

---

**CHATAIGNIER**

**2016**

**Impact du Cynips sur la production de Marigoule en lutte biologique**

---

Date : Mars 2017  
Rédacteur(s) : N PASQUET, G PAGES : Invénio Douville  
Essai rattaché à l'action n° : 18.2015.17  
Titre de l'action : Développer une protection intégrée contre les maladies et ravageurs du châtaignier

---

**1. Thème de l'essai**

Après son introduction accidentelle dans le Piémont italien (2000), ce petit hyménoptère vivant à l'état endémique en Chine colonise rapidement la châtaigneraie française (2007). Spécifique de l'espèce, il provoque la formation de galles réduisant fortement la production fruitière de 60% à 80%.

On observe une réaction variable selon les variétés, allant de forte sensibilité à de la résistance.

C'est seulement l'année suivant la ponte (100 œufs par individus), au moment du débourrement, que les larves induisent la formation de galles avec des développements de rameaux courts, voire bloqués.

Les galles se développent vers la mi-avril sur les nouveaux rameaux, qui ne produisent alors qu'une pousse très courte déformée par les galles.

L'expérience japonaise dans la lutte contre le Cynips a montré que la lutte biologique (*T sinensis*) permettait à terme (8 à 10 ans) de retrouver une situation acceptable sur le plan économique quand celle-ci était associée à des variétés peu à moyennement sensibles. Grâce à des financements (terminés) européens et nationaux (Ecophyto 2018 en 2010-2014 et CasDar en 2011-2014), la lutte biologique a été mise en place par l'équipe RDLB de l'INRA PACA, dans les grandes zones de production française.

Pour le Sud-Ouest, 21 parcelles sont concernées par ce dispositif. Les résultats acquis en 2015 montrent une évolution très favorable des taux de parasitisme (moyenne d'environ 60 *T sinensis* ‰ galles en 2015 contre 3 ‰ en 2014). Aujourd'hui la profession castanéicole, met en œuvre un plan d'introduction massif du *Torymus sinensis* dans le bassin de production du Sud-Ouest. En 2015 grâce à ce plan de lutte collectif plus de 800 lâchers de *Torymus* ont été réalisés, en Aquitaine, Limousin et Midi-Pyrénées.

Néanmoins de fortes inquiétudes subsistent au sein de la filière avec un verger moderne constitué majoritairement (1000 ha) de la variété Marigoule (sensibilité aiguë). Les conséquences économiques pour le verger pourraient être importantes compte tenu de cette sensibilité. La lutte biologique avec *T sinensis* sera-t-elle suffisante en verger de Marigoule ? Vérifiée seulement par des approches analytiques, elle permet de prédire que l'équilibre sera précaire. L'hôte et son parasitoïde seront soumis à des fluctuations. Il conviendra tels sont les objectifs de cet essai, de mesurer l'efficacité de la lutte biologique et les impacts du cynips sur la production. Récemment repéré sur le site de Douville (juin 2013) des suivis pluriannuels de l'évolution des taux d'infestation du Cynips seront réalisés sur une parcelle de Marigoule (1982) après introduction en 2014 de *T sinensis* (population introduite de 50 femelles et 25 mâles) ainsi que des mesures d'impact sur la production.

## 2. But de l'essai

Mesurer l'impact du Cynips sur la production de Marigoule, ainsi que l'efficacité de la lutte biologique avec le *Torymus sinensis* introduit sur la parcelle en 2014 avec une population introduite de 50 femelles et 25 mâles. D'autres lâchers complémentaires ont été réalisés sur le site en 2015 et 2016 sur des parcelles à proximité de la parcelle d'essais.

## 3. Facteurs et modalités étudiés **Facteurs étudiés :**

– **Facteur étudié :**

Influence du cynips en verger Marigoule en lutte biologique sur la production.

– **Modalités étudiées : (2)**

T0 : Témoin, modèle de prévision des rendements basé sur l'influence des données climatiques

T1 : Production mesurée de Marigoule impactée par la présence du Cynips

## 4. Matériel et Méthodes

– **Matériel Végétal : Marigoule, très sensible au Cynips, variété dominante sur la parcelle d'essai**

Origine : Hybride naturel, *C.crenata* x *C. sativa*. Inscrite au CTPS en 1986.

Arbre à fort développement végétatif, port semi érigé très ramifié.

Sa mise à fruit est lente avec une productivité moyenne parfois faible. Son niveau d'exigence en pollen est important et a souvent été négligé en verger. Les taux de fécondation fréquemment observés sont de niveau faible avec souvent moins de 1 fruit fécondé par bogue (potentiel 3). Par ailleurs au-delà de cette exigence pollinique, l'analyse des courbes de production montre une sensibilité marquée de la variété aux conditions climatiques avec des rendements directement liés.

La variété est probablement celle qui réagit le plus fortement à ces facteurs.

L'environnement pollinique de la parcelle d'essai est riche, avec de part et d'autre des rangs de la variété Marigoule soit, Précoce Migoule soit, Marsol. Ces deux variétés hybrides longistaminées couvrent la floraison de Marigoule et la maintiennent à des taux de fécondation élevés. Sur la période 2007 à 2014 on observe une moyenne de 1,68 fruits par bogue sans jamais descendre en dessous de 1,4 fruits par bogue, ainsi qu'un record de 2,12 fruits par bogue en 2012, année de production d'exception toutes variétés confondues.

Son fruit est très apprécié par le négoce sur le marché de frais.

Elle est considérée comme la variété la plus développée en Sud-Ouest (1000 ha).

– **Site d'implantation :**

Plantation Hiver 1982, parcelle âgée de 34 ans

Densité de plantation 13 m x 9 m, soit 85 arbres /ha.

Nombre d'arbres 3 rangs, 50 arbres au total (dont 24 de Marigoule)

Sur la première moitié de la parcelle est plantée en alternance avec la variété dominante Marigoule, 1 rang (sens largeur) sur deux la variété Marsol (très sensible au cynips) et sur l'autre moitié toujours en alternance la variété Précoce Migoule (très sensible au cynips).

Surface 0,6 ha.

Lutte contre le Carpocapse -  mise en œuvre de méthodes durables	<p><u>Avant 2015</u> : 2 traitements chimiques (mi-août et début septembre) au Karaté® Zéon (100 g/l de lambda-cyhalotrine). En 2014 (année du lâcher <i>T sinensis</i>), une zone tampon (sans traitement) a été maintenue autour de l'arbre de lâcher. Pression en carpocapse (<i>Cydia splendana</i>) autour de 5%</p> <p><u>A partir de 2015</u> : Remise en compte de l'utilisation des méthodes de lutte chimique. Mise en place sous ADE de la confusion sexuelle avec les diffuseurs Ginko de type « Ring » (en attente de l'homologation) adaptés aux arbres de grand volume.</p> <p><u>Objectif</u> : optimiser la lutte contre cynips (<i>Dryocosmus kuriphilus</i>). L'équilibre de la lutte biologique avec le <i>T sinensis</i> est fragile, il conviendra de le protéger par une protection sanitaire biologique globale.</p>
Irrigation	Aspersion, modèle « Méganet » 550 l/h), pluviométrie horaire 4,7 mm/ha Suivi des tensions de l'eau du sol, avec des sondes Watermark®. 4 apports en 2015 (juin 1, juillet 1, Août 2), soit 3000 m <sup>3</sup> sur la saison.
Fertilisation	En alternance avec les apports de Calcium (voir programme ci-dessous) des apports de fumier sont réalisés tous les deux ans à raison de 30 t/ha (hivers 2013/2014).

Date	Engrais	Quantité pour 1 ha	Eléments (kg ou unités)				
			N	P <sub>2O5</sub>	K <sub>2O</sub>	CaO	MgO
Hiver	Superphosphate (45 %)	100 kg		45			
	Patentkali (2 8% - 8 %)	250 kg			70		20
	<i>Récalcit (55 %) pas en 2012</i>	<i>2000 kg tous les 2 ans</i>				1100	
Mars	Phosphate d'ammoniaque (18 - 46)	100 kg	18	46			
15-Mai	Nitrate de potasse (13 - 0 - 43)	100kg	13		43		
15-Juin	Ammonitrate	100 kg	33				
	<b>Total</b>		<b>64</b>	<b>91</b>	<b>113</b>	<b>1100</b>	<b>20</b>

– **Dispositif expérimental**

Randomisation totale,



*Parcelle d'essai avec la variété dominante, Marigoule (sensibilité aiguë au cynips)  
0,6 ha au centre des vergers (12ha) de la station environnement proche cultures, bois et châtaigniers (taillis)*

Ci-dessus une photo prise en hiver 2015 /2016, la présence de feuilles (atrophées) est anormale à cette période de l'année. Pour une variété résistante au cynips on ne constate pas ce phénomène qui permet de prendre la mesure de l'ampleur des dégâts. Les galles persistent, restent accrochées avec les feuilles atrophées présentes sur celles-ci.

– **Observations et mesures**

Comptage annuel du taux d'infestation du Cynips, protocole INRA :  
10 rameaux / arbre/ 10 répétitions entre juin et septembre.

Productions annuelles (mesurées) et prévisionnelles (modélisation des rendements à partir des données climatiques)

Progression du parasitoïde, *T sinensis*, après un minimum de 5 ans d'installation (2020)

– **Traitement statistique des résultats**

Modélisation des rendements à partir des données climatiques :

- Analyse par ACP des variables : rendements Températures, Hygrométrie, Rayonnement et Pluviométrie de 2000 à 2013, Statbox

- Corrélations entre les rendements (kg moyen / arbre) et les facteurs climatiques (Températures, Hygrométrie, Rayonnement et Pluviométrie) enregistrés par la station météo du site.

- Obtention d'un modèle de prévision des rendements de régression linéaire.

Trois variables parmi les plus pertinentes sont retenues et permettent sur un calcul d'équation de prédire le rendement :

- la température du mois de septembre de l'année n-1
- la somme des températures supérieures à 20°C du mois de juin et de
- l'hygrométrie moyenne du mois de juin.

## 5. Résultats détaillés

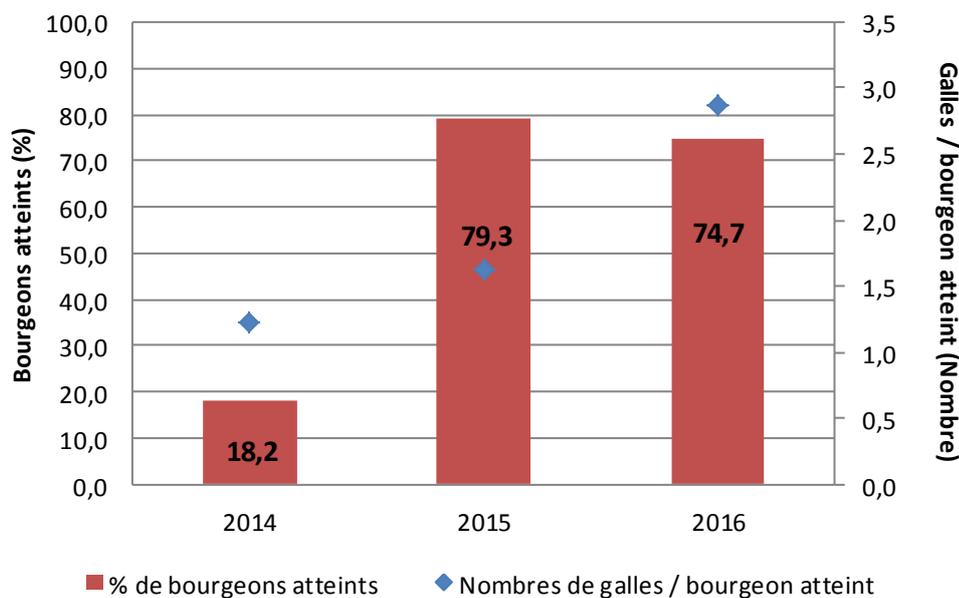
– **Comptage annuel du taux d'infestation du Cynips, protocole INRA**

L'observation porte sur 10 rameaux par arbre sur 10 arbres.

Avec 100 rameaux ont été observés autour de 400 bourgeons / années.

Sont comptabilisés le nombre de bourgeons contaminés (% de bourgeons atteints), ainsi que le nombre total de galles par bourgeons atteints.

## Progression des dégâts du Cynips



La progression importante en 2015, de 61 % de bourgeons contaminés en plus est en légère baisse en 2016 de 5 %. En verger de Marigoule, les taux atteignent rapidement les 100% de bourgeons atteints quelques années (3 à 5 ans) seulement après le constat des premières galles.

Ce phénomène est d'autant plus préoccupant en verger ancien. Avec des croissances de rameaux limitées par rapport à un verger plus jeune, l'impact des galles a une répercussion élevée sur la diminution de la surface foliaire. **C'est un signal fort d'affaiblissement** qui peut avoir des conséquences graves sur la vigueur des arbres et le maintien de la production.

Par ailleurs on observe depuis l'arrivée du cynips des comportements induits atypiques rarement observés dans les bogues de Marigoule, avec la présence d'un nombre de fruits élevés par bogue, jusqu'à un potentiel de 10 ovules / bogue ! Fortement affaibli par les dégâts de cynips, une réaction physiologique (?) déclencherait une production plus importante de graines.

Dans le cas de la parcelle d'essai ont été comptabilisés en 2015, 70% de bogues avec un potentiel de plus de 3 fruits. Ce phénomène a un impact qualitatif sur la récolte avec l'apparition de formes de fruits atypiques (triangulaires, collés).



*Rarement observés sur la variété  
Marigoule, des bogues avec  
jusqu' à 10 fruits / bogue !*

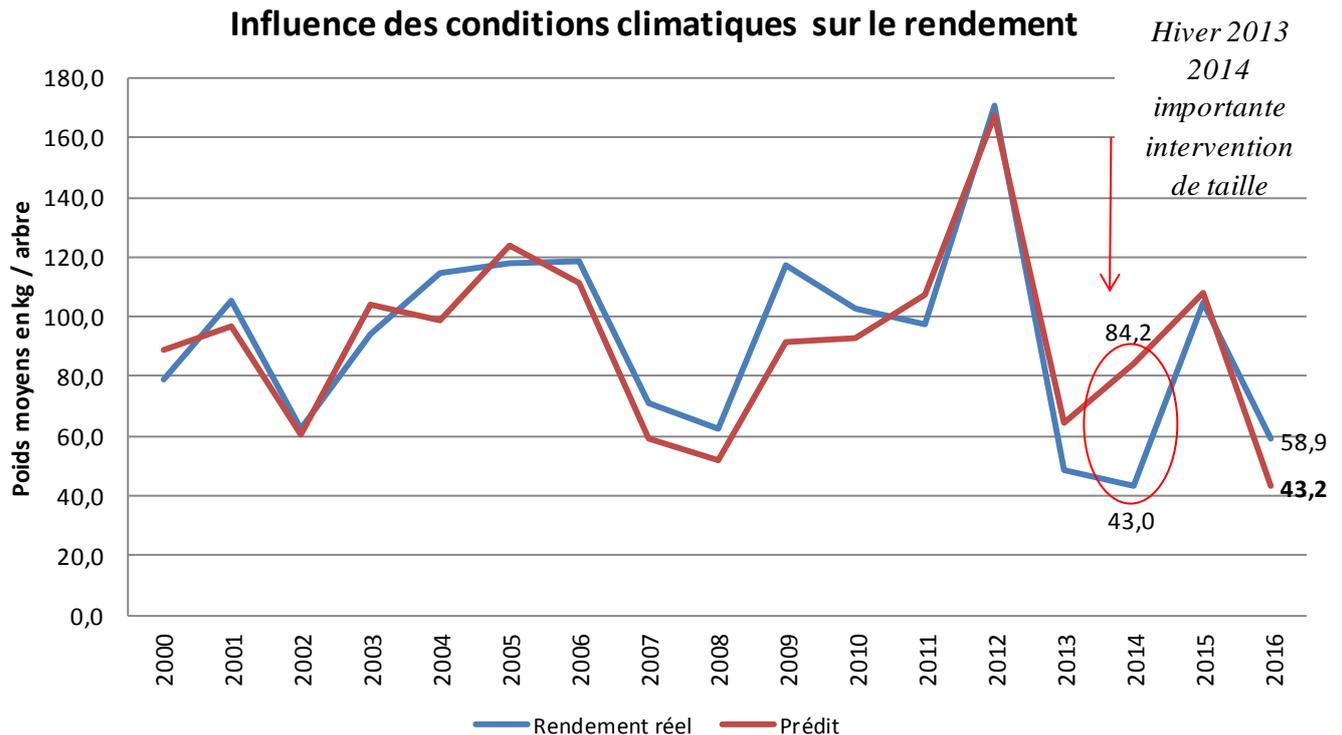
*Bogues avec plus de 3 ovules :  
2015, 70%  
2016, seulement 13%*

D'autres hypothèses peuvent être associées à l'explication de ce phénomène ou peuvent l'avoir amplifié, comme les très bonnes conditions d'induction florale à l'automne 2014 couplée à de bonnes conditions de pollinisation en 2015 par exemple. La poursuite de ces observations sur des années climatiques différentes permettra de construire ces hypothèses.

En 2016, sont comptabilisés seulement 13% de bogues avec plus de 3 ovules.

Néanmoins, avec des conditions climatiques identiques le phénomène est moins marqué sur les jeunes vergers. La croissance des rameaux est plus importante qu'en vergers anciens. La pousse de l'année depuis le débourrement se prolonge jusqu'au mois d'août parfois. Seule une partie des bourgeons est exposée au vol du cynips. La pousse qui se poursuit après le vol va se développer presque normalement en année  $n + 1$ . La surface foliaire en verger jeune est moins impactée par les dégâts de cynips. Les signaux d'affaiblissement sont moins importants qu'en verger ancien avec des croissances de rameaux plus faibles où la quasi-totalité des bourgeons est atteinte.

- **Productions annuelles (mesurées) et prévisionnelles (modèle à partir des données climatiques)**



**Fiabilité (+ ou – 15%) de prévision des rendements à partir des données climatiques :**

D'un point de vue statistique le modèle ci-dessus n'est pas encore optimal, il permet cependant d'estimer les tendances de production avec un niveau de précision de + ou – 15%.

Le modèle nous apprend ainsi que, pour une récolte optimale, les mois de septembre et juin précédents la récolte doivent être chauds avec un mois de juin également sec (conditions réunies en 2012 et une production exceptionnelle mesurée de 170 kg / arbre).

**Utilisation du modèle pour évaluer l'impact des dégâts de Cynips sur le rendement :**

Cet exercice de modélisation montre également que le modèle permet d'estimer des effets extra climatiques. En hiver 2013/ 2014, une importante action de taille a eu lieu diminuant ainsi le potentiel de production pour l'année. Cet effet s'observe directement sur la courbe avec une diminution des rendements (niveau le plus bas des 14 dernières années). Ce même phénomène peut donc être exploité pour estimer les dégâts liés à un élément exogène. Compte tenu de sa fiabilité les écarts devront être supérieurs à au moins – 15% pour conclure d'un effet du cynips sur une baisse de production.

**2016 : comparaison de la production annuelle (mesurée) et prévisionnelle (modèle ci-dessus) :**

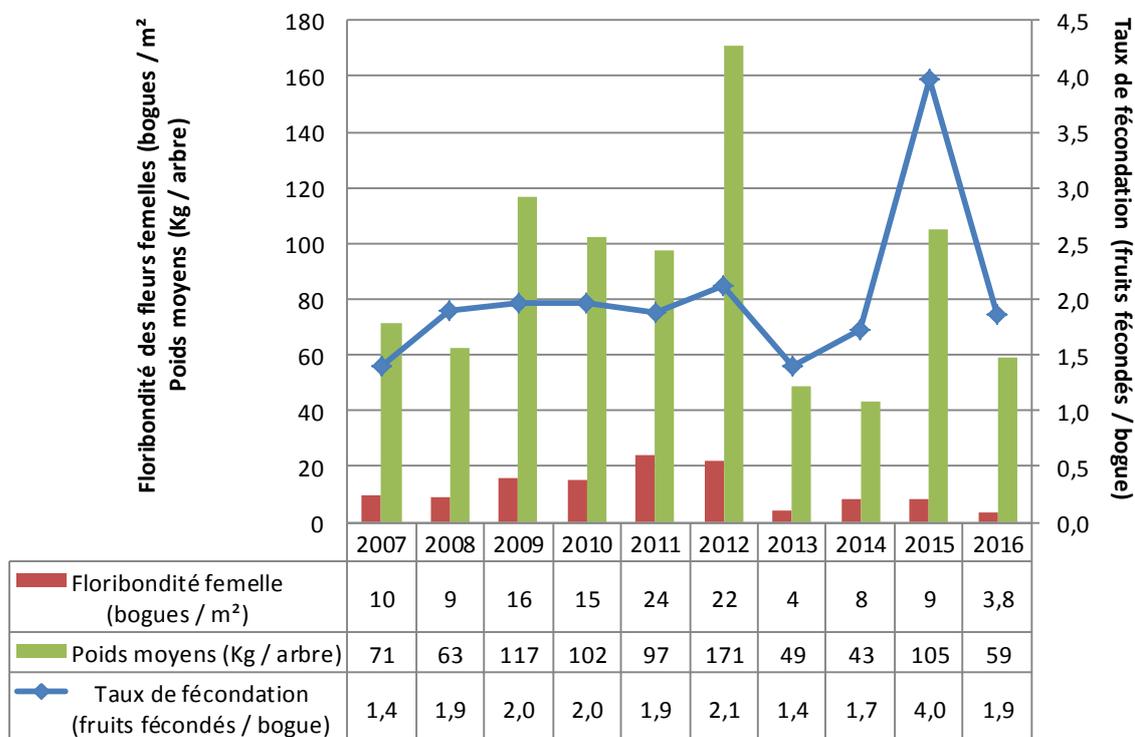
La prévision (43 kg / arbre) est inférieure à la production (59 kg / arbre) en 2016. Basée sur l'impact des conditions climatiques sur la production, le modèle montre que le climat semble avoir eu effet négatif plus important que les dégâts du Cynips sur les rendements dans les conditions d'essais rencontrées. Malgré des effets qui ne sont pas mesurés en 2016, l'impact est bien réel avec des affaiblissements conséquents (surface foliaire fortement réduite). Plusieurs années d'essai seront nécessaires sans doute, à la quantification des baisses de production.

**Floribondité et taux de fécondation comparaison depuis 2007 :**

Depuis 2007 des observations sont réalisées pour compléter la caractérisation de la production de la variété. La floribondité permet d'avoir une notion de la charge annuelle par comptage des bogues

totales sur 1 m<sup>2</sup> de surface extérieure de l'arbre sur 10 répétitions. Le taux de fécondation est obtenu à partir d'un prélèvement de 30 bogues, tranchées pour un comptage du nombre de fruits fécondés. Sur un échantillon de 30 bogues décortiquées en 2016, 13% des bogues présentent un nombre d'ovule > à 3 / bogue (phénomène très rarement observés sur la variété), 3.5 ovules (fruits potentiels) / bogue et 1.9 fruits fécondés moyen / bogue (moyenne de 2007 à 2015 est 1,93).

## Caractérisation de la production de Marigoule



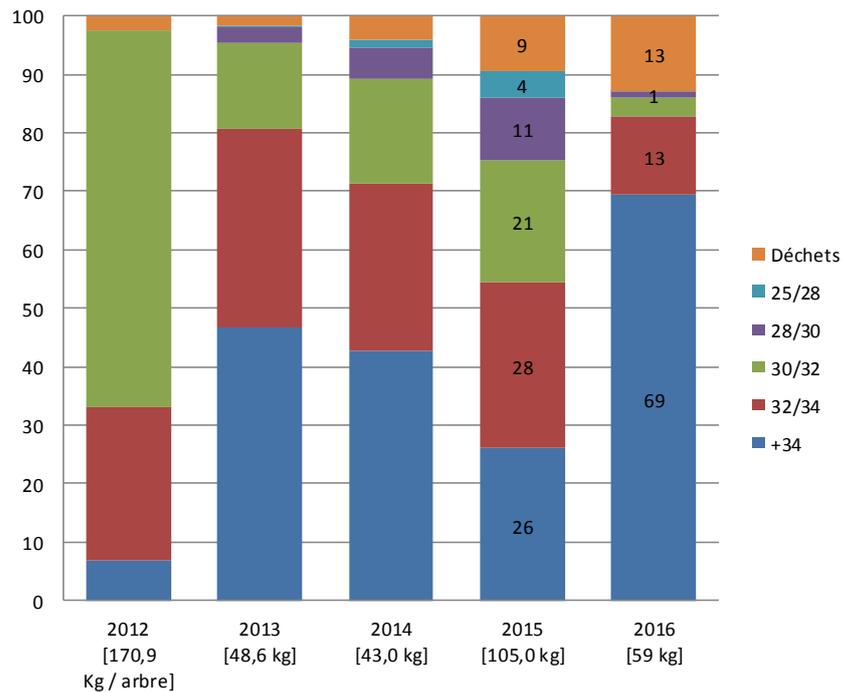
La floribondité moyenne de 2007 à 2015 est de 13 bogues / m<sup>2</sup>. Pour 2016, la charge est faible avec une moyenne 3.8 bogues / m<sup>2</sup>. Les conditions de mises à fruits selon le modèle de prévision annoncent une production faible. Les rendements enregistrés en 2016 sont supérieurs cependant.

### – Evaluation de l'impact des dégâts Cynips sur la qualité du fruit :

Depuis 2015, la fructification qui se caractérise par un nombre élevés de fruits par bogues, effet induit par les dégâts de cynips (?) présente des anomalies notoires avec : une gamme de calibres qui semble s'étendre (proportion de calibre plus petits) et l'apparition de déchets nouveaux (fruits avec péricarpe altérés non commercialisables).

Ces anomalies dévalorisent la récolte avec des répercussions sur l'ensemble de la chaîne du producteur aux opérateurs commerciaux. Le producteur sera pénalisé par une rémunération moindre avec une proportion (à confirmer par plusieurs années de résultats) de calibres plus petits tandis que les opérateurs pourront être confrontés à une augmentation des temps de tri pour l'élimination de fruits aux péricarpes altérés (déchets qui ne peuvent pas être supprimés par le procès actuel au niveau des bacs de flottaison installés en début de chaîne de calibrage).

### Evolution des Calibres et des déchets (%)



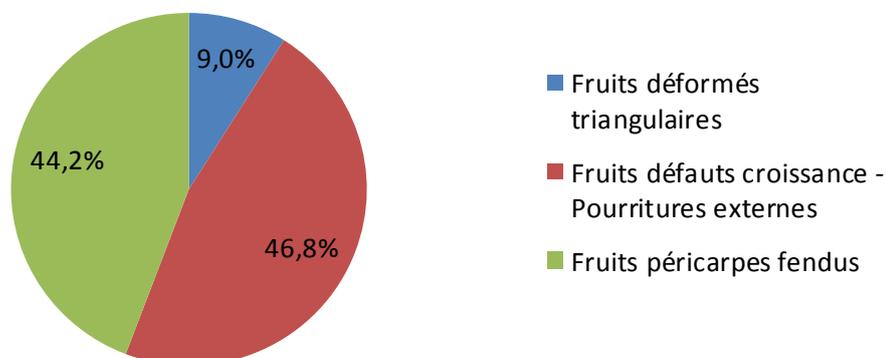
Les calibrages ci-dessus ont été réalisés par le même opérateur. Ils correspondent aux calibrages de plus de 75% (entre 1 et 3 tonnes calibrés) de la récolte totale de la production de Marigoule du verger. Pour les années de fortes productions comme en 2012, on observe une proportion plus importante de petits fruits (30/32). On l'explique par une charge importante, qui entraîne une concurrence forte. Avec une charge inférieure en 2015 il y a un équilibre entre les 3 plus gros calibres (+34, 32/34 et 30/32). Cependant on voit progresser nettement depuis 2015 la proportion de petits fruits (+ 15% de 28/30 et 25/28) et les déchets. Les causes et effets de ce constat peuvent être relayés à la présence atypique (réaction induite / cynips (?)) d'un nombre élevé de fruits (et ovules) / bogue. La proportion de déchets correspond à tout ce qui flotte fruits véreux et autres, ce qui est extrait par trempage à l'amont de la chaîne de calibrage dans le bac de trempage.

#### Depuis 2015, présence d'anomalies :

**Des fruits aux formes atypiques et avec des péricarpes altérés conséquences d'un nombre élevé de fruits / bogues**



## Répartition des déchets (%) / catégorie



Une évaluation sommaire de la dévalorisation est réalisée sur un échantillon de 4 kg de déchet.

### 6. Conclusions de l'essai

Si on exclut la production de 2014 (taille sévère), on obtient une moyenne de 97,8 kg / arbre (2000 à 2015). La production 2015 mesurée s'élève à 105 kg / arbre alors que le modèle prédit une récolte de 108,5 kg / arbre. Malgré la taille sévère réalisée en hiver 2013/2014, on peut considérer que les arbres ont récupéré leur niveau de production. D'une fiabilité à + ou - 15% le modèle de prévision des rendements permet d'estimer les effets extra climatiques par comparaison entre les prévisions et le réel, comme il l'a été vérifié sur la production 2014 avec une diminution des rendements (niveau le plus bas des 14 dernières années) suite à l'opération de taille. Ce même phénomène peut donc être exploité pour estimer les dégâts liés à un élément exogène, comme l'influence du cynips sur la production.

Pour 2016, la production mesurée (59 kg / arbre) est supérieure à la prévision (43 kg / arbre). On ne peut donc pas conclure d'effets dépressifs des dégâts du Cynips sur les rendements dans les conditions rencontrées. Les comptages de charges (nombre bogues /m<sup>2</sup>) présageaient une récolte faible tout comme le modèle. Les conditions climatiques 2016 moins favorables à la mise à fruits ne permettent pas d'évaluer l'impact du cynips sur la production.

Un premier prélèvement de galles sera réalisé en 2017 pour une vérification de l'installation du *Torymus sinensis* introduit sur la parcelle en 2014.



La responsabilité du ministère  
chargé de l'agriculture ne  
saurait être engagée.

