

COMPTES RENDUS D'ESSAIS

Châtaigniers 2014

Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

Date : 11/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Sommaire

<u>Essai 1</u> : Suivi de l'acclimatation de l'auxiliaire <i>Torymus sinensis</i>	2
<u>Essai 2</u> : Suivi des parasitoïdes naturels de <i>D. kuriphilus</i> sur galles vertes	7
<u>Essai 3</u> : Evaluation de la sensibilité au cynips de variétés cultivées en Corse	12
<u>Essai 4</u> : Etude des modalités d'infestation par le cynips pour la mise en place d'un pilote de production de <i>T. sinensis</i>	19
<u>Essai 5</u> : Suivi phénologique des arbres pour la mise en place d'un pilote de production	23

Châtaigniers 2014

Essai 1 : Suivi de l'acclimatation de l'auxiliaire *Torymus sinensis*

Date : 11/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Titre de l'action : Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

1.1 Thème de l'essai : Protection des cultures

Les 30 000 ha de châtaigneraie constituent un élément précieux du patrimoine corse. Chaque année, 1000 tonnes de châtaignes sont récoltées sur 2000 ha, et de bien plus grandes quantités servent d'aliment à un élevage extensif de porcs et de bovins. Une part importante des castanéiculteurs, et des apiculteurs, est inscrite dans une démarche de qualité (AOC « Farine de Châtaigne Corse - Farina castagnina corsa », AOC « Miel de Corse- Mele di Corsica », Agriculture Biologique). Ceux-ci participent également au maintien d'une activité en zones de montagne. Le cynips du châtaignier (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu), est considéré comme le ravageur le plus important de cette essence au niveau mondial. Originaire de Chine, il a été introduit en Europe en 2002, via le Nord de l'Italie où la production de châtaignes a pu chuter de 80%. Découvert en Haute-Corse en juin 2010, il a déjà été recensé sur plus de 134 communes sur les deux départements corses en 2013 (FREDON Corse). Ce ravageur constitue une menace économique considérable pour les agriculteurs (castanéiculteurs, éleveurs et apiculteurs) vivant, au moins pour partie, de la châtaigneraie. De plus l'infestation par le cynips des 30 000 ha de châtaigneraie non cultivée, multiséculaire, et abritant un écosystème riche et complexe serait également fortement préjudiciable pour l'environnement et pour le patrimoine de l'île. Les dangers liés au Cynips sont dus, premièrement à sa facilité de reproduction (femelles parthénogénétiques capables de pondre une centaine d'œufs par an sur en moyenne une trentaine de bourgeons) et deuxièmement aux galles que les larves engendrent lors de leur croissance, et qui les protègent pendant la majorité de leur cycle, rendant la lutte chimique inefficace.

Dans chacune des régions où le cynips a été introduit, et où des études ont été menées, il a été naturellement parasité sans pour autant être contrôlé. Au Japon et en Italie, *Torymus sinensis*, parasitoïde naturel du cynips dans son foyer d'origine, a été introduit de manière efficace en tant qu'auxiliaire de lutte biologique. Dans le cadre d'un projet national piloté par l'INRA de Sophia Antipolis, l'Université de Turin s'est engagée à fournir, dès 2011 aux régions françaises infestées, des *T. sinensis* collectés en Italie. Leurs lâchers doivent permettre aux régions actuellement touchées, d'initier d'une part la lutte contre le ravageur, et d'autre part de commencer à multiplier l'auxiliaire pour de nouveaux lâchers. De 2011 à 2014, quelques centaines de *T. sinensis* ont été lâchés sur 17 sites en Corse. Ces derniers se sont acclimatés sur l'ensemble des sites mais les taux de parasitisme restent encore faibles, en revanche, il est intéressant de noter que les parasitoïdes indigènes s'accroissent d'année en année aussi bien sur galles sèches que sur galles vertes. En 2013, la pression du cynips était tellement forte avec la perte totale de production par de nombreux castanéiculteurs que plus de 400 unités de lâchers de *T. sinensis* ont été achetées et lâchées en 2014 sur la Corse (hors du programme national cynips).

De plus, il est nécessaire de donner à la Corse, les moyens de produire ultérieurement ses propres auxiliaires et de devenir autonome. Afin de pouvoir répondre d'ici quelques années au besoin en auxiliaires *Torymus sinensis*,

l'AREFLEC a mis en place une expérimentation visant à développer une méthode innovante de production de masse de *T. sinensis* sous serre. D'autres part, les données bibliographiques révèlent que certaines variétés de châtaignier présentent une résistance au Cynips, cependant aucune information n'est présente sur les variétés corses. Pour cela, une sélection de variétés de châtaigniers inscrites à l'AOP Farina Castagnina Corsa, ont été placées en essai afin de déterminer leur sensibilité, ou leur résistance, au cynips, ainsi que des variétés de références (Bouche de Bétizac, Marsol et Marigoule). Nos expérimentations sous serre (variétal et pilote d'élevage) ont rencontrés des difficultés. Pendant deux ans, l'infestation des arbres en serre a échoué mais après avoir amélioré notre méthode, on a enfin obtenu des résultats encourageants cette année.

1.2 But de l'essai

- Suivre l'acclimatation et la diffusion de *T. sinensis*.
- Fournir des données locales concernant la dynamique de *T. sinensis* et des parasitoïdes indigènes en Corse à l'équipe RDLB de l'INRA PACA (unité ISA) afin qu'elle puisse les exploiter dans le cadre de son expérimentation « Lutte Bio Cynips » (cf. Remarque).
- De plus, les *T. sinensis* prélevés serviront pour de nouveaux lâchers au champ ou en serre au printemps 2014.

Remarque : Cet essai s'inscrit dans le cadre de l'expérimentation nationale de lutte biologique contre le cynips du châtaignier menée par l'INRA (Unité ISA - Equipe de Recherche et Développement en Lutte Biologique). Leurs travaux sont financés par l'ONEMA dans le cadre du programme ECOPHYTO 2018, n'incluant pas les manipulations faites en Corse. Les mêmes suivis sont réalisés dans chacune des régions bénéficiant de lâchers d'auxiliaires selon le dispositif établi par l'UMR ISA. Les modalités et protocoles sont donc définis par l'équipe RDLB.

1.3 Facteurs et modalités étudiés

FACTEURS :

Les facteurs étudiés sont la méthode de lâcher et le taux de parasitisme.

MODALITES :

Les différentes modalités correspondent aux combinaisons entre les différents niveaux des facteurs.

Facteur 1 : trois modalités de lâchers ont été choisies :

- Modalité A : 100 femelles lâchées en une fois
- Modalité B : 100 femelles lâchées en deux fois (50 femelles l'année n et 50 l'année n+1)
- Modalité C : 1000 femelles lâchées en une fois

TEMOINS :

Des témoins sans aucun lâcher ont été désignés en 2011 et en 2012. Ils sont situés dans un rayon de 1 à 3 km d'une parcelle de lâcher. Ces sites témoins sont des sites infestés par le cynips du châtaignier.

APERCU DU DISPOSITIF AU NIVEAU NATIONAL

En 2011 et 2012, 36 parcelles, réparties sur sept régions françaises, ont été sélectionnées pour l'étude. La modalité C n'a pas été appliquée. Elle le sera à partir de 2013.

Région	Département	Parcelles de lâcher selon la Modalité A	Parcelles de lâcher selon la Modalité B	Parcelles témoins	TOTAL
Aquitaine	Dordogne	1	1	1	3
Corse	Haute-Corse	4	3	4	11
Languedoc-Roussillon	Gard	1	0	0	1
	Hérault	0	1	1	2
Limousin	Corrèze	1	0	0	1
Midi-Pyrénées	Lot	2	3	2	7
PACA	Var	1	0	0	1
Rhône-Alpes	Ardèche	2	2	3	7
	Drôme	1	2		3
TOTAL		13	12	11	36

Ce dispositif sera augmenté en 2014, suite au choix de nouveaux sites de lâchers (décision prise au 1^{er} trimestre 2014).

DETAIL DU DISPOSITIF AU NIVEAU REGIONAL (CORSE)

Suite à une forte pression du cynips sur la région corse en 2013 (134 communes sur les deux départements corses) et la perte totale de récolte chez de nombreux castanéiculteurs, le protocole a été modifié.

Réf RDLB	Localité	Département	Lâchers 2011	Lâchers 2012	Lâchers 2013	Lâchers 2014	Modalité
Cor1*	Campile	2B	50	50			B
Cor2	Scolca	2B	100				A
Cor3	Lentù	2B	100				A
Cor4	Aiti	2B		100			A
Cor5	Muratu	2B		50	50		B
Cor6	San Lurenzu	2B		100			A
Cor7	Gavignanu	2B		50	50		B
Cor1T	Bisinchì	2B	Pas de lâcher				Témoïn
Cor2T	Volpajola	2B					Témoïn
Cor3T	Canavaggia	2B					Témoïn
Cor5T	Muratu (Galletti)	2B					Témoïn
Cor8	Poggiu-Marinacciu	2B			100		A
Cor9*	Casinca	2B			1000		C
Cor10*	Prunu	2B			100		A
Cor11	Rusiu	2B			100		A
Cor12	Pianu	2B			50	50	B
CorS1	Zevacu	2A			50	50	B
Cor13*	Venacu	2B				100	A

*Sites maintenus dans le dispositif expérimental en 2014 (les autres sites ont été exclus du dispositif expérimental suite à la campagne de lâchers massifs effectués cette année).

Au premier trimestre 2014, une ou deux parcelles de lâchers seront ajoutées au dispositif. Les trois modalités de lâchers pourront être concernées. Des sites candidats à des lâchers, fortement infestés par le cynips, situés en

Haute-Corse et Corse du Sud, ont été sélectionnés par une partie des acteurs régionaux : le GRPTCMC (Groupement Régional des Producteurs et Transformateurs de Châtaignes et Marrons de Corse), la Chambre d'Agriculture de Haute-Corse et la Fredon Corse.

1.4 Matériel et Méthodes

➤ Protocole

1- Collecte de galles sèches : cette opération est menée par le RDLB, le GRPTCMC, la Chambre d'Agriculture de Haute-Corse et la Fredon Corse dans le cadre d'autres sources de financements.

Echantillonnage : L'échantillonnage est défini par l'équipe RLDB :

- 10 000 galles sur chacun des sites où des lâchers ont eu lieu en 2012,
- 5000 galles sur chacun des sites où des lâchers ont eu lieu en 2013,
- 2000 galles sur chacun des sites témoins et les sites de lâchers 2014.

Un tiers des galles sera conservé en Corse, les deux tiers restants seront conservés par l'équipe RDLB à Sophia-Antipolis (06).

Fréquence / Période : La collecte est réalisée une fois en février 2014.

2- Mise en éclosoir des galles : afin de recueillir les insectes émergents des galles, ces dernières sont placées dans des éclosoirs adaptés (construits par l'AREFLEC). Au préalable, elles sont nettoyées : le matériel végétal superflu et les arthropodes présents sur les galles (araignées notamment) sont éliminés. Un maximum de 1000 galles (issues de la même parcelle) sera placé par éclosoir.

3-Stockage des galles et suivi des émergences : les *T. sinensis* émergents seront non seulement comptabilisés pour des études de dynamique des populations, mais aussi utilisés à des fins de lutte biologique.

Les éclosoirs seront stockés à l'AREFLEC, dans un abri ventilé dédiée au cynips. Le suivi des émergences sera au minimum réalisé deux fois par jour par les techniciens de l'AREFLEC.

4-Identification des *T. sinensis*, sexage, accouplement et conservation

Les insectes prélevés seront observés sous loupe binoculaire par un technicien de l'AREFLEC ou de la FREDON CORSE formé à cet escient par l'équipe RDLB

Les *T. sinensis* seront sexés, comptabilisés, nourris régulièrement et conservés à 14°C. Des tubes contenant 10 mâles et 25 femelles seront constitués afin de permettre des accouplements. Ces tubes seront utilisés pour les lâchers d'auxiliaires en 2014.

Les autres insectes parasitoïdes, ou hyperparasites, seront conservés dans l'éthanol pour identification ultérieure.

➤ Observations et mesures

- Nombre de galles collectées,
- Nombre de *T. sinensis* émergents par jour et par site,
- Nombre de *T. sinensis* mâles émergents par jour et par site,
- Nombre de *T. sinensis* femelles émergents par jour et par site,
- Nombre de parasitoïdes (autres que *T. sinensis*) et hyperparasites émergés.

VARIABLES ELABOREES :

- Taux de parasitisme dû à *T. sinensis* par site, T_{ts} , exprimé en nombre de parasitoïdes pour 1000 galles :

$$T_{ts} = \frac{\text{Nombre de } T. sinensis \text{ émergés par site}}{\text{Nombre de galles collectées sur le site}} \times 1000$$

- Sex-ratio par site :

$$SR = \frac{\text{Nombre de } T. sinensis \text{ mâles émergés}}{\text{Nombre de } T. sinensis \text{ émergés}}$$

- **Traitement statistique des résultats** Statistiques descriptives (Excel / Statbox).

1.5 Résultats détaillés

Les résultats ci-dessous présentent un bilan des suivis effectués dans le cadre du programme de lutte biologique contre le cynips du châtaignier sur la région Corse de 2011 à 2014.

Tableau 1 : résultats des émergences de parasitoïdes sur galles sèches (données INRA ISA - RDLB)

Réf RDLB	Localité	Lâchers 2011	Lâchers 2012	Lâchers 2013	Lâchers 2014	Nbre <i>T. sinensis</i> émergés /1000 galles			Nbre parasitoïdes indigènes /1000 galles		
						2012	2013	2014	2012	2013	2014
Cor1	Campile	50	50			3,69	4,13	179,44	11,64	12,7	267,38
Cor2	Scolca	100				8,28	2,29	17,40	6,21	2,59	13,92
Cor3	Lentu	100				2,71	5,25	24,67	1,51	2	100,26
Cor4	Aïti		100			/	0	11,18	0	0,83	10,00
Cor5	Muratu		50	50		/	0	1,48	1,88	1,2	6,98
Cor6	San Lurenzu		100			/	2,73	16,55	0	0,61	12,59
Cor7	Gavignanu		50	50		/	0	2,86	0	2,48	14,32
Cor1T	Bisinchi	Pas de lâchers : sites témoins				0	0	1,45	8,15	32,42	46,67
Cor2T	Volpajola					0	0	31,71	0,56	6,95	34,01
Cor3T	Canavaggia					0	0	15,42	0,55	6,83	21,35
Cor5T	Muratu (Galletti)					0	0	3,33	4,02	12,04	41,81
Cor8	Poggiu-Marinacciu			100				0,26		0,66	22,09
Cor9	Casinca			1000				-		0,5	-
Cor10	Prunu			100				2,40		0	8
Cor11	Rusiu			100				4,75		0,5	25
Cor12	Pianu			50	50			0,28		3,21	11,24
Cor13	Venacu				100						7,27
CorS1	Zevacu			50	50			0,00		1,6	53,60

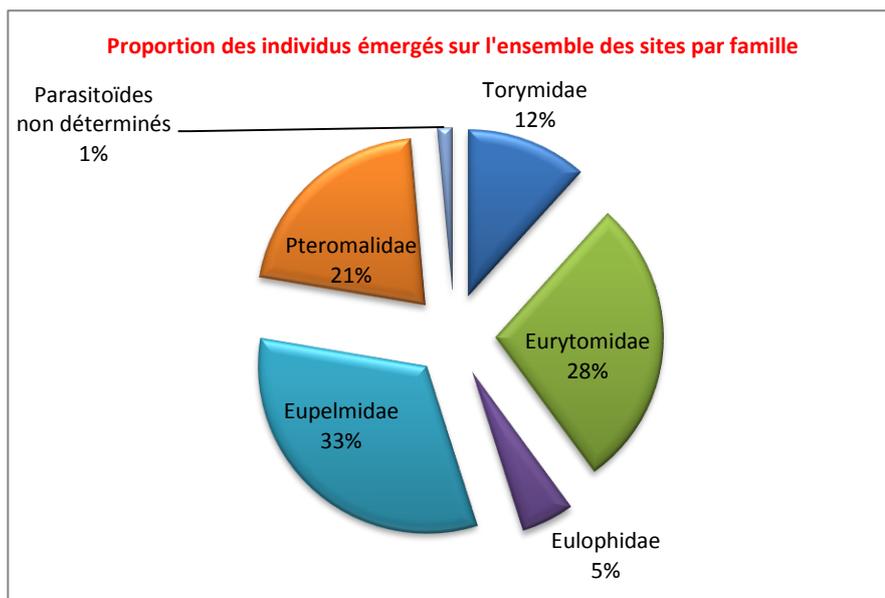
En 2014, sur tous les sites suivis, celui de Casinca (Cor9) présente une absence de données due à un problème logistique mais les résultats du tableau 1 ci-dessus, concernant l'acclimatation des *Torymus sinensis* dévoilent des résultats encourageants. En effet, des *T. sinensis* ont été retrouvés sur quasiment tous les sites et les taux de parasitisme s'accroissent d'année en année. Cependant, ces résultats sont encore un peu faibles par rapport à la virulence d'attaque du cynips dans les châtaigneraies corses. En revanche, il est intéressant de noter que les parasitoïdes indigènes sont en recrudescence sur l'ensemble des sites et qu'ils contribuent à lutter avec le *T. sinensis* contre le cynips.

Le tableau 2 ci-dessous, reprend l'analyse plus précise des *T. sinensis* émergés sur les galles suivies à l'AREFLEC en 2014. Sur les 6790 galles suivies, 25 *T. sinensis* ont émergés, l'évaluation de la sex-ratio par site ne peut pas être validée.

Tableau 2 : résultats des émergences de *Torymus sinensis* 2014 sur les galles sèches suivies à l'AREFLEC par site

Réf RDLB	Localité	Nombre galles collectées	Nombre <i>T.</i> mâles	Nombre <i>T.</i> femelle	Total <i>T. sinensis</i>	SR
Cor4	Aïti	780	11	7	18	0,61
Cor5	Muratu	1100	0	0	0	
Cor7	Gavignanu	840	2	1	3	0,67
Cor8	Poggiu-Marinnacciu	840	0	0	0	
Cor10	Prunu	800	0	0	0	
Cor11	Rusiu	640	2	0	2	1
Cor12	Pianu	790	2	0	2	1
CorS1	Zevacu	1000	0	0	0	
Total		6790	17	8	25	0,68

Figure 1 : bilan des émergences 2014 par famille sur les galles sèches suivies à l'AREFLEC



La proportion de chacune des familles de parasitoïdes sur l'ensemble des sites (figure 1) permet de voir que les familles les plus présentes dans l'inventaire des galles sèches sont : Eupelmidae, Eurytomidae et Pteromalidae. Sur galles sèches, les seuls Torymidae collectés sont des *T. sinensis* et la proportion a augmenté de 9% cette année.

1.6 Conclusions de l'essai

L'acclimatation du *Torymus sinensis* a été confirmée par l'équipe du RDLB avec un taux d'établissement de 90% et un taux de parasitisme à la fois pour les parasitoïdes indigènes et surtout pour *T. sinensis* en croissance positive sur l'ensemble des sites. Concernant la population indigène, on observe une recrudescence de celle-ci cette année et trois familles sont majoritairement représentées : Eupelmidae, Eurytomidae et Pteromalidae. Cependant, l'impact sur le cynips viendra sur le long terme, à noter qu'en Italie, la lutte biologique a permis de réguler le cynips au bout d'une dizaine d'années.

Suite à une forte pression du cynips sur la région corse en 2013 (134 communes sur les deux départements corses) et la perte totale de récolte chez de nombreux castanéiculteurs, le protocole a été modifié cette année. En effet, le dispositif expérimental régional de 18 sites a été perturbé par des lâchers massifs sur toute la région, les résultats de cette année servent de conclusion au dispositif national de 2011 à 2014. Par la suite, seul quatre sites seront surveillés pour évaluer l'incidence des lâchers massifs.

Châtaigniers 2014

Essai 2 : Suivi des parasitoïdes naturels de *D. kuriphilus* sur galles vertes

Date : 12/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Titre de l'action : Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

2.1 Thème de l'essai : Protection des cultures

Cf. page 2

2.2 But de l'essai

- Rechercher des parasitoïdes naturels de *D. kuriphilus* présentant un potentiel de contrôle intéressant,
- Estimer le parasitisme naturel affectant *D. kuriphilus*,
- Fournir des données à l'équipe RDLB de l'INRA (qui pourra les exploiter dans le cadre d'études de dynamiques des populations, et des interactions entre *D. kuriphilus*, *T. sinensis*, et les parasitoïdes indigènes).

2.3 Facteurs et modalités étudiés

Le facteur étudié est le taux de parasitisme.

2.4 Matériels et méthodes

Quatre répétitions seront réalisées. Chaque répétition correspondant à une parcelle. Les parcelles ont été sélectionnées début 2013 avec l'équipe RDLB.

Les sites de prélèvement sont les communes : Bisinchi, Volpajola, Canavaghja, Murato (toutes en Haute-Corse).

Ces sites sont des sites témoins (exempts de lâchers d'auxiliaires) du dispositif national mis en place par l'INRA de Sophia-Antipolis. Ces sites présentent des vergers traditionnels non cultivés infestés par le cynips.

Code INRA	Localité	Altitude (m)
Cor1T	Bisinchi	593
Cor2T	Volpajola	302
Cor3T	Canavaghja	705
Cor5T	Murato	750

➤ **Protocole**

1 - Collecte de galles vertes :

Echantillonnage : 500 galles collectées au hasard par site et par date de collecte.

Fréquence / Période : deux collectes de galles seront effectuées sur chaque site entre mi-juin et début juillet.

2 - Mise en éclosoir des galles : afin de recueillir les insectes émergents des galles, ces-dernières sont placées dans des éclosoirs adaptés (construits par l'AREFLEC). Au préalable, elles sont nettoyées : le matériel végétal superflu et les arthropodes présents sur les galles (araignées notamment) sont éliminés. Dans chacun des éclosoirs, 500 galles (issues de la même parcelle) seront placées.

3 - Stockage des galles et suivi des émergences: les galles seront stockées à l'AREFLEC. Le suivi des émergences sera hebdomadaire à quotidien (en fonction du nombre d'émergences) jusqu'au mois de septembre.

4 - Tri et pré-identification des insectes : les insectes émergés seront comptabilisés sous loupe binoculaire. Les parasitoïdes identifiés seront triés par date d'émergence, site et date de collecte des galles, et par famille. Ils seront conditionnés dans l'éthanol à 96° pour envoi à l'équipe RDLB qui réalisera des identifications morphologique et biomoléculaire.

Les cynips émergents seront isolés et conservés en tube étanche et nourris au miel afin de procéder aux infestations exigées pour les essais 3 et 4.

➤ **Observations et mesures**

- Nombre de galles collectées,
- Nombre de parasitoïdes émergents par jour et par collecte,
- Nombre de parasitoïdes émergents par jour et par collecte et par groupe taxonomique.

VARIABLES ELABOREES :

- Taux de parasitisme observé, T, exprimé en nombre de parasitoïdes pour 1000 galles :

$$T = \frac{\text{Nombre de parasitoïdes émergés par site}}{\text{Nombre de galles collectées sur le site}} \times 1000$$

Observation complémentaire : à chaque collecte de galles vertes, 20 galles seront disséquées et les stades de développement des cynips dans les galles (larve, nymphe blanche, nymphe grise, nymphe noire ou adulte) seront notés. Cette information pourra être utile afin de cibler la date de deuxième collecte et également pour l'approvisionnement des cynips pour les essais : pilote de production et sensibilité variétale (essais 3 et 4).

➤ **Traitement statistique des résultats** : statistiques descriptives (Excel / Statbox).

2.5 Résultats détaillés

➤ Taux de parasitisme

Les deux récoltes de galles ont été effectuées le 25 juin 2014 et le 9 juillet 2014.

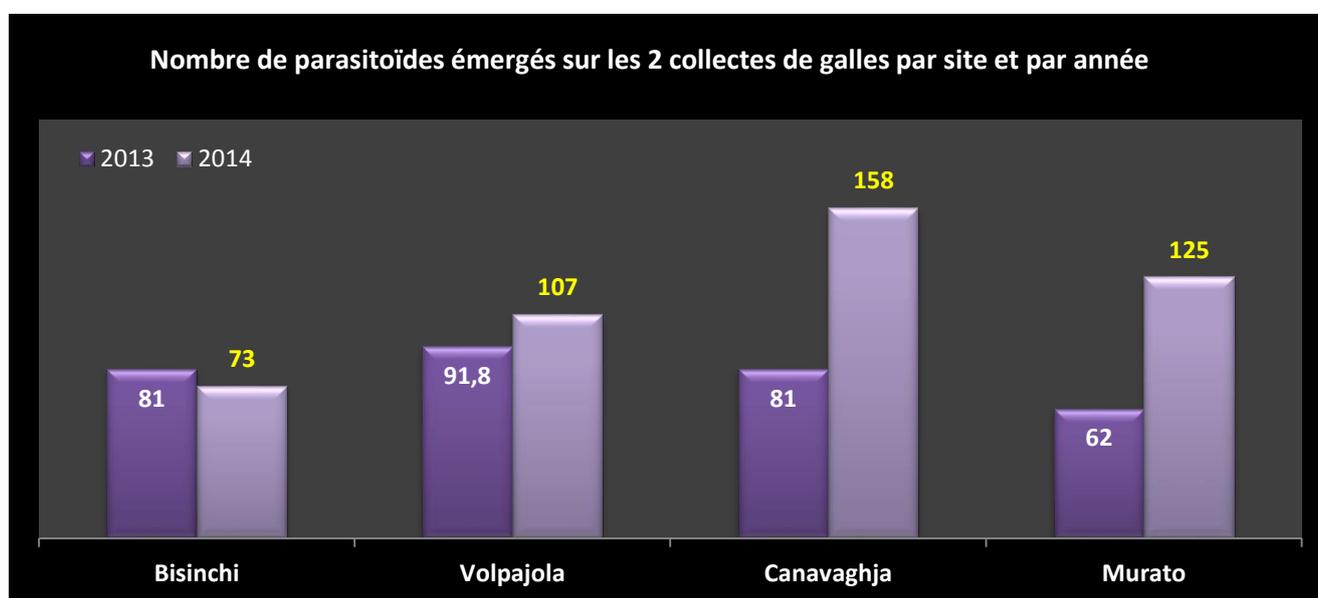
Tableau 3 : taux de parasitisme de la première collecte de galles par site en nombre d'individus émergés pour 1000 galles

1 ^{ère} collecte	Nombre galles collectées	Nombre total parasitoïdes émergés	T (Nombre parasitoïdes/ 1000 galles)
Bisinchi	500	58	116,0
Volpajola	500	72	144,0
Canavaghja	500	102	204,0
Murato	500	36	72,0
<i>Moyenne</i>	<i>500</i>	<i>67</i>	<i>134</i>
<i>Ecart-type</i>	<i>0</i>	<i>27,6</i>	<i>55,3</i>

Tableau 4 : taux de parasitisme de la deuxième collecte de galles par site en nombre d'individus émergés pour 1000 galles

2 ^{ème} collecte	Nombre galles collectées	Nombre total parasitoïdes émergés	T (Nombre parasitoïdes/ 1000 galles)
Bisinchi	500	15	30,0
Volpajola	500	35	70,0
Canavaghja	500	56	112,0
Murato	500	89	178,0
<i>Moyenne</i>	<i>500</i>	<i>48,8</i>	<i>97,5</i>
<i>Ecart-type</i>	<i>0</i>	<i>31,6</i>	<i>63,3</i>

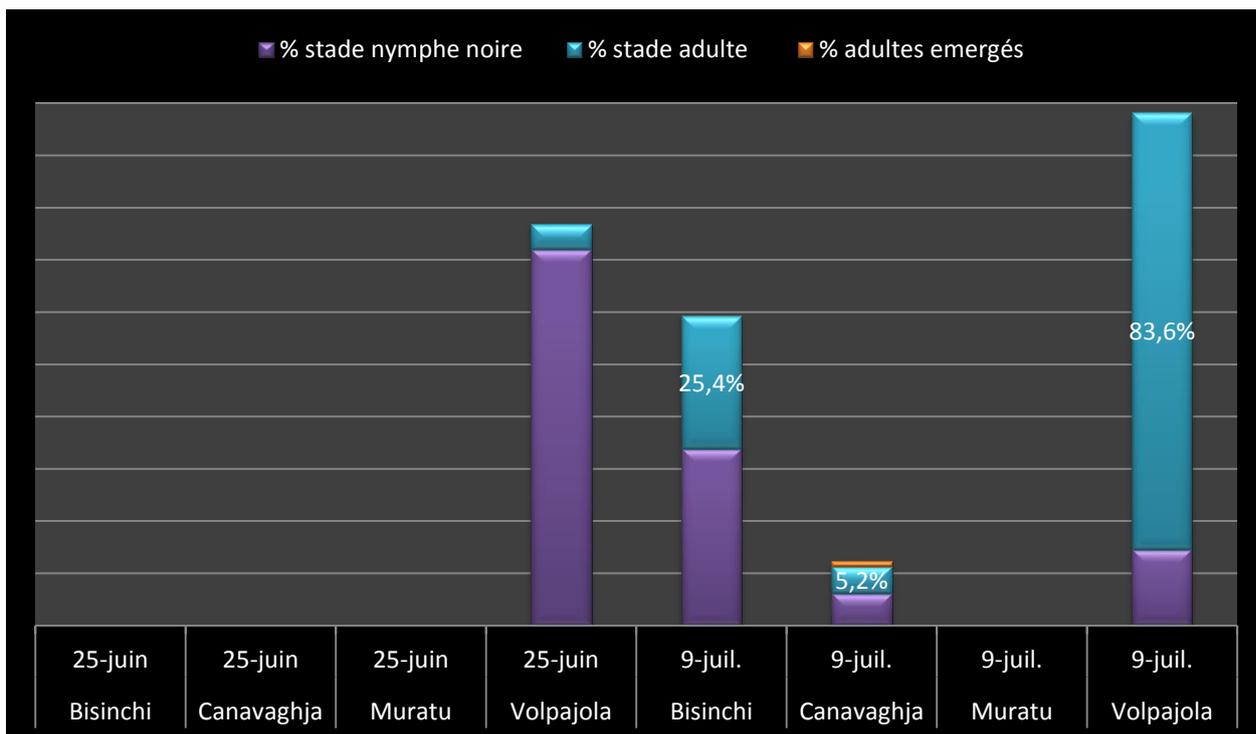
Figure 2 : bilan des émergences des galles vertes par site et par année



Les tableaux (3 et 4) et le graphique (figure 2) montrent que le nombre de parasitoïdes émergés est stable sur les sites de Bisinchi et Volpajola cependant sur les deux autres sites, le nombre de parasitoïdes émergés a augmenté entre 2013 et 2014.

➤ **Etude des stades du cynips sur les différents sites au moment des collectes**

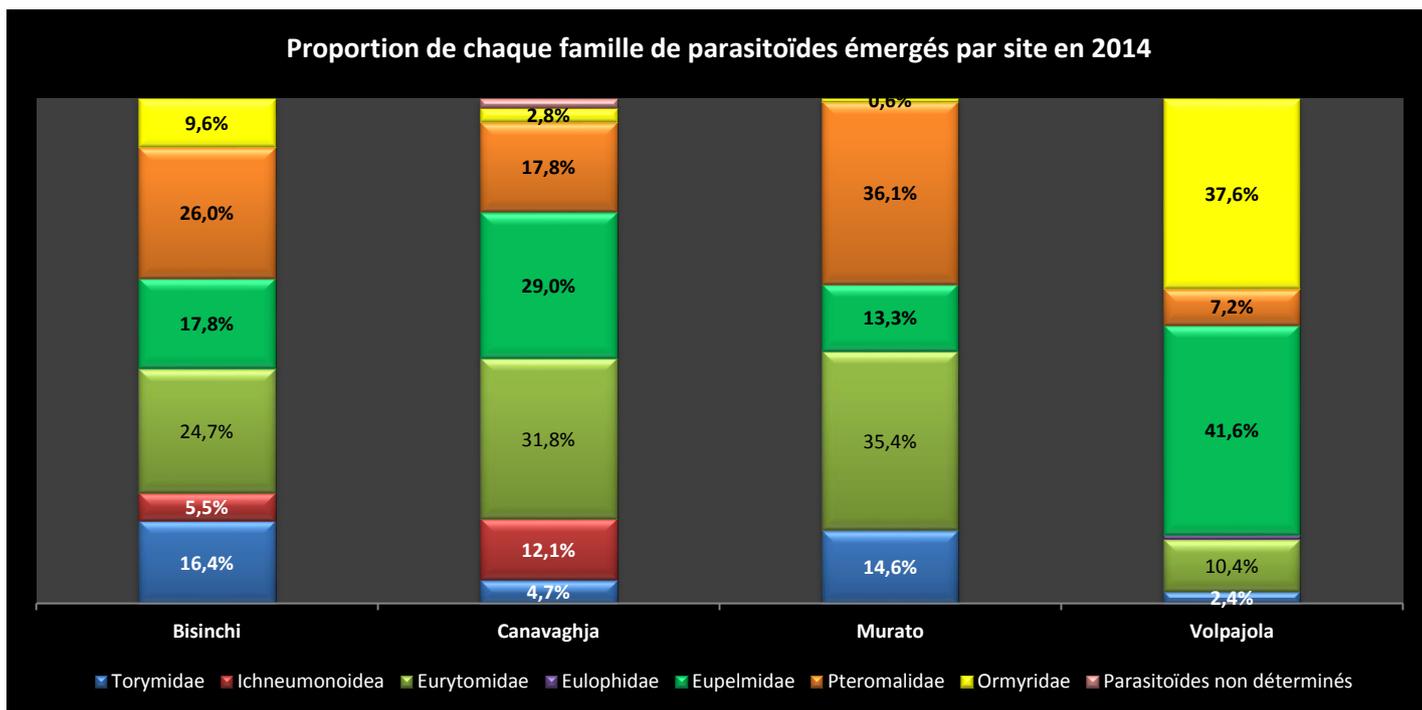
Figure 3 : état d'avancement des stades cynips dans les galles collectées par site



La dissection des galles a permis d'estimer l'état d'avancement de développement des cynips, dans les loges des galles pour chacun des sites. Le 25 juin, seul le site de Volpajola est un peu en avance mais par rapport à l'an dernier la première collecte a été bien positionnée, afin de suivre efficacement tous les parasitoïdes indigènes émergents. De plus, la collecte de cynips pour l'essai 3 et 4 a été plus abondante ce qui a permis d'infester massivement nos châtaigniers dans le pilote d'élevage.

➤ **Inventaire des parasitoïdes émergés**

Figure 4 : proportion de chaque famille de parasitoïdes émergés par site

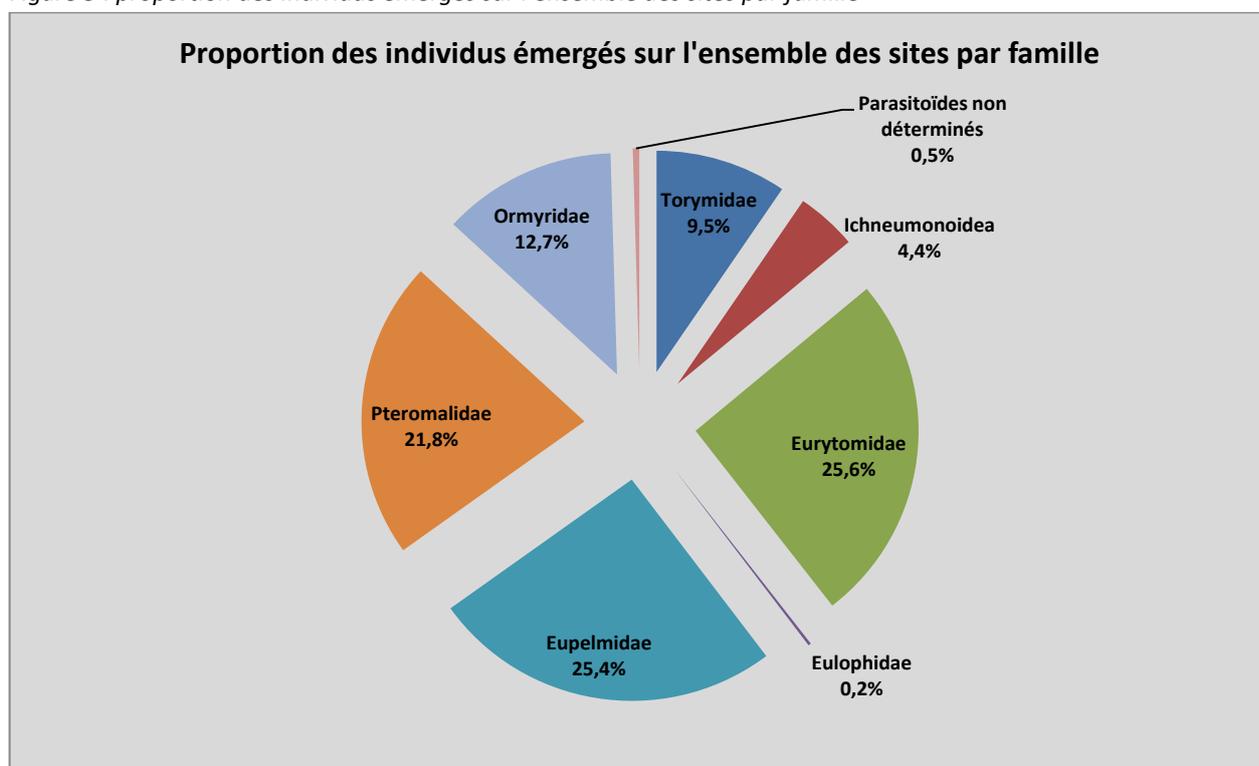


Le graphique (figure 4), présente pour chaque site la part respective de chacune des familles identifiées, pour l'ensemble des parasitoïdes observés. La famille des Eulophidae est absente sur tous les sites cette année et celle Ichneumonoidea n'est pas représentée sur Murato et Volpajola pour la deuxième année.

La proportion de chacune des familles de parasitoïdes sur l'ensemble des sites (figure 5) permet de voir que les familles les plus présentes dans l'inventaire des galles vertes en 2014 sont : Eurytomidae, Eupelmidae, et Pteromalidae.

Les identifications plus détaillées des parasitoïdes (genre et espèce si possible) n'ont pas encore été réalisées. D'après, les observations préliminaires avant l'envoi des échantillons, l'inventaire des Eurytomidae est principalement composé de *Sycophila sp.*, *Eurytoma sp.*; Eupelmidae : *Eupelmus sp.*; Pteromalidae : *Mesopolobus sp.*; Torymidae : *Megatismus dorsalis* et *Torymus auratus*, et des Ormyridae : *Ormyrus pomaceus*.

Figure 5 : proportion des individus émergés sur l'ensemble des sites par famille



2.6 Conclusions de l'essai

Le suivi des parasitoïdes sur les quatre sites de Bisinchi, Canavaghja, Volpajola et Murato, permet d'observer un accroissement d'année en année du nombre de parasitoïdes indigènes émergés. Trois familles de parasitoïdes sont majoritairement représentées sur les galles vertes : Eurytomidae, Eupelmidae, et Pteromalidae. Cependant sur l'ensemble des parasitoïdes principalement rencontrés, il reste encore à identifier plus précisément les individus afin de déterminer si ce sont des parasitoïdes du cynips ou des hyperparasitoïdes.

Châtaigniers 2014

Essai 3 : Evaluation de la sensibilité au cynips de variétés cultivées en Corse

Date : 15/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Titre de l'action : Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

3.1 Thème de l'essai : Matériel végétal

Cf. page 2

3.2 But de l'essai

Définir les sensibilités ou résistances au cynips des principales variétés cultivées en Corse. Les résultats obtenus pour les variétés témoins seront comparés aux résultats obtenus sur ces variétés par Botta (2012) en Italie et par les autres stations régionales procédant à une évaluation variétale (SEFRA). Des variétés supplémentaires pourront être rajoutées dans les années à venir en fonction de la disponibilité des plants.

En 2014, il est prévu de :

- Réaliser une évaluation des variétés infestées en 2013,
- Réitérer l'infestation par le cynips afin de rester en conditions non limitantes,
- Si infestation pas concluante sous serre, possibilité de transfert dans une jeune châtaigneraie de M. Baldassari (déjà infestée et irriguée).

3.3 Facteurs et modalités étudiés

Le facteur étudié est la sensibilité variétale.

N°	Variété	Caractéristique	Année de mise en place
1	Bouche de Bétizac	Témoin résistant	2011
2	Marsol	Témoin sensible	2011
3	Marigoule	Témoin sensible	2011
4	Bastelicacciu	Variétés corses	2011
5	Campanese		2011
6	Ghjentile		2011
7	Rossa		2011
8	Insitina x C. molissima		2011
9	Insitina		2012
10	Arrinzinca		2012
11	Minuta		2012
12	Aligialincu		2012
13	Triciuta		2012
14	Teghja	2013	
15	Insettu pinzuttu	2013	

3.4 Matériels et méthodes

➤ Dispositif expérimental :

- La parcelle expérimentale est un rameau, comptant un nombre déterminé de bourgeons. Cette parcelle expérimentale est isolée dans un sac en cellulose, étanche aux cynips.
- Le nombre de répétitions est fixé à 20 : pour chaque variété, quatre arbres seront support des observations. Cinq rameaux seront tirés au sort sur chaque arbre.
- L'infestation des plants de châtaignier par le cynips est réalisée en condition non limitante, telle que définie par l'Université de Turin (Sartor, 2009) : 1 cynips pour cinq bourgeons.
- Le nombre de bourgeons au sein de chaque parcelle expérimentale est contrôlé : 5 bourgeons seront conservés sur chaque rameau, et les bourgeons supplémentaires seront supprimés par pincement (celui-ci sera réalisé au hasard mais le bourgeon apical sera toujours préservé).

➤ Protocole

Observations liées aux infestations de 2012

Sur chacun des arbres, les nombres de bourgeons et de galles seront comptés au printemps (mai-juin) pour chaque rameau.

Manipulations pour les infestations en 2013

- 1 - Collecte des cynips : voir essai 2 (juillet)
- 2 - Marquage des rameaux, conformément aux exigences du dispositif décrit plus haut, et ébourgeonnage si nécessaire (juillet)
- 3 - Lâchers des cynips dans les sachets (juillet), le matin ou le soir. Les sachets seront laissés une semaine sur les arbres.

➤ Observations et mesures

- Nombre de galles par arbre (mai-début juin)
- Nombre de bourgeons au moment du comptage des galles
- Nombre de bourgeons au moment des infestations par *D. kuriphilus* (juillet)

VARIABLE ELABOREE : calcul du nombre de galles par bourgeon

Pour chaque arbre, le nombre de galles par bourgeon sera calculé. Selon la méthode utilisée par l'INRA de Sophia-Antipolis pour estimer le taux d'infestation d'un arbre.

Elle rapporte le nombre de galles de l'année N au nombre de bourgeons présents lors du comptage de ces galles, la même année. Les bourgeons qui n'ont pas débouffés (dormant) ne sont pas pris en compte.

G = Nombre de galles

B = Nombre de bourgeons débouffés

$$TI_{[2014]} = G_{[2014]} / B_{G[2014]}$$

- #### ➤ Traitement statistique des résultats : Statistiques descriptives et analytiques (Excel / Statbox).

3.5 Résultats détaillés

En 2013, l'infestation a donc été réalisée sous manchons de cellulose à densité de 1 cynips pour 5 bourgeons. Cette méthode présente plusieurs avantages :

- la quantité de cynips à collecter est moins importante mais la densité sera respectée,
- le nombre de répétitions est plus important mais peut se faire sur moins d'arbres pour étudier plus de variété.

Au printemps 2014, les variétés corses ont toutes eu plus ou moins des galles (le dispositif en serre donne enfin des résultats).

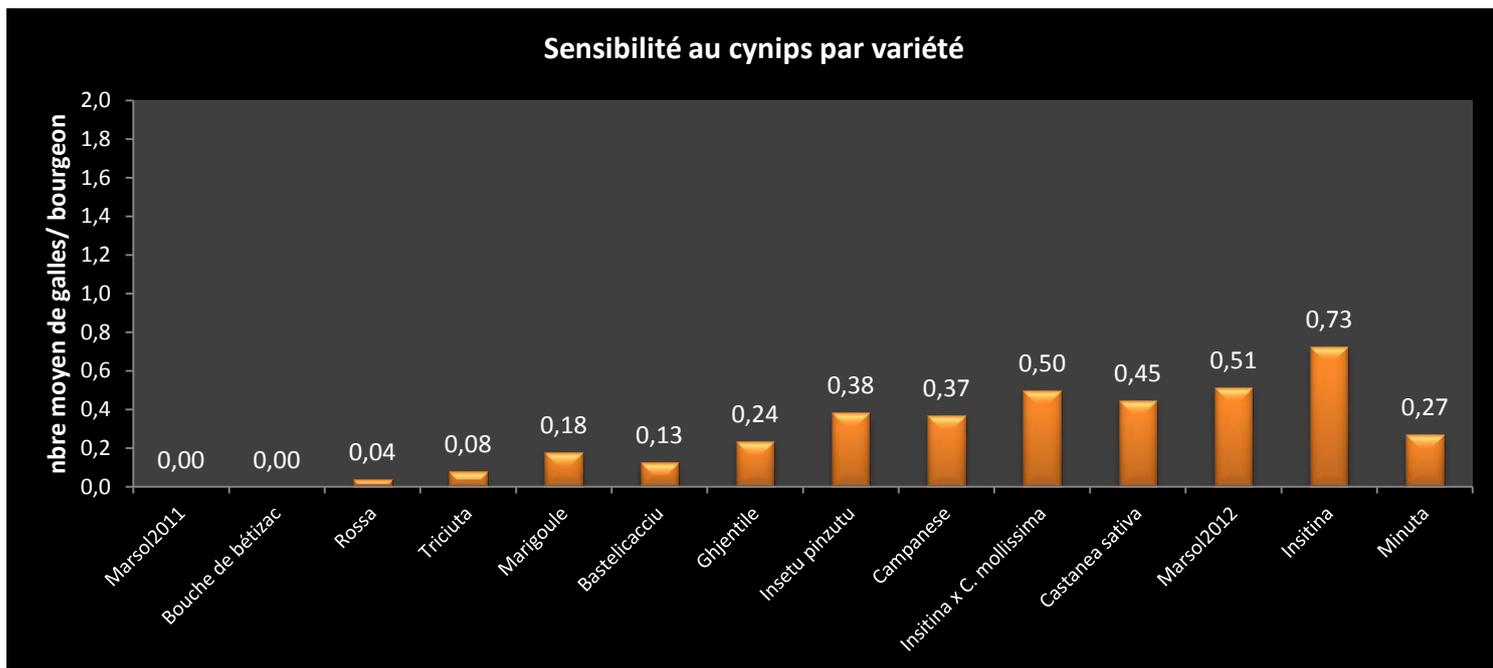
Cependant, un problème a été soulevé sur la variété Marsol (acheté en 2011) soit disant sensible ne l'est pas dans nos conditions d'essai. En juillet 2014, 3 variétés ont été ajoutées (Marsol 2012, Insitina, Minuta) au dispositif et testées sous manchons. Les variétés qui ont données des résultats en 2013, ont été évaluées en 2014 en lâchers libres en cages (1 cynips pour 5 bourgeons).

Tableau 5 : récapitulatif des variétés testées en 2013 et 2014

N°	Variété	Infestation cynips réalisée en manchons	Infestation cynips réalisée en cages
1	Bouche de Bétizac	2013	2014
2	Marsol 2011 (doute sur la variété)	2013	2014
3	Marigoule	2013	2014
4	Bastelicacciu	2013	2014
5	Campanese	2013	2014
6	Ghjentile	2013	2014
7	Rossa	2013	2014
8	Insitina x C. molissima	2013	2014
9	Insitina	2014	Non
10	Arrinzinca	Pas assez de répétitions	
11	Minuta	2014	Non
12	Aligialincu	Pas assez de répétitions	
13	Triciuta	2013	2014
14	Teghja	Pas assez de répétitions	
15	Insettu pinzuttu	2013	2014
16	Castanea sativa	2013	2014
17	Marsol 2012	2014	Non

➤ **Résultats de l'infestation en manchons 2013 et 2014 :**

Figure 6 : évaluation de la sensibilité au cynips des différentes variétés sous manchons (densité infestation 1C/5B)



Les lâchers de cynips ont été effectués en 2013 et 2014 entre 20h-21h avec des cynips récoltés dans l'après-midi sur les quatorze variétés ci-dessus (tableau 5). Trois variétés n'ont été évaluées à cause d'un nombre d'arbres insuffisants (malades ou mourants). Dans l'ensemble, les variétés corses sont toutes plus ou moins sensibles au cynips.

➤ **Résultats de l'infestation en cages :**

Tableau 6 : taux d'infestations en seconde année par variété sous cages (densité infestation 1Cynips/5Bourgeons)

Variété	TI	Caractéristique
Marsol2011	0	Sensible
Bouche de bétizac	0	Résistant
Bastelicacciu	0,34	-
Marigoule	0,52	Sensible
Ghjentele	0,61	-
Insitina x C. mollissima	0,79	-
Castanea sativa	0,83	-
Triciuta	0,85	-
Campanese	0,93	-
Rossa	0,98	-
Insetu pinzutu	0,98	-

Le tableau 6, montre que dans l'ensemble les variétés corses sont sensibles puisque les taux d'infestations sont supérieurs à la variété Marigoule classée comme sensible. Seul, la variété Bastelicacciu est inférieure à la Marigoule. L'infestation des arbres en deuxième année s'avère plus forte qu'en 2013.

3.6 Conclusions de l'essai

L'absence de galles au bout de deux années sur les Marsol (achetés en 2011) et la présence de celle-ci sur les Marsol2012 (figure 6 ci-dessus) permettent de conclure que les arbres 2011 ne sont pas des Marsols, ce qui explique nos problèmes d'infestations du pilote d'élevage de 2011 à 2012.

Dans l'ensemble, les variétés corses sont toutes plus ou moins sensible au cynips et aucune de celles testées en 2013-2014 ne présente de résistance au cynips.

Châtaigniers 2014

Essai 4 : Etudes des modalités d'infestation par le cynips pour la mise en place d'un pilote de production de *T. sinensis*

Date : 16/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Titre de l'action : Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

4.1 Thème de l'essai : Protection des cultures

Cf. page 2

4.2 But de l'essai

Dans l'objectif plus général de développer une méthode de production massive de l'auxiliaire de lutte contre le cynips en conditions semi-contrôlées, cet essai devra permettre de déterminer les meilleures modalités d'infestation par le cynips (parmi celles envisagées) et déterminer le potentiel d'élevage de l'auxiliaire.

4.3 Facteurs et modalités étudiés

Suite à l'infestation par le cynips de 2012, aucune galle n'est apparue au printemps 2013. En l'absence de résultats depuis deux ans, le protocole d'infestation des arbres par le cynips a été modifié.

Les hypothèses avancées sont premièrement que le lieu d'infestation (la serre) n'est pas approprié au cynips (mortalité précoce des cynips avant ponte ou mortalité des œufs) et deuxièmement que la densité de lâcher était trop faible. Lors de l'infestation de 2012, il y a eu une grande mortalité des cynips au moment des lâchers à cause des températures élevées. Peut-être que les cynips n'ont pas eu le temps de pondre ou les œufs dans les bourgeons n'ont pas survécus. De plus, les objectifs étaient basés sur un protocole italien ayant pour densité de lâchers 1 cynips pour 5 bourgeons mais au final la densité réalisée avait été seulement de 1 pour 16 bourgeons due à un nombre insuffisant de cynips récupérés dans les éclosiers. En 2013, on a donc entrepris un nouveau dispositif pour améliorer les conditions du pilote. Une ouverture supplémentaire (insect-proof) a été mise en place pour permettre une meilleure circulation de l'air et de diminuer la température d'environ 2°C dans la serre. Tous les lâchers de cynips ont été réalisés en fin de journée vers 20h (températures plus basses).

FACTEURS

- Expérimentation 1 : concerne le lieu d'infestation par le cynips (serre, extérieure serre et en châtaigneraie).
- Expérimentation 2 : concerne la densité d'infestation par le cynips en serre.
- Expérimentation 3 : concerne d'évaluation de production de *T. sinensis*

MODALITES

Pour l'expérimentation 1, le lieu de production (température) est évalué. Chaque modalité est composée d'une cage insect-proof contenant 10 arbres de variété Marsol et chaque modalité est infestée à une densité de 1 cynips pour 5 bourgeons.

On a trois modalités :

- ✓ Mo1 : cage **dans** la serre (domaine AREFLEC à 30 m altitude)
- ✓ Mo2 : cage **hors** de la serre (domaine AREFLEC à 30 m altitude)
- ✓ Mo3 : cage chez un apiculteur dans une zone présentant des châtaigniers infestés par le cynips (altitude 30 m)

En fonction des résultats des infestations de 2013, les modalités appliquées en 2014 pourraient évoluer.

Pour l'expérimentation 2, la densité d'infestation est évaluée. Chaque modalité est composée d'une cage insect-proof contenant 10 arbres de variété Marsol et chaque modalité est installée dans la serre.

On a trois modalités :

- ✓ Mo1 : 1 cynips lâché pour 5 bourgeons
- ✓ Mo2 : 2 cynips lâchés pour 5 bourgeons
- ✓ Mo3 : 3,5 cynips lâchés pour 5 bourgeons

En fonction des résultats des infestations de 2013, les modalités appliquées en 2014 pourraient évoluer.

Pour l'expérimentation 3, la production de *Torymus* sera évaluée, à conditions, d'une part que l'infestation par le cynips soit suffisante, et d'autre part que la quantité d'auxiliaires disponibles en 2014 soit suffisante. Une seule modalité sera évaluée en 2014 : 1 *T. sinensis* femelle pour 5 galles. En fonction des résultats des infestations de 2013, les modalités appliquées en 2014 pourraient évoluer. La parcelle expérimentale sera certainement le rameau et chaque rameau sera isolé grâce à un sachet en cellulose.

4.4 Matériels et méthodes

➤ Dispositif expérimental

- 10 répétitions par modalité,
- le nombre de bourgeons et/ou de galles au moment des infestations sera évalué avant lâcher (fin juin).

➤ Observations et mesures

Compte tenu du cycle de *D. kuriphilus* les observations liées aux infestations de 2014 seront possibles seulement au printemps 2015.

En 2014, seront réalisées les observations en lien avec les infestations de 2013 et le nombre de galles par arbre et par modalité sera évalué. Les résultats des infestations 2014 seront disponibles dans ce compte-rendu seulement si les débourrements des arbres au printemps 2015 sont achevés.

Compte tenu du cycle de *T. sinensis*, les premières observations auront lieu en 2015. Elles concernent le suivi des insectes émergés des galles sèches : le nombre de *T. sinensis* femelles émergées et le nombre de *T. sinensis* mâles émergés par galle seront évalués.

➤ Traitement statistique des résultats

Statistiques descriptives et analytiques (Excel /Statbox).

4.5 Résultats détaillés

➤ Résultats de l'infestation 2013 :

Tableau 7 : résultats des infestations cynips en 2013

Sites	Facteur	Variété	Modalité (altitude)	Nb arbre infesté	Densité d'infestation	Nb moyen de galles exprimées /arbre	TI
Expérimentation 1	Lieu (température)	Marsol	Mo1 : En serre à l'Areflec (30m)	10	1 cynips/5 bourgeons	0	0
			Mo2 : Hors serre à l'Areflec (30m)	10	1 cynips/5 bourgeons	0	0
			Mo3 : En châtaigneraie (30m)	10	1 cynips/5 bourgeons	0	0
Expérimentation 2	Densité (infestation)	Marsol	Mo1' : en serre (30m)	10	1 cynips/5 bourgeons	0	0
			Mo2' : en serre (30m)	10	2 cynips/5 bourgeons	7,3	0,04
			Mo3' : en serre (30m)	10	3,5 cynips/5 bourgeons	0	0

Les deux expérimentations ont permis d'écarter l'hypothèse que la température de notre milieu expérimental en serre et en plaine était à l'origine de notre absence de résultats depuis deux ans. Quelques arbres « gallés » ont enfin été observés en serre, cependant ces résultats sont faibles mais un phénomène de déformation foliaire due à la ponte du cynips a été fortement remarqué. La variété Marsol, dans nos conditions d'élevage, arriverait peut-être à résister au cynips. Sur les 60 arbres Marsol, seulement 2 arbres ont eu des galles et le plus gallé est le seul Marsol acheté en 2012, tous les autres sont de 2011. La variété Marsol soit disant sensible (choisie pour le pilote) est remise en cause dans l'essai pilote et dans l'essai variétal (voir essai 4).

Par conséquent, en 2014 le dispositif a été modifié. L'infestation a été réalisée dans trois cages contenant 10 arbres de chaque variété (Marsol 2011, Marsol 2012 et *Castanea sativa*) à une densité de 1 cynips pour 5 bourgeons.

Expérimentation 3 : des galles ont été obtenues en serre Mo2' donc un petit test de production de *Torymus sinensis* a pu être réalisé : 1 femelle fécondée de *T. sinensis* a été lâchée pour 5 galles sur 10 répétitions, les résultats seront évalués au printemps 2015.

➤ Résultats de l'infestation 2014 :

Tableau 8 : nombre de galles exprimées par variété des infestations 2014

Modalité	Nombre d'arbres/cage	Variété	Nombre moyen de bourgeons débouffés/arbre	Nombre moyen de galles exprimées/arbre	TI
Mo1	10	Marsol2011	177,2	1,2	0,01
Mo2	10	Marsol2012	154,4	139,8	0,90
Mo3	10	<i>Castanea sativa</i>	165,7	150,9	0,91

Tous les arbres Marsol2012 et *Castanea sativa* sont gallés, et les taux d'infestation sont élevés. Quasiment tous les bourgeons sont gallés ce qui est très prometteur pour la réalisation d'un pilote d'élevage de *T. sinensis*. Concernant, la variété Marsol2011 seul un arbre sur dix présente des galles et celui-ci semble malade (quelques rameaux secs). On peut enfin conclure que les arbres Marsol2011, ne sont pas des arbres de variété Marsol, ce qui explique nos problèmes d'infestations du pilote d'élevage de 2011 à 2012.

➤ **Résultats de la production de *Torymus sinensis* (expérimentation 3) :**

Tableau 9 : bilan des *T. sinensis* émergés dans le pilote d'élevage

Site	Nombre de galles collectées	Nombre de <i>T.</i> mâles émergés	Nombre de <i>T.</i> femelles émergées	Total de <i>T. sinensis</i> collectés	Nbre <i>T. sinensis</i> émergés /1000 galles
Serre	50	1	3	4	80

Les galles ont été collectées le 20/01/2015 ce qui s'avère être un peu tard pour des arbres stockées en serre. En effet, des émergences de *T. sinensis* ont dues se produire avant la récolte, puisque le nombre de mâles est inférieur à celui des femelles. Les résultats sont un peu faibles cependant l'expérimentation 3 permet de voir que la production de *Torymus sinensis* en serre est possible. Par la suite, il faudra collectées les galles plus tôt et les stockées au frais pour permettre l'émergence des *T. sinensis* au moment opportun.

4.6 Conclusions de l'essai

Cette année, on a enfin réussi à expliquer nos problèmes d'infestations des arbres par le cynips rencontrés de 2011 à 2012. Le problème venait des arbres achetés en 2011. L'infestation a enfin réussi sur vingt arbres (Marsol 2012 et *Castanea sativa*) et presque tous les bourgeons sont gallés ce qui permet d'envisager la production massive de *T.sinensis*. De plus, nos premier *T.sinensis* produits en serre dans le pilote d'élevage ont vu le jour au printemps 2015.

Châtaigniers 2014

Essai 5 : Suivi phénologique des arbres pour la mise en place d'un pilote de production

Date : 16/06/2015

Rédacteur(s) : Alice Leboulanger

Essai rattaché à l'action n° : 06.2011.01

Titre de l'action : Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse

5.1 Thème de l'essai : Protection des cultures

Cf. page 2

5.2 But de l'essai

Dans l'objectif plus général de développer une méthode de production massive de l'auxiliaire de lutte contre le cynips en conditions semi-contrôlées, cet essai devra permettre d'appréhender le niveau de décalage phénologique entre les arbres support du pilote de production et les zones de lâchers potentiels.

Ces connaissances permettront de définir les conditions pour obtenir des émergences des auxiliaires en serre au moment opportun pour des lâchers sur le terrain.

5.3 Facteurs et modalités étudiés

FACTEURS :

Les facteurs étudiés seront :

- Le type de site :
 - Site de production en serre (AREFLEC)
 - Site de lâchers
- La précocité de la variété (les variétés cultivées en Corse sont demi-tardives à tardives, alors que la variété Marsol, support de multiplication de l'auxiliaire, est une variété demi-précoce).

MODALITES :

Les modalités étudiées seront :

- Sur le site de l'AREFLEC, les arbres de la variété MARSOL (support du pilote de production) ayant passés l'hiver dans des lieux différents, et les arbres de la variété GHJENTILE, tardive.
- Les arbres des sites de lâchers de *T. sinensis* en 2014. *Ces arbres seront suivis par les partenaires régionaux de l'AREFLEC dans le cadre d'une autre source financement.*

5.4 Matériels et méthodes

Un suivi phénologique des arbres est réalisé chaque semaine à compter de la dernière semaine de mars, et ce jusqu'à la détection du moment opportun de lâcher d'auxiliaires.

Le suivi est réalisé selon le protocole fourni par l'équipe RDLB :

Ce suivi consiste à choisir 20 rameaux (d'une vingtaine de centimètres de longueur) au hasard (et sur plusieurs arbres du site) et, pour chaque rameau, à compter le nombre de bourgeons correspondants aux différents stades phénologiques présentés ci-dessous :

- Stade **a** : bourgeon au repos
- Stade **b** : bourgeon gonflé
- Stade **c** : feuilles apparentes
- Stade **d** : chute de la pérule
- Stade **e** : chatons apparents
- Stade **f** : chatons en croissance

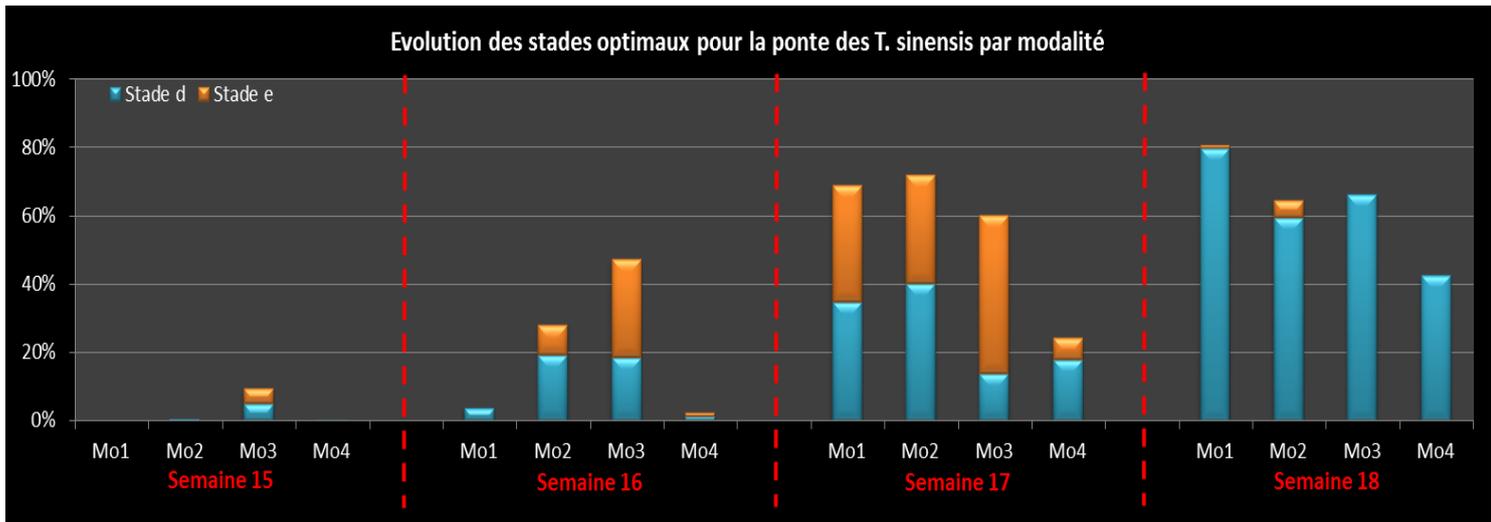
5.5 Résultats détaillés

Tableau 10 : récapitulatif des différentes modalités suivies en 2014

Code Modalité	Localité	Statut du site	Altitude (m)	Précocité des variétés	Variétés
Mo1	San Giuliano (2B)	Site expérimental en serre	30	Précoce	Marsol
Mo2	San Giuliano (2B)	Site expérimental hors serre	30	Précoce	Marsol
Mo3	Santa Lucia di Moriani (2B)	En châtaigneraie	30	Précoce	Marsol
Mo4	San Giuliano (2B)	Site expérimental en serre	30	Tardive	Ghjentile
Cor12	Pianu (2B)	Site de lâcher	713	Non com.	Non communiqué
CorS1	Zevacu (2A)	Site de lâcher	870	Non com.	Non communiqué
Cor13	Venacu (2B)	Site de lâcher	603	Non com.	Non communiqué

Les résultats concernant les sites de lâchers ne sont pas présentés dans ce rapport, seul les données sur les modalités Mo1, Mo2, Mo3, et Mo4 sont abordées.

Figure 7 : évolution des stades optimaux pour la ponte des *T. sinensis* par modalité et par semaine



Dans le graphique (figure 7), sont présentés les stades optimaux (stade d et e) pour la ponte des *Torymus sinensis* par modalité. En semaine 15-16-17, on constate que la modalité Mo3 est en avance par rapport aux modalités Mo1 et Mo2 ce qui est surprenant, puisque les arbres de la modalité 3 ont passés l'hiver en châtaigneraie (site ombragé). Le site expérimental à l'Areflec n'a pas accéléré le débourrement des arbres contrairement à ce qu'on avait pu penser. Cette différence s'atténue en semaine 18, puisque le seuil de 50% du stade d est atteint cette semaine pour toutes les modalités de variété Marsol (sauf Mo4 qui est une variété tardive). La variété Ghjentile (tardive) a atteint le seuil, la semaine suivante et à rattraper son retard sur le stade stade phénologique d.

5.6 Conclusions de l'essai

Depuis deux ans, on observe un petit décalage sur le démarrage du débourrement des arbres en serre selon les variétés mais en principe ce décalage est de quelques jours et il s'atténue par la suite. La synchronisation des stades phénologiques des arbres en serre et en châtaigneraie permet une meilleure production d'auxiliaires. Le délai de maintien en vie des *Torymus* est plus court car plus synchrones et par conséquent la survie des individus augmente. En 2014, les arbres en serre et en châtaigneraie étaient synchrones puisque les lâchers de *T. sinensis* en serre ont été réalisés le 2 mai et ceux des sites de lâchers le 3 mai.