

Suivis de biodiversité Campagne 2021 – 2022

Louise BELAMY, Léonore GOSSELIN, Monique CHARIOT



Suivis de biodiversité

Campagne 2021-2022

Photographies de couverture :

- Puceron *Metopolophium dirhodum* aptère, une des espèces de pucerons des céréales recherchée (photographie de FREDON CVL)
- L'association blé-féverole sur une parcelle à Allouis (18) (photographie de FREDON CVL)

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. Matériel et méthodes	3
1.1 Parcelles d'études	3
1.2 Dispositif expérimental.....	3
1.3 Méthodes de réalisation des suivis de populations	5
1.3.1 Suivi des ravageurs par piégeage chromatique	5
1.3.2. Etude des populations de ravageurs par notations visuelles	5
1.3.3. Suivi des auxiliaires par aspirations.....	5
1.3.4 Analyses de virose	7
1.4. Analyse statistique des données.....	7
2. Résultats et discussion	9
2.1 Dynamiques de vols des cicadelles <i>Psammotettix alienus</i>	9
2.2 Suivi des populations de pucerons	9
2.2.1 Dynamiques de vol des pucerons.....	9
2.2.2 Suivi par notations visuelles.....	11
2.3 Suivi des populations d'auxiliaires.....	13
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	15
REMERCIEMENTS	17
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	17
ANNEXES	19

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, cette culture représente en effet 14% du blé tendre et 22% du blé dur français (BERSONNET, 2016; FranceAgriMer, 2021).

Le projet est étalé sur trois ans pour les campagnes 2021, 2022 et 2023 et vise à comparer du blé associé à trois plantes compagnes au témoin blé seul conventionnel. 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). La performance agronomique des systèmes ainsi que la réduction des ravageurs d'automne susceptibles de transmettre les virus sont les principaux critères de comparaison.

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

Tableau 1 : Liste des différents sites expérimentaux

Coordinateur	Ordre de parcelle	Commune	Commentaire
FDGEDA 18	1	Allouis	
	2	Allouis	
	3	Allouis	Essai abandonné
SCAEL	4	Logron	
	5	Vérigny	Essai abandonné
CA 36	6	Bouges-le-Château	
	7	Liniez	
CA 45	8	Triguères	Pas de pois, pas de vesce
	9	Chuelles	
	10	Chuelles	

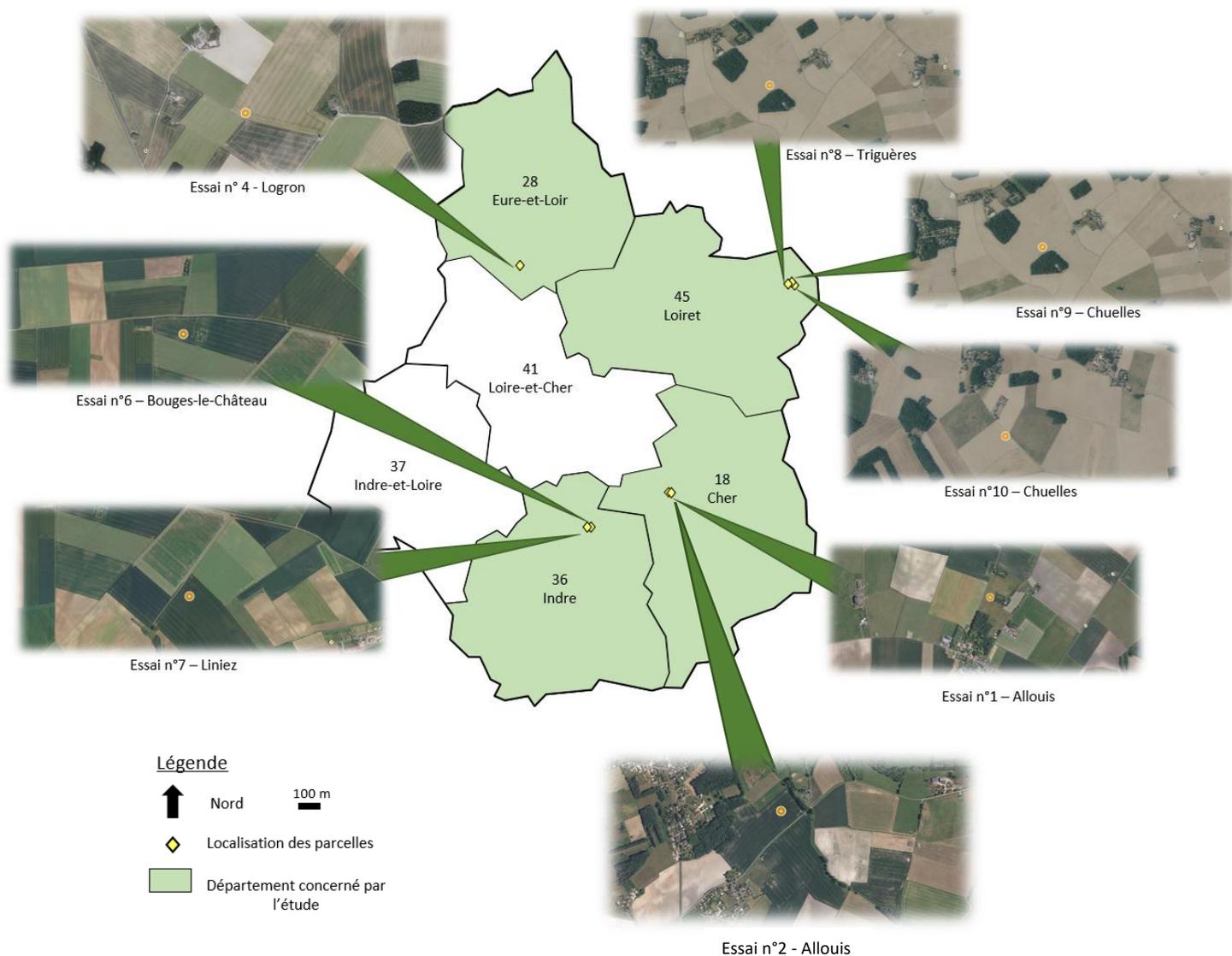


Figure 1 : Localisation et photos aériennes des différents sites du projet ICIBA (conception FREDON CVL adapté de Géoportail)

(Wheat Dwarf Virus WDV) et de la Jaunisse Nanisante de l'Orge (JNO). Les populations de 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 campagne 2021-2022 correspond à la deuxième campagne du projet. Elle poursuit les observations de l'association « blé + féverole » effectuées sur la campagne 2020-2021 et correspond au début des évaluations des deux associations supplémentaires : « blé + pois » et « blé + vesce ». La première année a montré des écarts entre la théorie et la réalisation des notations. Certains protocoles ont donc été modifiés en conséquence.

1. Matériel et méthodes

1.1 Parcelles d'études

Le dispositif de la campagne 2021-2022 reposait initialement sur 10 parcelles expérimentales : 3 dans le Cher (18), 2 en Eure-et-Loir (28), 2 dans l'Indre (36) et 3 dans le Loiret (45). Néanmoins, l'un des essais du 18 a été retiré à cause d'un semis trop tardif des plantes compagnes. Un essai du 28 a également été abandonné en raison de dégâts de limaces trop importants. Finalement, le dispositif a dénombré huit parcelles expérimentales (tableau 1, figure 1). Sur ces parcelles, des disparités dans les itinéraires techniques sont à prendre en compte. Par exemple, sur le site du 28, les doses de désherbant varient entre le témoin et les plantes compagnes, ce qui constitue un biais dans l'exploitation des résultats. Les plantes compagnes des sites du 28 et du 45 ont été semées dans la largeur et non dans la longueur, ce qui a rendu les aspirations plus difficilement réalisables.

1.2 Dispositif expérimental

Chacun des huit sites expérimentaux se constitue de 4 bandes randomisées : **B0** pour « blé seul », **B1** pour « blé + féverole », **B2** pour « blé + pois » et **B3** pour « blé + vesce ». Une bande mesure 20x60 mètres (figure 2). Suivant les sites, les bandes ont été plus ou moins envahies par les adventices (sites n°4 et n°10 particulièrement touchés). De plus, le développement des plantes compagnes a été inégal d'un site à l'autre : en dehors des essais abandonnés, la vesce a très mal levé sur les deux sites du 36. Sur le site n°10 (département 45), seules les modalités **B0** et **B1** ont pu être étudiées en raison du mauvais développement du pois et de la vesce. Certaines plantes ont également été dégradées par la faune sauvage : le pois a été complètement détérioré par des rongeurs sur les deux essais du 36.

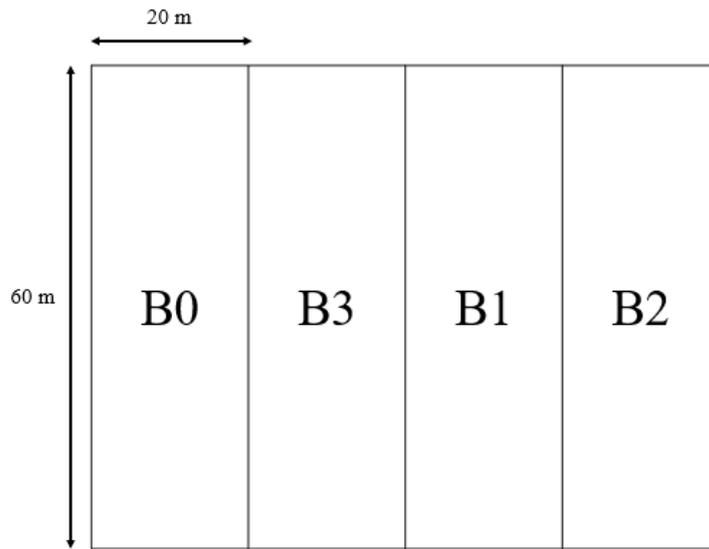


Figure 2 : Schéma d'un essai bande (source : FREDON CVL)



Figure 3 : Dispositif de cuvette jaune

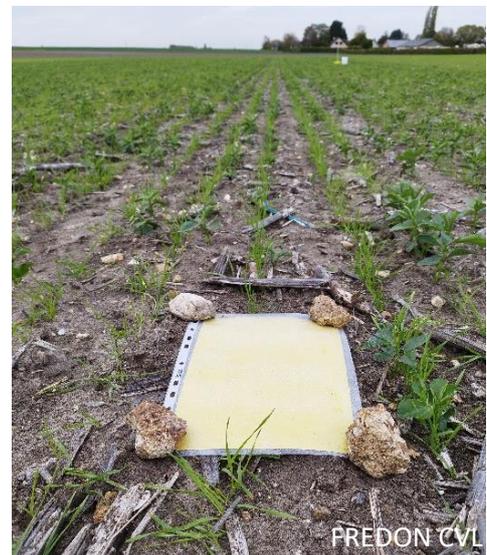


Figure 4 : Dispositif de plaque engluée

Tableau 2 : Détail des dates des notations visuelles et des deux aspirations (deux premières dates)

Parcelle	Date 1 ^{ère} notation	Date 2 ^e notation	Date 3 ^e notation
1	09/11/2021	19/11/2021	02/12/2021
2	09/11/2021	19/11/2021	02/12/2021
4	05/11/2021	15/11/2021	24/11/2021
6	06/11/2021	10/11/2021	24/11/2021
7	06/11/2021	10/11/2021	24/11/2021
8	23/11/2021	09/12/2021	Non réalisée
9	23/11/2021	09/12/2021	Non réalisée
10	23/11/2021	30/11/2021	09/12/2021

1.3 Méthodes de réalisation des suivis de populations

1.3.1 Suivi des ravageurs par piégeage chromatique

- ***Piégeage en cuvette jaune***

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. Ce piégeage permet le suivi hebdomadaire des populations de pucerons ailés sur chaque site du projet. Sur la campagne 2021-2022, le piégeage des pucerons ailés par cuvette jaune a démarré en semaine 42 (18/10) et s'est terminé en semaine 49 (06/12).

- ***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 installé sur chaque bande des huit sites expérimentaux. Ce piégeage permet de suivre l'évolution des pucerons ailés (sans distinction d'espèce) et des cicadelles (annexe 1) en fonction de la modalité de culture. Sur la campagne 2021-2022, le suivi s'est effectué de la semaine 43 (25/10) à la semaine 50 (13/12).

1.3.2. Etude des populations de ravageurs par notations visuelles

Les notations visuelles permettent le suivi et l'identification des pucerons (annexe 2) dans les essais ainsi que l'évaluation du taux de parasitisme. Elles consistent en l'observation directe des individus sur pieds à 3 reprises (tableau 2). Pour chaque bande, les notations 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. Sur la campagne 2020-2021, les aspirations avaient été réalisées à trois dates. La dernière aspiration ayant été trop tardive (décembre), très peu d'insectes avaient été récoltés en raison des mauvaises conditions météorologiques.

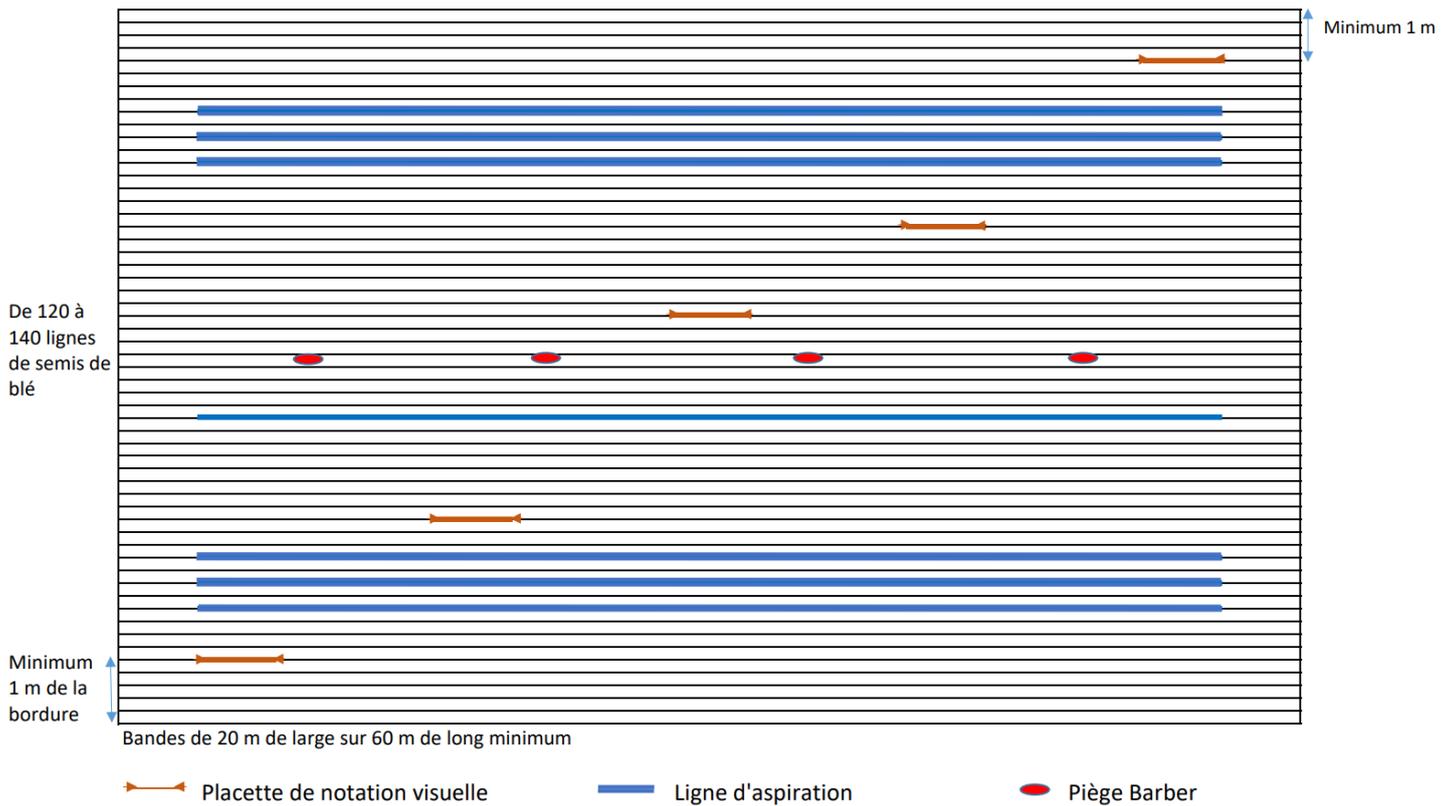


Figure 5 : Schéma des emplacements des différentes notations de l'essai (conception FREDON CVL)

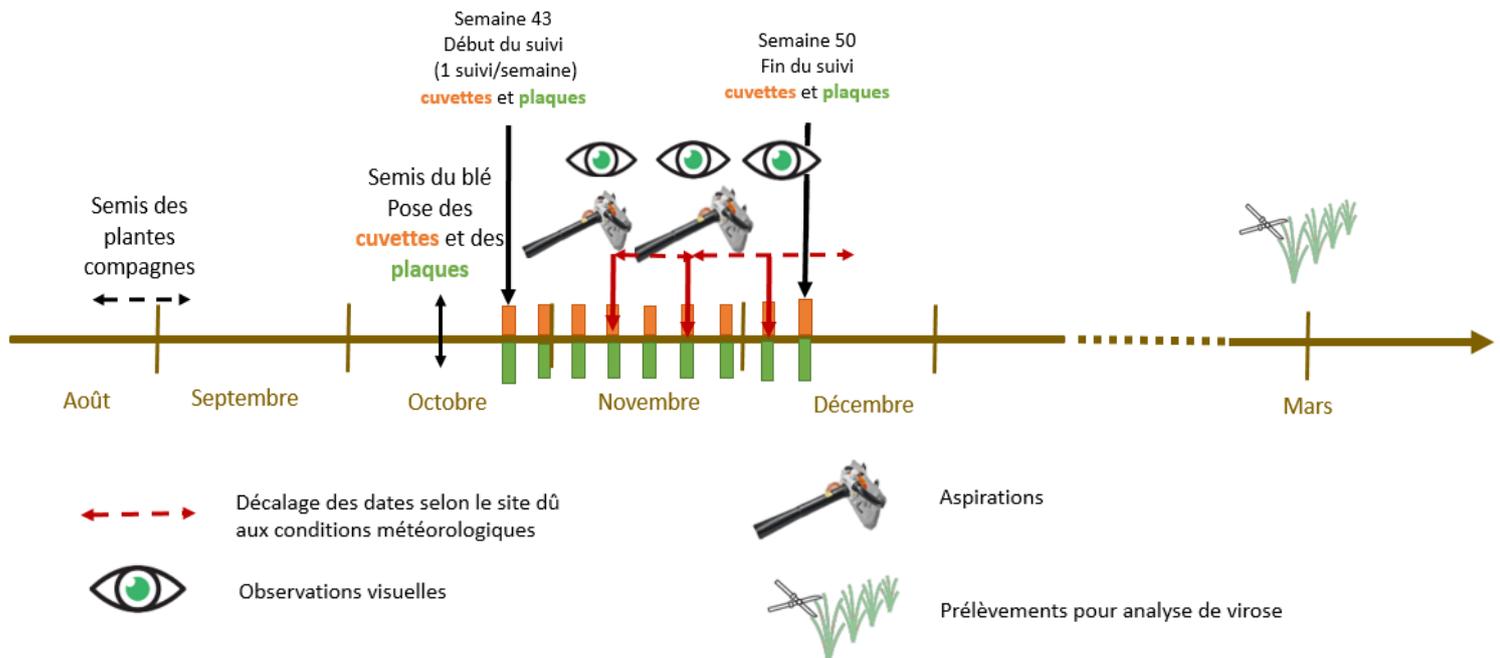


Figure 6 : Frise chronologique des différentes notations pour la campagne 2021-2022

Sur la campagne 2021-2022, les aspirations ont donc été réalisées uniquement à deux dates. Toutefois, au lieu de 2 segments de 40 mètres, ce sont 3 segments de 50 mètres qui ont été aspirés. Ils sont disposés sur 3 rangs de blé et matérialisés par des piquets bleus dans chaque bande : cela correspond à un transect (figure 5). Un passage avec un aspirateur thermique est ensuite réalisé sur le transect. L'opération est répétée une seconde fois sur un autre transect au sein d'une même bande. Ainsi, un premier échantillon est utilisé pour le dénombrement 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 2021, elles ont eu lieu de mi-octobre à début décembre (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, des analyses de viroses (JNO et WDV) sont réalisées. Pour chaque bande, 30 plantes sont prélevées par tranche de 6 plantes disposées dans la diagonale de la bande. L'analyse s'effectuant sur la partie aérienne de la plante, il est nécessaire de récupérer l'appareil caulinair qui doit être vert. Les prélèvements ont lieu dès la reprise de végétation, une fois le stade « épi 1 cm » atteint et avant le stade « 2 nœuds ». Ils sont envoyés au Laboratoire d'analyses GALYS qui est chargé de l'analyse.

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

Le calendrier des actions menées est visible en 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 par conséquent 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

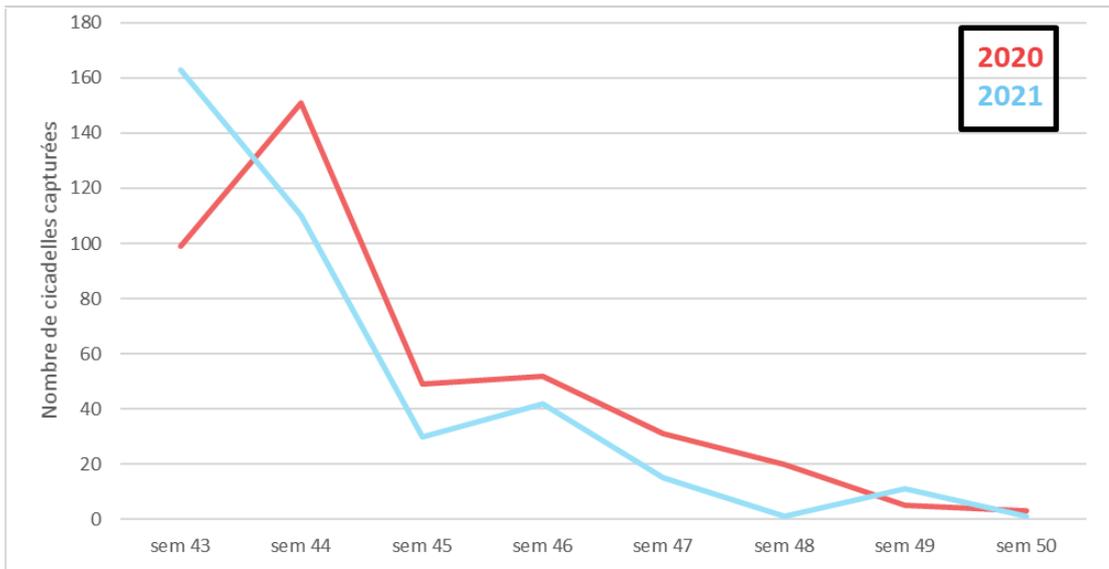


Figure 7 : Captures des cicadelles *Psammotettix alienus* des automnes 2020 et 2021

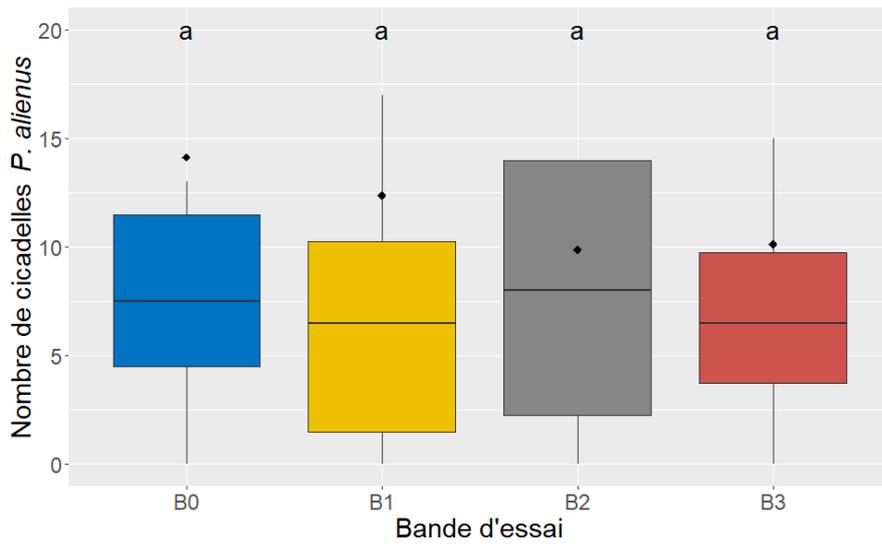


Figure 8 : Distribution de *P. alienus* sur plaques engluées selon la modalité à l'automne 2021 (**B0** : blé seul, **B1** : blé + féverole, **B2** : blé + pois, **B3** : blé + vesce)
Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents

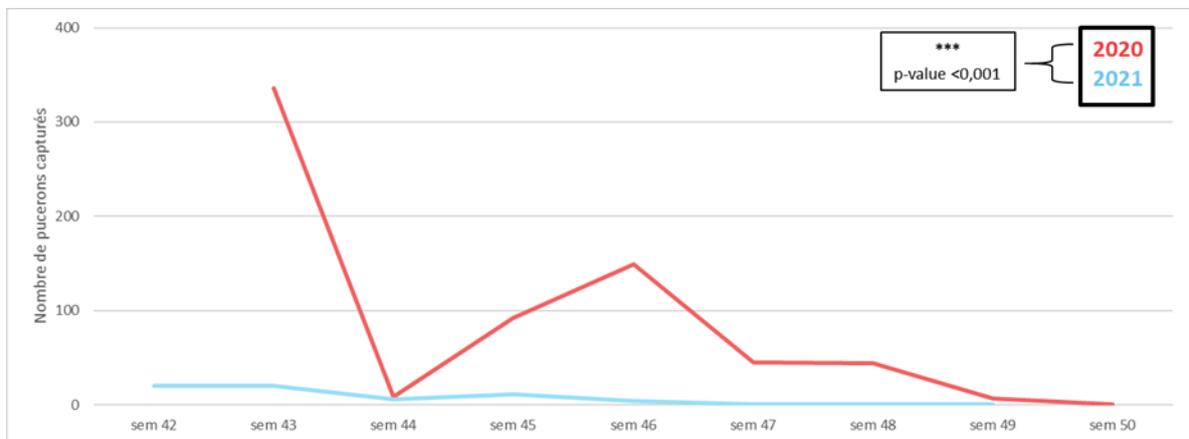


Figure 9 : Captures de pucerons en cuvette jaune pour les automnes 2020 et 2021

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

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. L'évolution des vols de la campagne 2021-2022 est similaire à la précédente campagne, à l'exception du pic de captures qui arrive une semaine avant (figure 7). Comme observé précédemment, la campagne 2021-2022 est caractérisée par une forte pression de cicadelles.

Sur la campagne 2020-2021, davantage de cicadelles *P. alienus* avaient été dénombrées dans les bandes **B0** que dans les bandes **B1**. Ce n'est pas le cas pour cette campagne : l'analyse statistique n'indique pas de résultats significativement différents quelle que soit la modalité (figure 8). Cela peut s'expliquer par un nombre de données trop faible dû à l'abandon de deux essais, à la disparition de plantes compagnes dans certains essais ou à la détérioration des pièges par le gibier (sangliers et chevreuils retournant les plaques).

L'effet de la féverole sur les populations de cicadelles restera à confirmer en 2022, ainsi que les effets potentiels du pois **B2** et de la vesce **B3**.

Ce qu'il faut retenir du suivi de *P. alienus* par piégeage chromatique en 2021 :

- Comme pour 2020, la pression en cicadelles est forte en 2021, avec un pic de captures atteint en semaine 43.
- L'absence de significativité des résultats ne permet pas de conclure sur une possible modification des dynamiques de vols de *P. alienus* suivant les modalités **B0**, **B1**, **B2** et **B3**.

2.2 Suivi des populations de pucerons

2.2.1 Dynamiques de vol des pucerons

La dynamique de vol des pucerons est étudiée par un dispositif de cuvette jaune mis en

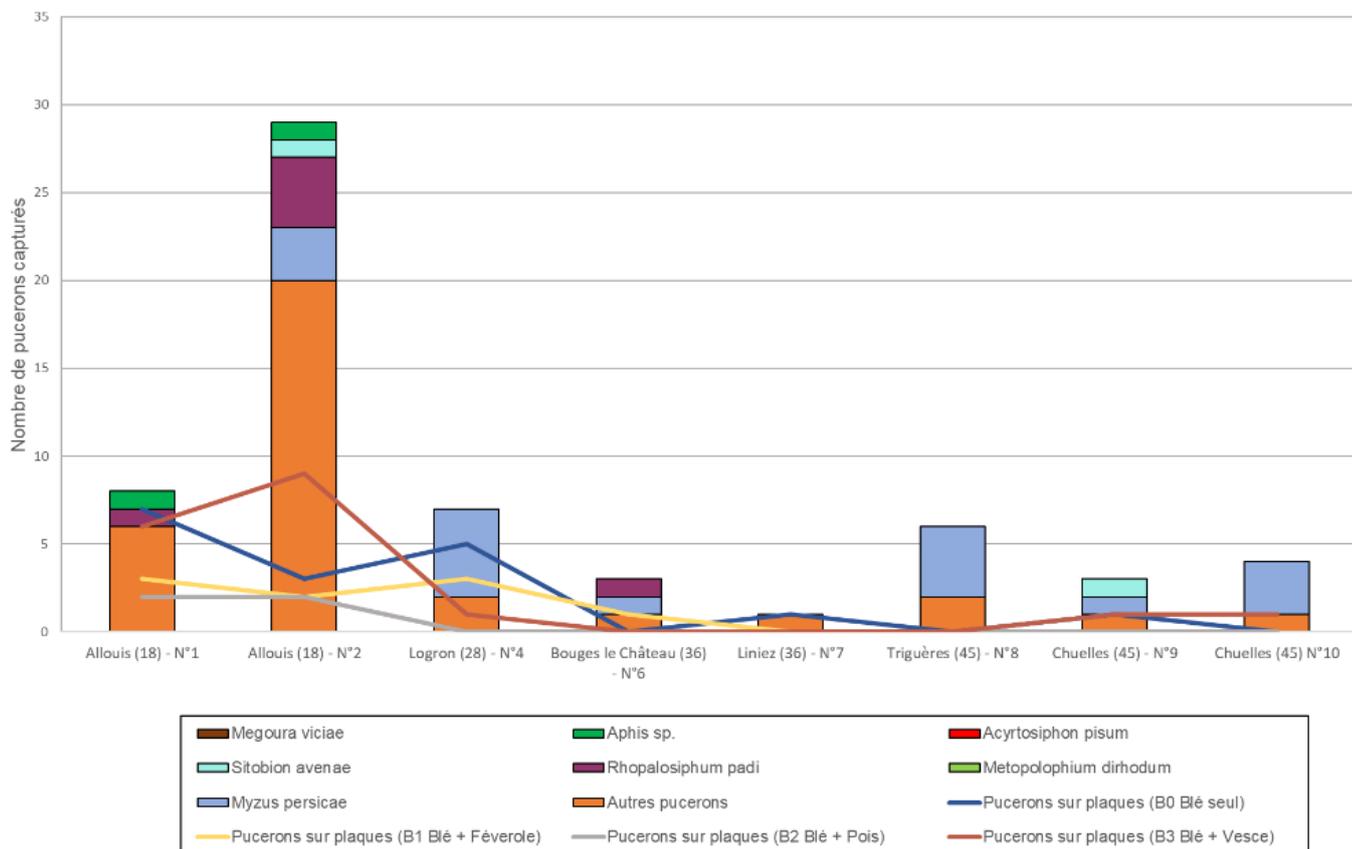


Figure 10 : Identification des pucerons capturés sur chaque site expérimental (nombre de pucerons capturés dans les pièges chromatiques)

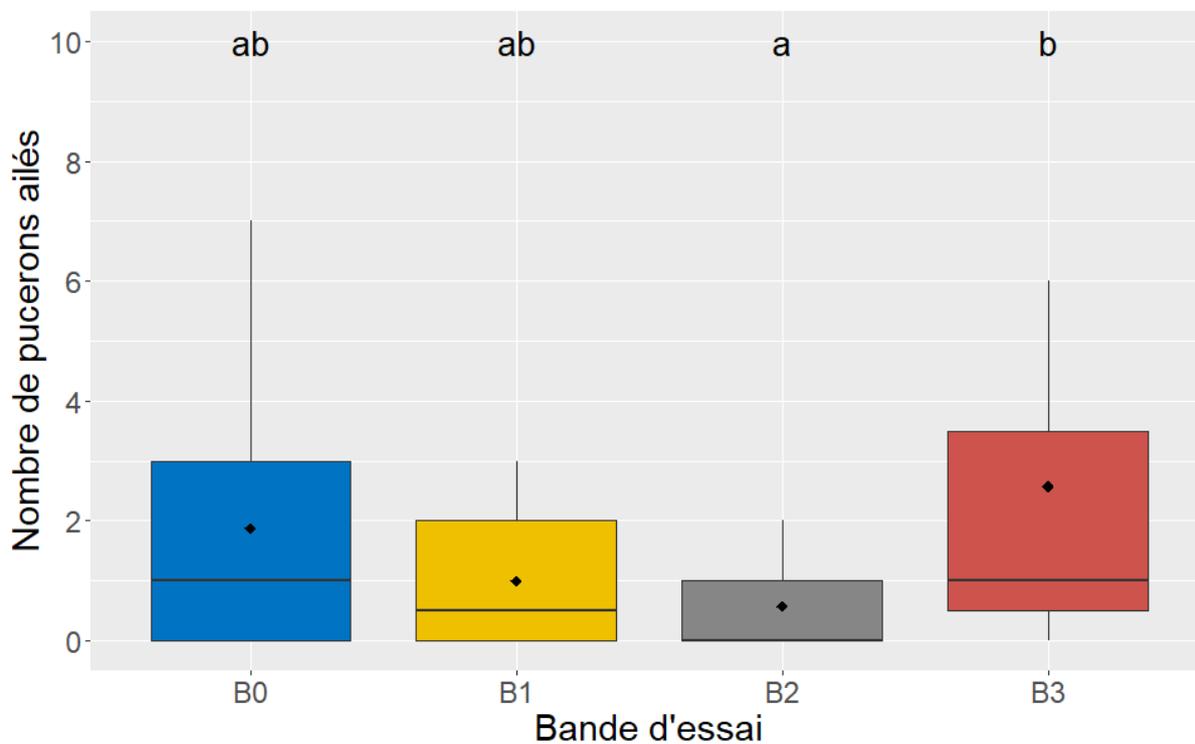


Figure 11 : Distribution du nombre de pucerons capturés sur plaques engluées à l'automne 2021 (**B0** : blé seul, **B1** : blé + féverole, **B2** : blé + pois, **B3** : blé + vesce)

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents (p -value $B3-B2 = 2.8e-2$)

place en bordure de parcelle sur du blé seul pour chacun des sites. La modalité n'est donc pas évaluée, mais cela permet l'identification et la quantification des pucerons présents dans la parcelle.

La pression en pucerons était déjà faible à l'automne 2020 à cause du décalage entre la migration précoce des pucerons des cultures d'été aux cultures d'automne et le semis tardif du blé. A l'automne 2021, le nombre de pucerons capturés est significativement moins élevé que celui de 2020 (p -value < 0.001) (figure 9), ce qui correspond à des effectifs très faibles pour l'automne 2021. Ce résultat est principalement dû aux différences météorologiques entre les deux années : l'année 2021 a été plus froide et plus humide que 2020, ce qui a limité le développement des pucerons (annexe 3).

Les disparités entre sites remarquées en 2020 sont retrouvées en 2021 (figure 10). Comme pour l'automne 2020, elles sont expliquées par les conditions météorologiques, l'environnement de la parcelle expérimentale et les renversements de cuvette par la faune sauvage (figure 1, annexe 4).

Le faible effectif de pucerons capturés sur plaques engluées ne montre pas de différence significative entre **B0** et les modalités d'association **B1**, **B2** et **B3**. Il n'est alors pas possible de conclure sur un effet des associations par rapport au blé seul (figure 11). La diminution potentielle du nombre de pucerons en **B1** n'est donc pas confirmée durant cette campagne. En revanche, l'analyse statistique indique un nombre supérieur de pucerons en **B3** qu'en **B2** (p -value = $2.8e-2$). Ce résultat sera à confirmer lors de la dernière campagne.

Ce qu'il faut retenir du suivi pucerons par piégeage chromatique en 2021 :

- La pression en pucerons est significativement moins élevée à l'automne 2021 par rapport à 2020, notamment à cause des conditions météorologiques plus défavorables.
- Il n'y a pas de différence significative entre **B0** et les modalités d'association **B1**, **B2** et **B3**.
- En revanche, il y a significativement plus de pucerons ailés en **B3** qu'en **B2**.

2.2.2 Suivi par notations visuelles

Les trois notations visuelles ont lieu aux mêmes dates que les aspirations pour les deux premières dates. Elles donnent une information sur le nombre de pucerons ailés et aptères et permettent d'estimer le taux de parasitisme des pucerons.

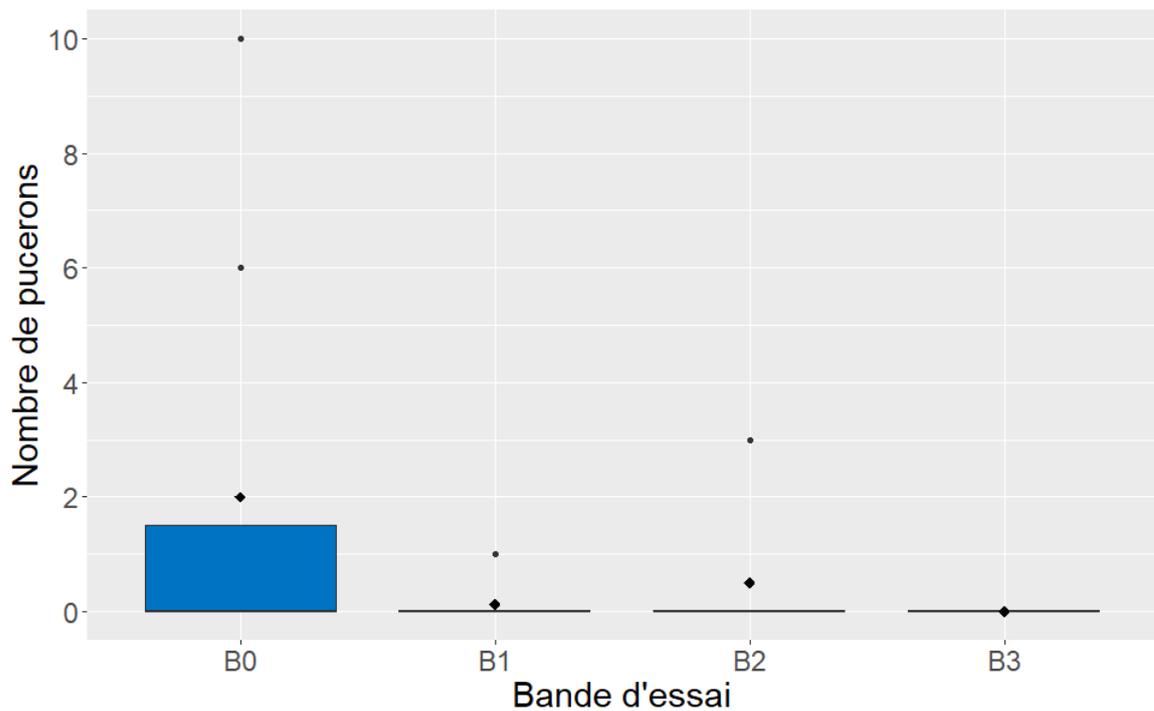


Figure 12 : Distribution du nombre de pucerons observés lors des notations visuelles à l'automne 2021

(**B0** : blé seul, **B1** : blé + féverole, **B2** : blé + pois, **B3** : blé + vesce)

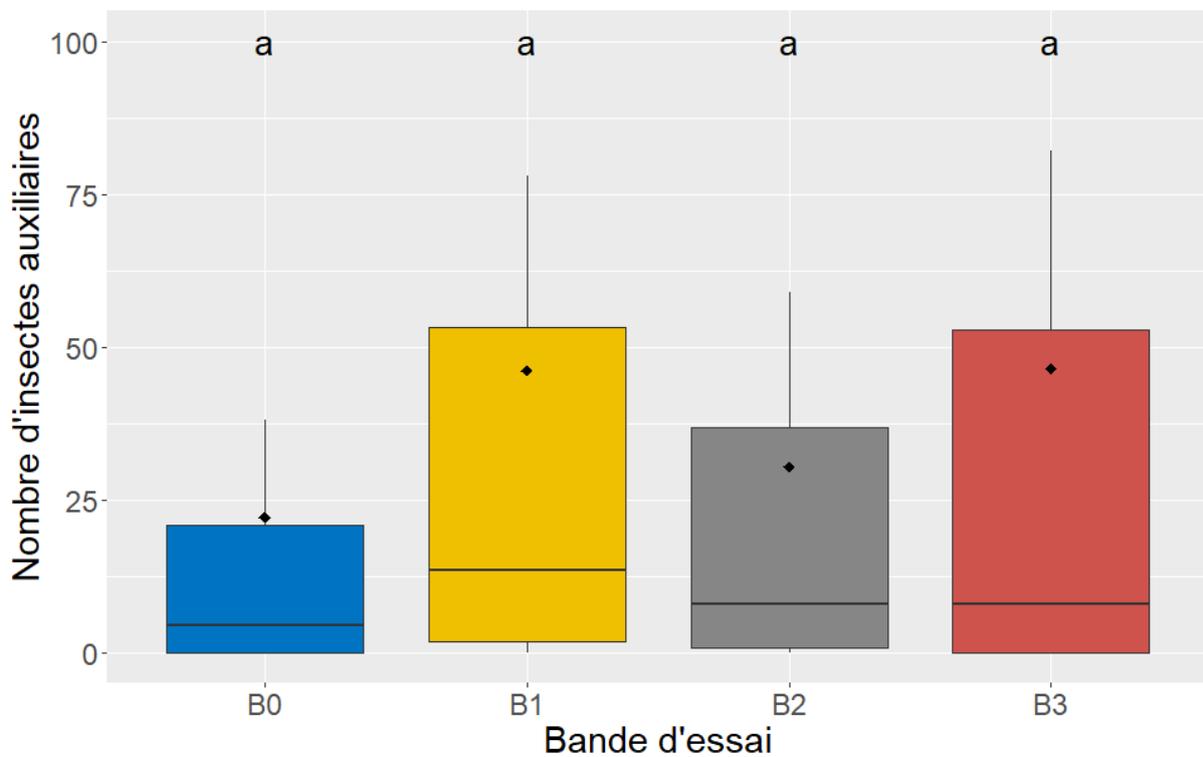


Figure 13 : Distribution du nombre d'auxiliaires aspirés durant l'automne 2021

(**B0** : blé seul, **B1** : blé + féverole, **B2** : blé + pois, **B3** : blé + vesce)

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents

A l'automne 2020, les pucerons semblaient moins nombreux en **B1** qu'en **B0** mais l'analyse statistique n'indiquait pas de différence significative à cause du faible nombre de pucerons observés. Les conditions météorologiques de 2021 ayant été moins propices aux notations visuelles qu'en 2020, moins de pucerons ont été observés. Par conséquent, il n'y a pas de différences significatives entre les modalités à l'automne 2021 (figure 12).

Les résultats concernant le taux de parasitisme ne permettent également pas de conclure statistiquement. Le suivi des populations d'auxiliaires (cf. 2.3) donne plus d'informations sur les parasitoïdes de pucerons.

Ce qu'il faut retenir du suivi des pucerons par notations visuelles en 2021 :

- Les résultats de 2021 sur les observations visuelles ne permettent pas de conclure sur un potentiel effet des associations : trop peu de pucerons ont été visibles sur le terrain.

2.3 Suivi des populations d'auxiliaires

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

Pour l'ensemble des auxiliaires aspirés, il n'existe pas de différences significatives des effectifs suivant la bande d'essai (figure 13). Le détail des effectifs des classes les plus intéressantes pour la prédation des ravageurs indique plus de diversité pour **B1** (présences de Staphylinidae et de Syrphididae, qui sont absents dans les autres modalités). Mais le nombre d'individus est faible et ne peut pas être exploité en analyse statistique. Les punaises anthocorides sont particulièrement nombreuses en **B3** et en **B1** (tableau 3) : il y en a significativement plus en **B3** et en **B1** qu'en **B0** et en **B2** (p-value B3-B0 = 1.4e-2 / p-value B3-B2 < 1e-3 / p-value B1-B0 = 5.5e-3 / p-value B1-B2 = 1e-3).

Les aspirations permettent également d'évaluer l'effet des plantes compagnes sur les parasitoïdes de pucerons. A l'automne 2020, les résultats de l'analyse indiquaient davantage de parasitoïdes des pucerons du blé dans la modalité **B1** que dans la modalité **B0**. Ce résultat a été infirmé en 2021 : davantage d'individus de genre *Aphidius* ont été recensés dans **B0** que dans **B1** (p-value = 3.8e-3) (figure 14).

Voir « *Suivis de biodiversité campagne 2020-2021* » et le rapport annuel de l'Institut Agro pour plus d'informations

Tableau 3 : Répartition des différents auxiliaires identifiés en fonction de la bande

Classe et famille	B0	B1	B2	B3
Hymenoptera				
Braconidae	48 (51%)	27 (22%)	51 (75%)	38 (12%)
<i>Aphidius</i>	30 (32%)	8 (7%)	16 (24%)	22 (7%)
<i>Ephedrus</i>	16 (17%)	17 (14%)	25 (37%)	16 (5%)
Heteroptera				
Anthocoridae	34 (36%)	85 (70%)	8 (12%)	264 (86%)
Coleoptera				
Staphylinidae	0 (0%)	1 (1%)	0 (0%)	0 (0%)
Carabidae	7 (7%)	3 (2%)	3 (4%)	3 (1%)
Coccelinidae	5 (5%)	3 (2%)	6 (9%)	2 (1%)
Diptera				
Syrphidae	0 (0%)	2 (2%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	94	121	68	307

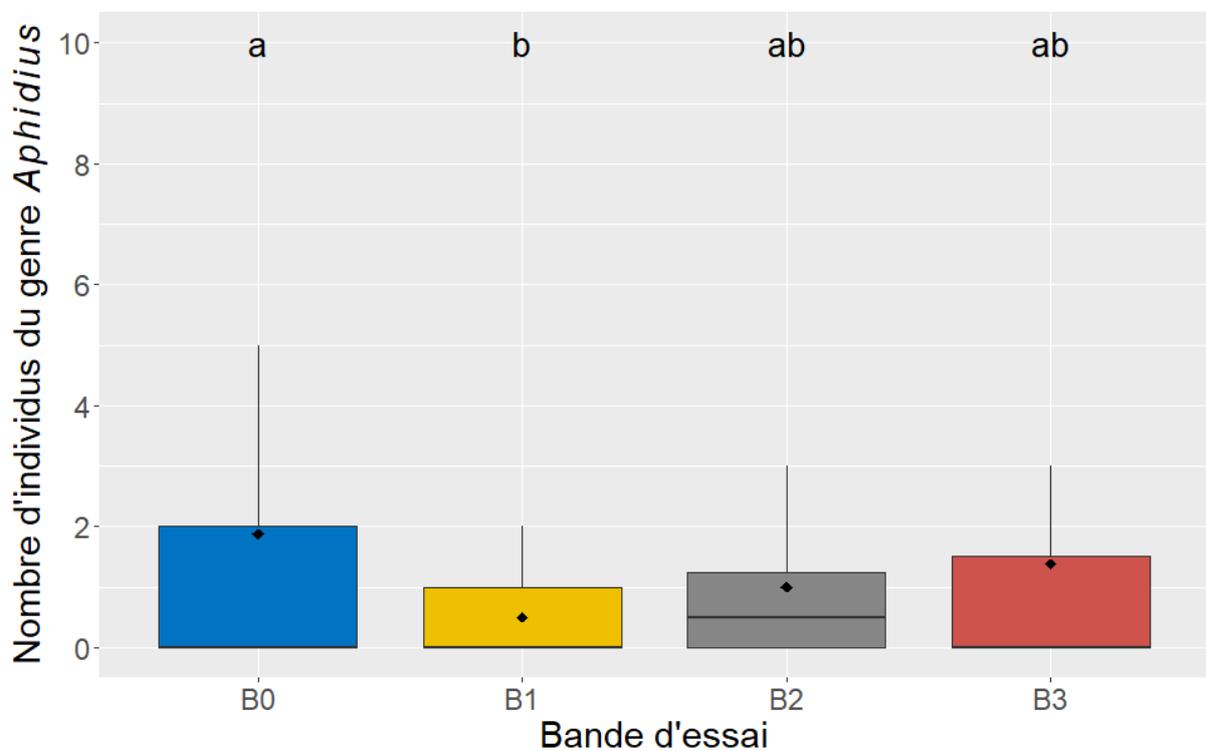


Figure 14 : Distribution du nombre de parasitoïdes aspirés durant l'automne 2021
 (B0 : blé seul, B1 : blé + féverole, B2 : blé + pois, B3 : blé + vesce)
 Des lettres différentes indiquent des résultats significativement différents

Ce qu'il faut retenir du suivi d'auxiliaires par aspiration en 2021 :

- Plus de punaises anthocorides ont été dénombrées en **B3** et en **B1** que dans les modalités **B0** et **B2**.
- Contrairement à l'automne 2020, les parasitoïdes de pucerons du blé du genre *Aphidius* sont plus nombreux en **B0** qu'en **B1**.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La campagne 2021-2022 a été pauvre en résultats du fait de conditions météorologiques très défavorables aux différentes notations.

Aucune conclusion n'a pu être formulée concernant les cicadelles *Psammotettix alienus*. Très peu de pucerons ont été capturés ou observés par rapport à l'année 2020 qui était déjà une année à faible pression en pucerons. Seuls les résultats du suivi sur plaques engluées soulignent un nombre significativement supérieur de pucerons en **B3** par rapport à **B2**, sans qu'il n'y ait d'effet comparativement au témoin **B0**. Comme à l'automne 2020, davantage d'auxiliaires ont été constatés en **B1** qu'en **B0**. L'effet de la féverole favorisant les staphylins n'a toutefois pas été retrouvé à cause d'un effectif très faible, mais plus de punaises anthocorides ont été observées en **B3** qu'en **B1** et **B2**. Les résultats concernant les parasitoïdes de pucerons vont à l'encontre de ce qui avait été trouvé en 2020 : à l'automne 2021, les parasitoïdes sont plus nombreux en **B0** qu'en **B1**.

La campagne 2022-2023 aura pour objectif de confirmer les différents effets constatés et de conclure sur l'effet de la féverole sur les parasitoïdes de pucerons. Elle devrait permettre une plus grande représentativité des résultats : sur l'ensemble des 8 sites de l'automne 2021, des problèmes de levée ont entraîné une absence de pois sur 2 sites et l'absence de vesce sur 3 sites. Un biais avait aussi été observé sur le site n°4 où le désherbage n'a pas été effectué de la même façon entre **B0** et les plantes compagnes

Les conditions météorologiques ayant été très défavorables aux aspirations et aux notations visuelles, le choix des dates pour l'automne 2022 privilégiera les conditions météorologiques au pas de temps de 7 jours entre chaque date. Pour faciliter les analyses statistiques sur la faune auxiliaire (suivi de biodiversité et analyses glucidiques des parasitoïdes de pucerons), les dimensions du transect d'aspiration seront modifiées de 3 x 50m à 3 x 60m pour la campagne 2022-2023.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Maire-Pierre Dufresne pour l'encadrement de la mission ; Alice Boulanger, Emilie Massicard, Cédéric Emy, Etienne Blanchard et Marien Lesourd pour leur engagement et leur expertise dans les suivis de terrain et/ou les analyses en laboratoire ; Lisa Folton et Gautier Hoellard (stagiaires M1 de l'Institut Agro) pour leur 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, Thierry Bordin), le Laboratoire d'Eco-entomologie d'Orléans (Julie Leroy et Jean-David Chapelin-Viscardi), la FDGEDA 18 (Guillaume Houivet), 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%2C2%20Mt,sur%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 - Institut National Statistiques des 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 et variabilités en psychologie. 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 : Relevés météorologiques moyens des automnes 2020 et 2021

Annexe 4 : Evolution des populations de pucerons de chaque site et relevé météorologique associé

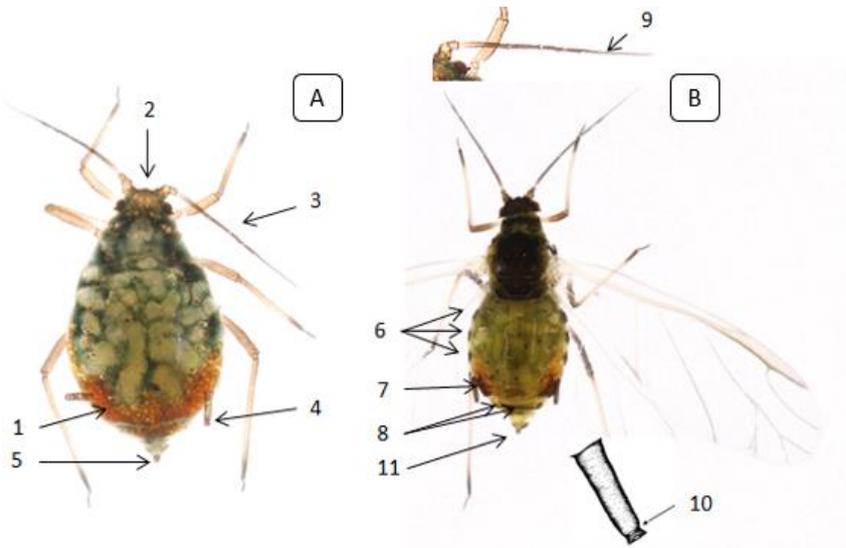
Annexe 1 : Critères d'identification des cicadelles *Psammotettix alienus* (Source : FREDON CVL)



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

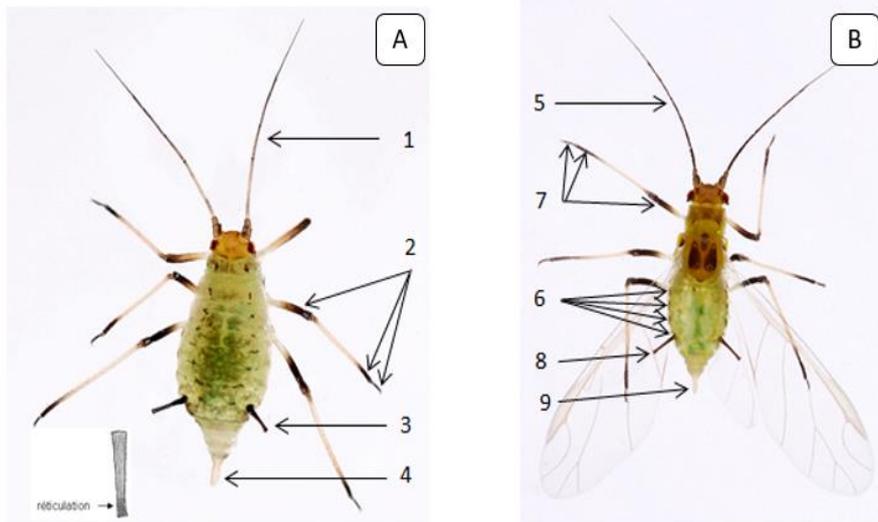
Pucerons du blé

Rhopalosiphum padi aptères (A) et ailé (B)



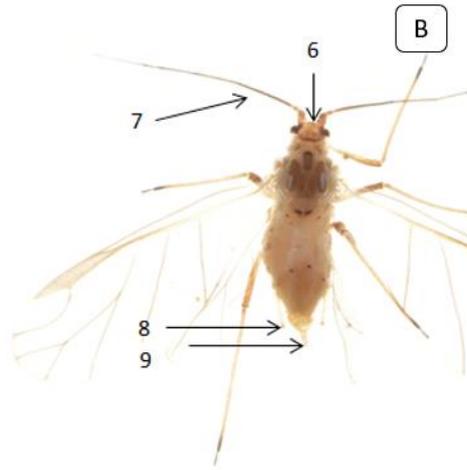
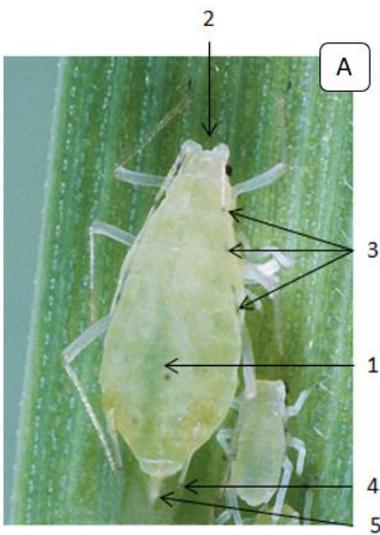
- (1) Teinte rouille à la base des cornicules
- (2) Front avec tubercule médian prononcé
- (3) & (9) Antennes courtes
- (4) & (10) Cornicules cylindriques
- (5) Petite cauda
- (6) Sclérites marginaux circulaires
- (7) Sclérites post-corniculaires
- (8) Deux bandes arquées en arrière des cornicules
-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

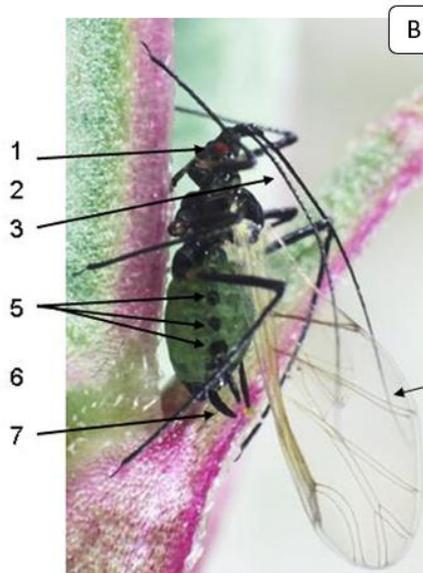
Metopolophium dirhodum aptères (A) et ailé (B)



- (1) Ligne longitudinale foncée
- (2) & (6) Front en « U » à bords parallèles et avec un tubercule médiant
- (3) Antennes sombres avec articulations des articles et à l'apex
- (4) & (8) Cornicules longues, droites et claires avec l'extrémité légèrement pigmentée
- (5) & (9) Cauda digitée et claire
- (7) Antennes moyennement pigmentées

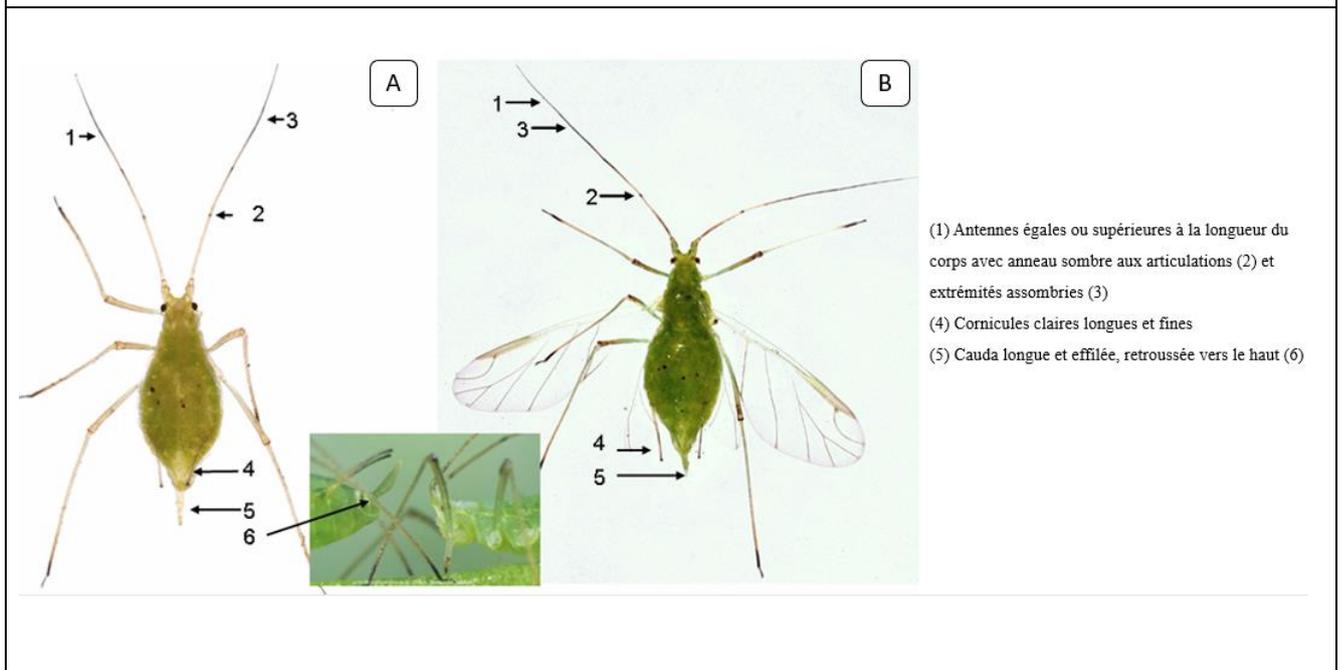
Pucerons des plantes compagnes

Megoura viciae aptères (A) et ailé (B)



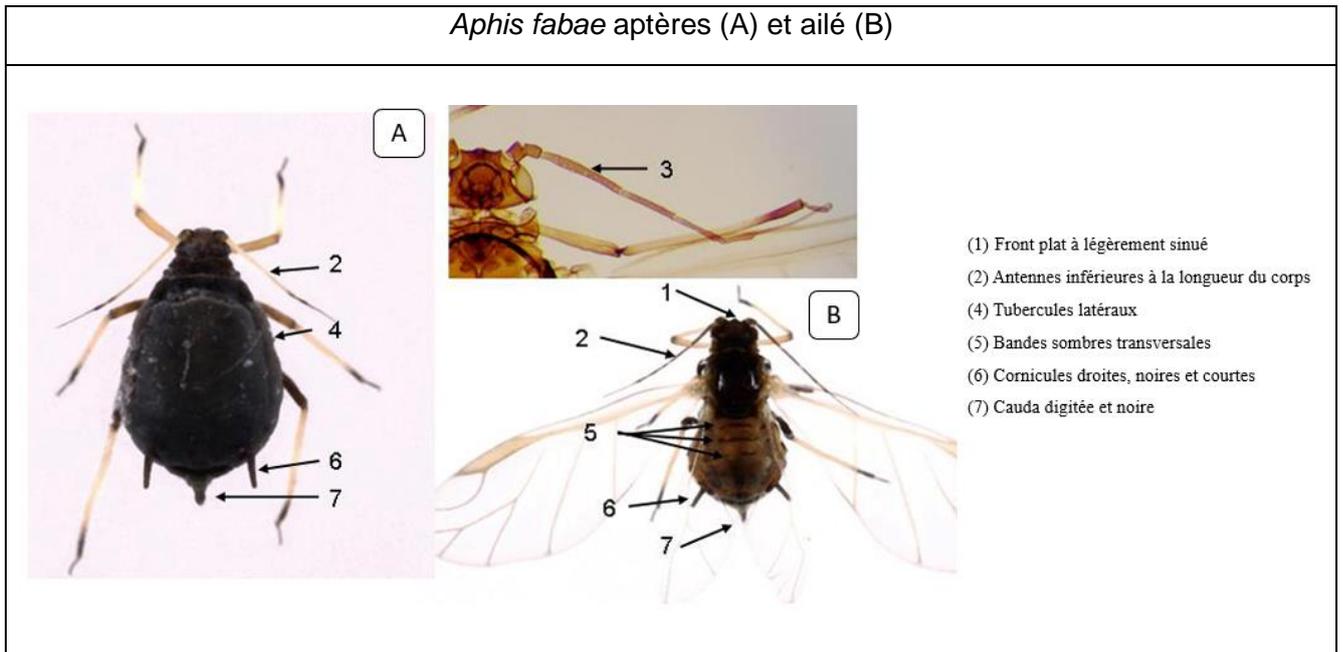
- (1) Tête noire et yeux rouges
- (2) & (3) Antennes noires de la longueur du corps
- (5) Abdomen vert avec sclérites marginaux noirs
- (6) Cornicules longues, noires et légèrement renflées
- (7) Cauda longue et noire

Acyrtosiphon pisum aptères (A) et ailé (B)



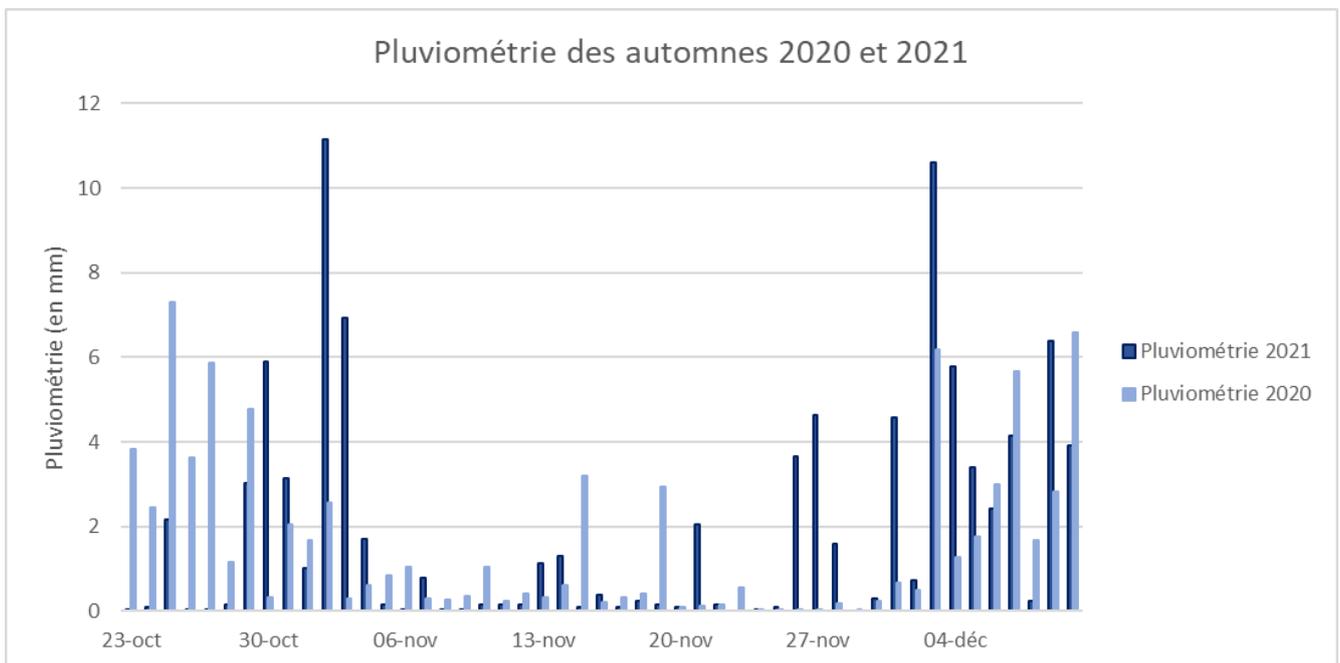
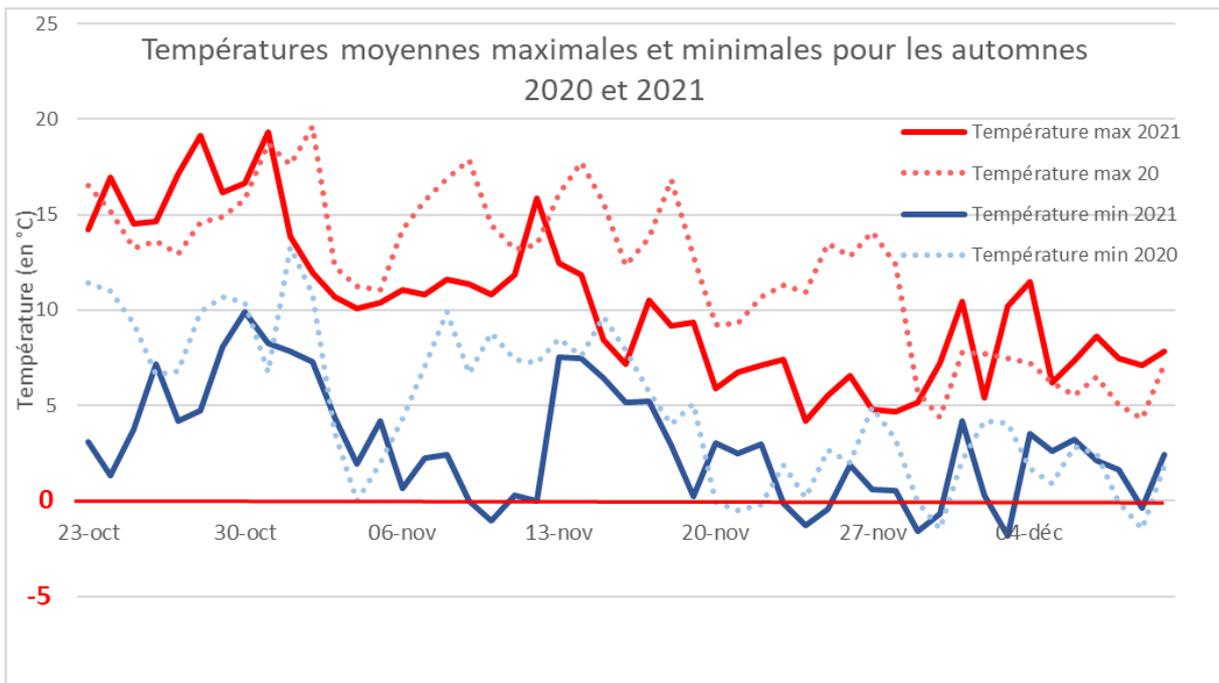
- (1) Antennes égales ou supérieures à la longueur du corps avec anneau sombre aux articulations (2) et extrémités assombries (3)
- (4) Cornicules claires longues et fines
- (5) Cauda longue et effilée, retroussée vers le haut (6)

Aphis fabae aptères (A) et ailé (B)



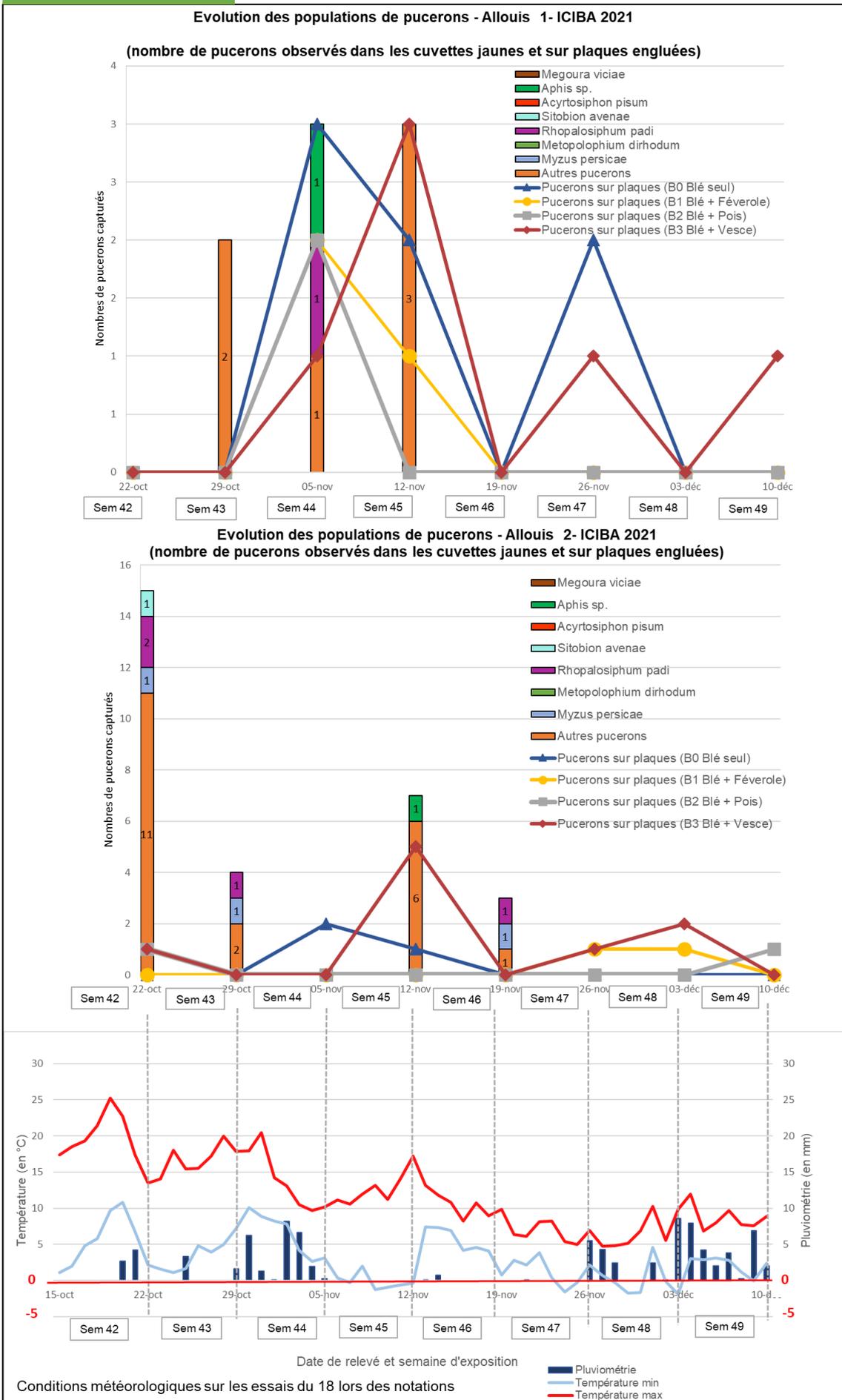
- (1) Front plat à légèrement sinué
- (2) Antennes inférieures à la longueur du corps
- (4) Tubercules latéraux
- (5) Bandes sombres transversales
- (6) Cornicules droites, noires et courtes
- (7) Cauda digitée et noire

Annexe 3 : Relevés météorologiques moyens des automnes 2020 et 2021



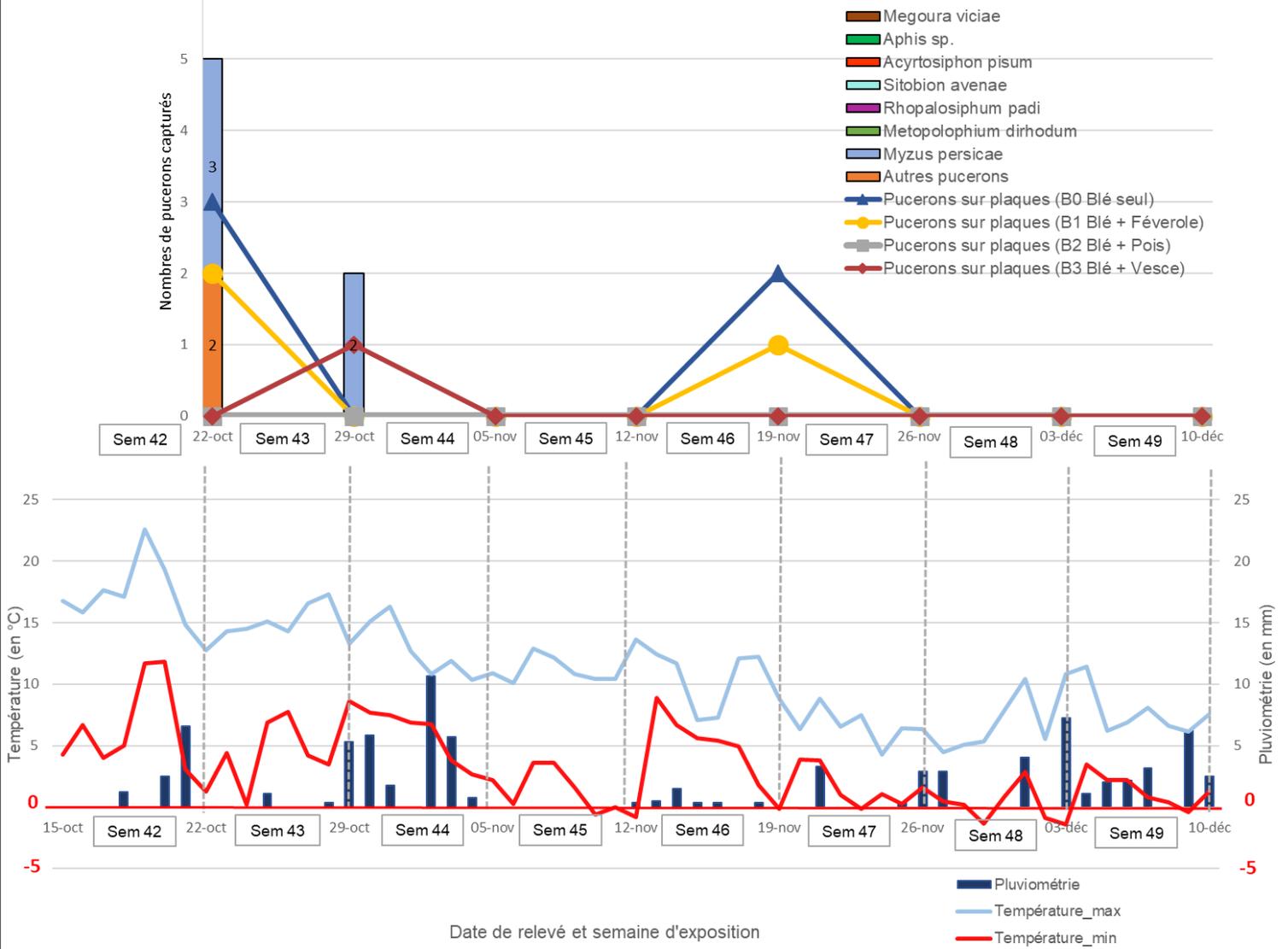
Annexe 4 : Evolution des populations de pucerons de chaque site et relevé météorologique associé

Département du 18



Evolution des populations de pucerons - Logron 4- ICIBA 2021

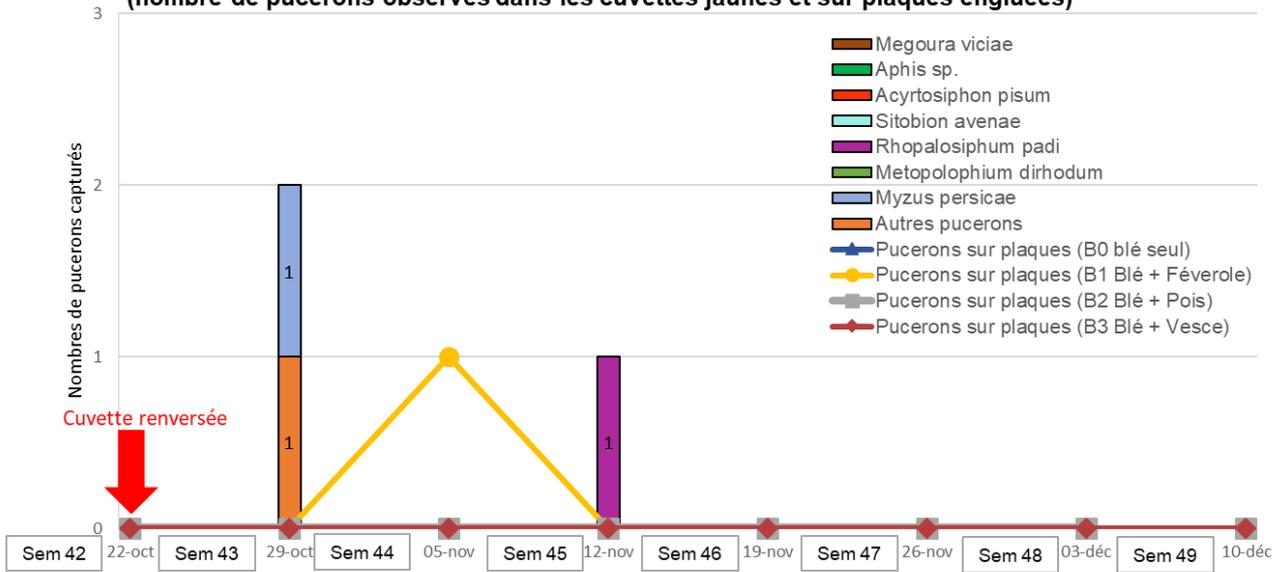
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)



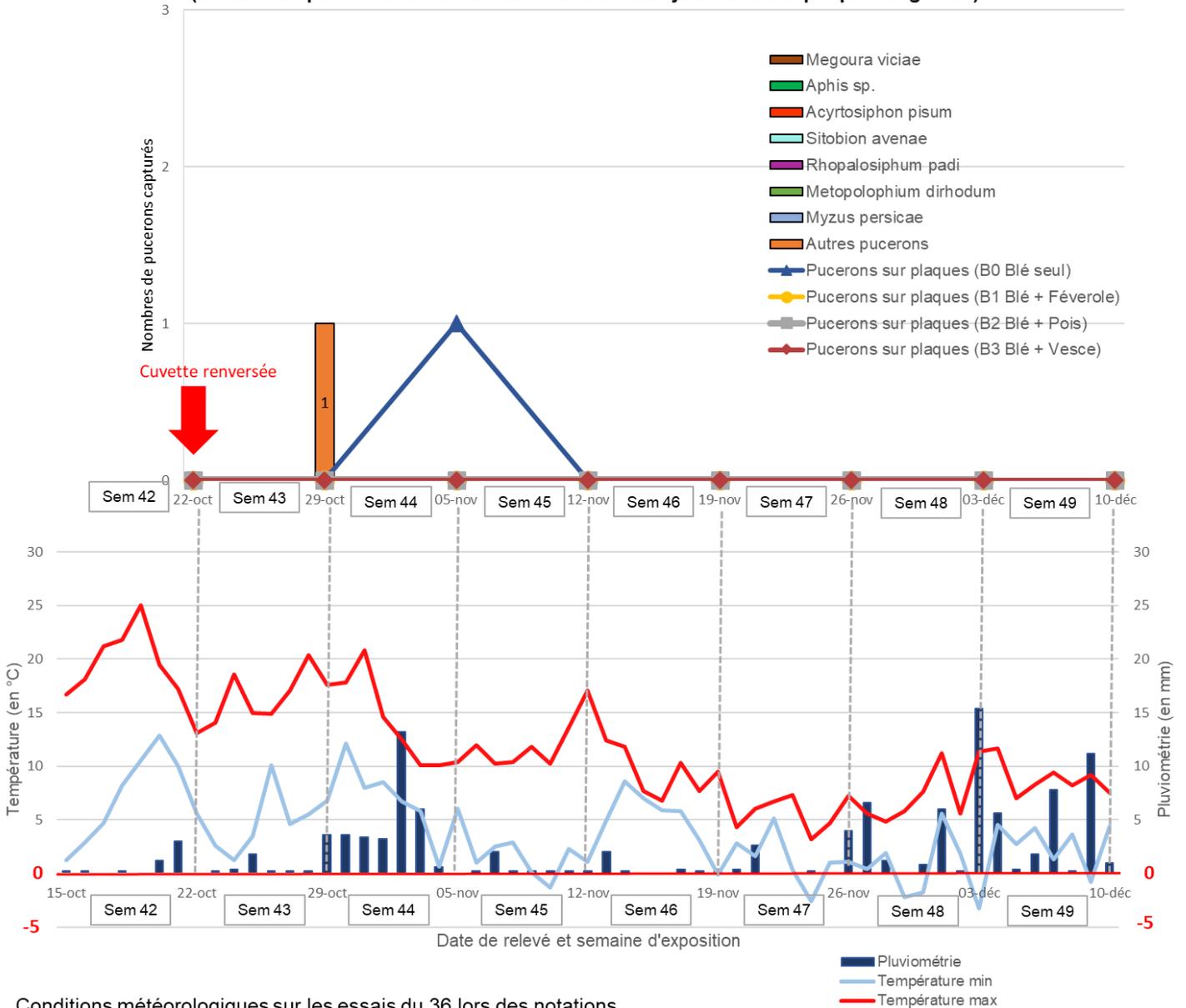
Date de relevé et semaine d'exposition

Conditions météorologiques sur le site n°4 Logron lors des notations

Evolution des populations de pucerons - Bouges-le-Château 6 - ICIBA 2021
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)

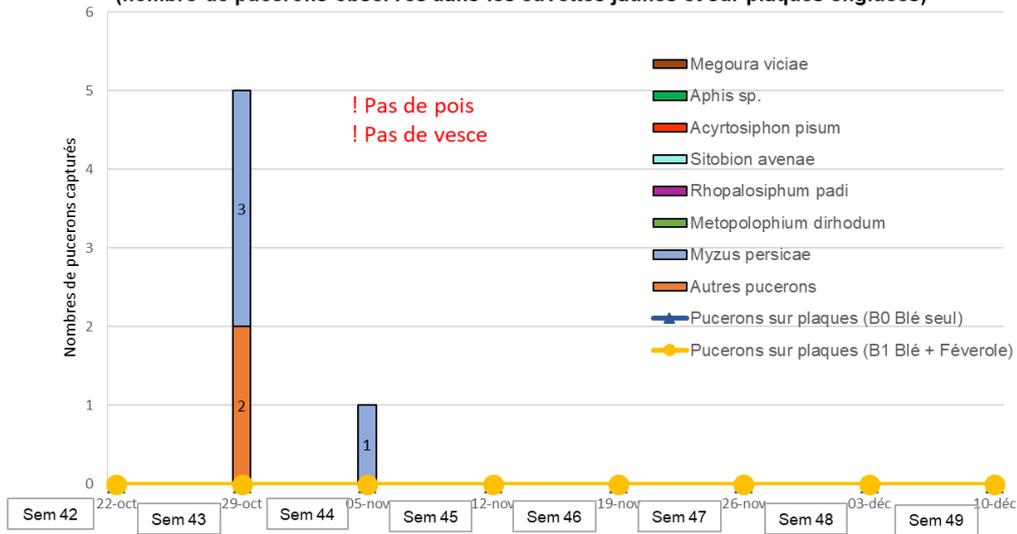


Evolution des populations de pucerons - Liniez 7- ICIBA 2021
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)

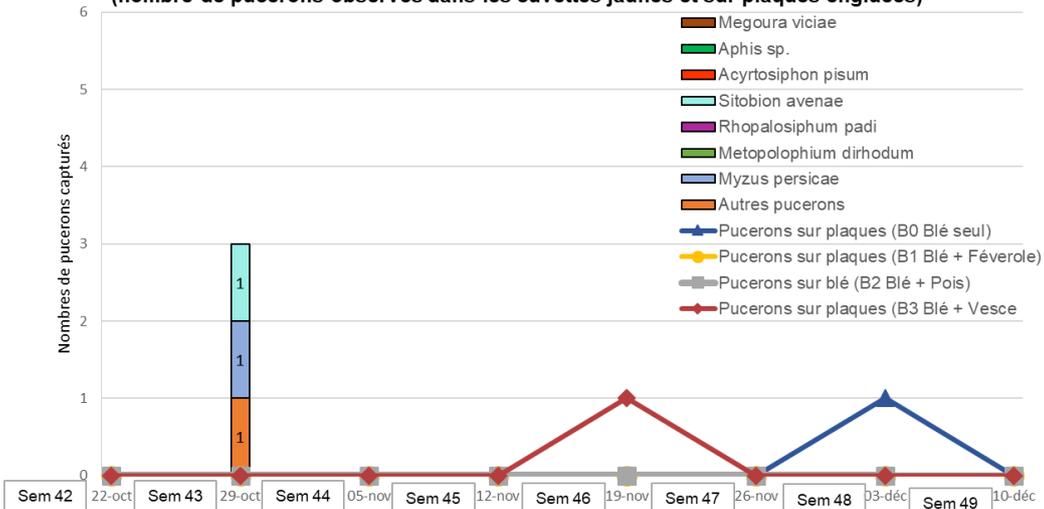


Conditions météorologiques sur les essais du 36 lors des notations

Evolution des populations de pucerons - Triguères 8- ICIBA 2021
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)



Evolution des populations de pucerons - Chuelles 9 - ICIBA 2021
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)



Evolution des populations de pucerons - Chuelles 10 - ICIBA 2021
(nombre de pucerons observés dans les cuvettes jaunes et sur plaques engluées)

