



Compte-rendu d'action

Châtaignier 2013

Entretien, taille, et gestion des résidus de taille des arbres touchés par le cynips du châtaignier.

Date : 27/08/2013

Rédacteur(s) : Marine Blouin

1. Thème de l'action

Une difficulté majeure touche les castanéiculteurs, avec l'apparition du cynips. Un programme d'expérimentation pour l'élevage de son parasitoïde, *Torymus sinensis* est en cours, mais d'autres voies doivent être abordées pour essayer de freiner son développement.

Une piste concerne la taille du châtaignier comme méthode prophylactique expérimentale.

2. But de l'action

L'objectif de la première action de ce programme régional d'expérimentation est de définir les recommandations de taille, et gestion des résidus de taille, pour les arbres touchés par le cynips du châtaignier.

3. Facteurs et modalités étudiés

Deux essais ont été mis en place dans ce contexte (ainsi qu'une étude bibliographique) :

Essai 1 : Incidence de la taille sur l'état des arbres au champ

Facteur étudié : Niveau d'entretien (taille des arbres et entretien du sol) de l'arbre

Modalités :

- Entretien de l'arbre
- Pas d'entretien

Essai 2 : Incidence du pincement des rameaux et du moment de taille sur le développement végétatif de jeunes châtaigniers en pot

Facteur étudié : Pincement du rameaux (éliminant du bourgeon terminal)

Modalités :

- Pas de pincement
- Pincement au débourrement (T1 = 19 avril 2013)
- Pincement tardif en vert (T2 = 13 juin 2013)

4. Matériel et Méthodes

Synthèse bibliographique

Essai 1

- **Matériel Végétal :**
 - Châtaignier variété Marigoule (Hybride *Castanea sativa* x *Castanea crenata*)
 - Dimension des arbres : 8 à 10 m de hauteurs
- **Site d'implantation :** Campile (Taillis)
- **Dispositif expérimental**
 - Parcelle élémentaire : 1 arbre
 - Nombre de répétitions : 4
 - La parcelle d'étude est divisée en deux zones. Sur chaque zone, deux arbres par modalité ont été désignés de façon aléatoire (NB : impossible de prendre 8 arbres homogènes sur une seule zone)

- **Observations et mesures**

Les observations ont été réalisées à trois dates :

- T1 : début de l'essai et date de l'intervention de taille et d'entretien du sol : 17/04/13
 - T2 : Dernière semaine d'avril
 - T3 : Dernière semaine de juillet
- a) **Relevé des stades phénologique**, selon le protocole en annexe. Ce relevé est réalisé à T1 et à T2 sur 10 rameaux par arbre. A chaque relevé est calculé par arbre un stade moyen **S** :
- Si tous les bourgeons sont au stade **a** bourgeon dormant, **S=0**
 - Si tous les bourgeons sont au stade **b** bourgeon gonflé, **S=1**
 - Si tous les bourgeons sont au stade **c** feuilles apparentes, **S=2**
 - Si tous les bourgeons sont au stade **d** chute de la péricarpe, **S=3**
- b) **Taux d'infestation**, noté **T**, selon le protocole en annexe. Ce relevé est réalisé à T2 sur 10 rameaux par arbre et à T3 sur 25 rameaux par arbre. Ce taux d'infestation est un rapporte entre nombre de galles et nombres de bourgeons ayant débouffés.
- c) **Nombre de feuilles** par rameau, noté **F**. Ce relevé est réalisé à T3 sur 25 rameaux par arbre.
- d) **Nombre de bogues** par rameau, noté **B**. Ce relevé est réalisé à T3 sur 25 rameaux par arbre.
- e) **Nombre de rejets** par mètre linéaire de charpentière, noté **R**. Ce relevé est réalisé arbre par arbre sur 10 mètres linéaires de charpentières.

- **Conduite de l'essai**

- L'entretien des arbres sur la modalité concernée est réalisé le 17 avril 2013. Elle consiste en :
- Un entretien au sol : élimination des espèces végétales présentes (roncier, buissons, arbustes) sous la frondaison.

- Une taille légère : élimination des rameaux morts principalement. Compte tenu de la taille des arbres, cette opération est réalisée par un élagueur.



– **Traitement statistique des résultats**

ANOVA au seuil de 5 % (logiciel StatBox)

Essai 2

– **Matériel Végétal**

- Châtaignier variété Marsol (Hybride *Castanea sativa* x *Castanea crenata*)
- Dimension des arbres : 1m50 à 2m de hauteur
- Arbres en pot, irrigués au goutte à goutte

– **Site d'implantation**

Cet essai est mené à l'AREFLEC, sous serre chapelle

– **Dispositif expérimental**

- Unité expérimentale : 1 arbre
- Nombre de répétitions : 7
- Un lot d'arbre par modalité a été constitué afin de constituer trois groupes homogènes de 7 plants

– **Observations et mesures**

Les observations ont été réalisées à trois dates, à un mois d'intervalle environ :

- T0 : début de l'essai – 19 avril 2013 – stade phénologique du châtaignier : début du débourrement
- T1 : 13 juin 2013
- T2 : 24 juillet 2013

Sur chaque plant, trois rameaux d'un an (formés en 2012) par arbre sont suivis, choisis aléatoirement et marqués en début d'essai. Pour chacun rameaux les notations suivantes sont réalisées

- a) L_0 , Longueur du rameau, en cm, mesurée à T0
- b) B_0 , Nombre de bourgeons portés par le rameau (bourgeons formés en 2012), mesuré à T0
- c) D_i , Nombre de bourgeons portés par le rameau (bourgeons formés en 2012), ayant débourré à T_i , mesuré à T0, T1 et T2
- d) B_2 , Nombre de bourgeons nouvellement formés sur les pousses de l'année (formées en 2013), pousses portée par le rameau étudié, mesuré à T2

– **Traitement statistique des résultats**

Calcul des variables élaborées

- Taux de débourement à T_i : $TD_i = D_i / B_0$
- Nombre de bourgeons par cm de rameau : $BL_0 = B_0 / L_0$
- Nombre de bourgeons ayant débourrés par cm de rameau à T_i : $DL_i = D_i / L_0$
- Nombre de bourgeons nouvellement formés par cm de rameau : $BL_2 = B_2 / L_0$
- Nombre de bourgeons nouvellement formés en 2013 par bourgeon de 2012 : $BB = B_2 / B_0$
- Evolution du taux de débourement entre T_i et T_j : $K_{i-j} = (TD_j - TD_i) / (TD_j + TD_i)$

Analyses statistiques

- Calcul du coefficient de variation, égal au rapport, pour une variable entre écart-type et moyenne, noté **Cv**
- ANOVA au seuil de 5 % (logiciel StatBox)

5. Résultats détaillés

Essai 1 : Incidence de la taille sur l'état des arbres au champ

a) Suivis phénologiques

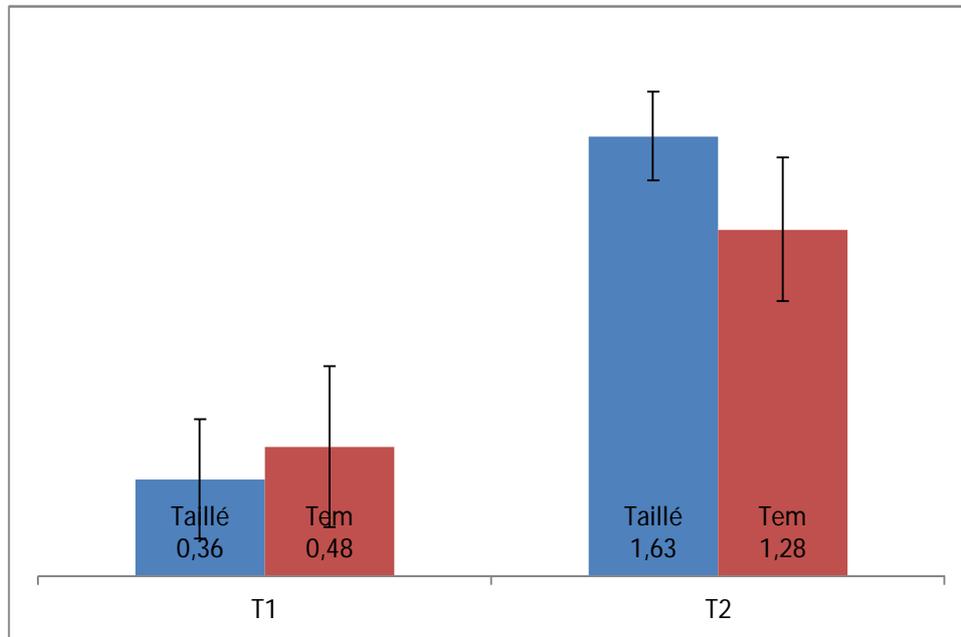


Figure 1 : Evolution du stade phénologique moyen entre T1 et T2 pour chacune des modalités. Les barres d'erreur figurent les écarts types

Aucune différence significative n'a été observée entre modalités à T1 ($p=0,420$) comme à T2 ($p=0,132$). A T1, les arbres des deux modalités sont entre le stade a (bourgeons dormants) et b (bourgeons gonflés). A T2, soit 10 jours plus tard, les arbres sont en moyenne entre le stade b et c (premières feuilles apparentes).

On remarque sur la figure ci-dessus que le stade moyen de la modalité taillée est, en moyenne, inférieur à celui de la modalité témoins à T1 ; à T2 c'est la modalité taillée qui présente le stade le plus avancé.

b) Taux d'infestations

On note une différence des taux d'infestation à T2, avec un taux d'infestation plus important sur la modalité taillée (figure page suivante). Cependant celle-ci n'est pas significative ($p=0,121$). A T3, les taux sont semblables entre modalités ($p=0,884$). Notons qu'il est normal de voir le taux d'infestation diminuer entre T2 et T3 : le taux d'infestation est le rapport entre le nombre de galles et le nombre de bourgeons ayant débourré ; à T2 certains bourgeons n'ont pas encore débourré.

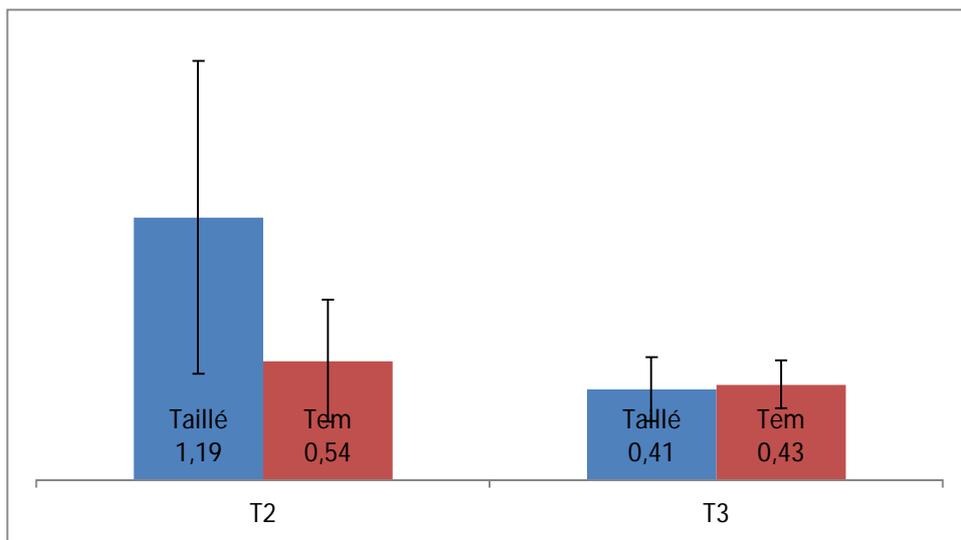


Figure 2 : Taux d'infestation par modalité à T2 et T3. Les barres d'erreur figurent les écarts-types

c) Nombre de feuilles et de bogues

Sur l'ensemble des rameaux observés, soit 100 par modalité, seule une bogue a été observée. Cette absence de fructification est à imputer à l'infestation des arbres par le cynips depuis plusieurs années.

Malgré tout, une pousse végétative importante a été observée, sur les deux modalités, avec en moyenne 20 feuilles par pousses (figure ci-dessous -aucune différence significative entre modalité : $p = 0,155$). Ce développement végétatif important malgré l'infestation est très probablement dû à l'été relativement pluvieux de 2013.

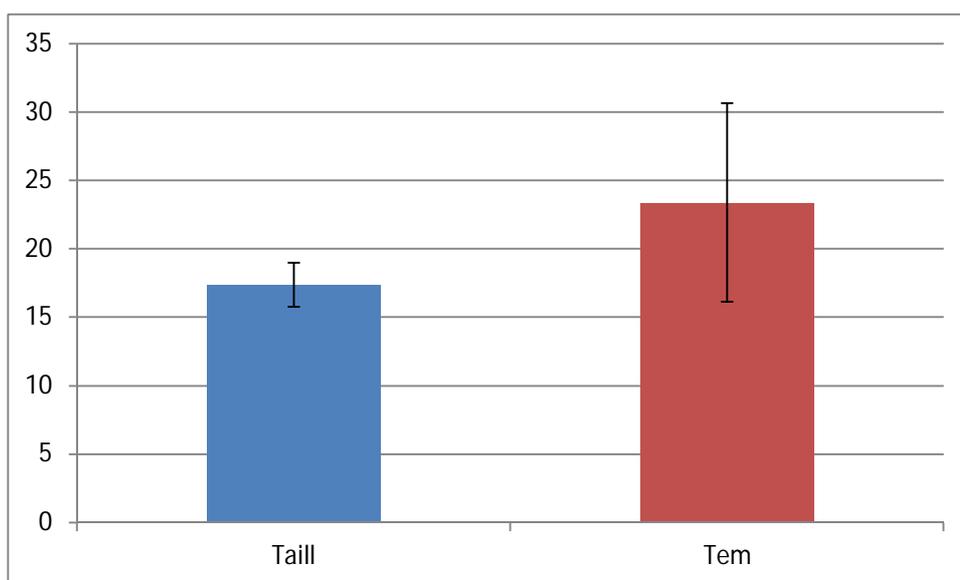


Figure 3 : Nombre de feuilles par pousses à T3. Les barres d'erreur figurent les écarts-types

d) Nombre de rejets

Le nombre de rejets par mètre de charpentières est significativement différent entre modalité ($p=0,029$), avec en moyenne un peu plus de deux rejets pour la modalité taillée contre un peu plus d'un pour la modalité témoin. La quantité de rejets étant un signe de vigueur, on voit ici un effet de l'entretien des arbres sur leurs vigueurs.

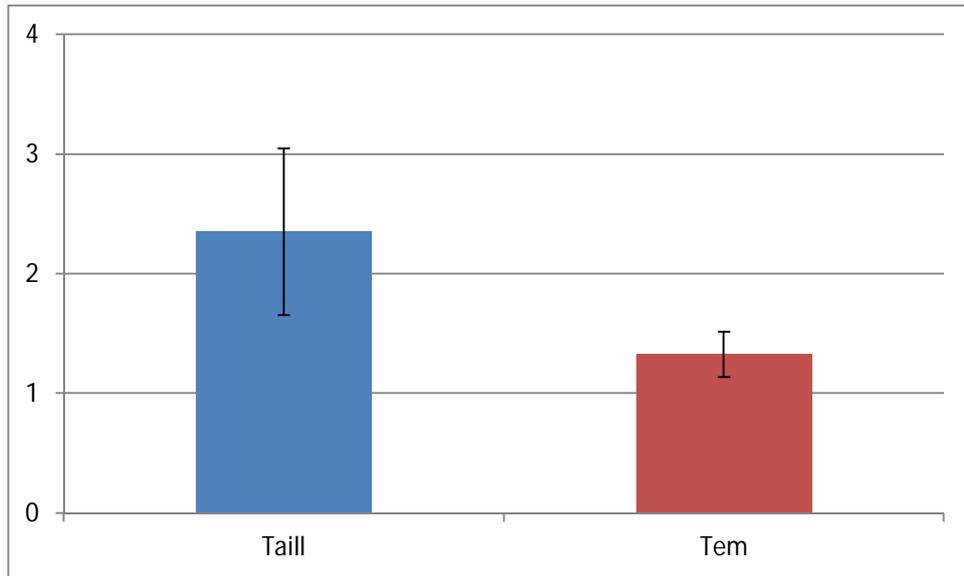


Figure 4 : Nombre de rejets par mètre de charpentières. Les barres d'erreur figurent les écarts types

Essai 2 : Incidence du pincement des rameaux et du moment de taille sur le développement végétatif de jeunes châtaigniers en pot

a) Etat initial

A T_0 , entre les trois modalités, aucune différence significative n'est observée entre le nombre de bourgeons par cm de rameaux BL_0 ($p=0,614$).

Nous remarquons, cependant une plus forte variabilité de la variable pour le témoin (écart type égal à 46% de la moyenne, contre 16 et 18% pour les modalités pincées M1 et M2).

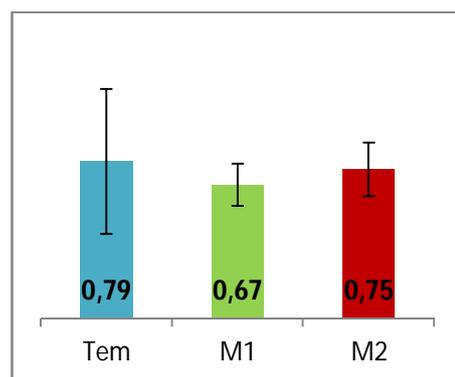


Figure 5 : Valeur de BL_0 par modalité. Les barres d'erreur figurent les écarts-types

Tableau 1 : Moyennes par modalité et coefficients de variation pour BL_0 , DL_0 et TD_0

modalité	BL_0 nombre de bourgeons par cm de rameau		DL_0 nombre de bourgeons ayant débouffés par cm de rameau		TD_0 Taux de débouffement	
	Moyenne	Cv	Moyenne	Cv	Moyenne	Cv
Tem	0,79	46%	0,25	64%	36%	53%
M1	0,67	16%	0,17	60%	28%	65%
M2	0,75	18%	0,26	61%	36%	61%

A l'état initial, le taux de débouffement moyen par modalité TD_0 est compris entre 28 et 36%, sans différence significative entre modalité ($p=0,477$). On ne constate aucune différence pour la variable DL_0 , représentant le nombre moyen de bourgeon par cm de rameau ($p=0,614$).

Concernant le débouffement, il faut noter une très forte variabilité entre les arbres, pour une même modalité, avec des coefficients de variation supérieurs à 50%.

b) Capacité des bourgeons à débouffier par modalité

Aucune différence significative n'est observée pour aucune des variables concernant le débouffement des bourgeons (tableau ci dessous)

Tableau 2 : Résultats des ANOVA pour les variables concernant le Taux de débouffement (TD), Nombre de bourgeons ayant débouffés par cm (DL) à T1 et T2, et Evolutions du taux de débouffement (K)

	TD1	TD2	DL1	DL2	K0-1	K1-2	K0-2
Valeur de p	0,543	0,643	0,980	0,989	0,577	0,786	0,613

La figure ci-dessous montre, pour chaque modalité, une augmentation du nombre de bourgeons ayant débourrés entre T0 et T2. L'augmentation semble plus importante entre T0 et T1 qu'entre T1 et T2. A noter toujours, la très forte variabilité des observations.

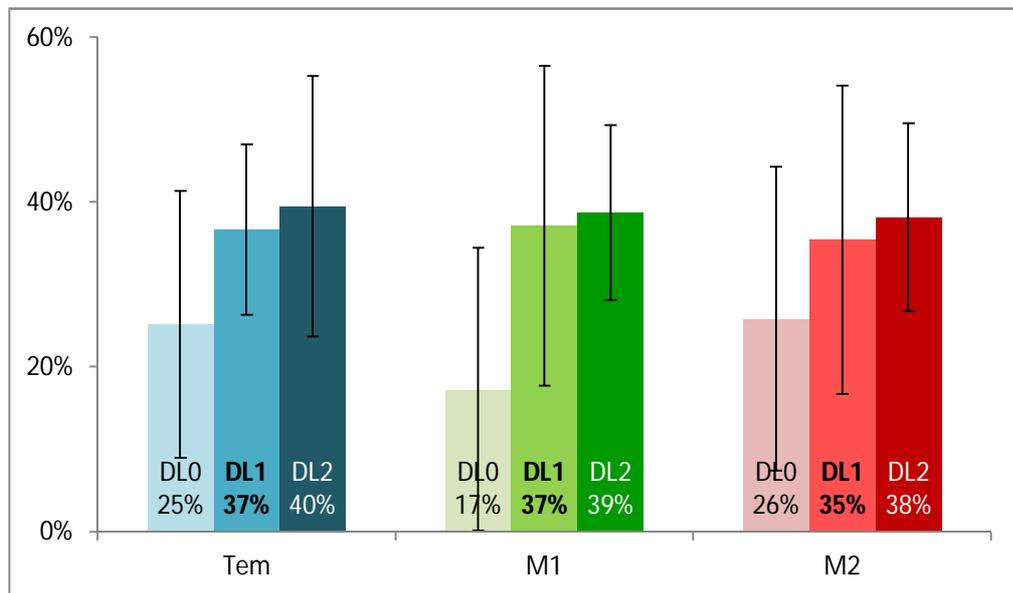


Figure 6 : Evolution du nombre de bourgeons ayant débourrés DL. Les barres d'erreur figurent les écarts types.

Le constat est identique lorsque nous observons les taux de débourréments TD à T0, T1 et T2 (figure suivante).

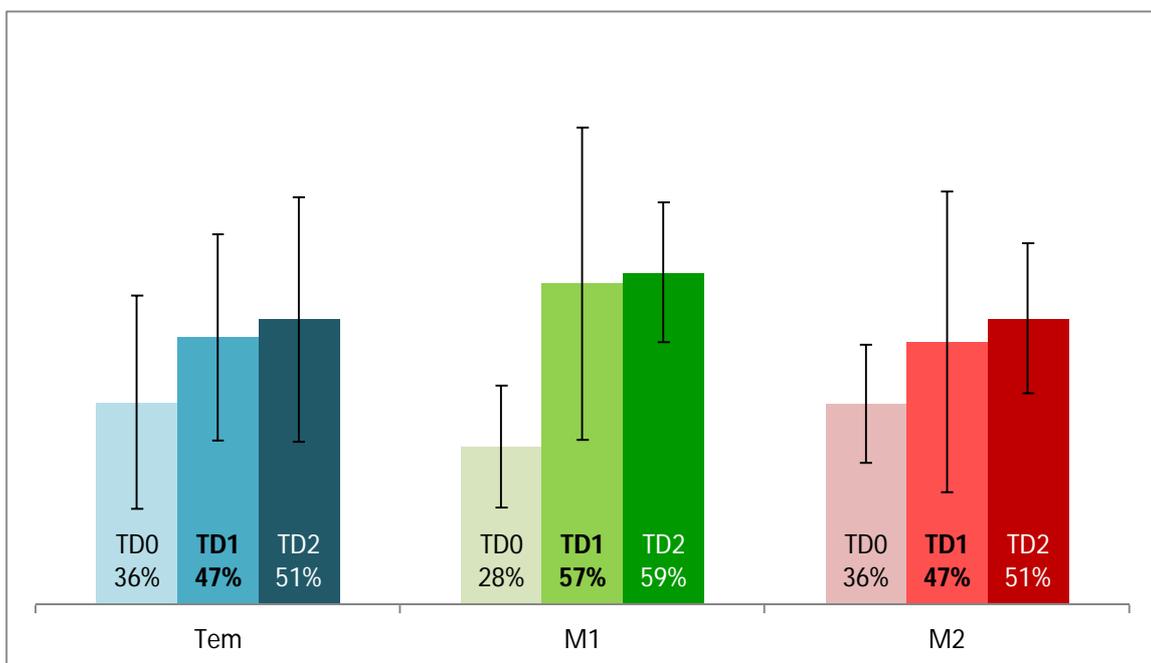


Figure 7 : Taux de débourrément. Les barres d'erreur figurent les écarts types.

Concernant les variables K, représentant les évolutions du débourrement entre chaque relevé, nous voyons dans le tableau suivant, que l'augmentation de K entre T0 et T2 et en très grande partie due aux bourgeons ayant débourrés entre T0 et T1. Malgré l'absence de différence significative (cf les coefficients de variations très importants), on note que la valeur de K_{0-1} pour la modalité M1, taillée à T0, est deux fois plus importante que celles du témoin et de la modalité M2. Une effet du pincement à T0 est probable.

modalité	K_{0-1}		K_{1-2}		K_{0-2}	
	Moyenne	Cv	Moyenne	Cv	Moyenne	Cv
Tem	0,18	222%	0,03	138%	0,21	184%
M1	0,38	102%	0,04	155%	0,39	95%
M2	0,19	194%	0,02	102%	0,23	152%

c) Formation de nouveaux bourgeons

Sur la figure ci-contre nous pouvons voir que le nombre de bourgeons nouvellement formés est quasiment identique sur les trois modalités ($p=0,990$), avec près de 1,5 bourgeon par cm de rameau.

Le rapport entre le nombre de bourgeons nouvellement formés et le nombre de bourgeons formés l'année précédente n'est pas différents entre modalité ($p=0,766$), même si comme le montre la figure ci-contre, cette variable est légèrement plus importante pour la modalité M1 que pour les deux autres..

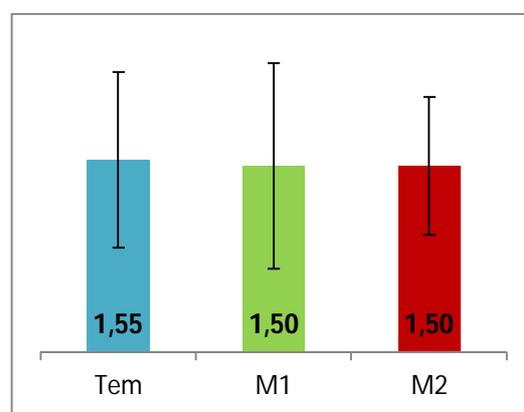


Figure 8 : Valeurs de BL2 par modalité. Les barres d'erreur figurent les écarts types

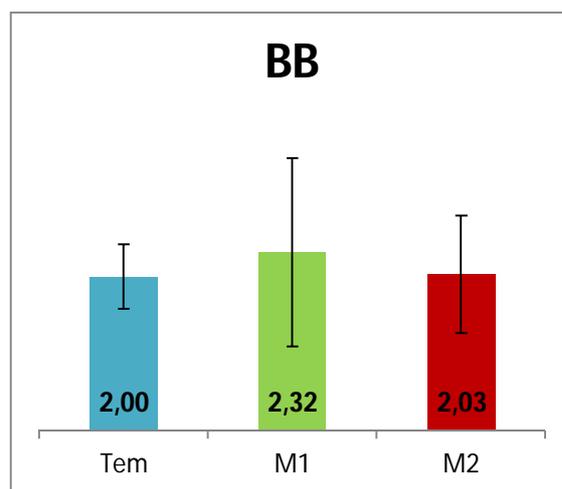


Figure 9 Valeurs de BB par modalité. Les barres d'erreur figurent les écarts types

6. Conclusions de l'essai

Tout d'abord, l'essai 2, sur châtaigniers en pot, n' a pas permis d'observer de différence entre modalité, compte tenu de la très grande variabilité entre arbres d'un même modalité. Si ce petit essai complémentaire devait être reconduit, il serait nécessaire de modifier les échantillonnages, et pourquoi pas les dates d'interventions de taille.

L'essai 1 a permis de comparer le comportement au champ de châtaigniers entretenus et non entretenus alors qu'aucun entretien n'avait été réalisé sur ces arbres depuis plusieurs années. L'année de l'entretien, aucune différence concernant les niveaux d'infestation, ou les niveaux de fructification, n'a été observée entre les modalités. Cependant, une différence de vigueur, plus importante pour les arbres entretenus, a été observée. Il sera nécessaire de continuer à suivre les arbres plusieurs années afin de déterminer si cette augmentation de vigueur sera bénéfique pour l'arbre et sa production fruitière. Le cas échéant ces résultats pourraient constituer des références importantes pour les castanéculteurs touchés par le cynips, qui, compte-tenu de la quasi-absence de production fruitière, pourraient décider de ne plus entretenir les vergers.

Enfin, en annexe figure un document conçu en 2013, à distribuer au castanéculteurs afin de faciliter l'implantation de l'auxiliaire de lutte *T. sinensis*.

ANNEXES

- Protocole de suivi phénologique (Source : INRA PACA)
- Protocole de suivi du taux d'infestation (Source INRA PACA)
- Fiche « Favoriser l'implantation de *Torymus sinensis* »

Programme de lutte biologique contre le cynips du châtaignier à l'aide de *Torymus sinensis*.

Suivi du stade phénologique des châtaigniers

Nicolas Borowiec & Jean-Claude Malausa

Unité expérimentale de Lutte Biologique (UELB)

INRA PACA – Pole Santé des Plantes

400 route des Chappes

06903 Sophia Antipolis

nicolas.borowiec@sophia.inra.fr

jean-claude.malausa@sophia.inra.fr

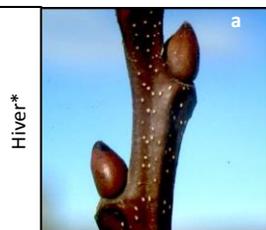
Dans l'optique des premiers lâchers de *Torymus sinensis* qui auront lieu cette année (avril-mai 2011), il est indispensable de commencer le suivi phénologique des châtaigniers présents sur les sites de lâcher retenus pour 2011.

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 sur la figure suivante.

Ce suivi devra être réalisé **toutes les semaines ou tous les 10 jours à partir de la dernière semaine du mois de mars**.

Après chaque relevé, les données devront être communiquées aux agents de l'INRA en charge de la coordination du projet (voir adresse ci-dessus) via la fiche de relevé fournie avec le protocole.

Stades phénologiques du châtaignier



Bourgeons au repos



Bourgeons gonflés



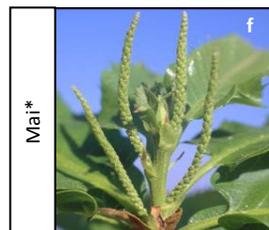
Feuilles apparentes



Chute de la pérule (=
enveloppe du bourgeon)



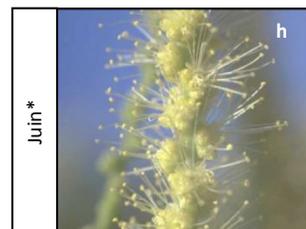
Chatons apparents



Chatons en croissance



Fleurs mâles et femelles matures



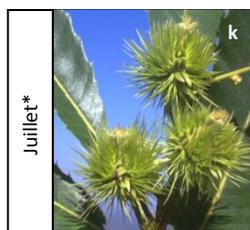
Chatons en pleine floraison



Fleurs femelles en pleine anthèse (=
complètement ouverte)



Fin de la floraison



Début de fructification

* Compte-tenu des différences de phénologie qui peuvent être observées en fonction de la localisation géographique des châtaigniers, les dates indiquées ici sont uniquement informatives et ne doivent pas être prises en compte pour la détermination des stades phénologiques

Programme de lutte biologique contre le cynips du châtaignier à l'aide de *Torymus sinensis*.

Estimation des infestations de cynips

Nicolas Borowiec & Jean-Claude Malausa

Unité expérimentale de Lutte Biologique (UELB)

INRA PACA – Pole Santé des Plantes

400 route des Chappes

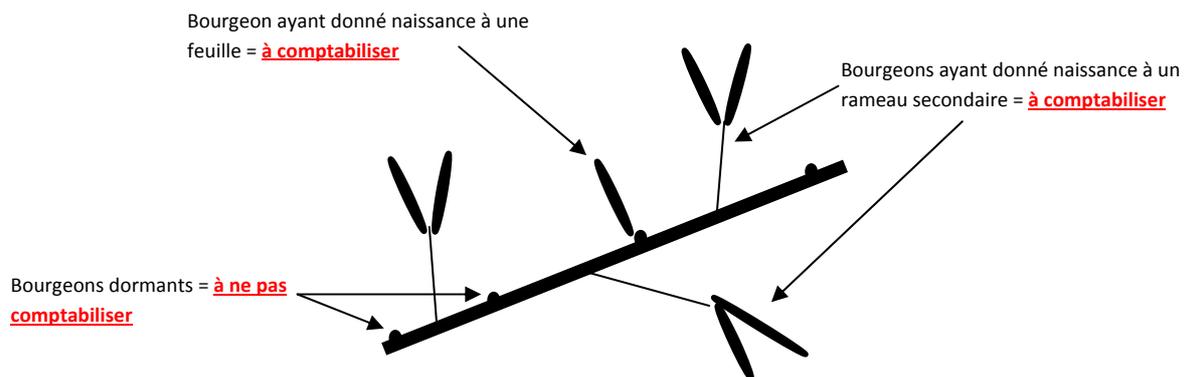
06903 Sophia Antipolis

nicolas.borowiec@sophia.inra.fr

jean-claude.malausa@sophia.inra.fr

Afin de quantifier avec précision l'intensité des attaques de cynips ainsi que l'impact de l'introduction de *T. sinensis*, il est indispensable de mesurer les infestations de cynips chaque année. Après réflexion, nous avons tenu à simplifier le protocole mis en place par les collègues italiens pour ne tenir compte que du nombre de bourgeons attaqués (avec galles) sur les rameaux poussants de l'année. Ce protocole doit permettre de disposer des données suffisantes pour évaluer et comparer les infestations de l'année tout en limitant les risques d'interprétations subjectives liées à l'expérimentateur ou à d'autres variables (variétés, climats, etc.).

Ce suivi sera effectué sur **10 arbres par site**. Sur chaque arbre, **10 rameaux poussants de l'année seront choisis au hasard**, et sur chaque rameau, on comptera **le nombre de bourgeons ayant donné naissance à au moins une feuille (les bourgeons dormants ne doivent pas être comptabilisés !!)** et le nombre de galles associées à chacun de ces bourgeons (voir l'exemple fourni avec la fiche de relevé).



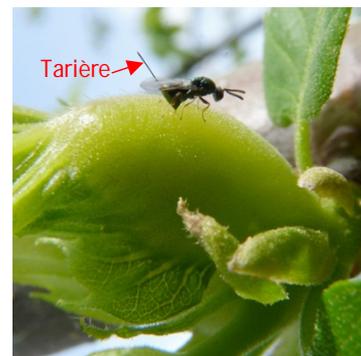
Ce suivi sera réalisé **tous les ans sur chacun des sites sélectionnés pour recevoir des lâchers de *Torymus sinensis***. Il est conseillé d'effectuer ce suivi à partir du mois de juin, époque à laquelle les galles sont bien formées et individualisées sur des bourgeons suffisamment développés.

Les données devront être communiquées aux agents de l'INRA en charge de la coordination du projet (voir adresse ci-dessus) via la fiche de relevé fournie avec le protocole.

COMMENT FAVORISER L'INSTALLATION DE *TORYMUS SINENSIS*, L'AUXILIAIRE DE LUTTE CONTRE LE CYNIPS DU CHATAIGNIER ?

L'auxiliaire de lutte biologique *Torymus sinensis*, ou torymus, est, comme le cynips, d'origine chinoise et il est le seul parasitoïde spécifique du cynips du châtaignier connu. Il est considéré comme **le seul moyen efficace de lutter contre le cynips du châtaignier**.

Depuis 2011, des lâchers de torymus sont réalisés au printemps en Corse dans différentes communes. Les quantités lâchées restent relativement limitées en comparaison à la dispersion massive du cynips. **Il apparaît donc impératif, lors des diverses interventions réalisées en châtaigneraie, de ne pas nuire au développement de ce précieux auxiliaire.**



Torymus femelle sur une galle verte

Cycle biologique

Le torymus possède un cycle univoltin, comme le cynips, c'est-à-dire qu'il réalise une seule génération par an.

1. Au début du printemps, les torymus adultes émergent des galles sèches de l'année précédente. Après accouplement, la femelle pond grâce à une longue tarière dans des galles vertes nouvellement formées (voir photo).
2. De ces œufs naissent rapidement des larves qui vont parasiter la larve du cynips. Les larves du parasitoïde vont rester dans la galle verte durant toute la saison.
3. En hiver, dans les galles qui se sont asséchées, les larves évoluent au stade nymphal, et commencent leur métamorphose.
4. Au printemps suivant, la métamorphose achevée, les torymus adultes émergent des galles sèches de l'année précédente. Les femelles accouplées iront pondre dans les galles vertes nouvellement formées.

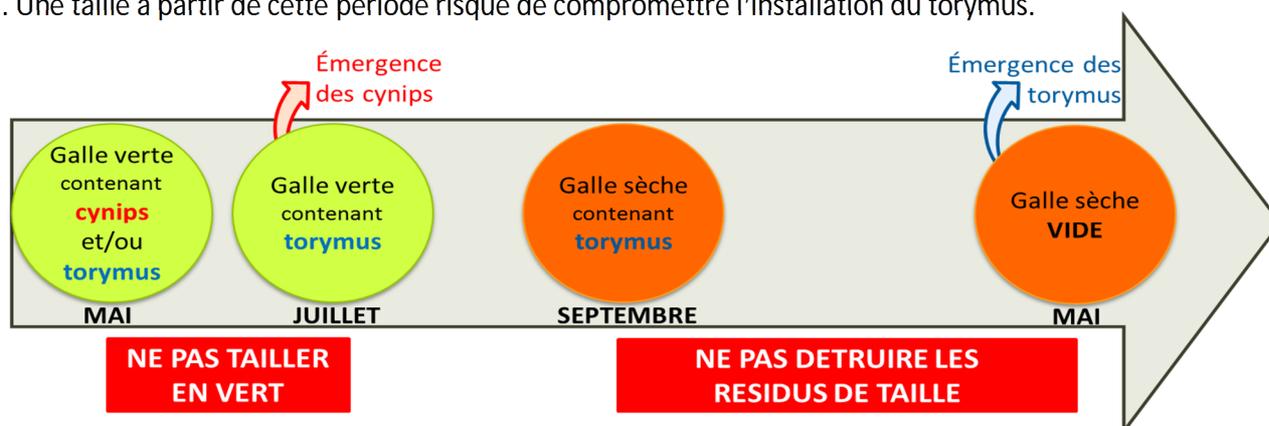


Galles sèche

Recommandations

Le torymus réalise une partie de son cycle dans les galles sèches portées par du bois susceptible d'être taillé entre septembre et mars. **La destruction, par brûlage notamment, des déchets de taille peut entraîner également la destruction des Torymus**, sans affecter le cynips (qui n'est plus dans la galle à ce moment).

De plus, une taille en vert trop tardive est à éviter. En effet, le torymus pond dans les galles vertes entre mi-avril et mi-mai. Une taille à partir de cette période risque de compromettre l'installation du torymus.



- ✓ **Ne pas détruire les déchets de taille avant l'émergence du torymus au printemps.** Vous pouvez cependant tailler et entreposer les rameaux en fagot sur la parcelle, puis les **brûler à partir de la fin mai.**
- ✓ **Eviter les tailles en vert après mi-avril**
- ✓ **Eviter d'appliquer des insecticides, en particulier au printemps.** Ces derniers seraient inefficaces sur le cynips mais peuvent avoir une incidence négative sur *Torymus sinensis*.