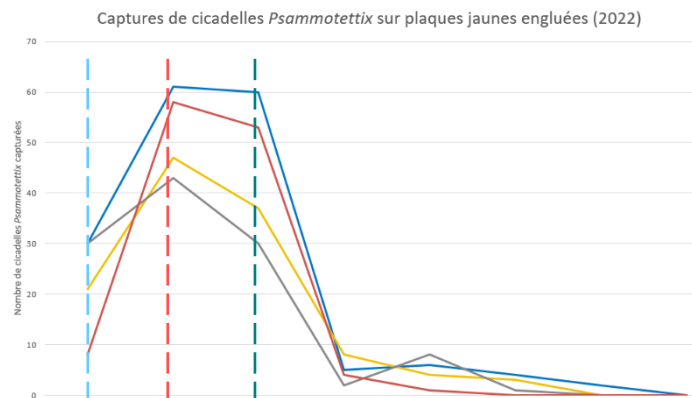
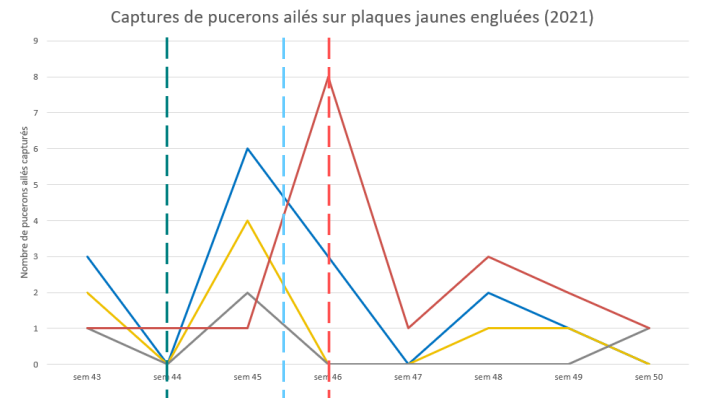
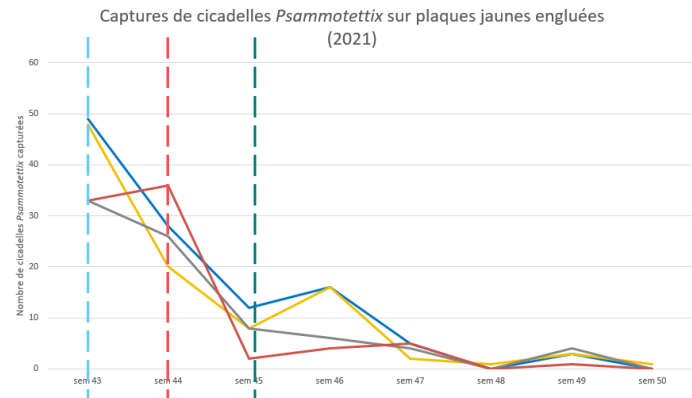
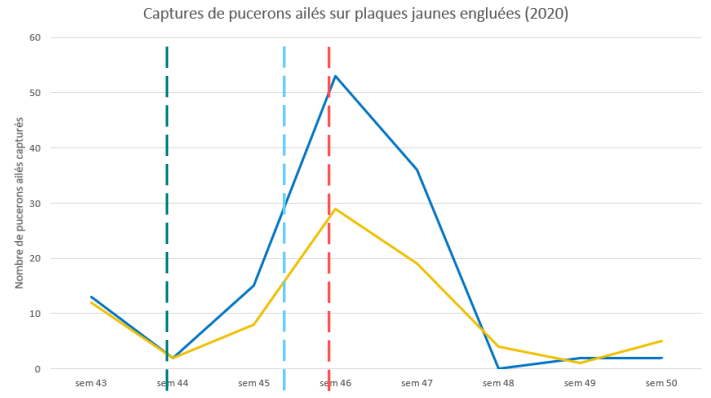
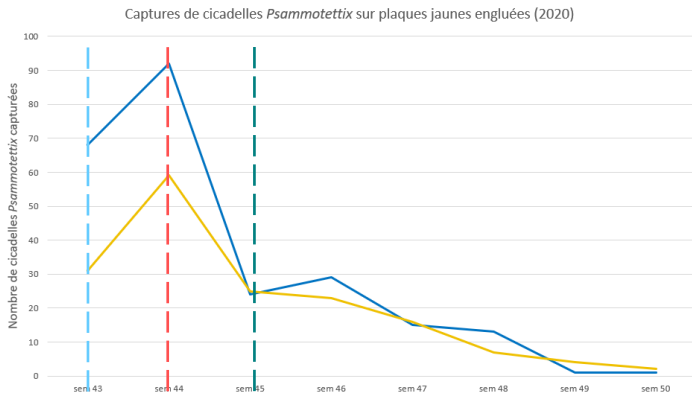
Annexe 3 : Décalage du vol des cicadelles et des pucerons d'une campagne à l'autre

B0 : Blé seul

B1 : Blé + Féverole

B2 : Blé + Pois

B3 : Blé + Vesce



Automne 2022 :

Vol des cicadelles *P. alienus*

- Retard d'une semaine par rapport à 2020
- Retard de deux semaines par rapport à 2021

Vol des pucerons 2022

- Avance de deux semaines par rapport à 2020
- Avance d'une à deux semaines par rapport à 2021