



LOT-ET-GARONNE
Le Département Cœur du Sud-Ouest



Restitution du projet expérimental 2022 : étude de l'efficacité et de la sélectivité du piégeage de printemps dans la lutte contre le frelon asiatique

1. Contexte

Depuis l'introduction du frelon asiatique en France, de nombreuses méthodes de lutte pour limiter la propagation de cette espèce exotique envahissante ont été testées. Parmi celles-ci, le piégeage de printemps consiste à mettre au point des dispositifs permettant de capturer des gynes sortant d'hibernation, et des fondatrices qui commencent à construire leur nid. Cette technique met à profit leur forte appétence pour des attractifs sucrés ou fermentés, liée à un important besoin énergétique en sortie d'hiver.

Différents modèles de pièges ont vu le jour. L'efficacité de nombreux pièges a été évaluée lors d'une étude menée par l'ADANA (Association de Développement de l'Apiculture en Nouvelle-Aquitaine) avec l'ITSAP-Institut de l'abeille (Institut Technique et Scientifique de l'Abeille et de la Pollinisation), le Muséum National d'Histoire Naturelle et leurs partenaires techniques entre 2016 à 2019. Cette étude a constitué une première étape dans l'acquisition de données de références sur le piégeage de printemps, et a permis de valider l'efficacité de cette méthode de lutte.

Les résultats obtenus ont permis d'appuyer le plan national de piégeage de printemps publié au printemps 2022 sous l'égide de GDS France (Groupements de Défense Sanitaire) et de la FNOSAD (Fédération Nationale des Organisations Sanitaires Apicoles Départementales). Ce plan, relayé par les instances régionales, et notamment la FRGDSNA (Fédération Régionale des Groupements de Défense Sanitaire de Nouvelle-Aquitaine), organise la lutte, décline l'articulation entre les différents acteurs sur le territoire et propose un protocole pour la mise en œuvre du piégeage de fondatrices au printemps.

Ces préconisations doivent s'appuyer sur des études solides et comparatives, permettant d'apporter des éléments de réponse sur l'équilibre bénéfice/risque que présentent les différents dispositifs de piégeage afin de statuer sur les bonnes pratiques pour une lutte efficace au printemps.

2. Objectifs du projet

Ce projet vise à comparer plusieurs dispositifs de piégeage de printemps contre *Vespa velutina* en termes d'efficacité, mais aussi de sélectivité.

Ce second volet est primordial pour assurer une lutte respectueuse qui tient compte de l'entomofaune non-cible. Les aspects d'accessibilité et de facilité de mise en œuvre des dispositifs testés seront également considérés, le tout permettant d'étayer les recommandations de bonnes pratiques du plan de lutte national.

2.1 Pilotage et partenaires

Ce projet est né en réponse à l'appel à manifestation d'intérêt initié par le département du Lot-et-Garonne en date du 28.05.21.

Deux acteurs importants du paysage apicole départemental et régional ont décidé de répondre conjointement à cet appel : l'ADANA et la FRGDSNA. Le projet est le fruit d'un partenariat étroit de ces deux entités avec les trois grandes structures apicoles du Lot-et-Garonne. Elles sont réunies au sein de la commission frelon départementale : le syndicat de l'Abeille Gasconne, le Groupement de Défense Sanitaire Apicole du Lot-et-Garonne et le Rucher Ecole du Lot-et-Garonne. L'étude s'est également élargie à tous les membres de la section apicole de la FRGDSNA. On y retrouve les structures apicoles départementales, mais aussi le GTV NA (Groupement Technique Vétérinaire) qui groupe au sein de sa section apicole les compétences vétérinaires spécialisées en Nouvelle-Aquitaine.

La forte participation du GDS 19, de l'ASAD 87 et du GDSA 23 a permis d'obtenir une autre dimension à l'expérimentation avec une implication active tant dans le protocole expérimental par les agents de ces structures que par la mise en œuvre d'enquêtes participatives envoyées à l'ensemble de leurs adhérents.

La collaboration initiée à cette occasion était inédite, et s'est inscrite dans un souci de cohérence territoriale avec une volonté de réunir à la fois les acteurs du sanitaire, de la recherche appliquée apicole, de la formation et de la défense de la profession. Cette variété d'interlocuteurs et de compétences a permis de multiplier les regards sur l'expérimentation commune comme sur ses résultats. Cette riche collaboration a permis d'assurer la pertinence, aussi bien technique que scientifique, des actions menées.

Par ailleurs, cette expérimentation s'étend au-delà du cadre régional. Les partenaires du projet se sont accordés avec plusieurs structures hors-région sur un protocole identique à l'échelle nationale, avec quatre modalités communes entre tous les participants. C'est ainsi que l'ITSAP – Institut de l'Abeille, l'ADAPI (Association de Développement de l'Apiculture Provençale), le GDS26, et le GDS07 se sont joints au projet (Fig 1).



Figure 1 : Partenaires (ADANA 47 et 87, FRGDSNA, ITSAP-Institut de l'abeille, ADAPI, GDS26, GDS07) du projet d'expérimentation frelon sur le piégeage de printemps à l'échelle nationale.

La coordination ainsi que l'analyse des données du protocole national sont opérées par l'ITSAP – Institut de l'Abeille. Les résultats sont attendus pour le début de l'année 2023 et ne sont pas encore connus au moment de la rédaction de cette synthèse.

3. Dispositif expérimental

Le dispositif, présenté ci-dessous, est celui qui a été mis en place en Nouvelle-Aquitaine.

Plusieurs modèles de pièges réputés sélectifs dans le piégeage de printemps ont été sélectionnés et comparés à travers deux protocoles :

- Un essai de terrain mené par l'ADANA et la FRGDSNA (la section apicole du GDS Corrèze, le GDSA 23 et l'ASAD 87).
- Une enquête des particuliers à grande échelle coordonnée régionalement par la FRGDS Nouvelle-Aquitaine, et départementalement par les membres de la commission frelon 47.

3.1 Essai de terrain

3.1.1 Pièges et appâts sélectionnés

Pour cette première année d'expérimentation, 4 types de pièges ont été retenus, en concertation avec l'ensemble des partenaires en Nouvelle-Aquitaine (Fig 2). Ils ont été sélectionnés d'une part, pour leur utilisation déjà répandue chez les particuliers comme chez les professionnels et d'autre part, pour leur accessibilité financière pour une mise en œuvre sur une ferme apicole.



Figure 2 : Pièges sélectionnés pour l'expérimentation

Pour la fabrication des pièges bouteille, une attention particulière a été portée sur la mise en place de systèmes anti-noyade et d'échappatoires (Fig 3). Ceux-ci sont constitués, respectivement, de cailloux dans le fond des pièges et de trous sur les bords de la bouteille afin de donner la possibilité aux insectes non-cibles de s'enfuir.



Figure 3 : Système d'échappatoire pour les pièges bouteilles

Les appâts sélectionnés sont les liquides sucrés les plus fréquemment utilisés dans la mise en œuvre du piégeage par les usagers (Fig 4). Le jus de cirier est un résidu issu des fontes de cires apicoles.



Figure 4 : Appâts sélectionnés pour l'expérimentation

3.1.2 Modalités expérimentales

Sur base des pièges et appâts décrits ci-dessus, 5 modalités représentant chacune une combinaison piège/appât (Fig 5), ont été définies pour cette étude :

B = Piège bouteille avec appât 1/3 bière brune - 1/3 sirop de fraise - 1/3 vin blanc (250mL)

JB = Piège Jabeprode® avec appât 1/3 bière brune - 1/3 sirop de fraise - 1/3 vin blanc (500mL)

JC = Piège Jabeprode® avec appât jus de cirier (500mL)

TT = Piège Tap-Trap® avec appât 1/3 bière brune - 1/3 sirop de fraise - 1/3 vin blanc (250mL)

VC = Piège Véto-pharma® avec appât Vespa Catch® (solution commerciale) (250mL)

Pour les pièges Jabeprode®, les appâts sont placés dans des barquettes en aluminium dans la partie inférieure de la caisse. La modalité TT n'a pas été retenue par la section apicole GDS Corrèze, le GDSA23 et l'ASAD 87 (sections de la FRGDSNA).

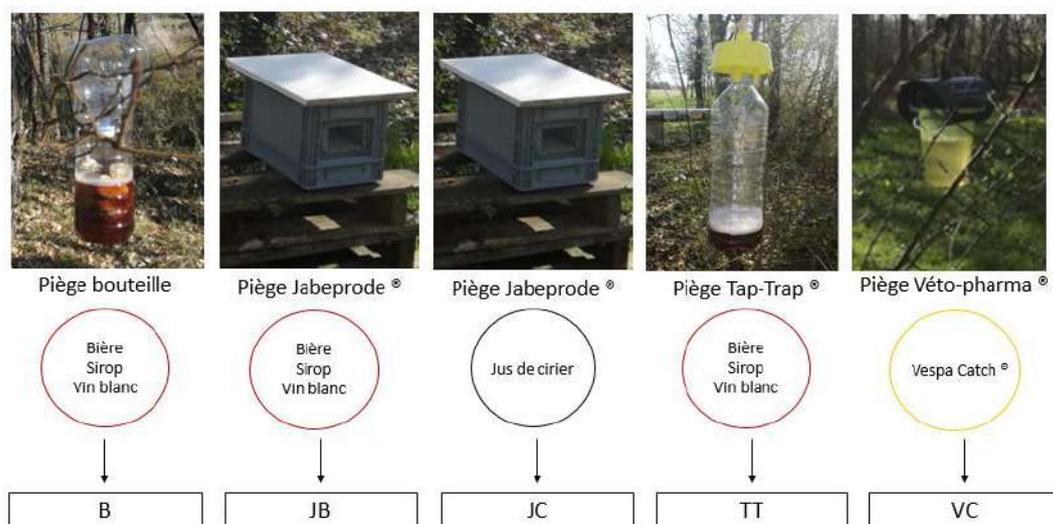


Figure 5 : Modalités définies pour l'expérimentation. Une modalité est une combinaison piège/appât

3.1.3 Choix des sites

Les sites expérimentaux, espacés d'au moins **3 km** pour limiter les effets de proximité, comportaient chacun les 4 ou 5 modalités (Fig 6). Les pièges étaient disposés à **50 cm du sol** environ, sur des palettes ou accrochés aux arbres, et espacés les uns des autres de **2 ou 3 m**.

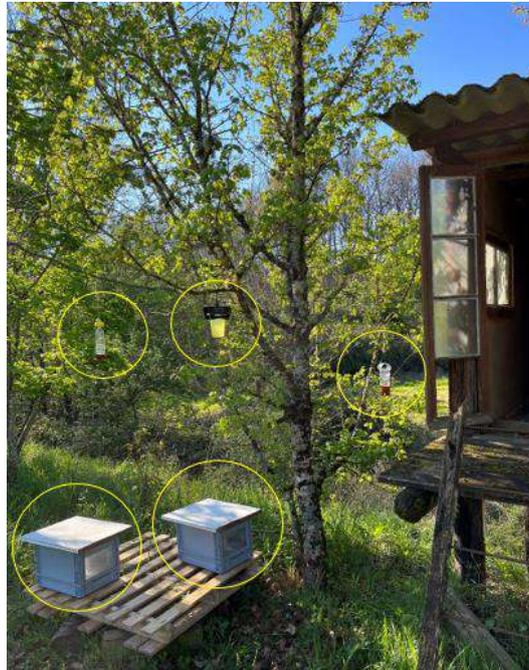


Figure 6 : Photo d'un site expérimental avec les 5 dispositifs de piégeage

L'essai de terrain comporte 22 sites expérimentaux. 16 emplacements sur rucher, répartis dans les départements du Lot-et-Garonne (n=9) et Haute-Vienne (n=7), ont été suivis par l'ADANA. L'expérimentation conduite par la FRGDSNA (ASAD 87, GDS 19 et GDSA 23) était composée de 6 sites, avec 4 d'entre eux situés sur rucher. Ces sites sont répartis sur les 3 départements suivants : Haute-Vienne, Corrèze et Creuse.

Pour chaque emplacement, les coordonnées GPS ont été relevées. Grâce à cette information, le type de milieu dans un rayon de 3 km autour du site expérimental a pu être caractérisé à l'aide du logiciel de système d'information géographique QGIS.

Les informations relatives aux sites expérimentaux sont détaillées dans le tableau ci-dessous. La caractérisation des milieux dans un rayon de 3 km autour des sites expérimentaux révèle que 19 des 22 emplacements se trouvent majoritairement en zone agricole (Tableau 1). Les différents types de milieux n'étant pas représentés de manière équivalente, une analyse de l'efficacité et de sélectivité du piégeage en fonction du type de milieu ne peut être effectuée.

Tableau 1 : Récapitulatif des informations relatives aux 22 sites expérimentaux.

Emplacement	Nom du site	Partenaire	Département	Rucher	Milieu dans un rayon de 3km autour du site expérimental				
					Urbain Périurbain	Agricole	Forestier	Prairie	Zones humides
1	Estillac	ADANA	47	Oui	13%	73%	14%	0%	0%
2	Layrac	ADANA	47	Oui	0%	98%	2%	0%	0%
3	La Becarie	ADANA	87	Oui	4%	85%	9%	0%	2%
4	Petit Moulin	ADANA	87	Oui	0%	83%	16%	0%	1%
5	Rochechouart	ADANA	87	Oui	1%	65%	30%	4%	0%
6	Beaumont	ADANA	87	Oui	5%	80%	13%	0%	2%
7	Bosquet	ADANA	87	Oui	3%	49%	45%	3%	0%
8	La Mazière	ADANA	87	Oui	0%	38%	57%	6%	0%
9	Le Conge	ADANA	87	Oui	1%	75%	23%	1%	0%
10	CD47	ADANA	47	Oui	66%	29%	0%	0%	5%
11	Talive	ADANA	47	Oui	9%	86%	4%	0%	0%
12	Jouette	ADANA	47	Oui	14%	78%	8%	0%	0%
13	Tayrac	ADANA	47	Oui	10%	80%	8%	0%	1%
14	Debastar	ADANA	47	Oui	11%	83%	2%	0%	4%
15	Saint Nicolas de Balerme	ADANA	47	Oui	2%	94%	2%	0%	2%
16	Portail Caudecoste	ADANA	47	Oui	4%	91%	6%	0%	0%
17	Allassac	FRGDS	19	Oui	9%	70%	21%	0%	0%
18	La chapelle aux brocs	FRGDS	19	Non	3%	53%	44%	0%	0%
19	Sainte Fortunade	FRGDS	19	Oui	2%	44%	54%	0%	0%
20	Saint Laurent	FRGDS	23	Oui	4%	80%	16%	0%	0%
21	Ahun	FRGDS	23	Oui	3%	74%	21%	2%	0%
22	Couzeix	FRGDS	87	Non	38%	51%	11%	0%	0%

3.1.4 Protocole d'échantillonnage

Le contenu des pièges a été relevé 1 fois par semaine. Chaque semaine, le piège était nettoyé et l'appât renouvelé (sauf pour le jus de cirier, celui-ci n'était pas renouvelé mais uniquement complété). Le protocole d'échantillonnage implique qu'aucun frelon mort ou vivant n'est resté plus d'une semaine dans les pièges ce qui limite l'effet d'amorçage, phénomène connu pour augmenter l'efficacité des pièges mais susceptible de biaiser les résultats de l'expérimentation.

La durée de l'essai de terrain était de 10 semaines à l'ADANA (mi-mars à mi-mai) et de 3 à 8 semaines pour la FRGDSNA (mi-avril à fin-mai).

3.1.5 Identification des captures

L'identification des captures s'est faite sur le terrain ou dans un bureau en fonction du contenu des pièges. Lorsque le contenu des pièges était trop chargé pour être identifié immédiatement, les captures ont été placées dans des tubes contenant de l'alcool à 70° afin d'assurer leur conservation.

Chaque insecte ou arthropode capturé a été identifié au moins jusqu'à l'ordre, et classé selon les groupes taxonomiques décrits dans le tableau 2.

3.2 Enquête participative

3.2.1 Modalités et élaboration de l'enquête participative

Un premier essai de questionnaire avait été élaboré par le GDSA 47 via la distribution de dispositifs Tap-Trap© et de flyer avec la fourniture d'un QR Code permettant à chaque volontaire d'accéder à un questionnaire simplifié. Hélas, certains renseignements pouvaient être omis (date du comptage par exemple) sans empêcher le déroulé du questionnaire et toutes les catégories d'insectes non-cibles à investiguer n'étaient pas prévues ni leur dénombrement systématique. De plus, une seule modalité de piégeage était préconisée (Tap-Trap© et appât bière-sirop-vin) ce qui ne nous a pas permis d'exploiter les résultats de ce premier essai d'enquête (15 retours donc 14 complets) avec les autres. Cependant, le format du QR code paraît séduisant et accessible et pourrait être retenu à l'avenir (Fig 7).

Un autre questionnaire a été élaboré en décembre 2021 par la section apicole de la FRGDSNA et adressé à un échantillon d'adhérents pour évaluer globalement les pratiques de piégeage. Ce questionnaire visait aussi bien à susciter la curiosité des répondants qu'à les sensibiliser aux pratiques de piégeage mais aussi à évaluer la praticité et la fiabilité d'un outil d'enquête accessible au plus grand nombre à savoir GOOGLE FORM ; une centaine de réponses ont été enregistrées ; des difficultés de

compréhension sur une des questions posées a été identifié, celle-ci a alors été changée et précisée ; cependant, cette modification a entraîné la perte des résultats, ce qui a permis d'identifier cette faiblesse du logiciel et de mettre en œuvre un processus de sauvegarde complémentaire des données pour pallier cet aléa.



Figure 7 : 1^{er} flyer d'enquête élaboré par le GDSA47 et interface d'accès de l'enquête régionale finalisée

Un formulaire d'enquête a ensuite été élaboré après 3 réunions de concertation de la section où les différents items ont été testés (compréhension, facilité de remplissage, ...) sous GOOGLE FORM et adressé à l'ensemble des structures apicoles de la FGRDS NA le 22/02/2022 à destination de leurs adhérents ; un rappel des bonnes pratiques de piégeage était associé mais le formulaire était volontairement assez large et ouvert pour inventorier toutes les pratiques de piégeage utilisées par les apiculteurs avec leurs résultats.

3.2.2 Les différents items de l'enquête définitive

-4 items permettant d'identifier le déclarant : nom, commune, code postal, profil à savoir apiculteur amateur, professionnel ou autre

-6 items permettant de décrire les modalités de piégeage : environnement du piège, présence de ruchers à proximité, type de piège et sous type pour préciser les éventuels pièges « maison », type d'appâts et sous-type pour les appâts particuliers

-13 items décrivant les résultats de piégeage par catégorie piégée : date de relevé, nombre d'individus de chaque ordre/classe/espèce dénombrés en cohérence avec les catégories investiguées dans le protocole expérimental.

3.2.3 Les objectifs de l'enquête

Cette enquête au-delà d'un objectif initial de science participative qui visait à confronter les résultats des piégeages de particuliers à ceux plus cadrés et uniformisés réalisés dans un contexte expérimental ciblait aussi d'autres objectifs :

- Communiquer sur les bonnes pratiques de piégeage
- Identifier des personnes motivées par la démarche dans l'optique du déploiement régional du Plan Frelon
- Initier la mise en place d'un maillage territorial de piégeurs « avertis »
- Sensibiliser sur les périodes et modalités pertinentes de piégeage
- Identifier des pratiques améliorant l'efficacité et la sélectivité du piégeage

Il est bien évident que cette enquête ne permettant pas de s'assurer des modalités précises de piégeage ni de l'uniformité des méthodes, aucun enseignement statistique n'en est attendu autre que du descriptif de pratiques et de résultats.

4. Analyse des données

4.1 Essai de terrain

Les relevés de l'essai de terrain mené par l'ADANA et la FRGDSNA ont été regroupés dans un fichier Excel commun afin d'effectuer l'analyse des résultats. Les données proviennent du suivi des captures de 104 pièges répartis sur 22 emplacements dans la région de Nouvelle-Aquitaine. Les captures des pièges ont été collectées hebdomadairement.

En raison de problèmes logistiques, le relevé des captures et le renouvellement des appâts des pièges situés en Haute-Vienne, suivis par l'ADANA, n'ont pas pu être réalisés à la semaine 6 de l'expérimentation. Le contenu de ces pièges à la semaine 7 comportaient donc les captures de deux semaines consécutives. Il a été décidé d'écarter ces données de l'analyse d'efficacité et de sélectivité en raison de l'effet d'amorçage.

L'analyse des données a été effectuée avec le logiciel de programme informatique et statistiques JMP 16. Une première phase d'exploration des données a permis de révéler qu'une majorité des variables suivies étaient composées d'un grand nombre de valeurs à zéro, et que la distribution des données ne suivait pas une loi normale. Par conséquent et afin de faciliter la représentation graphique des résultats, il a été convenu de cumuler les données des captures hebdomadaires.

La durée de suivi des pièges différant entre les emplacements de l'ADANA (10 semaines) et de la FRGDSNA (3 à 8 semaines), il a été choisi de répartir les données en deux groupes. Ceux-ci sont constitués des données suivantes :

1. 5M-16E-10S : 5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines d'expérimentation (mi-mars à mi-mai)
2. 4M-22E-4S : 4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines d'expérimentation (fin avril à mi-mai, période correspondant au pic des captures de *Vespa velutina*)

Les analyses descriptives et statistiques appliquées à ces deux groupes de données sont identiques.

Les résultats provenant du jeu de données 5M-16E-10S sont présentés dans la section 5.1.3 du rapport, alors que les graphes provenant du jeu de données 4M-22E-4S figurent en annexe puisque ce dernier ne comporte que 4 modalités.

Pour évaluer l'efficacité des modalités à piéger *Vespa velutina*, un test non-paramétrique Wilcoxon a été effectué. Des différences significatives entre les différentes modalités ont été identifiées à l'aide du test Steel-Dwass all-pairs.

Pour l'évaluation de la sélectivité des différentes modalités, 5 ratios ont été calculés :

- A) Σ frelons asiatiques/ Σ insectes non-cibles
- B) Σ frelons asiatiques/ Σ hyménoptères
- C) Σ frelons asiatiques/ Σ lépidoptères
- D) Σ frelons asiatiques/ Σ diptères
- E) Σ frelons asiatiques/ Σ coléoptères

Le calcul des ratios 0/0 et x/0 résulte en des valeurs indéterminées. Ces deux types de ratio, n'ayant pas la même signification dans le contexte de notre étude, n'ont pas été traités similairement.

Les ratio 0/0 ont été écartés du jeu de données, puisque ces données n'ont pas d'impact ni sur le frelon asiatique ni sur l'entomofaune non-cible. A contrario, les ratio x/0 sont d'un grand intérêt dans notre étude puisqu'il s'agit des modalités qui ont une sélectivité maximale, piégeant des frelons mais pas d'insectes non-cibles.

Afin de pouvoir prendre en compte les données x/0, les ratios obtenus ont été classés en 4 catégories (orange, jaune, vert clair et vert foncé). La catégorie "orange" est constituée de pièges n'ayant pas capturé de frelon asiatique, mais ayant pris au piège des insectes non-cibles. Les données de la catégorie "jaune" correspondent aux ratios " $\Sigma \text{ frelons asiatique} / \Sigma \text{ insectes non-cibles}$ " les plus faibles (moins sélectif). A contrario, les ratios " $\Sigma \text{ frelons asiatique} / \Sigma \text{ insectes non-cibles}$ " les plus élevés (plus sélectif) ainsi que les ratios x/0 ont été classés dans la catégorie "verte foncé". Finalement, la catégorie "verte clair" correspond aux ratios avec des valeurs intermédiaires.

4.2 Enquête participative

Les résultats ont été formalisés dans un fichier Excel ; considérant la visée non statistique de ces données, aucun logiciel de traitement n'a été utilisé.

Un croisement des données enregistrées a été réalisé notamment pour s'assurer de la cohérence des enregistrements entre les types de piège et sous-type. Cette vérification a amené à corriger quelques données (Par exemple : l'enregistrement d'un relevé pour un piège bouteille avec mention en sous-type d'un piège PROTECTA© qui est un piège cloche). Les pièges qualifiés de « autres » mais conçus avec les cônes d'entrées Jabeprode© ont été catégorisés en Jabeprode©.

Considérant les chiffres saisis sous des formes arrondies pour certains dénombrements démontrant des données approximatives, aucun traitement mathématique spécifique n'a été apporté, l'exploitation se limitant à des enseignements descriptifs.

5. Résultats

5.1. Essai de terrain

5.1.1 Les captures toutes modalités confondues

L'expérimentation menée par l'ADANA et la FRGDSNA comportait 105 pièges situés sur 22 emplacements dans la région de Nouvelle-Aquitaine. Au total, 596 frelons asiatiques et 139 947 insectes non-cibles ont été capturés ce qui correspond à une moyenne de 234 insectes non-cibles par frelon asiatique (Tableau 2). Parmi l'entomofaune non-cible, les diptères représentent 80% des captures. L'ordre d'insectes le plus affecté par le piégeage de printemps après les diptères est celui des hyménoptères. Ces derniers constituent 12% des captures d'insectes non-cibles, très majoritairement composés de fourmis (Tableau 2). Le frelon européen, les abeilles domestiques, les guêpes et autres hyménoptères représentent une faible proportion des captures d'hyménoptères (1.9 à 3.7%). La super-famille et l'espèce d'hyménoptères les moins touchées par le piégeage de printemps sont les autres abeilles (0.4%) et les bourdons (0.1%) (Tableau 2).

Tableau 2 : Récapitulatif des captures, toutes modalités confondues, durant l'essai de terrain mené par l'ADANA et la FRGDSNA.

Frelon asiatique	Insectes non-cibles									
596	139947									
	Hyménoptères						Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	12%						1.6%	80%	1.7%	4.7%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles domestiques	Bourçons	Autres abeilles	Fourmis	Autres			
	2.2%	2.2%	3.7%	0.1%	0.4%	89.5%	1.9%			

5.1.2 L'identification des captures toutes modalités confondues en Haute-Vienne

Les compétences d'identification du technicien chargé des emplacements (n= 7) en Haute-Vienne ont permis de déterminer les espèces majoritairement retrouvées.

Les principales espèces de **diptères** retrouvées sont : *Volucella pellucens*, *Tachina fera*, *Sarcophaga carnaria*, *Musca domestica*, *Otites jucunda*, *Scatophaga stercoraria* et *Episyrphus balteatus*. Parmi ces espèces, ce sont les mouches saprophages qui sont largement les plus représentées. En ce qui concerne les **lépidoptères**, quatre espèces différentes ont été capturées : *Thyatira batis*, *Parage aegeria*, *Trachea atriplicis*, *Psyche casta* avec Noctuidae en famille majoritaire (au moins 50% des captures). Peu d'espèces d'**hyménoptères** ont été capturées : *Vespula vulgaris* en majorité, *Bombus terrestris*, *Halictus sexcinctus* et Ichneumonidae. Finalement, en ce qui concerne les **coléoptères**, *Anthaxia nigritula* représente la quasi-totalité des captures à l'exception de quelques individus de *Acmaederella flavofasciata*.

A cela s'ajoute d'autres ordres comme les **mécoptères** (*Panorpa meridionalis*), **blattoptères** (*Ectobius pallidus*), **dermoptères** (*Forficula auricularia*), la classe des **arachnides** avec *Phalangium opilio*, *Hogna radiata*, *Pisaura mirabilis*, *Agelena labyrinthica*, **pseudoscorpions** et celui des **collemboles**.

En conclusion, sur le secteur haut-viennois, peu d'espèces différentes ont été capturées. Il a été remarqué que se sont essentiellement les insectes avec un régime coprophage ou carnivore, de l'ordre des décomposeurs, qui sont capturés par les appâts testés. Les insectes pollinisateurs, eux, sont moins impactés par les appâts éprouvés dans ce protocole.

5.1.3 Efficacité par modalité

Le nombre médian de frelons asiatiques capturés par modalité a été analysé pour les deux groupes de données 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi) et 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Des différences significatives d'efficacité entre les modalités ont été trouvées pour le jeu de données 5M-16E-10S ; les modalités TT et VC ont capturé significativement plus de frelons asiatiques (m=10) que les modalités B et JC (m=1 et m=0, respectivement) (Fig 8). L'efficacité de la modalité JB est intermédiaire avec un nombre médian de 6 frelons asiatiques capturés sur les 10 semaines de suivi (Fig 8).

Les résultats trouvés avec le jeu de données 4M-22E-4S sont cohérents avec ceux de 5M-16E-10S; la modalité VC a capturé significativement plus de frelons asiatiques que les modalités B (m=0.5) et JC (m=0.0). La modalité JB obtient des résultats intermédiaires (m=1), significativement inférieurs à ceux trouvés pour VC (Annexe 1).

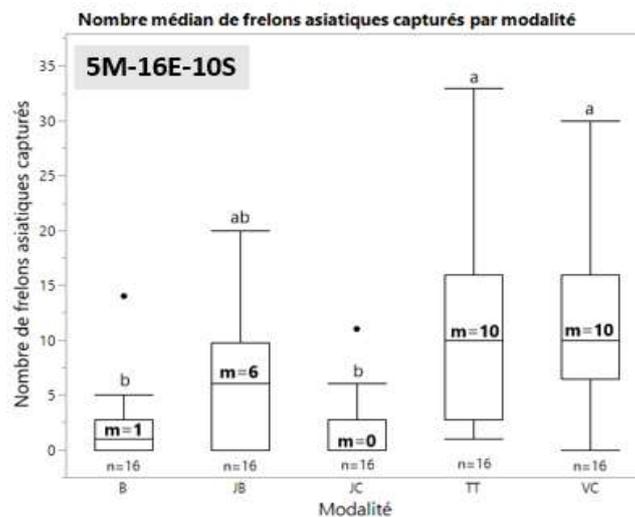


Figure 8 : Nombre médian de frelons asiatiques capturés par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constitués d'une combinaison piège X appât, B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode® X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode® X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap® X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma® X appât Vespa Catch®). La médiane est indiquée par la lettre (m). Les différences significatives entre les modalités sont indiquées par des lettres (Test Steel-Dwass).

5.1.4 La sélectivité du piégeage par modalité

La sélectivité du piégeage a été évaluée en classant les ratios " Σ frelons asiatique / Σ insectes non-cibles" en 4 catégories. Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ». Il est important de rappeler que les catégories ont été définies sur base de la variation de sélectivité qui existe entre les différentes modalités testées. Elles sont donc spécifiques à ce projet et ne doivent pas être prises en tant que telles.

A. Insectes non-cibles

Sur une période de piégeage de 10 semaines, 30 à 40% des dispositifs de piégeage B, JB et JC n'ont pas capturé de frelon asiatique, mais bien eu un impact sur l'entomofaune non-cible en capturant jusqu'à 6 020 insectes non-cibles (catégorie « orange ») (Fig 9). A contrario, les captures provenant des modalités TT et VC contenaient au minimum un frelon asiatique, ce qui est indiqué par l'absence de la catégorie « orange ».

Les catégories les plus sélectives, indiquées par les couleurs « vert clair » et « vert foncé », sont représentées à 60% par les modalités TT, VC et JB. La modalité JB est composée à 50% de la catégorie « vert foncé », ce qui indique que ce dispositif a la capacité de piéger des frelons asiatiques de manière sélective. La sélectivité de la modalité JB semble donc contrastée. Dans 30% des cas, ce dispositif de piégeage impacte l'entomofaune non-cible sans capturer de frelon. Dans 50% des cas, la capture de frelon se fait de manière sélective (Fig 9). Pour ce qui est du jeu de données issu du piégeage sur une durée de 4 semaines et 22 emplacements (4M-22-4S), des tendances similaires sont observées à celles de 5M-16E-10S (Annexe 2).

Pour conclure, les modalités TT, VC et JB semblent être les plus sélectives parmi les 5 modalités testées, avec des résultats contrastés pour la modalité JB.

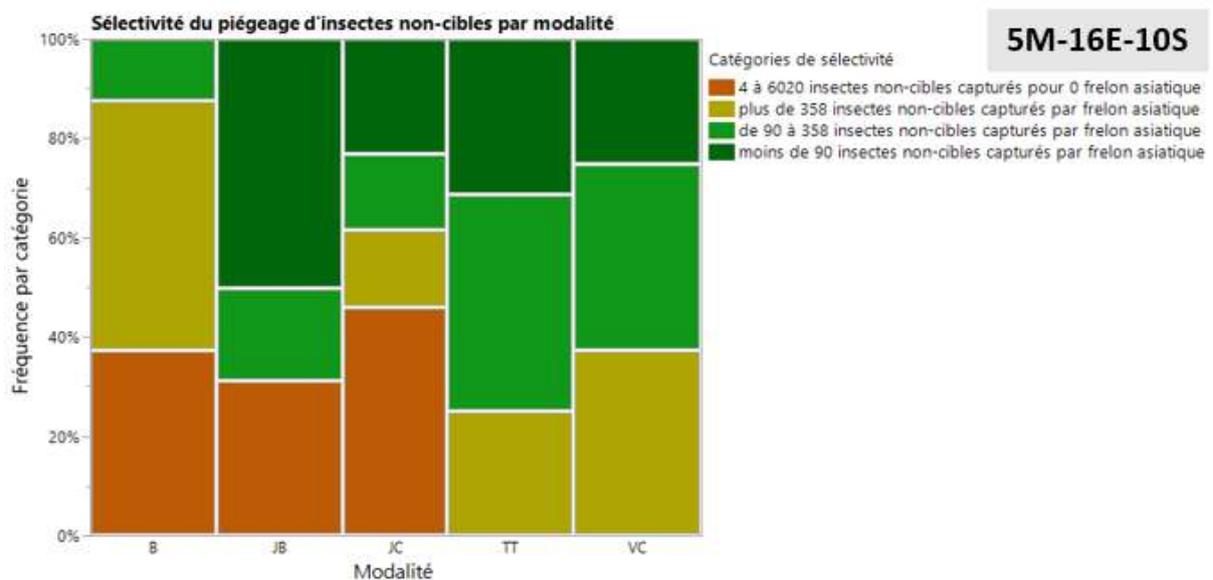


Figure 9 : Sélectivité du piégeage d'insectes non-cibles par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

B. Insectes non-cibles sauf diptères

Les diptères représentant 80% des captures d'insectes non-cibles, il semble pertinent d'analyser la sélectivité du piégeage par modalité en excluant cet ordre d'insectes prédominant.

La distribution des catégories « jaune », « vert clair » et « vert foncé » varient lorsque les diptères sont écartés de l'analyse de sélectivité. Alors que les catégories « vert clair » et « vert foncé » étaient représentées de manière équivalente (60%) dans les modalités TT, VC et JB sur la figure 9, la somme de ces deux catégories ne composent plus que 50% de la modalité JB, et atteignent par contre, les 80% pour les modalités TT et VC (Fig 10). Ceci révèle que le dispositif de piégeage JB est plus sélectif vis-à-vis des diptères que les autres insectes non-cibles. A contrario, les modalités TT et VC sont moins sélectives vis-à-vis des diptères que les coléoptères, hyménoptères et lépidoptères.

La catégorie « vert foncé » est particulièrement (60%) représentée par la modalité TT (Fig 10). En d'autres termes, la modalité TT gagne en sélectivité et surpasse largement les autres dispositifs testés lorsque les captures de diptères sont écartées de l'analyse.

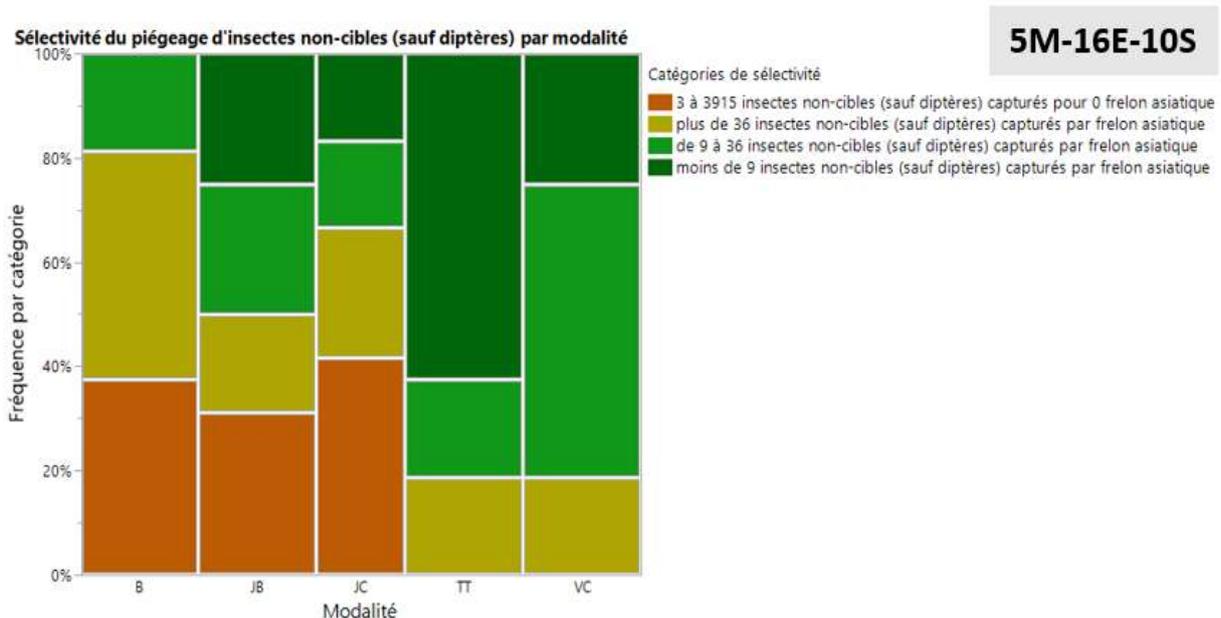


Figure 10 : Sélectivité du piégeage d'insectes non-cibles (sauf diptères) par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

C. Hyménoptères

Les modalités TT et VC sont les dispositifs les plus sélectifs vis-à-vis du piégeage des hyménoptères, avec près de 80% de catégories « vert clair » et « vert foncé » (Fig 11). La modalité TT l'emporte sur la modalité VC en matière de sélectivité ; la catégorie « vert foncé » étant presque deux fois plus représentée pour la modalité TT que VC. (Fig 11)

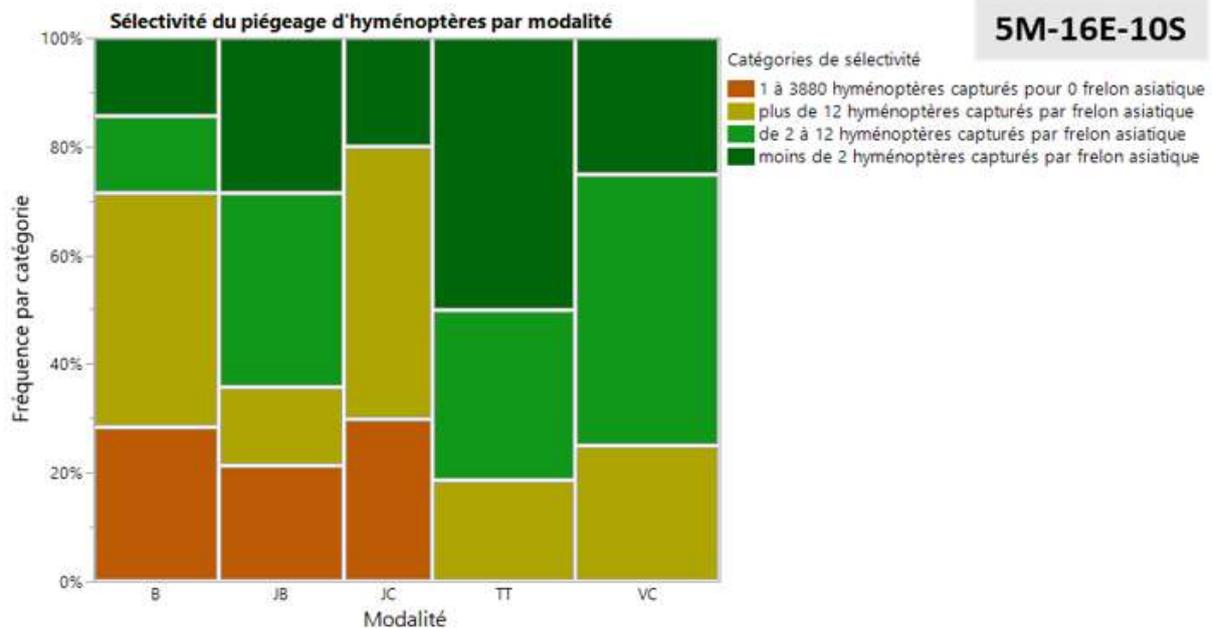


Figure 11 : Sélectivité du piégeage d'hyménoptères par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Vêto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

D. Hyménoptères sauf fourmis

Les fourmis représentant près de 90% des hyménoptères capturés, il semble judicieux d'analyser la sélectivité du piégeage des hyménoptères en excluant cette famille prédominante.

Lorsque les fourmis sont exclues, la sélectivité du piégeage des différentes modalités testées varie considérablement. La modalité JB devient le dispositif de piégeage le plus sélectif ; les catégories « vert clair » et « vert foncé » sont représentées à 90% (Fig 12). Les modalités TT et VC perdent en sélectivité et ne sont représentées plus qu'à 65% et 50% respectivement (Fig 12). Il est donc possible de conclure que les pièges Jabeprode[®] sont très peu sélectifs vis-à-vis des fourmis, mais le sont extrêmement vis-à-vis des autres hyménoptères. A contrario, les modalités TT et VC perdent en sélectivité lorsque les fourmis sont exclues de l'analyse.

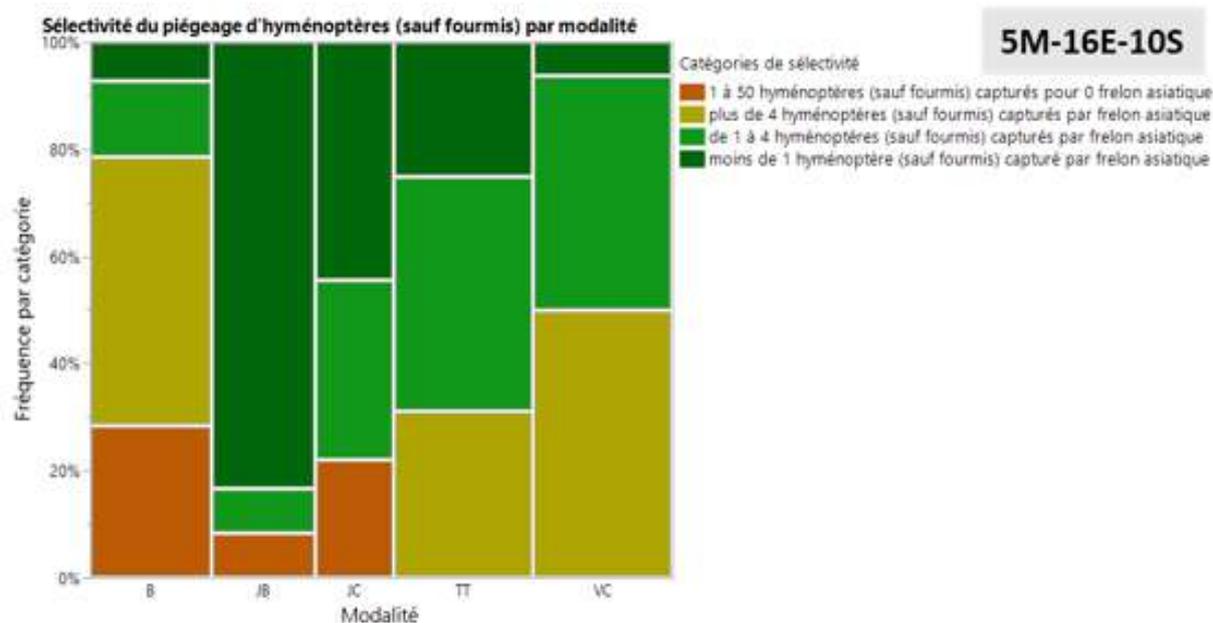


Figure 12 : Sélectivité du piégeage d'hyménoptères sauf fourmis par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode® X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode® X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap® X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma® X appât Vespa Catch®). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

5.2 Enquête participative

5.2.1 Pièges et appâts utilisés

Cinq départements ont participé à cette enquête (17-19-24-40-47) avec 80 relevés sur près de 50 sites différents. Le nombre de relevés par site allait de 1 à 8. La majorité des participants étaient des apiculteurs amateurs (75/80) ; les 2/3 des participants piégeaient dans un environnement agricole, le dernier tiers se partageant assez équitablement entre milieu forestier et milieu urbain à péri-urbain. La majorité des participants piégeait à proximité de ruchers (66/80). L'ensemble des pièges proposés ont été cités par les participants voire certaines combinaisons ou associations faites maison. Les plus utilisés restent les pièges Vetopharma® et les pièges bouteilles (respectivement, 26 et 23/80), suivent les pièges Jabeprode® et cloches (respectivement, 13 et 12/80). En termes d'appâts, le mélange bière-sirop-vin est le plus utilisé (54/80) loin devant le Vespa Catch® (13/80). Les autres appâts utilisés (13/80) relevaient essentiellement de l'appât sucré.

5.2.2 Les captures, tous pièges et appâts confondus

Le piégeage le plus précoce est rapporté au 08/03 en Charente Maritime avec un piège de type Jabeprode® sur jus de cirier. Le piège semblant attraper le plus de frelons asiatiques est un piège cloche sur appât bière-sirop-vin installé en Dordogne avec près de 300 frelons asiatiques piégés ; à noter cependant le nombre conséquent d'insectes non-cibles (57) attrapés en parallèle ainsi que

l'impossibilité d'objectiver un éventuel effet d'amorce lié au maintien des « cadavres » de frelons asiatiques d'une semaine à l'autre dans les pièges puisqu'un seul relevé a été rapporté sur ce site.

A. Insectes non-cibles

Au total, 1818 frelons asiatiques ont été piégés pour 7429 insectes non-cibles soit un rapport 1 pour 4 (Tableau 3), contre 1 pour 234 dans le protocole expérimental. Néanmoins, il est vraisemblable que certains insectes n'ont pas été dénombrés à l'unité près (chiffres arrondis), et l'absence de relevés réguliers peut engendrer une décomposition ou une consommation des insectes non-cibles piégés ce qui entraîne une sous-estimation probable. De plus, il est possible qu'en l'absence de piégeage de frelon asiatique, certains participants n'aient pas enregistré leurs comptages. En termes d'insectes non-cibles, ce sont les diptères qui sont les plus représentés (85%) suivis des hyménoptères (9%) (Tableau 3.).

Tableau 3 : Récapitulatif des captures de l'enquête participative, tous pièges et appâts confondus

Frelon asiatique	Insectes non-cibles								
1818	7429								
	Hyménoptères					Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	9%					5%	85%	0.1%	1%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres			
	34%	34%	27%	0%	4%	0%			

B. Frelons européens

Cet impact collatéral indésirable est essentiellement observé à compter de la deuxième semaine de mai sur les pièges Tap-Trap®, bouteilles ou cloches. A noter que le nombre de frelons asiatiques piégés est toujours supérieur au nombre de frelons européens sur cette période sauf avec le piège cloche.

C. Autres insectes non-cibles

Le piégeage de coléoptères en nombre (>1) n'a été signalé qu'avec un piège cloche. Le piégeage de diptères est signalé essentiellement en piège Vetopharma®, bouteille et cloche (respectivement, 22, 13 et 12/55 cas). Le piégeage d'abeilles n'a pas été signalé en piège bouteille avec appât bière-sirovin, sauf dans un cas où le mélange était additionné de vieilles brèches. Le piégeage de diptères est rapporté avec tous les types d'appâts, et souvent dans des nombres évoquant une évaluation approximative.

5.2.3 Efficacité par piège

Le nombre médian de frelons asiatiques capturés par relevé tous pièges et appâts confondus est de 5 en incluant l'enquête réalisée par le GDSA 47 (nombre total de relevés n=94). Il est difficile d'évaluer l'efficacité des différents pièges pour les raisons suivantes : 1) les pièges ne comptent pas le même nombre de relevés 2) les relevés n'ont pas eu lieu aux mêmes dates 3) toutes les pièges ne sont pas représentés de manière identique. En faisant abstraction de ces points de vigilance, le piège Tap-Trap® semble être le plus efficace. Finalement, il est important de spécifier que ces chiffres ne peuvent être comparés avec ceux de l'essai de terrain puisque l'analyse des données expérimentales a été effectuée avec des données cumulées (10 semaines pour 5M-16E-10S ; 4 semaines pour 4M-22E-4S).

Tableau 4 : Nombre médian de frelons asiatiques capturés par piège, tous appâts confondus

	Bouteille	Cloche	Jabeprode®	Tap-Trap®	Vetopharma®
Nombre de relevés (n)	n=23	n=12	n=13	n=19	n=26
Nombre médian de frelons asiatiques capturés par relevé (m)	m=5	m=7.5	m=4	m=23.5	m=1

5.2.4 Sélectivité par piège

Une appréciation de la sélectivité de chaque type de piège peut être faite en calculant le nombre d'insectes non-cibles capturés pour chaque frelon asiatique piégé. L'ordre d'insecte prédominant permet ensuite d'apprécier le risque du piégeage vis-à-vis de l'entomofaune pollinisatrice. Le tableau 5 indique que le piège Jabeprode® apparait comme le plus sélectif au regard des comptages participatifs.

Tableau 5 : Récapitulatif des captures de l'enquête participative par type de piège, tous appâts confondus

Piège Bouteille : 10 insectes non-cibles par frelon asiatique							
Frelon asiatique	Insectes non-cibles						
436	4327						
	Hyménoptères			Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	2%			1.4%	96.3%	0.1%	0.2%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres	
	46%	34%	20%	0%	0%	0%	

Piège Cloche : 1.1 insectes non-cibles par frelon asiatique									
Frelon asiatique	Insectes non-cibles								
470	258								
	Hyménoptères					Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	28%					10%	59%	1%	2%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres			
50%	48%	0%	0%	2%	0%				

Piège Jabeprode® : 0.3 insecte non-cible par frelon asiatique									
Frelon asiatique	Insectes non-cibles								
238	79								
	Hyménoptères					Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	33%					0%	29%	0%	38%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres			
0%	27%	61%	0%	12%	0%				

Piège Tap-Trap® : 10 insectes non-cibles par frelon asiatique									
Frelon asiatique	Insectes non-cibles								
166	1701								
	Hyménoptères					Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	13%					15%	72%	0%	0%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres			
42%	20%	38%	0%	0%	0%				

Piège Vetopharma® : 1.4 insectes non-cibles par frelon asiatique									
Frelon asiatique	Insectes non-cibles								
467	661								
	Hyménoptères					Lépidoptères	Diptères	Coléoptères	Autres insectes
	27%					3%	70%	0%	0%
	Frelon européen	Guêpes	Abeilles	Bourdons	Fourmis	Autres			
12%	40%	36%	0%	12%	0%				

6. Discussion

6.1 Efficacité et sélectivité

Dans l'essai de terrain mené par l'ADANA et la FRGDSNA, 5 dispositifs de piégeage de printemps ont été éprouvés. Cette expérimentation avait pour objectif de comparer l'efficacité et la sélectivité des différentes modalités.

Les résultats de cette étude indiquent que les modalités les plus efficaces en matière de piégeage de frelons asiatiques semblent également être les plus sélectives. En effet, les modalités TT et VC obtiennent les meilleurs résultats en ce qui concerne la capture de frelon asiatique et de sélectivité de piégeage vis-à-vis des groupes d'insectes suivants : insectes non-cibles, insectes non-cibles sauf diptères et hyménoptères (Fig 13). La modalité TT l'emporte légèrement sur VC du point de vue de sélectivité des captures d'insectes non-cibles sauf diptères et d'hyménoptères. La modalité JB obtient des résultats intermédiaires pour ce qui est de la capture de frelon, et des résultats contrastés sont observés en ce qui concerne la sélectivité du piégeage. D'une part, la modalité JB est le dispositif le plus sélectif vis-à-vis des diptères et des hyménoptères sauf fourmis (Fig 13). D'autre part, il arrive que ces dispositifs, testés sur une période de piégeage de 10 semaines, impactent l'entomofaune non-cible sans capturer de frelon asiatique, ce qui n'est jamais survenu pour les modalités VC et TT. Finalement, les modalités B et JC s'avèrent être les moins efficaces et les moins sélectives parmi les dispositifs testés.

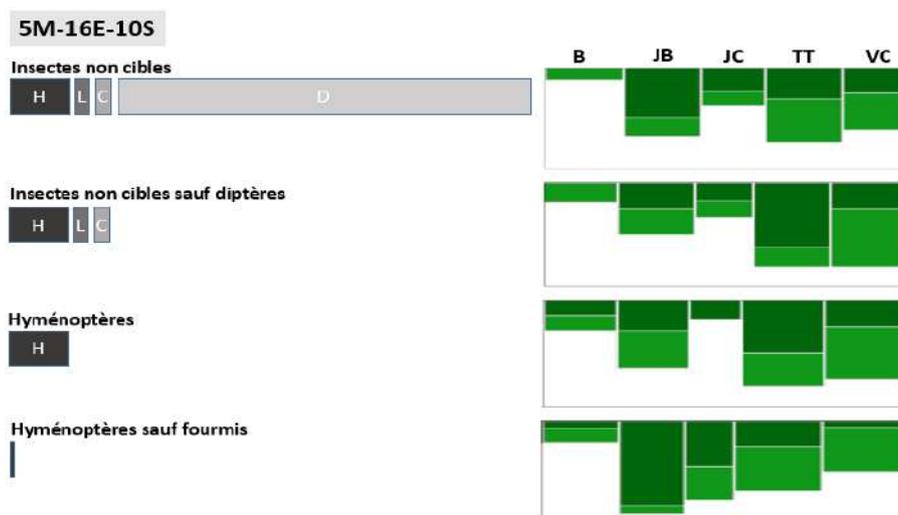


Figure 13 : Sélectivité du piégeage par groupe d'insectes et par modalité. H (Hyménoptères), L (Lépidoptères), C (Coléoptères) et D (Diptères). Les différents ordres d'insectes sont représentés proportionnellement aux captures observés durant le piégeage de printemps (toutes modalités confondues) (Tableau 1). 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « verte clair » : sélectif ; et « verte foncé » : très sélectif.

Cette étude met en lumière que l'efficacité et la sélectivité des dispositifs de piégeage ne sont pas influencées par le coût et la facilité de mise en œuvre des pièges. Par exemple le piège Tap-Trap®, qui s'est avéré être très efficace et sélectif parmi les modalités testées, fait partie des pièges les plus simples à mettre en place et des moins onéreux (Tableau 6).

Tableau 6 : Récapitulatif des avantages et des inconvénients des 5 modalités. Chaque modalité est une combinaison piège X appât. Dans l'ordre croissant de satisfaction se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

Modalités	Piège	Coût	Facilité mise en œuvre	Durabilité	Protocole 2022	
	Appât				efficacité	sélectivité
B	Bouteille	Orange	Orange	Orange	Orange	
	Bière / sirop / vin	Verte clair	Verte clair	Verte clair	Orange	
JB	Jabeprode®	Orange	Verte clair	Verte foncé	Jaune	
	Bière / sirop / vin	Verte clair	Verte clair	Verte clair	Jaune	
JC	Jabeprode®	Orange	Verte clair	Verte foncé	Orange	
	Jus de cirier	Verte foncé	Verte foncé	Jaune	Orange	
TT	Tap-Trap®	Verte clair	Jaune	Jaune	Verte foncé	
	Bière / sirop / vin	Verte clair	Verte clair	Verte clair	Verte foncé	
VC	Véto-pharma®	Jaune	Verte clair	Verte clair	Verte foncé	
	Vespa Catch®	Orange	Jaune	Verte foncé	Verte foncé	

6.2 Seuils acceptables de piégeage d'insectes non-cibles

L'analyse de sélectivité réalisée dans cette étude a permis de comparer les différentes modalités entre elles vis-à-vis de différents groupes d'insectes. Néanmoins, comme expliqué plus haut, les seuils associés à chaque catégorie ne doivent pas être pris en tant que tels. Il est donc capital de se questionner si les catégories définies comme « sélectives » sont satisfaisantes. Par exemple, les catégories « vert clair » et « vert foncé » correspondent à des captures, respectivement, de 90 à 358 insectes non-cibles et moins de 90 insectes non-cibles par frelon asiatique. Les questions à se poser sont les suivantes : Est-il acceptable de piéger un tel nombre d'insectes non-cibles par frelon capturé ? En d'autres termes, quel est l'impact du piégeage de printemps sur l'entomofaune non-cible ? Est-ce que le piégeage de printemps impacte dans une moindre mesure la biodiversité que l'activité de prédation du frelon ? Il est extrêmement délicat de réaliser une analyse comparative entre l'impact de la prédation d'un nid de frelons sur l'entomofaune non-cible et celui du piégeage de printemps. La complexité de cette analyse est illustrée ci-dessous.

L'étude Rome et al. 2021 a évalué la consommation moyenne d'un nid de frelons asiatiques en biomasse d'insectes qui est équivalente à 11.3 kg sur une saison. Des approches morphologiques et moléculaires ont permis de déterminer le régime alimentaire des frelons asiatiques provenant de

milieux agricoles et forestiers dans le Sud-Ouest de la France. Les résultats de l'étude indiquent que ces prédateurs généralistes chassent en moyenne 38.1% d'abeilles domestiques, 29.9% de mouches et 19.7% de guêpes sociales, ainsi qu'un large spectre d'autres animaux (pas moins de 159 espèces identifiées).

L'expérimentation présentée ci-dessus indique qu'en moyenne 234 insectes non-cibles ont été capturés pour chaque frelon piégé. Parmi les insectes non-cibles capturés, les diptères et les hyménoptères sont représentés, respectivement, à 80% et à 12%. En assimilant le poids moyen d'un insecte non-cible à celui d'une abeille domestique (10 mg), le poids total d'insectes non-cibles capturés s'élève à une biomasse de 23.4g pour chaque frelon piégé.

Il est alors tentant de comparer ces deux biomasses en considérant que chaque femelle capturée représente un nid en moins, et de conclure que la sélectivité des dispositifs de piégeage testés est suffisante et surpasse largement l'impact de la prédation. Cependant, cette hypothèse ne peut être posée ; en effet, la période de fondation d'une colonie de *Vespa velutina* est extrêmement critique et les gynes rentrent entre-elles en compétition afin de récupérer le nid élaboré par leurs congénères. A cette compétition inter-espèces, s'ajoute la prédation d'un oiseau, l'infestation d'un parasite ou l'infection d'un agent pathogène qui forment l'ensemble des risques qu'encourt une gyne dans la fondation d'une colonie. Le piégeage de printemps est donc considérablement plus important pour l'entomofaune, si l'on considère que chaque fondatrice ou gyne capturée ne représente pas un nid en moins.

De plus, la biomasse d'insectes non-cibles capturés lors du piégeage de printemps n'équivaut pas à celle des insectes éliminés en fin de saison, puisque chaque insecte, et particulièrement les insectes sociaux, ont une dynamique de croissance forte au cours de la saison.

Les deux arguments énumérés ci-dessus 1) chaque femelle piégée ne représente pas un nid en moins 2) la biomasse d'insectes non-cibles au printemps ne peut être comparée à celle prédatée par un nid de frelon au cours de la saison en raison de la dynamique de croissance des insectes au cours de la saison, permettent de comprendre pourquoi une comparaison de l'impact de la prédation et du piégeage de printemps ne peut être faite simplement. Cette analyse révèle néanmoins que le piégeage de printemps bénéficie aux abeilles domestiques et guêpes sociales qui représentent respectivement 38.1% et 29.9% du régime alimentaire des frelons, et seulement 3.7% et 2.2% de l'entomofaune non-cible capturé dans les pièges. A contrario, cette pratique impacte les diptères qui représentent 80% des captures d'insectes non-cibles, alors qu'ils ne composent pas l'ordre d'insectes prédominant du régime alimentaire des frelons asiatiques.

6.3 Limites du protocole

La majeure limite du protocole réside dans le fait que les captures ont été relevées chaque semaine. Aucun frelon mort ou vivant n'est resté plus d'une semaine dans les pièges ce qui limite considérablement l'effet d'amorçage. Or, ce phénomène est connu pour augmenter significativement l'efficacité du piégeage, et donc par conséquent, la sélectivité des dispositifs.

Les problèmes logistiques qui sont survenus à l'ADANA à la semaine 6 de l'essai de terrain n'ont pas permis de réaliser le relevé des captures et le renouvellement des appâts pour les emplacements situés en Haute-Vienne. Le contenu de ces pièges à la semaine 7 comportaient donc les captures de deux semaines consécutives. Ces données ont été exclues de l'analyse d'efficacité et de sélectivité en raison d'un potentiel effet d'amorçage.

Afin d'avoir une idée de l'ampleur de ce phénomène, le nombre moyen de frelons capturés, toutes modalités confondues, a été représenté par quinzaine pour les emplacements en Haute-Vienne (n=7) et du Lot-Et-Garonne (n=9). Il est notable que les pièges situés en Haute-Vienne atteignent un pic de capture en S6 et S7 (Fig 14), ce qui correspond à la quinzaine où le relevé des captures et le renouvellement des appâts n'a pas eu lieu. Le nombre de frelons moyen capturés durant cette quinzaine (S6-S7) pour les emplacements du Haute-Vienne (département 87) est près de deux fois plus élevé que celui du Lot-Et-Garonne (département 47) (Fig 14). Ces observations indiquent un phénomène d'amorçage qui double l'efficacité du piégeage lorsque les frelons capturés restent une semaine supplémentaire dans les pièges. Il est probable que cette augmentation d'efficacité ne soit pas identique pour chaque dispositif de piégeage. Les résultats issus de cette expérimentation pourraient donc ne pas être en accord avec ceux trouvés avec un nouveau protocole prenant en compte l'effet d'amorçage.

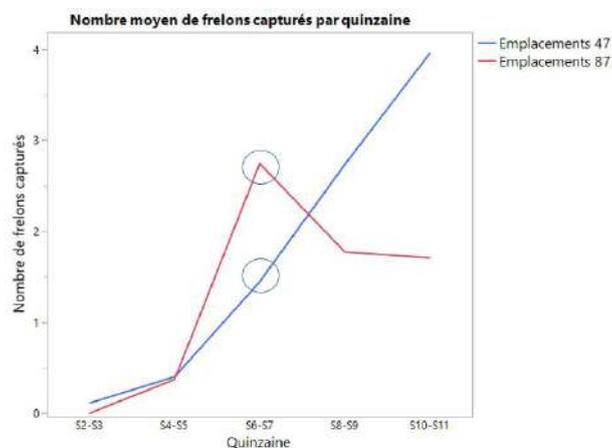


Figure 14 : Nombre moyen de frelons asiatiques capturés par quinzaine dans les départements de Haute-Vienne (87) et du Lot-Et-Garonne (47). A noter que pour des raisons logistiques, le relevé des captures et le renouvellement des appâts pour les emplacements situés en Haute-Vienne n'a pas été effectué à la semaine 6. Le contenu de ces pièges à la semaine 7 comportaient donc les captures de deux semaines consécutives.

L'évaluation de l'efficacité et la sélectivité avec un nouveau type de protocole est donc suggérée si une seconde année d'expérimentation sur le piégeage de fondatrices au printemps voit le jour. L'élaboration de ce protocole pourra être définie sur base des pratiques de piégeage mises en place par les particuliers ayant participé à l'enquête participative. En effet, il a été observé que le nombre maximal de frelons asiatiques piégés pour chacune des modalités par les particuliers était considérablement plus élevé que celui recensé lors l'essai de terrain (la modalité n'a pas été testée par les particuliers) (Tableau 7).

Tableau 7 : Nombre maximal de frelons asiatiques sur la période de piégeage (mi-mars à mi-mai) par modalité lors de l'essai de terrain et l'enquête participative). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]).

Modalités	Nombre maximal de frelons asiatiques capturés sur la période de piégeage	
	Essai de terrain	Enquête participative
B	14	220
JB	20	165
JC	11	/
TT	33	149
VC	30	198

Une autre limite du protocole est qu'il n'est pas possible de conclure ni sur le type de piège ni le type d'appât le plus efficace et sélectif. En effet, seule la combinaison piège X appât a pu être évaluée lors de cet essai de terrain. Dans une future expérimentation, il serait d'intérêt de tester deux types d'appât pour chacun des pièges évalués.

Finalement, l'essai de terrain compte un nombre limité d'emplacements (n=22) ne couvrant pas la diversité des milieux existants (agricole, forestier, périurbain et urbain, prairies et zone humide), les sites expérimentaux étant majoritairement situés en milieu agricole. Le protocole national, coordonné par l'ITSAP-Institut de l'Abeille, permettra de comparer les 4 modalités communes à l'échelle nationale, avec un plus grand nombre de réplicats et une plus large diversité de milieux. Les résultats de cette étude nationale sont à paraître début de l'année 2023 et ne sont pas encore connus au moment de la rédaction de ce rapport.

7. Perspectives futures

7.1 Essai de terrain

Les majeures limites du protocole mis en place en 2022 sont :

-Le relevé hebdomadaire des captures dans les pièges entraînant une réduction voire une suppression du phénomène d'amorçage.

-Les modalités, étant chacune une combinaison piège x appât, ne permettent pas de conclure sur le piège ni l'appât le plus efficace et sélectif.

Si une seconde année d'expérimentation voit le jour, ces deux aspects sont à prendre en compte et à approfondir.

7.2 Enquête participative

Cette première expérience d'enquête participative couplée avec l'animation du volet expérimental de comparaison des différentes modalités de piégeage au sein des structures adhérentes de la FRGDS NA participants en lien avec l'ensemble des acteurs apicoles de la Nouvelle Aquitaine a été l'opportunité d'initier, après l'Observatoire Varroa conduit au sein du PAE, un second travail concret en commun qui répond à l'aspiration de nombreux apiculteurs. Cela a permis de créer du lien et de l'échange entre toutes les structures et d'apporter des réponses et des retours concrets aux participants. Par ailleurs, cela a permis aussi d'identifier les intérêts et limites des enquêtes participatives que ce soit au niveau de l'outil choisi pour recueillir les réponses à l'enquête (GOOGLE FORM : accessible à tous mais ne permettant pas de stockage infallible des données) ou de la fiabilité et la précision des données recueillies ; l'intérêt de tester au préalable les outils d'enquête et la compréhension des différentes questions par une préenquête administrée sur un panel réduit d'utilisateurs est indiscutable .

Enfin, même si les résultats d'une telle enquête participative n'ont pas de prétention statistique, ils sont tout de même le reflet de pratiques à un instant donné et méritent d'être exploités. Il est à noter que l'ensemble des observations relevées ci-dessus sont en totale cohérence avec les résultats de l'enquête expérimentale conduite en parallèle. Le fait que certains participants mentionnent des quantités de frelons asiatiques piégés particulièrement élevées mériterait d'être exploitée plus avant en investiguant sur place les dispositifs et méthodes employées. Il est tout à fait possible que ces résultats soient le reflet d'un effet d'amorçage lié à l'absence de renouvellement complet de l'appât d'une semaine sur l'autre.

Pour finir, il reste essentiel de finaliser cette enquête en comparant à plus grande échelle dans des conditions le plus normées possibles des pièges à coût acceptable pour aboutir au meilleur compromis efficacité/sélectivité/prix.

8. Conclusion

L'objectif premier de cette expérimentation sur le suivi de piégeage des fondatrices de *Vespa velutina* au printemps est d'apporter une étude comparative de modalité de pièges sur leur efficacité, ainsi que sur leur sélectivité.

Les résultats d'expérimentation révèlent que les dispositifs de piégeage TT (Piège Tap-Trap[®] avec appât bière sirop vin) et VC (Piège Véto-pharma[®] avec appât Vespa Catch[®]) obtiennent les meilleurs résultats aussi bien en termes d'efficacité qu'en termes de sélectivité. La modalité TT l'emporte légèrement sur VC en ce qui concerne la sélectivité des captures des hyménoptères et des insectes non-cibles (diptères exclus). L'efficacité du piégeage pour la modalité JB (Piège Jabeprode[®] avec appât bière sirop vin) est intermédiaire, et la sélectivité du piégeage contrastée. Finalement, les modalités B (Piège bouteille avec appât bière sirop vin) et JC (Piège Jabeprode[®] avec appât jus de cirier) s'avèrent être les moins efficaces et les moins sélectives parmi les dispositifs testés. Cependant, il n'est pas à négliger que toutes les modalités testées ont un impact important sur l'entomofaune des sites étudiés ; en moyenne (toutes modalités confondues) 234 insectes non-cibles ont été capturés par frelon piégé. De ce fait, aucune modalité testée avec le protocole 2022 ne présente une sélectivité sans conséquences sur la biodiversité.

Au niveau de l'enquête participative, le piège Tap-Trap[©] semble être le plus efficace et le piège Jabeprode[©] le plus sélectif. Il faudrait probablement reconduire ces enquêtes avec un nombre restreint de combinaisons piège X appât ainsi que l'effet d'amorçage dans des conditions standardisées pour affiner ces premières conclusions.

Un nouveau protocole d'expérimentation prenant en compte l'effet d'amorçage pourrait augmenter l'efficacité du piégeage et, par conséquent, sa sélectivité. Il est suggéré de mettre en place une nouvelle expérimentation afin de confirmer les résultats obtenus au cours de l'expérimentation du printemps 2022.

Cette même proposition pourrait être déclinée dans les comptages participatifs en demandant des comptages répétés avec maintien des frelons asiatiques piégés dans l'appât de semaine en semaine.

Au final, cette expérimentation a permis d'agréments la base de données de l'ITSAP-Institut de l'Abeille dans le cadre de la lutte au national afin d'assurer une lutte cohérente sur le territoire.

Remerciements

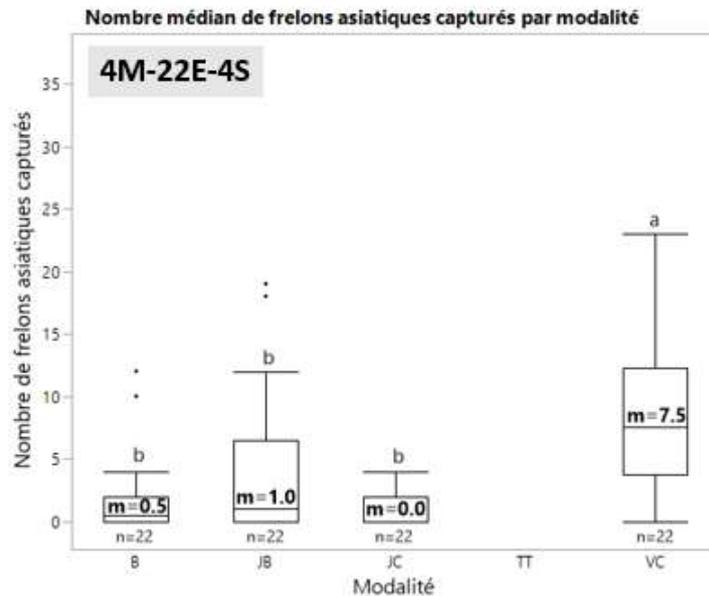
Nous tenons tout particulièrement à remercier le conseil départemental du Lot-Et-Garonne de nous avoir donné la possibilité de mettre en œuvre ce projet.

Un grand merci également à la commission frelon départementale du Lot et Garonne avec le syndicat de l'Abeille Gasconne, le Groupement de Défense Sanitaire Apicole du Lot-Et-Garonne et le Rucher Ecole du Lot-Et-Garonne.

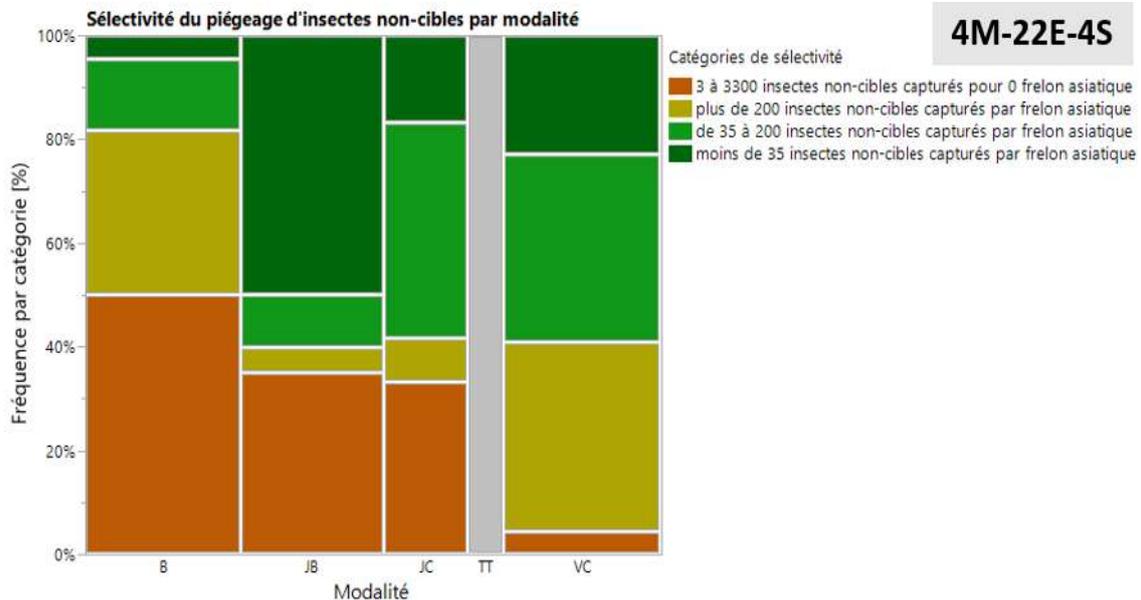
Finalement, nous remercions vivement l'ensemble des partenaires, le GDS 19, GDSA 23 et ASAD87 pour leur implication dans l'essai de terrain et les participants ayant contribué au projet de science participative.



Annexe

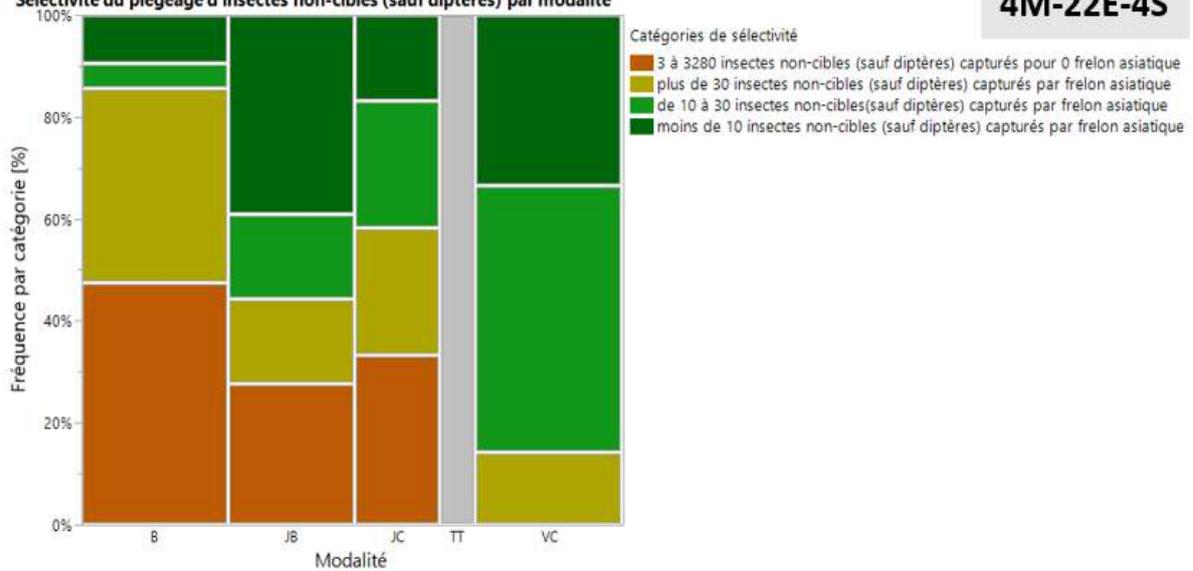


Annexe 1 : Nombre médian de frelons asiatiques capturés par modalité., 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât, B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). La médiane est indiquée par la lettre (m). Les différences significatives entre les modalités sont indiquées par des lettres (Test Steel-Dwass).



Annexe 2 : Sélectivité du piégeage d'insectes non-cibles par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

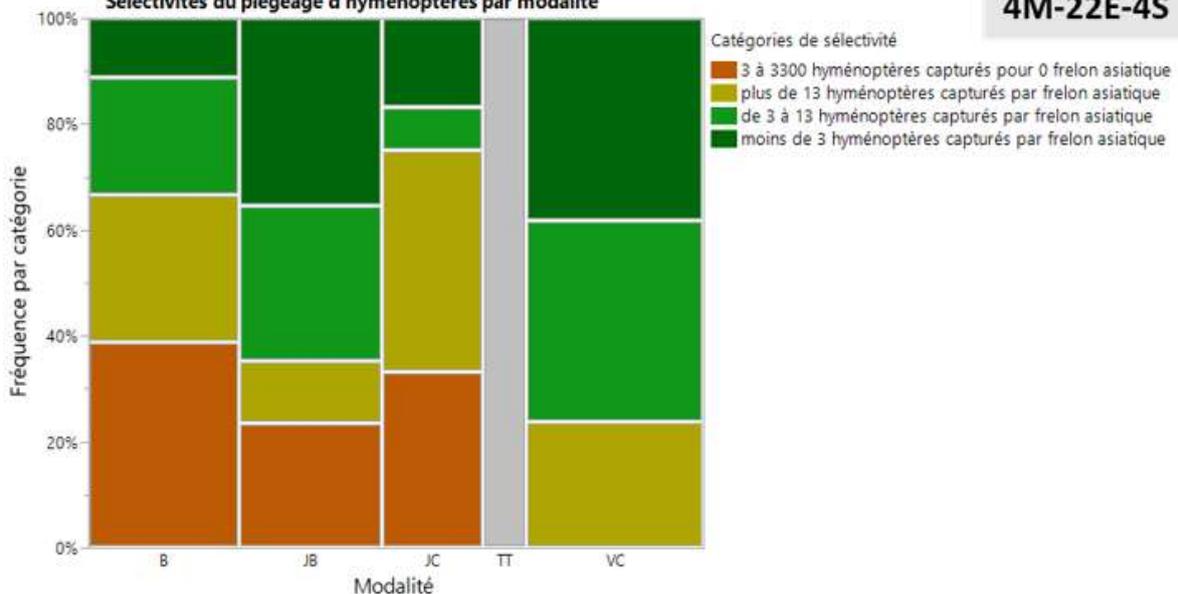
Sélectivité du piégeage d'insectes non-cibles (sauf diptères) par modalité



4M-22E-4S

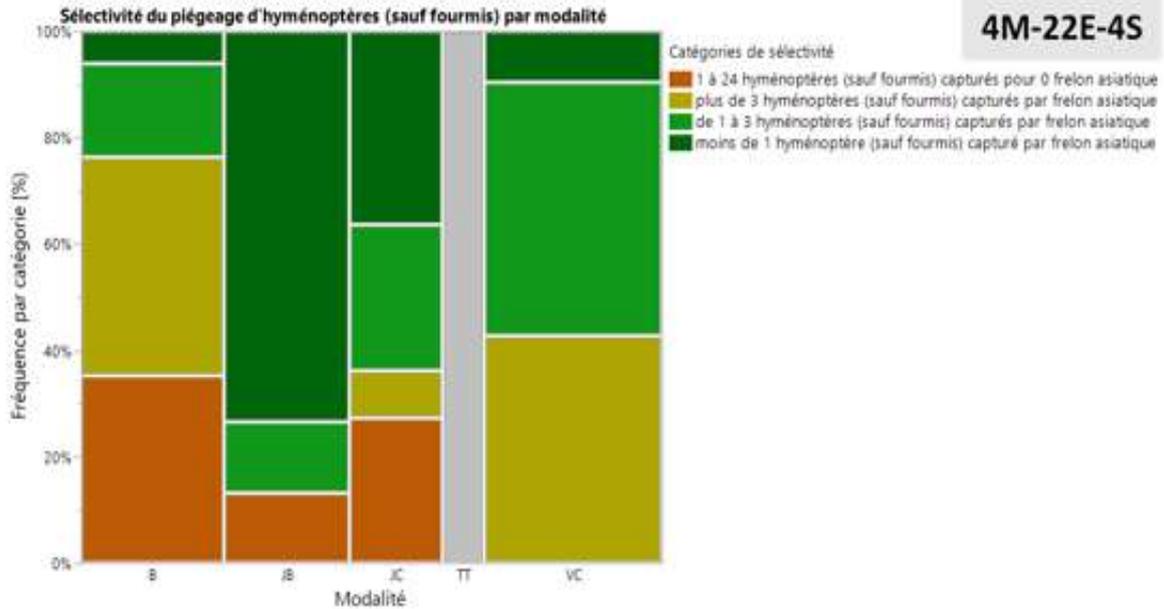
Annexe 3 : Sélectivité du piégeage d'insectes non-cibles (sauf diptères). 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode® X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode® X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma® X appât Vespa Catch®). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».

Sélectivités du piégeage d'hyménoptères par modalité

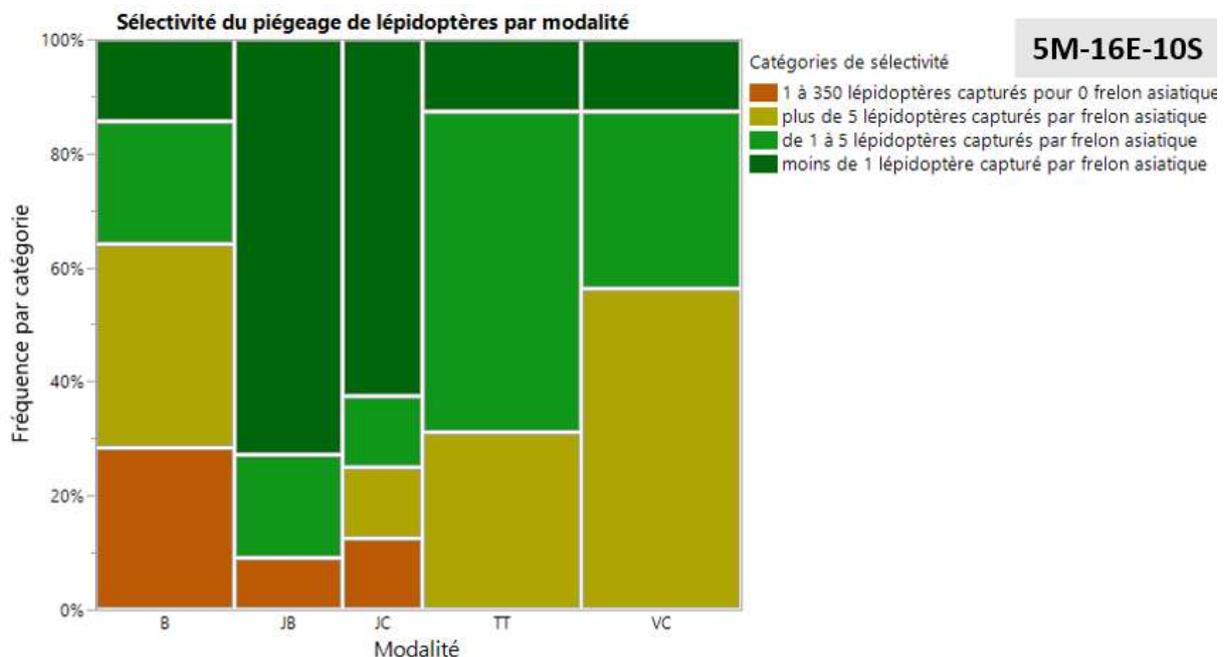


4M-22E-4S

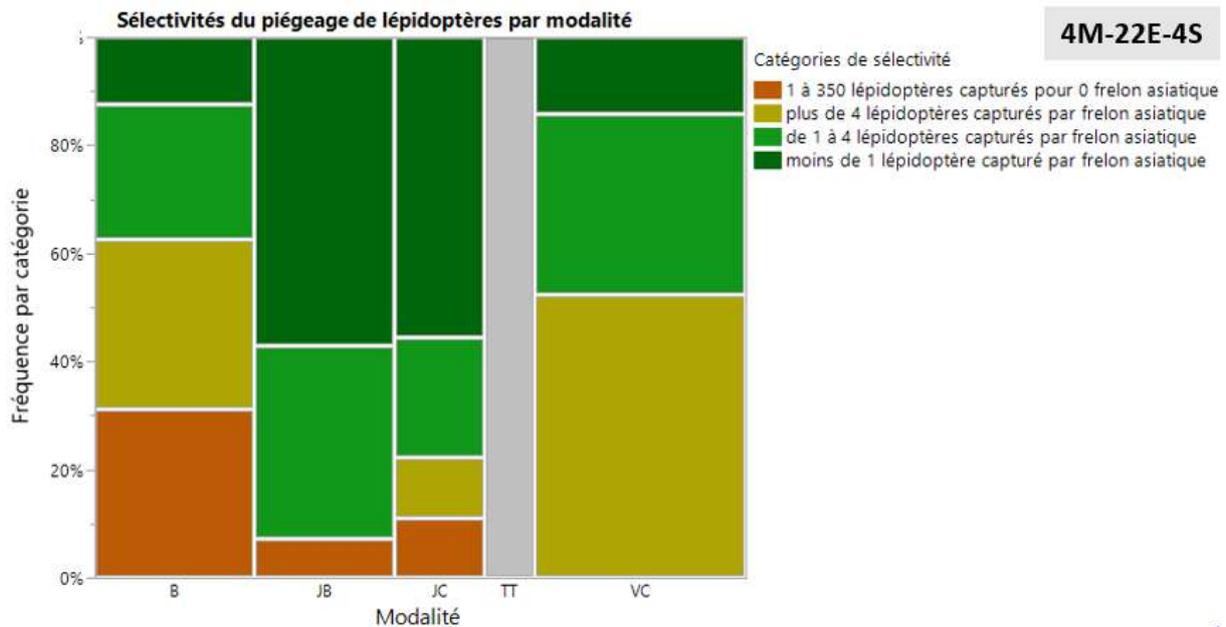
Annexe 4 : Sélectivité du piégeage d'hyménoptères par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode® X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode® X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma® X appât Vespa Catch®). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



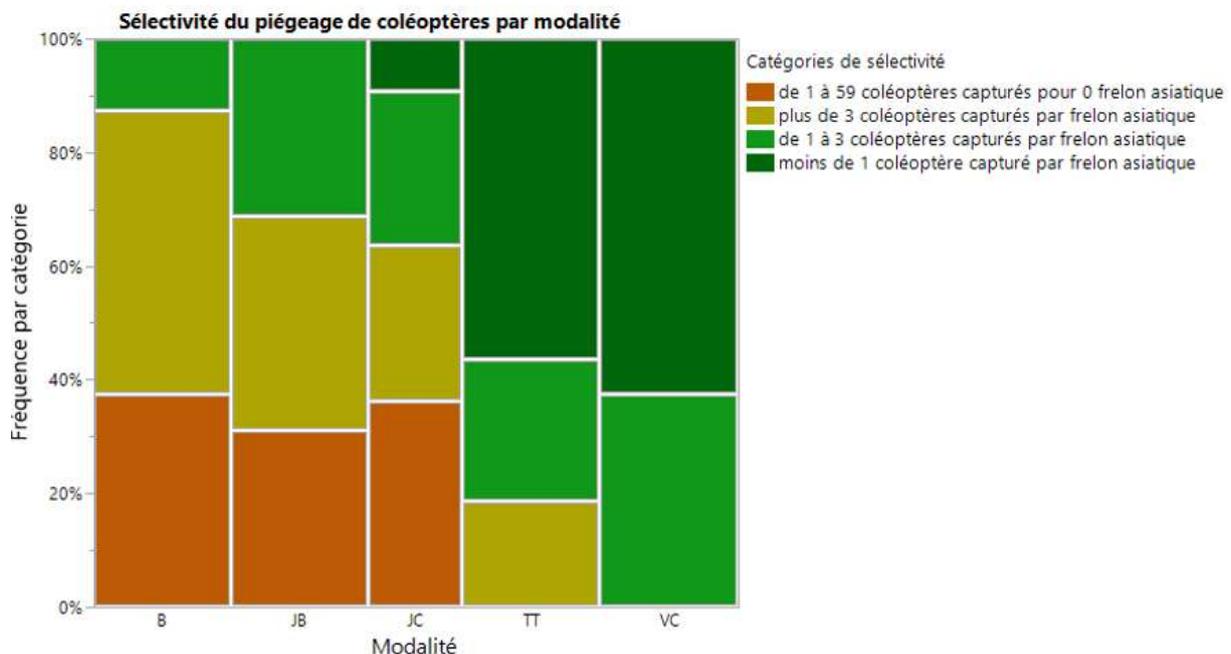
Annexe 5 : Sélectivité du piégeage d'hyménoptères sauf fourmis par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



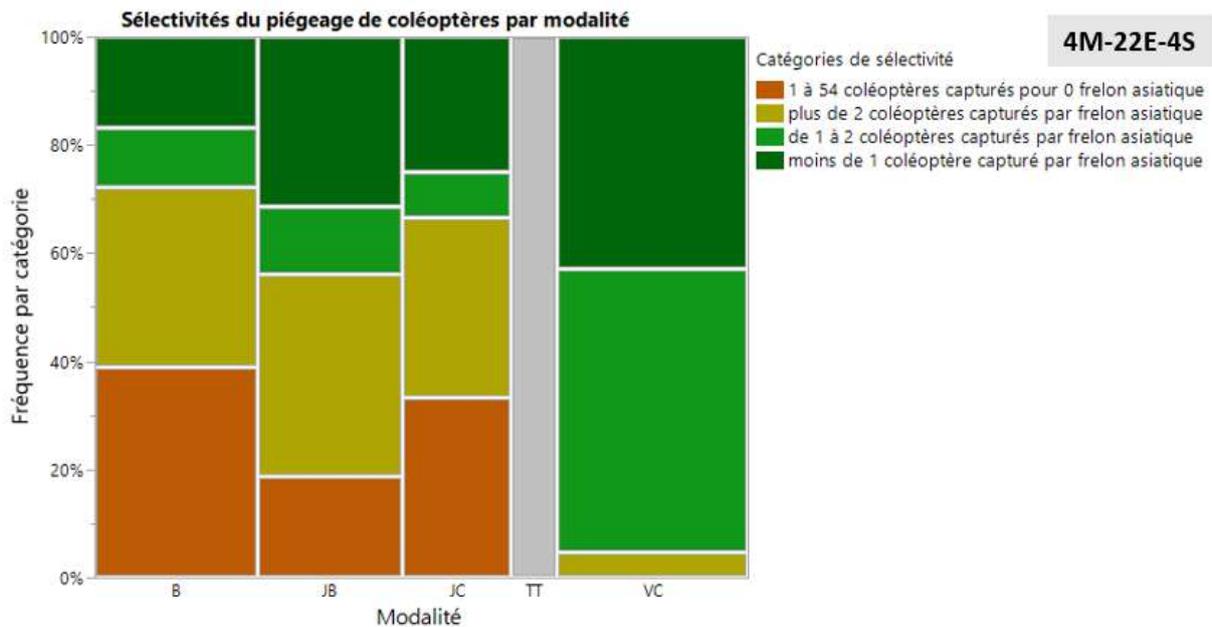
Annexe 6 : Sélectivité du piégeage des lépidoptères par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



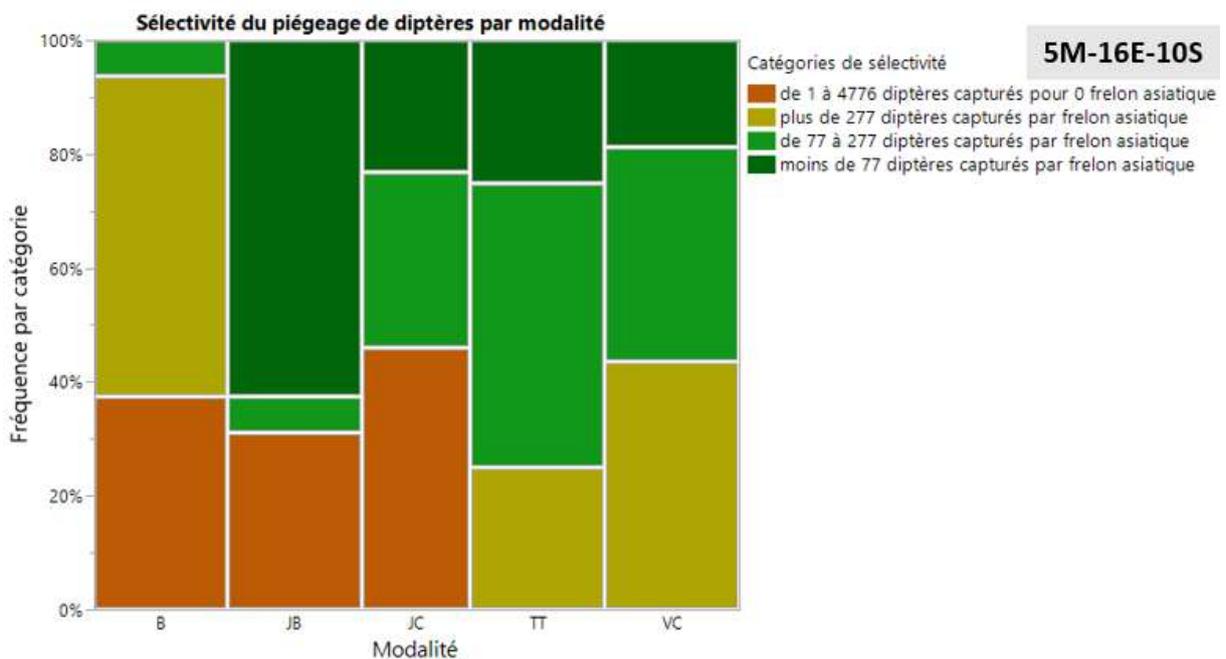
Annexe 7 : Sélectivité du piégeage des lépidoptères par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



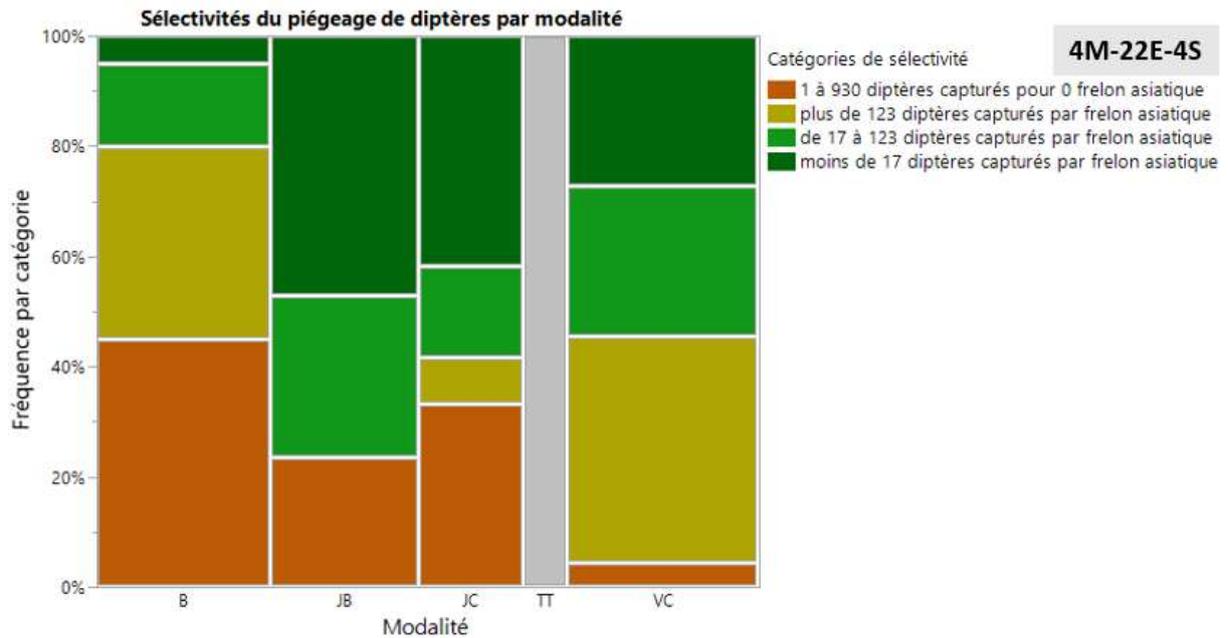
Annexe 8 : Sélectivité du piégeage des coléoptères par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



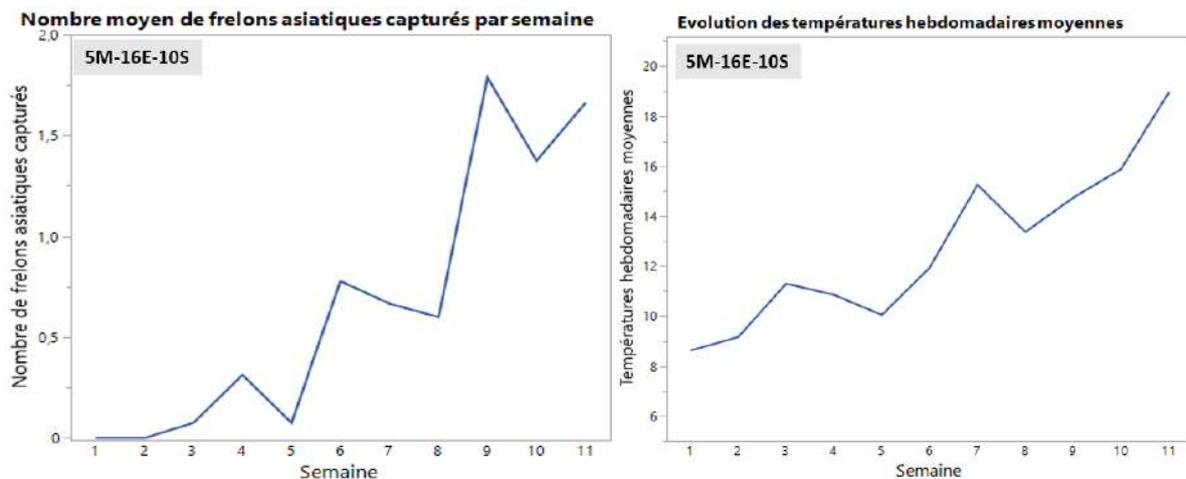
Annexe 9 : Sélectivité du piégeage des coléoptères par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



Annexe 10 : Sélectivité du piégeage des diptères par modalité. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier), TT (piège Tap-Trap[®] X appât bière, sirop et vin) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



Annexe 11 : Sélectivité du piégeage des diptères par modalité. 4M-22E-4S (4 modalités, 22 emplacements, 4 semaines de suivi). Les modalités sont constituées d'une combinaison piège X appât. B (piège bouteille X appât bière, sirop et vin), JB (piège Jabeprode[®] X appât bière, sirop et vin), JC (piège Jabeprode[®] X appât jus de cirier) et VC (piège Véto-pharma[®] X appât Vespa Catch[®]). Dans l'ordre croissant de sélectivité se trouvent les catégories de couleur « orange », « jaune », « verte clair » et « verte foncé ».



Annexe 11 : Gauche : Dynamique des captures moyennes de frelons asiatiques au cours des semaines. Droite : Evolution des températures hebdomadaires moyennes. 5M-16E-10S (5 modalités, 16 emplacements, 10 semaines de suivi). Semaine 1 (mardi).