

RAPPORT

Lutte contre le frelon asiatique *Vespa velutina*

Évaluation comparative des modalités de piégeage de protection du rucher

Damien DECANTE
Chargé de mission

Mai 2014

SOMMAIRE

Résumé	5
Remerciements	5
1 Introduction	6
2 Objectif et contexte.....	7
3 Attractivité et sélectivité.....	8
3.1 Matériels et méthodes	8
3.1.1 Dispositif de mesure.....	8
3.1.2 Analyse des données.....	9
3.2 Résultats	9
3.2.1 Efficacité des modalités de piégeage.....	9
3.2.2 Sélectivité des modalités de piégeage	11
3.3 Conclusion.....	14
4 Impact sur la protection du rucher.....	15
4.1 Matériels et méthodes	15
4.1.1 Dispositif de mesure.....	15
4.1.2 Analyse des données.....	16
4.2 Résultats	17
4.2.1 Attractivité des modalités de piégeage	17
4.2.2 Pression de <i>V. velutina</i> et comportement des colonies	18
4.2.3 Dynamique de développement des colonies	19
4.3 Conclusion.....	20
5 Conclusion générale et perspectives	21
Annexes.....	22
Annexe 1 : Formes de pièges	22
Annexe 2 : Préparation des appâts	23
Annexe 3 : Piège et attractif Veto-pharma.....	24
Annexe 4 : Captures de <i>V. velutina</i> dans chaque rucher d'essai	25
Annexe 5 : Pression de <i>V. velutina</i> et comportement des colonies	26
Bibliographie	27

RESUME

L'efficacité, la sélectivité et l'impact des modalités de piégeage retenues par le groupe de travail sur *Vespa velutina* ont été comparés par deux dispositifs expérimentaux, situés en périphérie de Toulouse. L'efficacité et la sélectivité ont été évaluées par comptage des insectes capturés dans chaque modalité, disposée simultanément dans des ruchers.

L'impact de ces modalités sur l'activité de butinage des colonies d'abeilles a été évalué dans des ruchers distincts, équipés d'une des modalités, ainsi que dans des ruchers témoins sans protection contre *V. velutina*. Le nombre de *V. velutina* capturés et présents devant les ruches, le comportement et de la dynamique de croissance des colonies d'abeilles y ont été mesurés.

Les appâts sucrés ont montré des efficacités et sélectivités supérieures à celles des autres modalités. Les pièges « dômes » ont montré la meilleure efficacité de capture de *V. velutina* et la meilleure sélectivité, en terme de proportion d'insectes non cibles capturés. Les faibles niveaux de pression de *V. velutina* au rucher, ajoutés à l'absence de *V. velutina* et de stress des abeilles dans les ruchers témoins, n'ont pas mis en évidence des différences de comportement et de développement des colonies.

Les faibles niveaux de pression de *V. velutina* amènent à nuancer les conclusions tirées dans cette étude. En particulier, les résultats liés à l'efficacité des appâts divergent de ceux obtenus par l'INRA de Bordeaux et par le MNHN, très probablement en raison des faibles pressions de *V. velutina* et de besoins en aliment protéique faibles. La reconduction de cette étude en 2014, avec une méthodologie similaire mais dans une zone géographique élargie, paraît nécessaire.

REMERCIEMENTS

Nous tenons en premier lieu à remercier l'ensemble des partenaires apiculteurs (Syndicat d'Apiculture Méridionale – SAM, apiculteurs bénévoles...) du secteur toulousain pour le prêt de ruches, d'emplacements, ainsi que pour la participation active à la réalisation des relevés. La collecte de données sur un réseau de mesure aussi étendu a été grandement facilitée par leur volontarisme, leur compétence et leur sérieux.

Nous tenons également à remercier l'Association de développement de l'apiculture en Midi-Pyrénées (ADAM), dont la collaboration et la réactivité ont permis de mener à bien cette étude. Il convient de remercier particulièrement Virginie BRITTEN pour sa présence et sa participation constante et la résolution des nombreux problèmes pratiques rencontrés, Gisèle MAKIELA-MAGAMBOU pour la rapidité avec laquelle elle a réussi à mobiliser les nombreux partenaires, et Clément GARCIN pour la constante et souvent intensive réalisation des mesures de terrain.

Enfin, nous remercions également pour leur soutien financier la Direction générale de l'Alimentation du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt et Veto-pharma.

1 INTRODUCTION

Le frelon asiatique (*Vespa velutina nigrithorax* de Buysson, 1905) a été classé comme danger sanitaire de deuxième catégorie pour l'apiculture et espèce dont l'introduction est interdite pendant l'hiver 2012-2013¹. L'autorité administrative, représentée par le MAAF et le MEDDE, a alors constitué un groupe de travail MEED-MAAF² afin de définir les actions à mettre en œuvre dans le cadre d'un plan de surveillance, de prévention et de lutte. Parmi ces actions, figurent le piégeage de protection du rucher. Il vise, par l'installation de dispositifs de piégeage d'ouvrières de *V. velutina* au rucher pendant les périodes estivales et automnales, à maintenir l'activité de butinage de colonies exposées à la pression de *V. velutina*.

Les connaissances globales sur l'efficacité et la sélectivité des modalités de piégeage au rucher sont, à l'heure actuelle, insuffisantes. Le développement de ces méthodes, majoritairement mené empiriquement, a permis l'émergence rapide de cette stratégie de lutte. Cependant, l'abondance et la diversité des préconisations sont peu argumentées par manque d'évaluation chiffrée de leurs efficacités et sélectivités. Dans le meilleur des cas, les évaluations ont porté sur la comparaison de seulement deux modalités sur une saison d'étude (Villemant *et al.*, 2009 ; Rome *et al.*, 2011a). Elles se sont concentrées sur la quantité d'insectes capturés (*V. velutina* et insectes non cibles) sans mesurer l'impact sur l'activité de butinages des colonies.

De nouvelles méthodes de protection font constamment leur apparition. Seules celles les plus largement utilisées ont été retenues par le groupe de travail MEDDE-MAAF. Ces dernières reposent toutes sur l'utilisation de pièges (de type « nasse » ou « dôme »), dans lesquels sont placés des appâts alimentaires (Maher & Thiery, 2009) peu sélectifs, qui entraînent la capture d'insectes non cibles (Rome *et al.*, 2011ab). L'ITSAP - Institut de l'abeille a été chargé par le groupe de travail de l'évaluation de ces modalités de piégeage. Le protocole a été conçu avec le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), suivant les consensus du groupe de travail. Sa mise en œuvre a eu lieu entre août et novembre 2013 en Midi-Pyrénées, en collaboration avec l'Association de développement de l'apiculture en Midi-Pyrénées (ADAM).

¹ Arrêté du 26 décembre 2012 relatif au classement dans la liste des dangers sanitaires du frelon asiatique ; arrêté du 22 janvier 2013 relatif à l'interdiction d'introduction de spécimens du frelon à pattes jaunes *Vespa velutina*

² Groupe de travail composé de représentants des Ministères, organismes et structures suivants : MEDDE, MAAF, CGAAER, Bureau santé animale de la DGAI, GDS France, FNOSAD, UNAF, SNA, ITSAP-Institut de l'abeille, IRBI/CNRS, MNHN, CNA, OPIE, CNPN, FNLON, SDIS 45, MSA, Chambre Agriculture (47) et Chambre syndicale désinfection, désinsectisation, dératisation.

2 OBJECTIF ET CONTEXTE

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les procédures de piégeage des ouvrières du frelon asiatique *V. velutina* par une mesure précise et comparative des captures réalisées. Nos résultats doivent permettre de déterminer pour 2014 les modalités de piégeage les mieux adaptées à la protection du rucher. Pour ce faire, les captures réalisées avec ces modalités et leurs impacts sur les colonies ont été mesurées au travers de deux dispositifs distincts.

Le premier dispositif vise à évaluer l'efficacité et la sélectivité des modalités suivantes : pièges nasse ou dôme, associés à des appâts sucrés, protéiques, ou « jus de cirier », ainsi que le piège et l'appât commercialisés par Veto-pharma. À cette fin, elles ont été disposées simultanément et dans des conditions identiques dans des ruchers d'essai. Le nombre d'insectes capturés (*V. velutina* et insectes non cibles) dans chaque modalité a été compté et comparé à intervalles réguliers pendant la période de présence de *V. velutina*.

Le second dispositif vise à évaluer, dans des conditions réelles, l'impact des pièges sur l'activité de butinage des colonies d'abeilles. Pour ce faire, des pièges nasses associés à un type d'appât (sucré, protéique, ou « jus de cirier ») ont été disposés dans chacun des ruchers de l'essai. En plus des effectifs de *V. velutina* capturés, le nombre de *V. velutina* présents devant les ruches, le comportement et de la dynamique de croissance des colonies d'abeilles ont été mesurés. Ces mêmes paramètres ont été mesurés dans des ruchers témoins sans piège ni autre protection contre *V. velutina*, afin d'évaluer l'effet des modalités de piégeage testées sur le niveau de pression exercé par *V. velutina* et sur le comportement des colonies d'abeilles.

Cette étude a été mise en place en périphérie de Toulouse, avec la large participation de l'ADAM. Les ruchers associés au premier dispositif sont composés de ruches appartenant au LEGTA de Toulouse-Auzeville, au Centre de recherches sur la cognition animale (UMR 5169, UPS - CNRS) et à Christophe Étienne, président de l'ADAM. Ceux associés au second dispositif appartiennent à de nombreux apiculteurs indépendants, qui ont en grande partie été mobilisés par le biais du Syndicat d'Apiculture Méridionale (SAM) partenaire de l'ADAM.

3 ATTRACTIVITE ET SELECTIVITE

3.1 Matériels et méthodes

3.1.1 Dispositif de mesure

3.1.1.1 Ruchers

Les trois ruchers d'essai ont été disposés par l'ADAM, avec l'appui de leur propriétaire, en périphérie sud de Toulouse sur les communes de Lacroix-Falgarde, Clermont-le-Fort et Baziège, dans des paysages comprenant des bois, des prairies et des grandes cultures.

L'absence de symptômes sanitaires et le bon état de développement de chaque colonie, ainsi que la présence d'une reine en ponte, ont été vérifiés par le technicien de l'ADAM lors de la mise en place des ruchers.

Dans chaque rucher, sept binômes de ruches accolées ont été disposés en cercle, avec la planche d'envol orientée vers l'extérieur du cercle, chaque binôme étant séparé des autres par une distance de 2 mètres (figure 1). Chaque modalité de piégeage a été disposée face à un binôme de ruches, à 0,5 m de distance.

3.1.1.2 Modalités de piégeage

Les modèles de piège et les types d'appâts retenus correspondent à ceux évoqués dans le cadre du groupe de travail MEDDE-MAAF et évalués par l'INRA de Bordeaux et le MNHN (Maher & Thiery, 2009 ; Villemant *et al.*, 2009, 2011) :

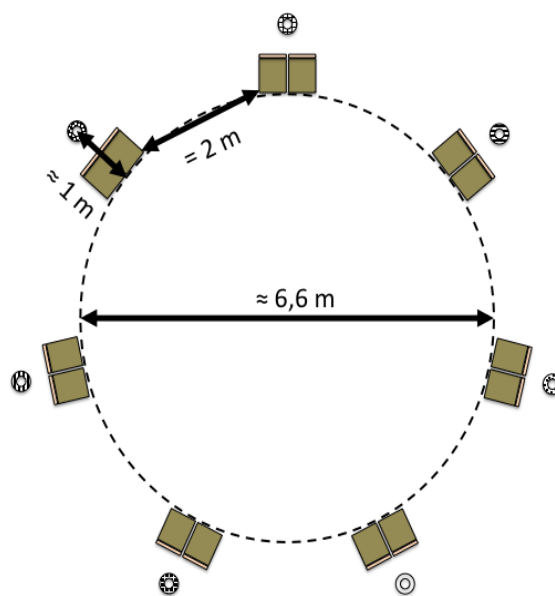
- piège nasse ESAT ALPHA et piège dôme Sutterra (annexe 1),
- appât protéique, appât sucré et appât au jus de cirier (annexe 2),
- piège Veto-pharma et appât associé (annexe 3).

Les modalités testées sur chaque rucher correspondent à la combinaison des deux modèles de pièges recevant l'un ou l'autre des trois types d'appâts, auxquelles a été ajouté le kit Veto-pharma, soit un total de sept modalités.

Dès l'apparition des premières ouvrières de *V. velutina* en comportement de prédation, chaque modalité de piégeage a été amorcée. Trois fois par semaine (le même jour pour chacun des trois ruchers) les pièges ont été vidés sur place pour compter les frelons asiatiques et à cette occasion les appâts ont été renouvelés, le reste du contenu des pièges n'étant pas conservé. Puis chaque modalité a été déplacée sur le binôme de ruche voisin, évitant ainsi que les mesures soient biaisées par un effet de l'emplacement de la modalité de piégeage.

Toutes les deux semaines, le contenu des pièges de chaque modalité (de quelques dizaines à plusieurs centaines d'insectes selon la période et le rucher) a été prélevé, référencé et conservé en attendant d'être analysé (observation de l'aspect sélectivité). L'ensemble des insectes ainsi capturés et conservés a ensuite été collecté pour être recensé dans chacune des catégories suivantes : « *V. velutina* mâles et femelles », « *Vespa crabro* », « *Apis mellifera* », « autres Vespidae », « autres Hyménoptères », « Lépidoptères », « Diptères » et « autres insectes ».

Figure 1. Disposition des ruches et pièges au sein de chaque rucher d'essai. Chaque binôme alterne le type d'appât et la forme du piège.



3.1.2 Analyse des données

3.1.2.1 Variables d'intérêt

L'efficacité de chaque modalité a été évaluée par les quantités de *V. velutina* capturées. Leur sélectivité a été évaluée par la quantité d'insectes non cibles capturés, mais également par les proportions de *V. velutina* dans le total des captures d'insectes. L'intervalle de temps entre chaque relevé étant variable, les effectifs d'insectes sont exprimés en captures par jour.

3.1.2.2 Tests statistiques

L'ensemble des tests statistiques ont été réalisés par le logiciel TANAGRA (Rakotomalala, 2004). La normalité de la distribution des effectifs d'insectes capturés a été préalablement vérifiée par le test de Shapiro-Wilk ($p=0,05$) (Rakotomalala, 2011). L'essentiel de ces mesures ne satisfaisant pas au test de normalité des données, l'existence de différences significatives (d'efficacité et de sélectivité) sur l'ensemble des modalités a été testée par une ANOVA de Friedman (test non paramétrique pour échantillons appariés ; $p=0,05$) (Rakotomalala, 2008). Lorsque des différences significatives ont été avérées, la détermination de l'origine de ces différences a été déterminée par la comparaison des rangs moyens, le seuil de significativité initial ($p=0,05$) ayant été corrigé selon la méthode de Bonferroni.

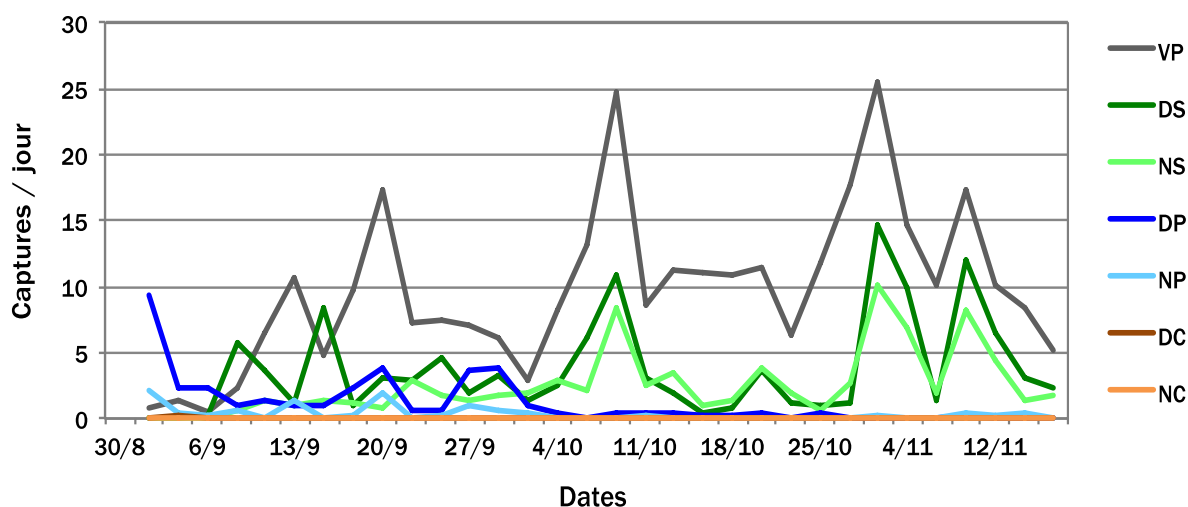
3.2 Résultats

3.2.1 Efficacité des modalités de piégeage

3.2.1.1 Dynamique des captures de *V. velutina*

Chaque modalité de piégeage a été amorcée le 30 août sur les trois ruchers d'essai, dès l'apparition des premières ouvrières de *V. velutina* en comportement de prédation. Les mesures ont été poursuivies jusqu'au 15 novembre. Bien que les niveaux de captures mesurés se soient montrés inégaux sur chacun des sites (annexe 4), l'efficacité relative des différentes modalités est comparable à celle représentée sur la figure 2.

Figure 2. Évolution du nombre moyen des captures de *V. velutina* par jour sur les trois ruchers d'essai, pour chaque modalité (Veto-pharma VP, Dôme-Sucré DS, Nasse-Sucré NS, Dôme-Protéique DP, Nasse-Protéique NP, Dôme-Cirier DC et Nasse-Cirier NC).



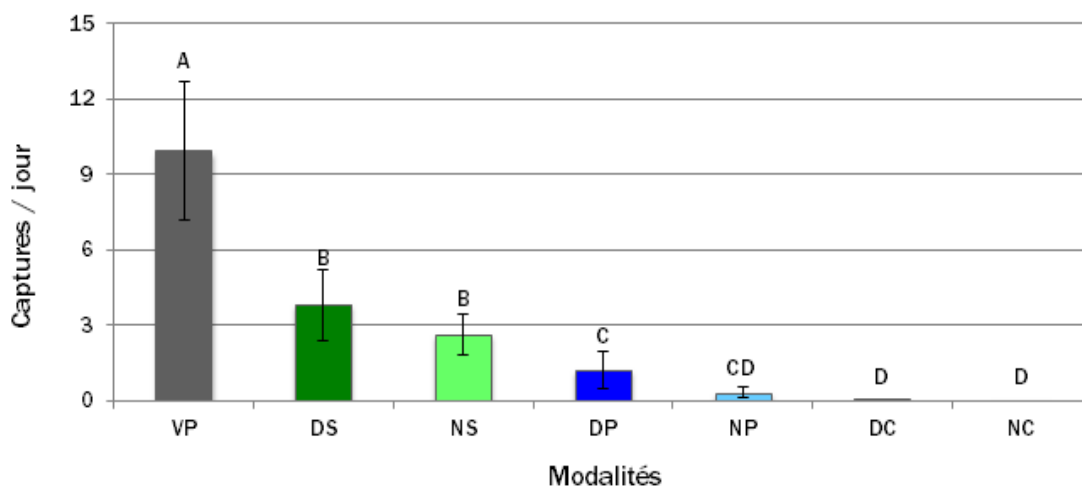
Les niveaux de captures réalisés avec les modalités contenant des appâts sucrés (Veto-pharma VP, Dôme-Sucré DS et Nasse-Sucré NS) ont été significativement supérieurs à ceux des autres modalités, en particulier pendant la seconde partie de la campagne de piégeage. Bien que montrant les niveaux de capture de *V. velutina* les plus élevés au début de la campagne de piégeage, l'appât protéique (Dôme-Protéique DP et Nasse-Protéique NP) a par la suite perdu en efficacité. Enfin, les captures réalisées avec les appâts au jus de cirier (Dôme-Cirier DC et Nasse-Cirier NC) ont été quasi nulles sur l'ensemble de la période d'étude (2 captures au total avec la modalité DC à Lacroix-Falgarde).

La meilleure efficacité des modalités avec appâts sucrés concorde avec l'hypothèse d'un retard de développement des nids en 2013. En effet les températures et la pluviométrie de début de saison n'ont pas été favorables et ceci pourrait avoir entraîné un moindre développement du couvain de *V. velutina* pendant la période habituelle de prédation sur les ruchers. Ainsi, les appâts sucrés, qui constituent la source d'alimentation énergétique indispensable aux adultes, ont été préférés aux appâts protéiques, qui correspondent aux substances nécessaires à l'alimentation des larves, ainsi qu'aux appâts au jus de cirier, reproduisant les odeurs de ruche, lieu d'approvisionnement en protéine privilégié par *V. velutina*. Toutefois, en l'absence de donnée précise sur le nombre et le niveau de développement des nids, les causes expliquant ces résultats restent à confirmer.

3.2.1.2 Niveaux de captures de *V. velutina*

L'analyse statistique confirme l'observation du nombre de captures moyen par jour de *V. velutina* (figure 3) : les captures réalisées avec les différents appâts ont présenté des différences significatives. Les performances de la modalité Veto-pharma ont été significativement supérieures aux modalités avec appâts sucrés, elles-mêmes étant supérieures aux modalités avec appâts protéiques. Enfin, les modalités avec appâts au jus de cirier sont significativement inférieures à toutes les autres. Par la suite les formes de piège et les types d'appât sont comparés indépendamment, la modalité Veto-pharma n'y est pas intégrée car ne partageant ni la forme ni l'appât des autres modalités et elle ayant montré un niveau de capture supérieur.

Figure 3. Nombre moyen de captures de *V. velutina* par jour sur les 3 ruchers d'essai, pour chaque modalité (Veto-pharma VP, Dôme-Sucré DS, Nasse-Sucré NS, Dôme-Protéique DP, Nasse-Protéique NP, Dôme-Cirier DC et Nasse-Cirier NC). Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.



La comparaison des captures moyennes réalisées avec chacun des trois appâts, indépendamment de la forme du piège (figure 4), confirme cette hiérarchie d'efficacité entre appâts sucrés, protéiques et au jus de cirier.

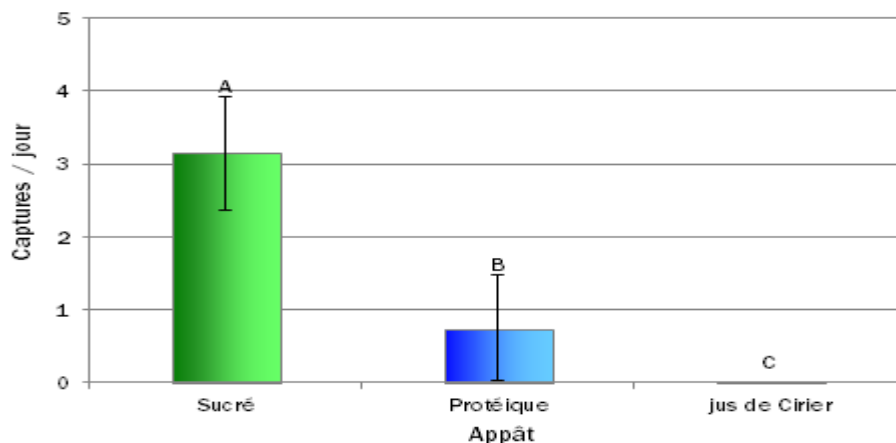


Figure 4. Nombre moyen de captures de *V. velutina* par jour sur les 3 ruchers d'essai, pour chaque type d'appât. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

D'autre part, la comparaison des captures moyennes réalisées avec chacun des deux pièges, indépendamment du type d'appât (figure 5), confirme la meilleure efficacité des pièges Dôme par rapport aux pièges Nasse. De fait, les captures réalisées avec la modalité Dôme protéique DP sont supérieures à celles réalisées avec la modalité Nasse protéique NP (figure 3).

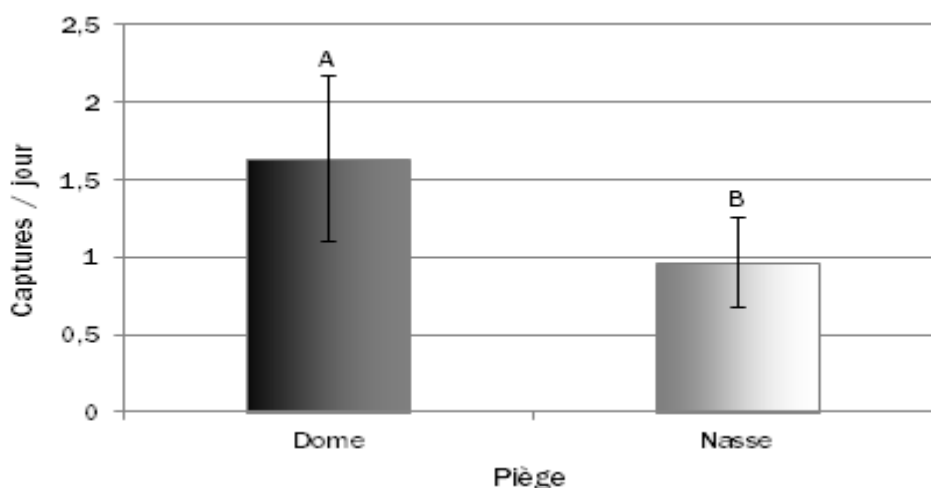


Figure 5. Nombre moyen de captures sur les 3 ruchers d'essai, exprimée en *V. velutina* par jour pour chaque type de piège. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

3.2.2 Sélectivité des modalités de piégeage

3.2.2.1 Quantité d'insectes non cibles

Les quantités et la nature taxonomique des insectes non cibles capturés varient selon la modalité de piégeage (figure 6). Les diptères représentent, pour toutes les modalités, la majorité des insectes non cibles capturés. La modalité Dôme Protéique (DP) présente le niveau de capture d'insectes non cibles le plus élevé, ceux-ci étant également majoritairement composés de diptères. Ceci peut s'expliquer par l'effet combiné de l'appât, à savoir du poisson mixé dilué, et de l'absence d'échappatoire, contrairement à la modalité Nasse Protéique NP. Ainsi, les quantités capturées sont en moyenne de 64 diptères par jour dans la modalité Dôme Protéique contre 12 dans la modalité Nasse Protéique.

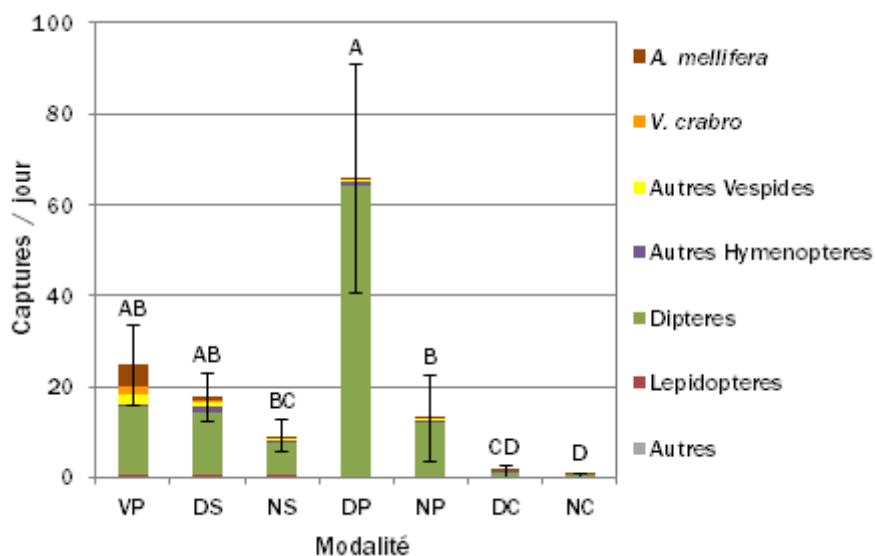


Figure 6. Nombre moyen par modalité des captures d'insectes non cibles par jour sur les 3 ruchers d'essai. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

Les abeilles (*A. mellifera*) et les frelons européens (*V. crabro*) sont majoritairement capturés dans les modalités contenant des appâts sucrés, en particulier dans la modalité Veto-pharma (VP). Les captures d'*A. mellifera* sont principalement attribuables au comportement de pillage, habituel à cette période. Là encore, la présence d'échappatoire permet de réduire substantiellement la quantité d'abeilles capturées : 0,72 abeilles par jour pour la modalité Dôme Sucré contre 0,41 pour la modalité Nasse Sucré.

Enfin, il convient de préciser qu'en plus d'être faibles, les quantités de Lépidoptères capturées sont très majoritairement représentées par les fausses teignes *Galleria mellonella* et *Achroea grisella*, parasites des ruches.

3.2.2.2 Proportion d'insectes non cibles

Outre la quantité d'insectes non cibles, la sélectivité des modalités doit également considérer leur proportion par rapport aux captures de *V. velutina*. De ce point de vue, les modalités contenant des appâts sucrés, en particulier la modalité Veto-pharma, présentent de loin les proportions la plus élevée de *V. velutina* capturés (figure 7). Cependant, cette dernière modalité est également celle capturant les plus grandes proportions de *A. mellifera* et de *V. crabro*.

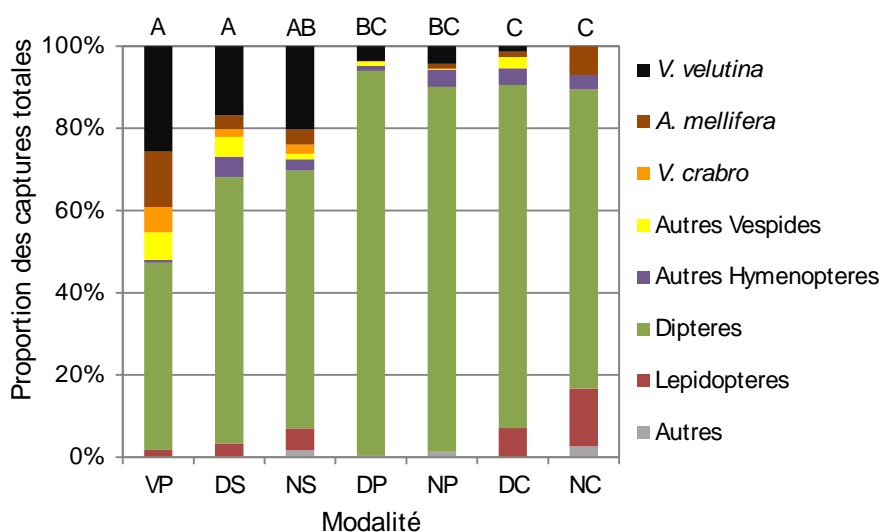


Figure 7. Proportions moyennes pour chaque modalité des captures d'insectes non cibles sur les 3 ruchers d'essai. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre les proportions de *V. velutina* (et d'insectes non cibles) capturés dans chaque modalité.

De fait, la comparaison des proportions de *V. velutina* capturés avec chacun des trois appâts, indépendamment de la forme du piège (figure 8), confirme la hiérarchie de sélectivité entre appâts sucrés, protéiques et au jus de cirier.

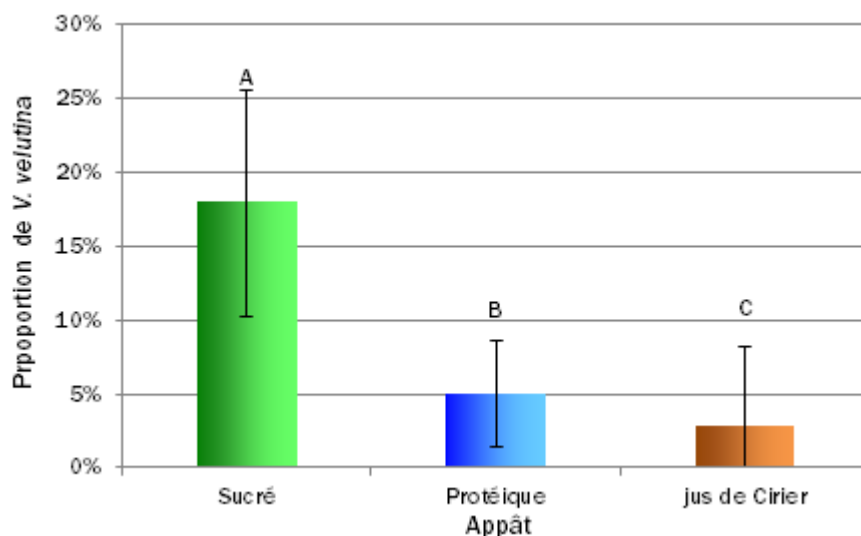


Figure 8. Proportions moyennes des captures de *V. velutina* pour chaque appât sur les 3 ruchers d'essai. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

Considérant les objectifs de cette méthode de lutte, à savoir protéger au niveau du rucher les colonies, la capture en proportion importante d'abeilles peut s'avérer être contre-productive. Il en est de même pour *V. crabro*, qui partage la même niche écologique que *V. velutina* ; en minorité dans la plupart des secteurs anciennement colonisés par *V. velutina*, la capture de *V. crabro* reviendrait à faciliter encore plus l'installation de *V. velutina*.

Contrairement aux niveaux de capture de *V. velutina*, la forme du piège (et notamment la présence d'échappatoire) n'exerce pas d'influence significative sur la proportion de captures de *V. velutina* et de l'ensemble des insectes non cibles (figure 9). Dans certains cas, il semble cependant permettre une diminution de capture de certains insectes non cibles, comme évoqué précédemment (diptères dans les modalités avec appât protéique, *A. mellifera* dans les modalités avec appât sucré).

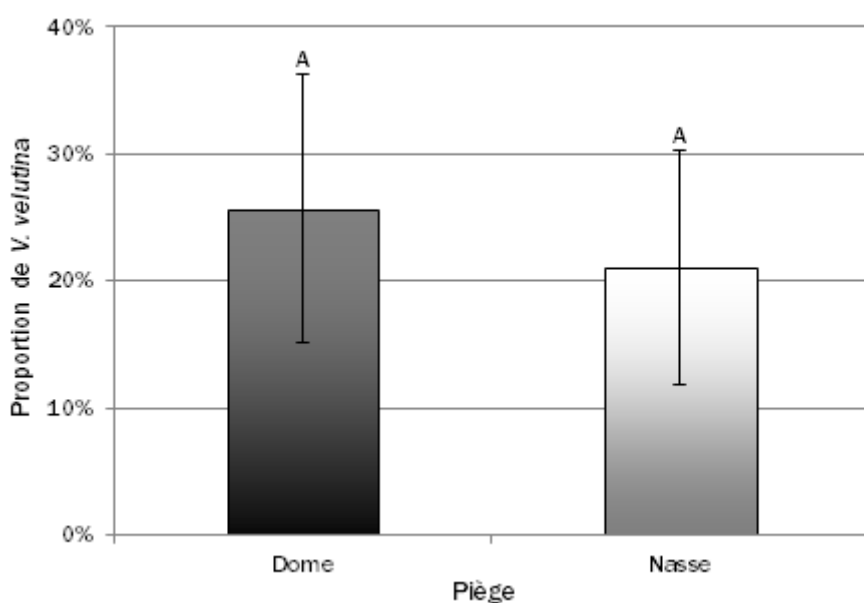


Figure 9. Proportions moyennes pour chaque type de piège des captures de *V. velutina* par jour sur les 3 ruchers d'essai. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

3.3 Conclusion

Les appâts sucrés, et en particulier l'appât commercial Veto-pharma, ont montré des efficacités et sélectivités supérieures à celles des autres modalités. Toutefois, ces conclusions doivent être nuancées, en particulier en raison des faibles niveaux de pression de *V. velutina* au rucher et de besoin en aliment protéique probablement moindres. En effet, ces résultats divergent de ceux obtenus par l'INRA de Bordeaux, qui a obtenu les captures de *V. velutina* les plus élevées avec des appâts protéiques, en condition de forte pression (Villemant *et al.*, 2009). De la même manière, l'inefficacité des appâts au jus de cirier, en contradiction avec les résultats obtenus par le MNHN (Rome *et al.*, 2011a), doit être nuancée.

Si les pièges de type « nasse » capturent, par rapport aux pièges de type « dômes », des quantités moindres d'insectes non cible au rucher, ils y capturent également moins de *V. velutina*. Si bien que la meilleure sélectivité, en terme non plus de quantité mais de proportion d'insectes non cibles capturés, est obtenues avec des pièges de type « dômes ».

4 IMPACT SUR LA PROTECTION DU RUCHER

4.1 Matériels et méthodes

4.1.1 Dispositif de mesure

4.1.1.1 Ruchers

Les ruchers dans lesquels ont été réalisés cette étude sont repartis dans un rayon de 35 km autour de Toulouse, dans des environnements variés. Ils appartiennent à des apiculteurs de loisir et comprennent entre quatre et douze ruches. L'implication des apiculteurs dans l'étude a été faite par sollicitation de l'ADAM et de ses partenaires sur la base du volontariat. Le matériel nécessaire (pièges, appâts, matériel de récolte et de conditionnement des insectes capturés) a été fourni par l'ITSAP. Les moyens disponibles n'ont pas permis d'envisager une indemnisation en cas de perte de colonie par prédation du frelon asiatique, les apiculteurs volontaires qui ont craint pour la survie de leurs colonies ont donc arrêté leur participation en cours d'expérimentation.

L'absence de symptôme sanitaire et le bon état de développement de chaque ruche ainsi que la présence d'une reine en ponte ont été vérifiés par le technicien de l'ADAM préalablement au début des mesures. La configuration initiale des ruchers a été conservée tout au long de l'étude.

Dans chacun des ruchers abritant une modalité de piégeage, la même modalité a été installée à la densité de un piège pour deux ruches. Les pièges y ont été disposés de manière à correspondre au plus près aux prescriptions du groupe de travail, à savoir sur le côté des ruches, l'ouverture de chaque type de piège étant à hauteur des planches d'envol. Sur chaque rucher 4 ruches ont été identifiées pour être observées. Des ruchers témoins dans lesquels aucune méthode de lutte contre *V. velutina* n'a été mise en place sont suivis selon le même protocole d'observation.

4.1.1.2 Modalités de piégeage

Du fait du nombre insuffisant d'apiculteurs volontaires pour tester toutes les modalités de piégeage en un nombre significatif de répétition (objectif : 10 répétitions par modalité car les ruchers témoins ne peuvent être les mêmes que les ruches « piège »), un choix s'imposait. Des modalités testées dans l'étude « Attractivité et sélectivité des pièges » présentée précédemment (Cf. 3.1.1.2 Modalités de piégeage), seule celle avec un piège nasse ESAT ALPHA (annexe 1), associée à chacun des trois appâts (sucré, protéique et jus de cirier ; annexe 2) a été retenue car ayant été le système de piégeage le plus employé pour le piégeage de *V. velutina* par le passé.

Le nombre de ruchers varie selon la modalité considérée :

- piège nasse + appât protéique : 9 ruchers ;
- piège nasse + appât sucré : 10 ruchers ;
- piège nasse + appât au jus de cirier : 7 ruchers (sur les 10 apiculteurs initiaux, 3 ont abandonné l'essai en cours d'expérimentation jugeant les piégeages insuffisants) ;
- témoins sans piège : 5 ruchers (sur les 6 apiculteurs initiaux, 1 apiculteur a abandonné l'essai en cours d'expérimentation craignant pour la survie de ses colonies une fois le frelon présent sur le rucher).

4.1.1.3 Observations au rucher

Piégeage

Le renouvellement des appâts, la collecte des insectes capturés et le dénombrement des *V. velutina* capturés a été effectué par les apiculteurs participants trois fois par semaine pour les appâts protéiques et une fois par semaine pour les appâts sucrés et au jus de cirier.

Observations sur ruches

À chaque relevé, les apiculteurs ont également mesuré, par observation visuelle des quatre mêmes ruches référencées, le nombre de *V. velutina* en vol stationnaire devant les ruches. Le comportement des colonies de ces mêmes ruches a été caractérisé à l'aide de l'un des 3 descripteurs suivants (Monceau *et al.*, 2013 ; Papachristoforou *et al.*, 2011) :

- butinage : entrées, sorties et envols réguliers d'abeilles ;
- amas : accumulation d'abeilles sur la planche d'envol, peu ou pas d'envol ;
- retrait : absence d'abeille sur la planche d'envol, peu ou pas d'envol.

Au plus tard deux semaines après l'amorçage des pièges, l'ensemble des ruchers a été visité par le technicien de l'ADAM. A cette occasion, l'ensemble des insectes collectés par les apiculteurs a été récupéré pour vérification des dénombrements de *V. velutina*. De même, les mesures faites par les apiculteurs du nombre de *V. velutina* en vol stationnaire devant les ruches et du comportement des colonies d'abeilles ont été validées par le technicien de l'ADAM. Enfin, les ruches référencées ont été pesées et le nombre de cadre de corps occupés par des abeilles adultes a été compté. Ces mesures ont été répétées toutes les quatre semaines.

Dans les ruchers témoins ne nécessitant pas l'intervention de l'apiculteur pour l'entretien des pièges, le technicien de l'ADAM a procédé aux mesures du nombre de *V. velutina* en vol stationnaire devant les ruches et de comportement des colonies d'abeilles toutes les deux semaines. Les pesées et dénombrements des cadres de corps occupés par des ouvrières ont été effectués toutes les quatre semaines.

4.1.2 Analyse des données

4.1.2.1 Variables d'intérêt

Tout comme pour les mesures d'attractivité et de sélectivité, l'attractivité de chaque modalité est évaluée par les quantités de *V. velutina* capturées, exprimés en captures par jour.

L'objectif principal de ce dispositif est de mesurer l'impact des modalités de piégeage sur le comportement des colonies, à partir des mesures effectuées dans chaque rucher. Par conséquent, l'ensemble des variables mesurées (nombre de *V. velutina* en prédation devant chaque ruche, comportement des colonies, nombre de cadres de corps de ruche occupés, poids des ruches) ont été exprimés en nombre moyen par rucher.

4.1.2.2 Tests statistiques

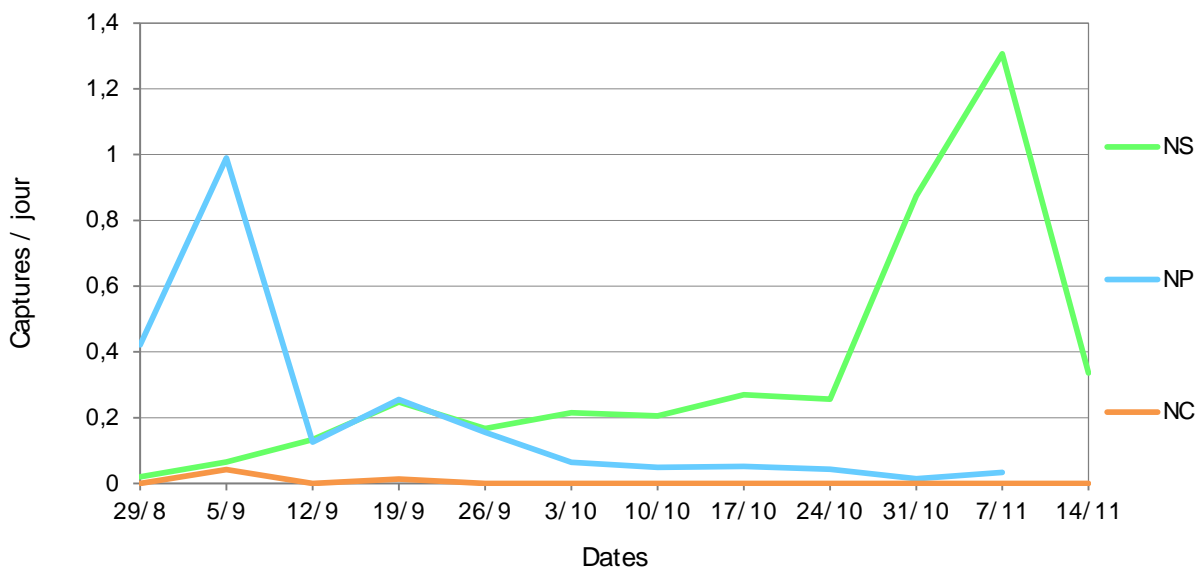
L'ensemble des tests statistiques ont été réalisés par le logiciel TANAGRA (Rakotomalala, 2004). La normalité de la distribution des variables mesurées a été préalablement vérifiée par le test de Shapiro-Wilk ($p=0,05$) (Rakotomalala, 2011). L'essentiel de ces mesures ne satisfaisant pas au test de normalité des données, l'existence de différences significatives de chaque variable selon le type de modalité mises en place dans chaque rucher a été vérifiée par un test de Kruskal-Wallis (test non paramétrique pour échantillons indépendants ; $p=0,05$) (Rakotomalala, 2008). Lorsque ces différences significatives ont été avérées, l'origine de ces différences a été déterminée par la comparaison des rangs moyens, le seuil de significativité initial ($p=0,05$) ayant été corrigé selon la méthode de Bonferroni. Enfin, les relations entre les niveaux de capture et d'autres paramètres mesurés au rucher sont examinées avec le coefficient de corrélation de Spearman ρ .

4.2 Résultats

4.2.1 Attractivité des modalités de piégeage

L'ensemble des modalités de piégeage a été amorcé avec l'appât fourni aux apiculteurs participants entre le 23 août et le 2 septembre (exception faite d'un rucher avec appât protéique, amorcé le 18 septembre). À l'exception de trois apiculteurs ayant abandonné l'essai au cours du mois de septembre, les captures ont été arrêtées entre le 21 octobre et le 12 novembre, lorsque l'absence de capture témoignait de l'arrêt de la prédation par *V. velutina*.

Figure 10. Nombre moyen *V. velutina* capturés par jour pour chaque modalité (Nasse-Sucré NS, Nasse-Protéique NP, et Nasse-Cirier NC).



Les captures ont fortement varié entre ruchers et ont globalement été très inférieures à celles mesurées sur les ruchers ayant servi aux mesures d'attractivité et de sélectivité. Ceci pourrait être dû aux positions des pièges, placés sur le côté des ruches et dont la position a dû être modulée selon la disposition des ruches.

Comme observé précédemment, les niveaux de captures avec les appâts protéiques NP se sont montrés les plus élevés en début de campagne, avant de décroître progressivement (figure 10). À l'inverse, celles réalisées avec les appâts sucrés ont débuté à des niveaux très bas, avant d'augmenter brusquement lorsque la pression était à son maximum. Enfin, les appâts au jus de cirier n'ont capturé qu'un nombre très limité de *V. velutina* (11 individus au total).

Les tendances des niveaux de captures selon le type d'appât ont été les mêmes que celles observés dans la première partie de l'étude. Les appâts sucrés (NS) ont permis des captures significativement supérieures à celles réalisées avec les appâts protéiques (NP), elles-mêmes supérieures à celles réalisées avec les appâts au jus de cirier (NC) (figure 11).

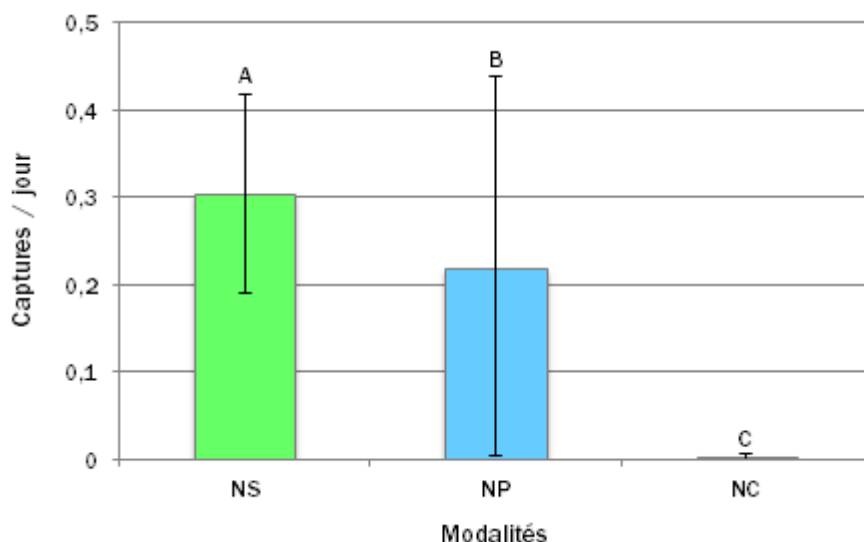


Figure 11. Nombre moyen de *V. velutina* capturés par jour sur les ruchers, pour chaque type de modalité. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

4.2.2 Pression de *V. velutina* et comportement des colonies

Le niveau de pression de *V. velutina* est resté anormalement faible et le comportement des colonies aléatoire au cours de la campagne de mesure (annexe 5). De plus, dans les ruchers témoins sans modalité de piégeage, aucun *V. velutina* en comportement de prédation n'a été observé. Malgré des contrastes importants de pressions moyennes entre les ruchers abritant chacune des modalités (figure 12), aucune différence significative n'a été détectée à l'analyse. Cette divergence entre l'analyse descriptive des résultats (valeur moyenne) et l'analyse statistique provient probablement du test non paramétrique, basé sur les rangs de chaque valeur et non sur l'amplitude des écarts entre valeurs. Ce biais, associé aux faibles effectifs capturés, explique probablement cette divergence.

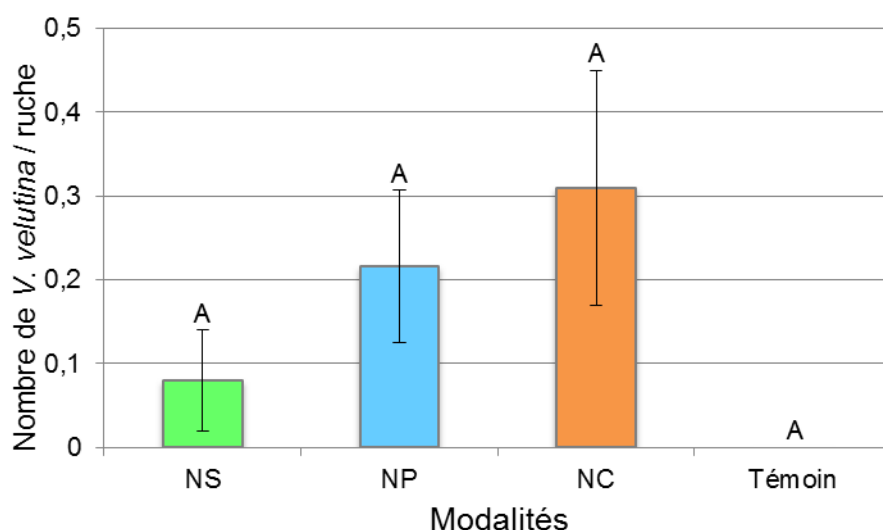


Figure 12. Nombre moyen de *V. velutina* en vol stationnaire devant les ruches, pour les ruchers équipés de chaque modalité de piégeage. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

De même que pour la pression de *V. velutina*, le pourcentage des colonies ayant eu un comportement de défense observé sur la planche d'envol est resté faible et n'a pas été observé dans les ruchers témoins sans modalité de piégeage. Là encore, malgré des contrastes importants entre les ruchers abritant chacune des modalités (figure 13), aucune différence significative n'a été détectée à l'analyse.

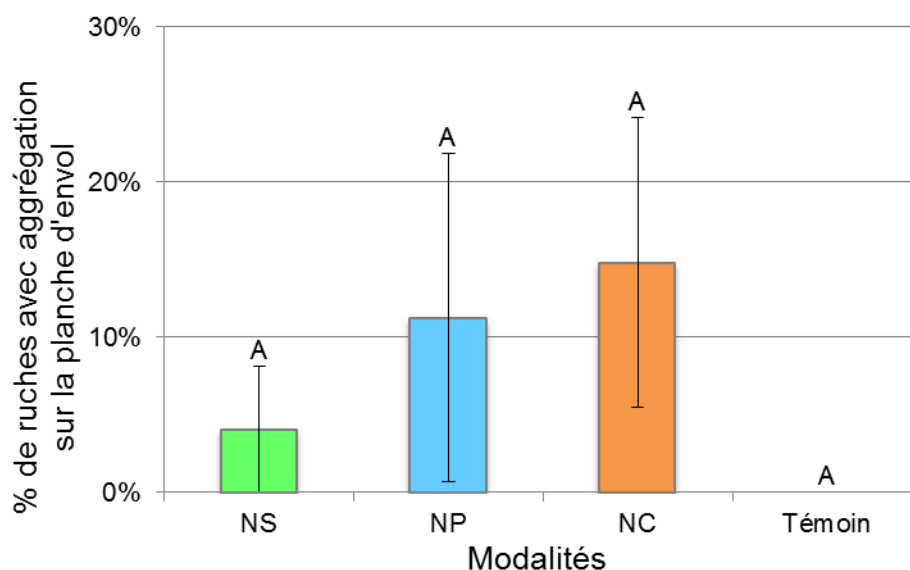


Figure 13. Proportion moyenne de ruches avec accumulation d'abeilles sur la planche d'envol, pour les ruchers équipés de chaque modalité de piégeage. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

De plus, aucune relation entre capture et pression ou comportement des colonies n'a été constaté. Les niveaux de captures mesurés dans chacun des ruchers et, d'une part le niveau de pression de *V. velutina* ($\rho = -0,07$, $P=0,24$), d'autre part le comportement des colonies de *A. mellifera* ($\rho = -0,03$, $P=0,65$) ne sont pas significativement corrélés. Enfin, l'accumulation d'abeilles sur la planche d'envol peut être générée par divers facteurs, parmi lesquels certains traitements anti-varroa (comme ceux à base de thymol) mis en œuvre à cette période de l'année.

4.2.3 Dynamique de développement des colonies

Les variations de poids et du nombre de cadres de corps de ruche occupés, entre le début et l'arrêt des captures ne présentent que ponctuellement des différences significatives (figures 14 et 15). De plus, les variations de poids et d'occupation des ruches positives ne sont observées que pour la modalité la moins efficace (NC). Cette incohérence provient probablement de la grande variabilité que connaît le développement des colonies, liée à des facteurs biotiques (génétiques, bio-agresseurs) et environnementaux (climat, ressources, polluants). Considérant le très faible niveau de pression de *V. velutina* en 2013, il est peu surprenant de n'avoir mesuré aucun effet de *V. velutina* par les indicateurs utilisés.

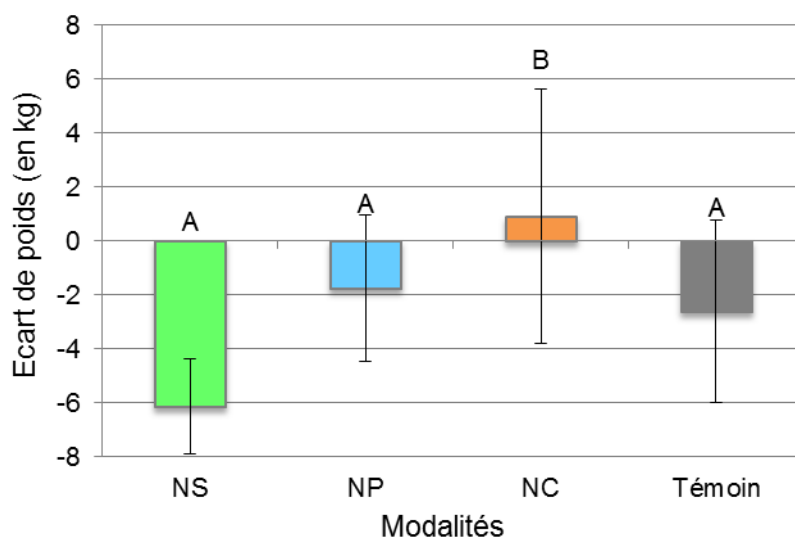


Figure 14. Écarts moyens entre poids initial et final des corps de ruches, pour les ruchers équipés de chaque modalité de piégeage. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5 %. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

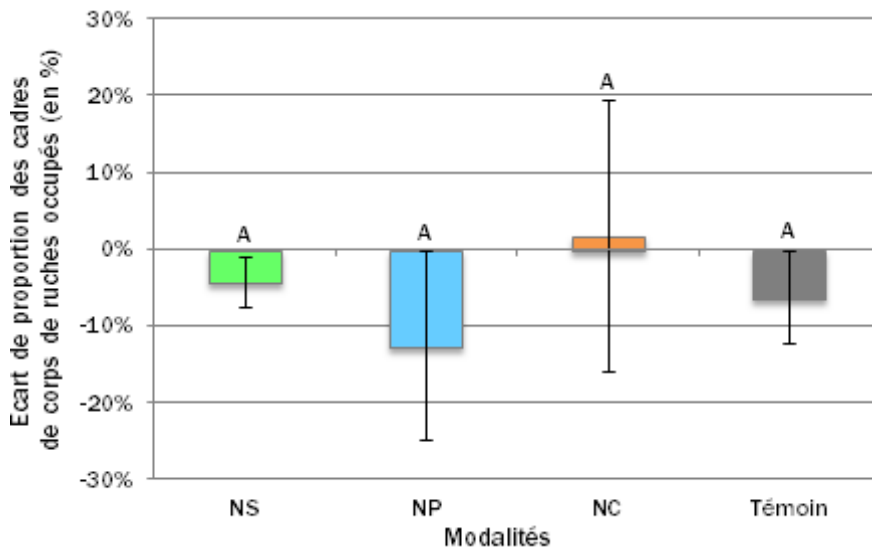


Figure 15. Écarts moyens entre les taux d'occupation initiaux et finaux des cadres de corps de ruches, pour les ruchers équipés de chaque modalité de piégeage. Les barres d'erreur représentent l'intervalle de confiance au risque de 5%. Les histogrammes affectés d'une même lettre indiquent l'absence de différence significative entre modalité.

4.3 Conclusion

L'efficacité des captures de *V. velutina* avec les différents appâts est conforme à celle observée avec le dispositif précédent. Par contre, les faibles niveaux de pression de *V. velutina* au rucher, ajoutés à l'absence de *V. velutina* et à l'absence de signes de stress des abeilles dans les ruchers témoins, n'ont pas permis de mettre en évidence l'impact des pièges sur le comportement et le développement des colonies d'*A. mellifera*.

5 CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les niveaux de pression exercés par *V. velutina* au rucher ont été particulièrement faibles en 2013, en périphérie de Toulouse comme dans la majorité des secteurs colonisés. La présence d'ouvrières de *V. velutina* en comportement de prédation au rucher a débuté à la fin du mois d'août et les niveaux de population sont restés faibles pendant toute la durée de l'étude (niveau moyen de 0,26 frelon par ruche, niveau maximum de 5 frelons par ruche). Par ailleurs, l'examen détaillé du contenu des pièges a permis de mettre en évidence le retard de la date d'apparition des premiers mâles (premier individu le 28 octobre), par rapport à celle rapportée précédemment (entre début et mi-septembre ; Villemant *et al.*, 2011).

Il semble fort probable que le niveau élevé des précipitations durant le printemps 2013 ait retardé la fondation et le développement des nids. Ce moindre développement des nids, et par conséquent la moindre quantité de couvain à alimenter en substances protéiques, pourraient expliquer les faibles niveaux de prédation observés en 2013 au rucher. Une telle modification du comportement alimentaire de *V. velutina* est indubitablement de nature à influencer les résultats relatifs à l'efficacité des différents appâts. Par conséquent les résultats concernant les appâts dans notre étude sont donc à relativiser et par ailleurs l'effet du piégeage sur le comportement des colonies n'a pas pu être mis en évidence.

Il apparaît toutefois (partie 1 : comparaison des pièges) que les pièges Veto-pharma ont obtenu les meilleurs résultats en quantité de *V. velutina* capturés. Ayant piégé plus de frelons asiatiques, ce dispositif obtient donc une meilleure performance en terme de sélectivité (proportion de capture d'insectes non cible). Ce résultat est obtenu dans des conditions particulières qui ont vu les pièges à appât sucré être plus attractifs dans cette étude, il mérite d'être confirmé dans des conditions de forte pression de prédation par le frelon asiatique.

Les pièges dômes ont permis plus de captures de *V. velutina* que les pièges nasse. Cependant ces performances s'accompagnent de captures plus importantes en quantité d'insectes non cibles alors que les pièges nasse disposent d'échappatoires pour les insectes de taille plus petite que les frelons.

Parmi les insectes non cible nous avons relevé majoritairement la capture d'abeilles (*A. mellifera*) et de frelons (*V. crabro*) avec les appâts sucrés et principalement des diptères avec l'appât protéiné.

Enfin le jus de cirier s'est révélé moins attractif que les autres appâts pour la capture de *V. velutina*.

Suite à la présentation de ce rapport au groupe de travail MEED/MAAF sur le frelon asiatique le 4 mars 2014 à France AgriMer (Paris), les perspectives évoquées concernant l'analyse d'efficacité et d'impact des pièges sont les suivantes :

- Les pièges nasse ne seront pas ré évalués ; Les résultats obtenus avec les pièges Veto-pharma et dôme nécessitent d'être confirmés dans des conditions de pression en frelons ainsi que l'attractivité des appâts utilisés ;
- De nouvelles méthodes de lutte au rucher sont disponibles : planchers (Apishield), pièges électriques (Apiprotection, Occitania) ou muselière ;
- Des techniques ont été proposées pour améliorer la protection du rucher comme réduire l'entrée physiquement.

Le lancement d'une nouvelle étude et son ampleur dépendront des moyens obtenus pour sa mise en œuvre.

ANNEXES

Annexe 1 : Formes de pièges

Piège nasse

ESAT ALPHA
19 AVENUE BEAU SOLEIL
64320 Idron
Tel : +33 (0)5 59 02 52 82
catalpha@wanadoo.fr
www.adapei64.fr



Piège dôme

EDIALUX France
Z.A. Mâcon Est,
01750 REPLONGES
Tél : 03 85 31 89 10
Fax : 03 85 31 89 11
<http://www.edialux.fr/>



Annexe 2 : Préparation des appâts

Appât protéique (Villemant et al., 2009) :

Chair fraîche de poisson, mixée et diluée à 25 %

Appât sucré (Rome et al., 2011a) :

200 ml de bière brune Pelforth®

25 ml de sirop de fraise Teisseire®

25 ml de Picon®

Appât au jus de cirier (Rome et al., 2011a) :

- Cire d'un cadre de corps de ruche
- 1,5 L d'eau
- 20 g de miel

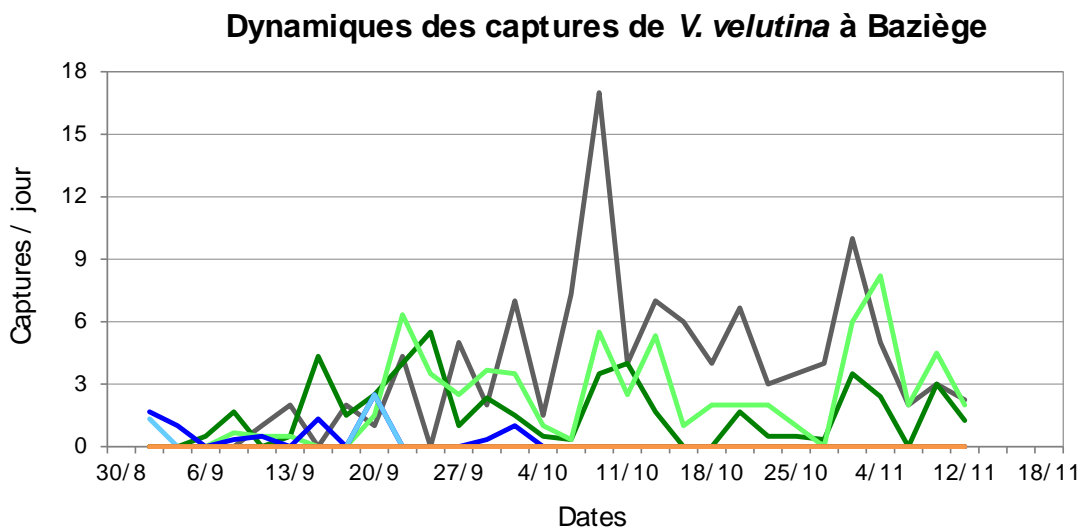
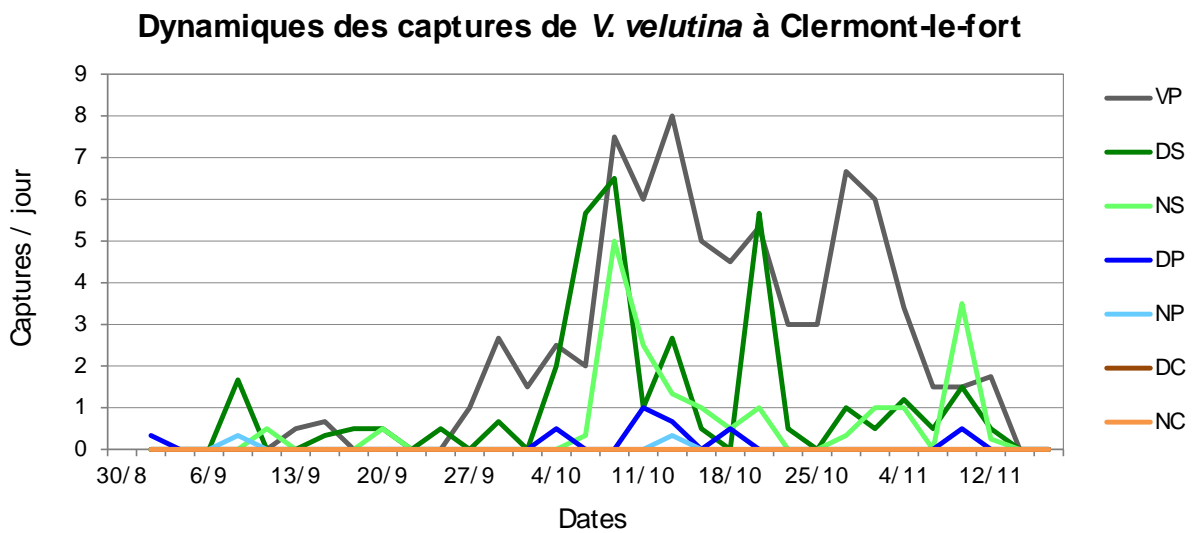
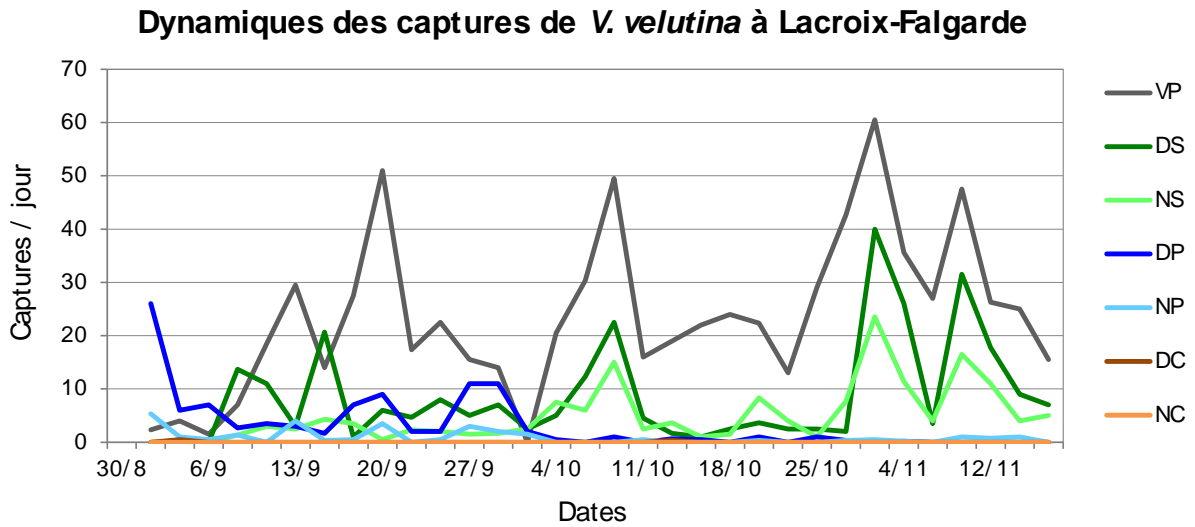
Nettoyer les cadres (retirer les fausses teignes, le pollen et mettre le miel à lécher). Mettre le cadre dans l'eau chaude jusqu'à fusion de la cire. Bien gratter les cadres. Brasser pour obtenir un mélange homogène. Filtrer le liquide obtenu avec une passoire. Laisser reposer 1 nuit, puis ajouter 20 g de miel avant de le mettre à fermenter au moins 3 jours dans un récipient étanche.

Annexe 3 : Piège et attractif Veto-pharma

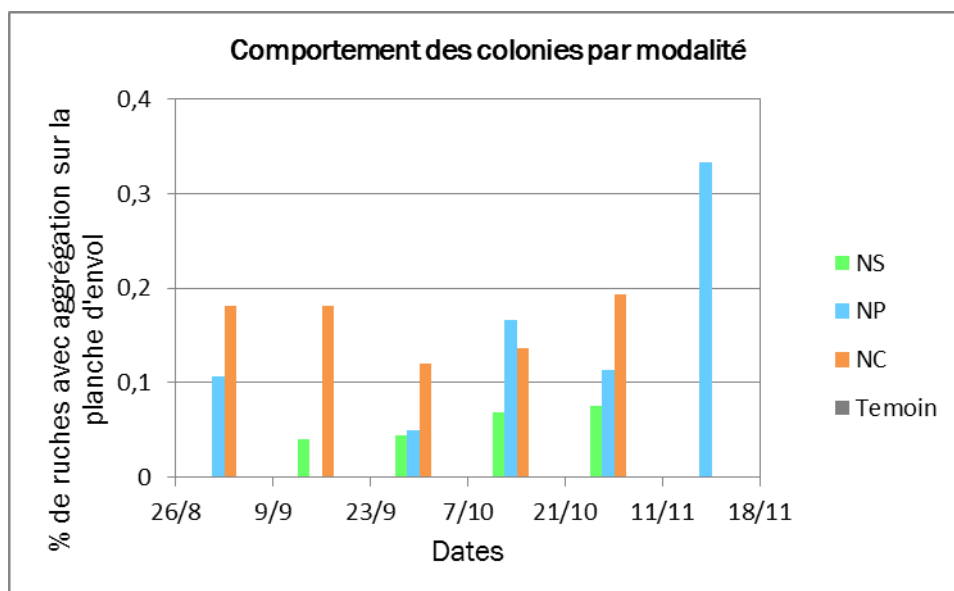
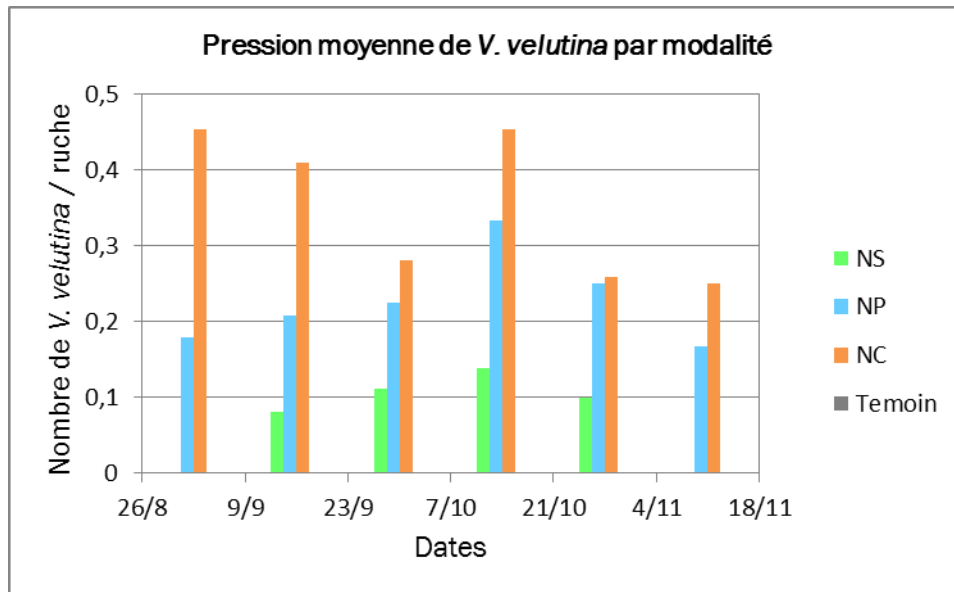


Véto-pharma
14 avenue du Québec
91140 Villebon-sur-Yvette
Tél. : +33 (0)1 69 18 84 80
www.vetopharma.com

Annexe 4 : Captures de *V. velutina* dans chaque rucher d'essai



Annexe 5 : Pression de *V. velutina* et comportement des colonies



BIBLIOGRAPHIE

- Maher, N. & Thiery, D. 2009. Comparison of trap designs against the Yellow-legged hornet (*Vespa velutina*). *Apimondia*. Montpellier, France. 15-20 september 2009.
- Monceau, K., Maher, N., Bonnard, O. & Thiéry, D. 2013. Predation pressure dynamics study of the recently introduced honeybee killer *Vespa velutina* : learning from the enemy. *Apidologie*, 44 (2) : 201-221.
- Papachristoforou, A., Rortais, A., Sueur, J., & Arnold, G. 2011. Attack or retreat: contrasted defensive tactics used by Cyprian honeybee colonies under attack from hornets. *Behavioural Processes*, 86 (2), 236-241.
- Rakotomalala, R., 2004. TANAGRA, <http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/fr/tanagra.html>, consulté le 26 mars 2014.
- Rakotomalala, R., 2008. Comparaison de populations - Tests non paramétriques. http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Comp_Pop_Tests_Nonparametriques.pdf, consulté le 26 mars 2014.
- Rakotomalala, R., 2011. Tests de normalité - Techniques empiriques et tests statistiques, http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/cours/cours/Test_Normalite.pdf, consulté le 26 mars 2014.
- Rome, Q., Muller, F., Théry, T., Andrivot, J., Haubois, S., Rosenstiehl, E. & Villemant, C. 2011a. Impact sur l'entomofaune des pièges à bière ou à jus de cirier utilisés dans la lutte contre le frelon asiatique. In: Barbançon, J-M. & L'Hostis, M. (eds) Proceedings of the Journée Scientifique Apicole - 11 February 2011, Arles, pp 18-20.
- Rome, Q., Perrard, A., Muller, F. & Villemant, C. 2011b. Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera: Vespidae). *Aliens: The Invasive Species Bulletin - Newsletter of the IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group* 31 : 7-15.
- Véto-pharma. « Attractif et piège à frelons Véto-pharma, le piégeage pratique et efficace » <http://www.vetopharma.com/piege-frelon/index.html>, consulté le 26 mars 2014.
- Villemant, C., Rome, Q., Muller, F., Arca, M., Maher, N. & Darrouzet, E. 2009. Etude de la biologie, du comportement et de l'impact de *Vespa velutina* sur les abeilles en vue d'un contrôle spécifique. Programme communautaire pour l'apiculture, Rapport intermédiaire de fin de seconde année. 62 p.
- Villemant, C., Muller, F., Haubois, S., Perrard, A., Darrouzet, E. & Rome, Q. 2011. Bilan des travaux (MNHN et IRBI) sur l'invasion en France de *Vespa velutina*, le frelon asiatique prédateur d'abeilles. In: Barbançon, J-M. & L'Hostis, M. (eds) Proceedings of the Journée Scientifique Apicole - 11 February 2011, Arles, pp 3-12.