Châtaigniers
2014
Lutte alternative contre le balanin de la châtaigne (*Curculio elephas* Gyllenhal) en Corse

Date : 02/06/2015
Rédacteur(s) : Alice Leboulanger
Essai rattaché à l'action n° : 06.2009.06
Titre de l'action : Lutte alternative contre le balanin de la châtaigne (*Curculio elephas* Gyllenhal) en Corse

1. Thème de l'essai

Le balanin de la châtaigne est un insecte ravageur majeur des châtaigniers en Corse. Ce coléoptère est responsable de dégâts parfois considérables. En effet, les adultes pondent dans les châtaignes dans lesquelles se développent des larves, rendant la récolte impropre à la commercialisation ou à la transformation (farine, frais ou confit). La lutte contre cet insecte ravageur est délicate car les larves sont protégées dans la châtaigne, elles s'enfouissent ensuite dans le sol où elles réalisent leur diapause. Les adultes présentent une cuticule protectrice et leur présence est de courte durée, ce qui en fait une cible difficile à atteindre. Dans certaines exploitations castanéicoles corses, le taux de dégâts liés au balanin dépasse les 80%. La méthode préventive de lutte est essentiellement basée sur la multiplication des passages de récolte pour réduire les populations d'une année sur l'autre. Cette méthode est malheureusement difficile à mettre en œuvre car la plupart des vergers sont pentus et la disponibilité en main d'œuvre de plus en plus réduite. Des méthodes de protection contre cet insecte doivent être expérimentées dans un contexte où de nombreuses exploitations sont certifiées Agriculture Biologique et où l'AOC Farine de châtaigne de Corse garantit une production de qualité.

Les premiers résultats concernant le cycle biologique (figure 1) montrent que le balanin ne réalise qu'une seule génération par an, avec des vols d'adultes en fin d'été et début automne (mi-août à fin septembre). Les femelles pondent dans les châtaignes avant leurs chutes (octobre). Les larves de balanins vont consommer le fruit et en sortiront pour s'enfouir rapidement dans le sol (d'octobre à mars). Les balanins vont ensuite rentrer en diapause de un à quatre ans (données bibliographiques).

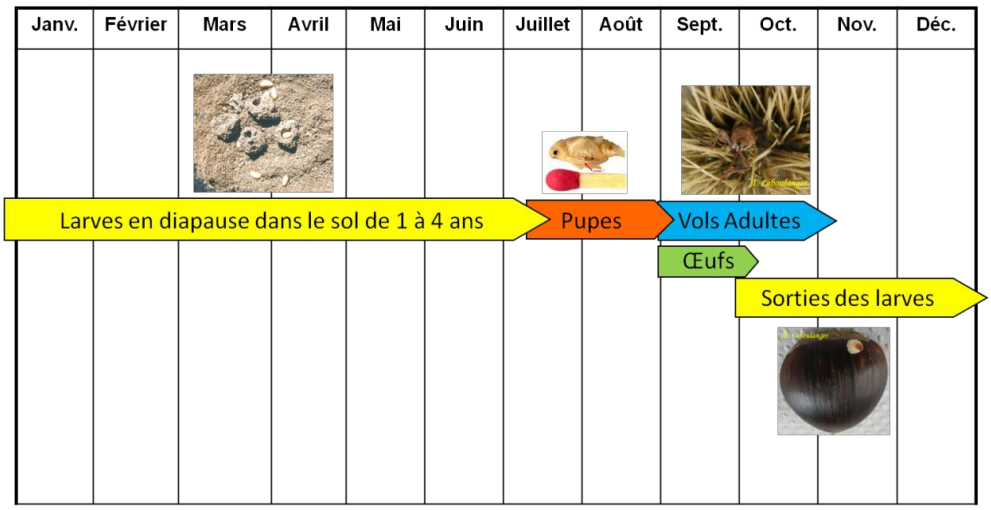

Figure 1 : cycle biologique du balanin en Corse

L'étude des stades larvaires du balanin en Corse a été validée dans les précédentes années d'expérimentation. Cependant l'étude du temps de diapause n'a pas aboutie avec nos précédents systèmes de piégeages et l'étude a été reconduite en 2011 avec des nouveaux pièges.
Une hypothèse a été mise en évidence sur la fuite possible des balanins des anciens pièges, ceux-ci n'étant peut être pas suffisamment enfoncés. Pour vérifier cette hypothèse en avril 2010 un nouveau piège (diapause 1) a été mis en place et inoculé en octobre 2010.
Celui-ci est constitué d'un tonneau entier en PVC blanc transparent enfoncé de 70 cm dans le sol. Au fond du tonneau des fenêtres en toile métallique ont été percées pour permettre l'écoulement d'eau de pluie (figure 2). En août 2011, le tonneau est occulté et un manchon de capture des balanins adultes est mis en place. Les résultats obtenus ont permis de confirmer le doute sur l'efficacité des précédents pièges, cependant pour ne pas perdre une année supplémentaire, deux nouveaux pièges identiques avaient été installés au printemps 2011 (pour permettre le tassement de la terre). Un pour l'évaluation de la diapause et le second pour le suivi du cycle biologique et inoculés en octobre 2011. Les adultes émergents de ces nouveaux pièges seront récoltés de 2012 à 2015 pour valider le mode de vie du balanin en Corse (pic de vols, sex-ratio, durée diapause).

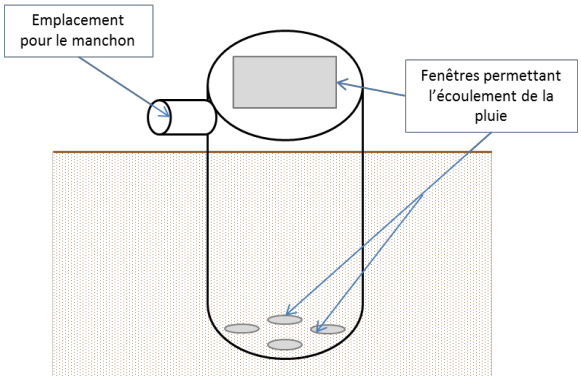

Figure 2 : schéma du tonneau implanté dans le sol (sans occultation, ni manchon)

Le suivi des pièges (diapause 1, 2 et CB) a permis d'observer un pic de vols de balanins synchronisé. Cependant le nombre plus faible de sorties en première année pour les pièges diapause 2 et CB soulève l'éventualité d'autres facteurs dans la diapause du balanin. Mortalité variante selon l'année ou sol facilitant les sorties (plus meuble) si beaucoup de pluie ou d'autres possibilités. Pour répondre à toutes ces questions, cinq nouvelles répétitions (même date de mise en place) ont été installées en octobre 2012, les adultes émergents de ces nouveaux pièges seront récoltés de 2013 à 2016. Toutes les informations des anciens pièges seront également suivies en parallèle jusqu'à qu'il n'y ait plus de sortie d'adultes.

La lutte microbiologique à l'aide de champignons (*Beauveria bassiana*) ou de nématodes est utilisée en Italie. Les résultats expérimentaux disponibles indiquent des efficacités suffisantes par inoculation dans le sol. L'Italie utilise un produit commercial de *Beauveria bassiana* : le Naturalis®. Une étude de l'Associazione Macchie Nustrali Onlus démontre également que la multiplication de ou des souches de *Beauveria bassiana* naturellement présentent dans le sol pulvérisées sur un substrat nutritif pour le champignon permettrait d'augmenter son efficacité, la farine de lupin. L'AREFLEC et le GRPTCMC ont donc décidé de tester l'efficacité du *Beauveria bassiana* (souche locale et souche commerciale) avec ou sans substrat (lupin). La recherche de présence de *Beauveria* dans notre parcelle d'essai, la récupération et la multiplication de cette souche locale ayant demandées un an de travail, le dispositif a été découpé en deux parties. La première a été mise en place en 2008 (Expérimentation 1) et la deuxième en 2009 (Expérimentation 2). Le suivi est réalisé sur quatre années (la première année consiste à inoculer les cages de larves de balanin et à appliquer les traitements ; les 3 autres servent à capturer les adultes émergeants des cages).

Trois modalités sont évaluées pour l'expérimentation 1 (figure 3, partie gauche) : témoin non traité, traitement au Naturalis® et traitement au Naturalis® pulvérisé sur la farine de lupin. Celle-ci permet de vérifier si la farine de lupin augmente l'efficacité du produit.
Trois modalités sont évaluées pour l'expérimentation 2 (figure 3, partie droite) : témoin non traité, traitement au *Beauveria* local sur lupin et traitement aux *Steinernema sp*. (nématodes). L'hypothèse est que la souche locale n'est pas en quantité suffisante pour permettre de réguler efficacement le balanin, c'est pourquoi l'expérimentation va évaluer l'efficacité de celle-ci en quantité équivalente (nombre de spores) à celle d'un produit commercial Naturalis®. La modalité nématodes a été incluse dans notre dispositif d'après des données bibliographiques d'expérimentation réalisées en Suisse sur le balanin et le carpocapse de la châtaigne.

Sur les deux expérimentations traitements mise en place, des résultats intéressants ont été obtenus uniquement sur la deuxième en 2010. La pulvérisation du *Beauveria bassiana* (souche locale) sur la farine de lupin a permis de réguler efficacement les sorties de balanins avec dix fois moins de balanins émergés par rapport au témoin. Les

résultats obtenus avec les nématodes restent limités. En 2011, les modalités Naturalis® et Naturalis® pulvérisé sur farine de lupin ont été ré-inoculées ainsi que le témoin (NT) associé, du fait qu'aucun résultat n'est exploitable au bout de trois ans de suivi (expérimentation 1). Le système de piège a été amélioré pour empêcher la fuite des balanins et pour obtenir des effectifs de captures plus importants.

En 2013, les expérimentations traitements ont donné des résultats intéressants mais il faut attendre la fin du temps de diapause du balanin pour conclure sur l'expérimentation 1. La fin de l'expérimentation 2 permet de mettre en avant l'action du *Beauveria bassiana* local appliqué sur la farine de lupin mais il faudra le comparer par la suite au produit commercial avec des pièges où les traitements et les infestations en balanin ont été réalisés la même année.

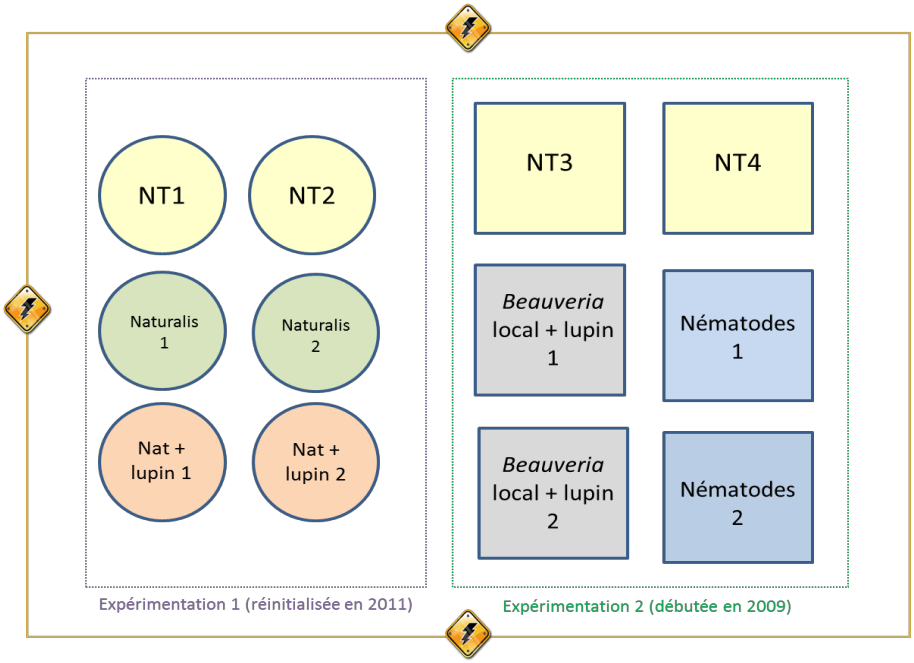

Figure 3 : plan d'implantation des cages

2. But de l'essai

Aucune méthode de protection du verger contre cet insecte n'est actuellement disponible pour les castanéiculteurs corses. L'objectif de notre étude est de déterminer précisément le mode de vie du balanin dans notre région afin d'envisager des stratégies possibles de lutte. Pour lutter contre le balanin de la châtaigne, l'efficacité du *Beauveria bassiana* et des nématodes en condition semi-field sont évaluées.

3. Facteurs et modalités étudiés

- Essai 1 : suivi des sorties d'adultes (courbe de vol, période d'émergence et pic, estimation de la sex-ratio) et du temps de diapause du balanin.

- Essai 2 : évaluer l'efficacité de chaque traitement :

- Témoin non traité
- *Beauveria bassiana* commercial (Naturalis® distribué par De Sangosse) pulvérisé au sol
- *Beauveria bassiana* commercial (Naturalis® distribué par De Sangosse) pulvérisé sur un substrat (farine de lupin épandue au sol)
- *Beauveria bassiana* (souches multiplées localement) pulvérisée sur un substrat (farine de lupin épandue au sol)
- *Steinernema sp*. (nématodes commercialisés par Koppert) pulvérisé au sol

4. Matériel et Méthodes

- **Matériel Végétal :** verger de 1ha de châtaigniers fortement infestés par le balanin (plus de 80% de dégâts au niveau de la récolte), variétés Tihjulana et Gentile.
- **Site d'implantation :** lieu-dit Stoppia Nova 20 237 QUERCITELLU en Haute-Corse

- **Dispositif expérimental essai 1:**

Les pièges sont installés dans une zone dégagée (pas sous la zone des chutes des fruits) pour minimiser le nombre de balanin déjà en diapause dans le sol avant l'essai.

Suivi des trois anciens pièges : diapause 1 (mis en place et inoculé en 2010), diapause 2 et CB (mis en place et inoculés en 2011). Chaque année, les pièges sont occultés et un filet de capture des adultes est installé (figure 4). Celui-ci est relevé toutes les semaines de mi-août à fin novembre. Une fois les sorties d'adultes finies, les bâches occultantes seront retirées. Chaque piège sera suivi pendant quatre ans à partir de la date d'inoculation par 100 châtaignes infestées d'au moins trois balanins (trous de ponte).

Mise en place de cinq nouveaux pièges en août 2012 et inoculation à l'aide de châtaignes infestées par le balanin en octobre 2012. Le suivi d'émergence des adultes sera réalisé pendant quatre ans (2013 à 2016).
Les pièges utilisés sont constitués d'un tonneau entier en PVC blanc transparent enfoncé de 70 cm dans le sol. Au fond du tonneau des fenêtres en toile métallique ont été percées pour permettre l'écoulement d'eau de pluie. Une fenêtre a été percée sur le dessus pour laisser passer la lumière et l'eau de pluie et permettre l'inoculation des châtaignes. Après l'inoculation, la fenêtre sera recouverte d'une toile insectproof. Chaque année, un mois avant l'émergence supposée des adultes les pièges seront occultés avec une bâche noire et un manchon en PVC raccordée à un sac de capture sera rajouté (figure 4). Dès septembre 2013, suivi hebdomadaire des pièges (captures des adultes). Une fois les sorties d'adultes finies, les bâches occultantes seront retirées.

Figure 4 : piège d'émergence des adultes occulté

- **Dispositif expérimental essai 2 :**

Les pièges et les cages sont installés dans une zone dégagée (pas sous la zone des chutes des fruits) pour minimiser le nombre de balanin déjà en diapause dans le sol avant l'essai. Cette zone est protégée d'une clôture électrique pour protéger le dispositif (cages et tonneaux) des animaux en divagation.
Deux expérimentations sont réalisées, la première a été mise en place en 2008 (réinitialisée en 2011) et la deuxième en 2009.

Expérimentation 1
Trois modalités sont évaluées :
- Témoin non traité,
- Traitement au Naturalis®
- Traitement au Naturalis® sur la farine de lupin,

Pour chaque modalité, deux tonneaux entiers en PVC blanc transparent enfoncé de 70 cm dans le sol ont été disposés dans la zone de chute des châtaignes (figure 5). Au fond du tonneau des fenêtres en toile métallique ont été percées pour permettre l'écoulement d'eau de pluie. Une fenêtre a été percée pour laisser passer la lumière et l'eau de pluie et permettre l'inoculation des châtaignes. Après, l'inoculation la fenêtre sera recouverte d'une toile insectproof. Chaque année, un mois avant l'émergence supposée des adultes les pièges seront occultés avec une bâche noire et un manchon en PVC raccordée à un sac de capture sera rajouté. Dès septembre 2012, suivi

hebdomadaire des pièges (captures des adultes). Une fois les sorties d'adultes finies, les bâches occultantes seront retirées.
Les pièges ont été inoculés par 100 châtaignes en 2011 (avec au moins trois trous de ponte de balanin/châtaigne).

Figure 5 : pièges non occultés

Le traitement a été réalisé sous les tonneaux en septembre 2011.
Les résultats seront analysés en 2012, 2013, 2014 et 2015 (diapause pouvant durée jusqu'à 4 ans) par piégeage des adultes.

Code modalité	Produit	Substance active	Dose
1	Non traité	/	/
2	Naturalis®	*Beauveria bassiana* DS010	3 L/Ha
3	Naturalis® + lupin	*Beauveria bassiana* DS010	3 L/Ha

Spécification des applications : épandage de la farine de lupin et pulvérisation du Beauveria bassiana.

<u>Expérimentation 2</u>
Trois modalités sont évaluées :
- Témoin non traité,
- Traitement au *Beauveria bassiana* (souche locale multipliée en laboratoire) sur la farine de lupin,
- Traitement aux nématodes (*Steinernema feltiae*).

Pour chaque modalité, deux cages de 1,5m X 1,5m X 0,5m ont été disposées dans la zone de chute des châtaignes. Une toile insectproof recouvre chaque cage et est enfoncée dans le sol d'une trentaine de centimètres. Les cages ont été inoculées par 200 châtaignes en 2009.
Le traitement a été réalisé sous les cages en septembre 2009.
Les résultats sont analysés en 2010, 2011, et 2012 par piégeage des adultes.
En septembre de chaque année, les cages sont occultées et des manchons sont disposés sur les orifices de sortie des cages pour capturer les adultes émergeants (figure 6).

Figure 6 : cages occultées

Code modalité	Produit	Substance active	Dose
1	Non traité	/	/
2	Souche locale multipliée + lupin	*Beauveria bassiana*	3L/Ha
3	Nématodes	*Steinernema feltiae*	1 millions/m²

Spécification des applications : épandage de la farine de lupin et pulvérisation du Beauveria bassiana et des nématodes.

- **Observations et mesures :**

  Essai 1 : nombre de mâles et de femelles balanins capturés par piège/semaine de fin août à fin novembre ; ramassage et tri des châtaignes présentant au moins trois trous de ponte pour inoculer les nouveaux pièges (d'octobre à novembre).

  Essai 2 : nombre d'adultes émergeants pour chaque modalité/semaine de fin août à fin novembre.

- **Traitement statistique des résultats :** statistiques descriptives

5. Résultats détaillés

- Suivi des pièges pour établir les courbes de vols des adultes

Quatrième année de dénombrement et sexage des adultes émergents dans le piège (diapause 1) et troisième année de capture dans les pièges (diapause 2 et CB).

Deuxième de dénombrement et sexage des adultes émergents dans les pièges (diapause 3, 4, 5, 6, 7), ce suivi sera réalisé pendant quatre ans (2013 à 2016).

Tableau 1 : Nombre d'adultes capturés par piège et par année d'emergence

	1ere année	2eme année	3eme année	4eme année
Diapause 1	255	42	**5**	**1**
Diapause 2	35	10	**18**	
CB	46	39	**7**	

Tout d'abord, le piège « Diapause1 » présente encore des sorties en 4ème année ce qui remet en question la durée de diapause théorique établie à 3 ans.

Ensuite, le nombre d'individus émergés en 1ère année est divergent suivant l'année d'inoculation des pièges, cette différence est certainement due à une mortalité naturelle des balanins plus ou moins marquée selon les conditions météorologiques.

Pour pouvoir analyser les données concernant le stade adultes du balanin en Corse, le nombre de répétitions des pièges doit être augmenté. Cinq nouveaux pièges identiques ont donc été installés en 2012 pour l'évaluation de la diapause et ont été inoculés en octobre. Les adultes émergents de ces nouveaux pièges seront récoltés de 2013 à 2016 pour valider le pic de vols, la sex-ratio, et la diapause du balanin en Corse.

Tableau 2 : Nombre d'adultes capturés par piège et par date

Date	Diapause 3	Diapause 4	Diapause 5	Diapause 6	Diapause 7	Total général
04/09/2014	10	8	4	8	6	**36**
10/09/2014	9	10	3	9	12	**43**
18/09/2014	1	6	3	5	0	**15**
23/09/2014	0	3	2	2	0	**7**
02/10/2014	0	1	0	0	0	**1**
07/10/2014	0	0	0	0	0	**0**
14/10/2014	0	0	0	0	0	**0**
22/10/2014	0	0	0	0	0	**0**
30/10/2014	0	0	0	0	0	**0**
06/11/2014	0	0	0	0	0	**0**
Total général	**20**	**28**	**12**	**24**	**18**	**102**

Valeur observée du H de Kruskal-Wallis distribué comme un khi² (ddl = 4) : 1,528
P-value associée : 0,822
Le test étant unilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification Alpha : 0,050
Valeur critique du H de Kruskal-Wallis distribué comme un khi² (ddl = 4) : 9,458

Il n'y a pas de différence significative entre les pièges pour cette deuxième année d'émergences des balanins. Le pic de sortie des adultes a eu lieu en semaine 37 (10/09/2014) sauf pour les pièges « diapause 3 et 6 » qui a eu lieu une semaine avant (voir graphique ci-après).

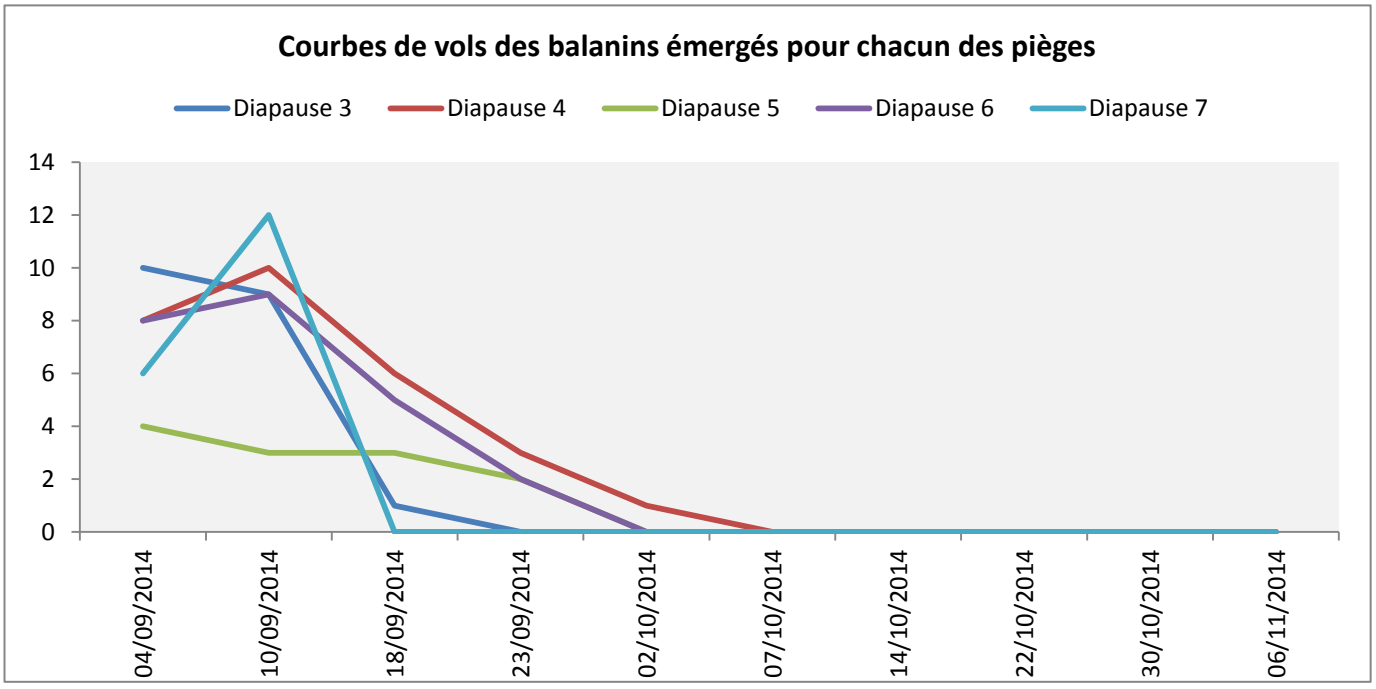

Tableau 3 : Nombre de mâles et femelles capturés sur les deux ans par piège

N°Piège	Nombre Mâle	Nombre Femelle	Sex-ratio
Diapause 3	52	78	0,60
Diapause 4	88	86	0,49
Diapause 5	67	64	0,49
Diapause 6	64	98	0,60
Diapause 7	36	92	0,72
Moyenne	61,4	83,6	0,58
Ecart-type	19,2	13,2	0,1
Variance	369,8	174,8	0,01

Sur les deux premières années d'émergences des balanins, on a en moyenne sur les cinq pièges, une proportion de 58% de femelles pour 42% de mâles. Il faut suivre l'évolution sur les autres années de diapause pour valider cette proportion.

- Résultats pour l'expérimentation 1 (réinitialisée en 2011)

Tableau 4 : Nombre d'adultes capturés par modalité et par date

	2012	2013	2014	Total
Non traité	193	51	**0**	**244**
Naturalis®	94	3	**0**	**97**
Naturalis® + lupin	19	0	**0**	**19**
Total	306	54	**0**	**360**

Cette troisième année de résultats confirme l'efficacité du Naturalis® avec un nombre inférieur de balanins émergés dans les modalités traités. Le Naturalis® a réduit d'environ 60% la population de balanin et l'application Naturalis + lupin a permis une baisse de 90%. On observe un effet plus persistant dans la modalité Naturalis® + farine de lupin, la farine augmente le développement de l'entomopathogène *Beauveria bassiana* et son efficacité.

- Résultats pour l'expérimentation 2 (commencée en 2009)

Pour l'expérimentation 2 (modalités : témoin non traité, Beauveria bassiana local et nématodes), les trois années de suivi ont été réalisées et terminées en 2012. L'application au sol du Beauveria local sur farine de lupin avait permis de réguler efficacement la population de balanins d'environ 80% mais le système d'évaluation était différent entre l'expérimentation 1 et 2. Il pourra être intéressant de comparer l'efficacité du Beauveria « souche locale » pulvérisé sur farine lupin au produit commercial (Naturalis®) ultérieurement dans les mêmes conditions. Quant à l'utilisation des nématodes avait permis d'abaisser la population d'environ 50%.

6. Conclusions de l'essai

Le piège « diapause 1 » présente encore des émergences de balanins en quatrième année ce qui remet en question la durée de diapause théorique établie à trois ans. La deuxième année de suivi des cinq derniers pièges présente des résultats intéressants mais qu'il faut valider jusqu'à l'aboutissement du temps de diapause des balanins.
Concernant l'efficacité de différentes méthodes de traitements employées, on en retient que toutes les méthodes réduisent plus ou moins la population de balanin. L'application de *Beauveria bassiana* sur la farine de lupin permet d'augmenter le développement de l'entomopathogène *Beauveria bassiana* et donc d'accroitre son efficacité d'élimination des larves diapausantes de balanins dans le sol. Cependant, la technique d'épandage de la farine de lupin et du *Beauveria* peut s'avérer être compliquer à appliquer dans les châtaigneraies corses (terrains très pentus, apport en eau importante pour que le *Beauveria* pénètre bien dans le sol).