
CHATAIGNIER

2015

Impact du Cynips sur la production de Marigoule en lutte biologique

Date : Janvier 2016
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 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 castanécicole, 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. Les effectifs de l'hôte et de 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 le site en 2014 (population introduite de 50 femelles et 25 mâles).

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 -	<u>Avant 2015</u> : 2 traitements chimique (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%

mise en œuvre de méthodes durables

A partir de 2015 : 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.

Objectif : optimiser la lutte contre cynips (*Dryocosmus kuriphilus*). L'équilibre de la lutte biologique avec le *T sinensis* est fragile, il conviendra de le protéger par une protection sanitaire biologique globale.

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 m³ 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 2O5	K2O	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				
	Total		64	91	113	1100	20

– Dispositif expérimental



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 mensuels de 2000 à 2013, ®

- Observation des 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 par régression linéaire multiple et sélection automatique des variables explicatives (méthode stepwise).

Trois variables parmi les plus pertinentes sont retenues et permette 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.

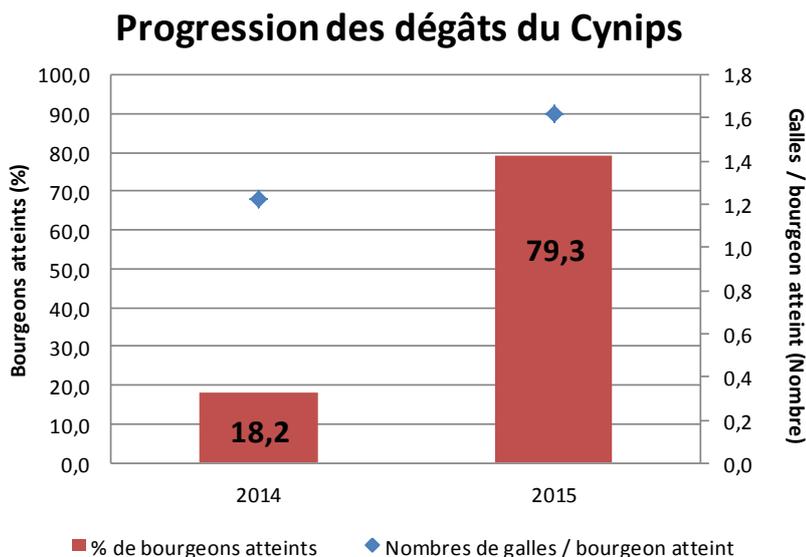
5. Résultats détaillés

– **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.



*Des comportements atypiques
impactent la qualité de la récolte
70 % des bogues avec plus de 3 fruits !*

La progression est importante, 61 % de plus de bourgeons contaminés en 2015. Cette observation est courante en verger de Marigoule contaminé, avec des taux qui 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 il pourrait, être à l'origine de comportements induits atypiques rarement observés dans les bogues de Marigoule avec des fruits surnuméraires, 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 70% de bogues avec un potentiel de plus de 3 fruits avec pour conséquence un impact qualitatif sur la récolte par la diminution du calibre, l'apparition de formes de fruits atypiques (triangulaires, collés).



Rarement observés sur la variété Marigoule, en 2015 des bogues avec jusqu' à 10 fruits / bogue !

70% de bogues plus de 3 ovules observés dans la parcelle d'essai

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 couplées à de bonnes conditions de pollinisation en 2015 par exemple.

Néanmoins, avec des conditions climatiques identiques le phénomène est moins marqué sur les jeunes vergers. La poursuite de ces observations sur des années climatiques différentes permettra de construire ces hypothèses.

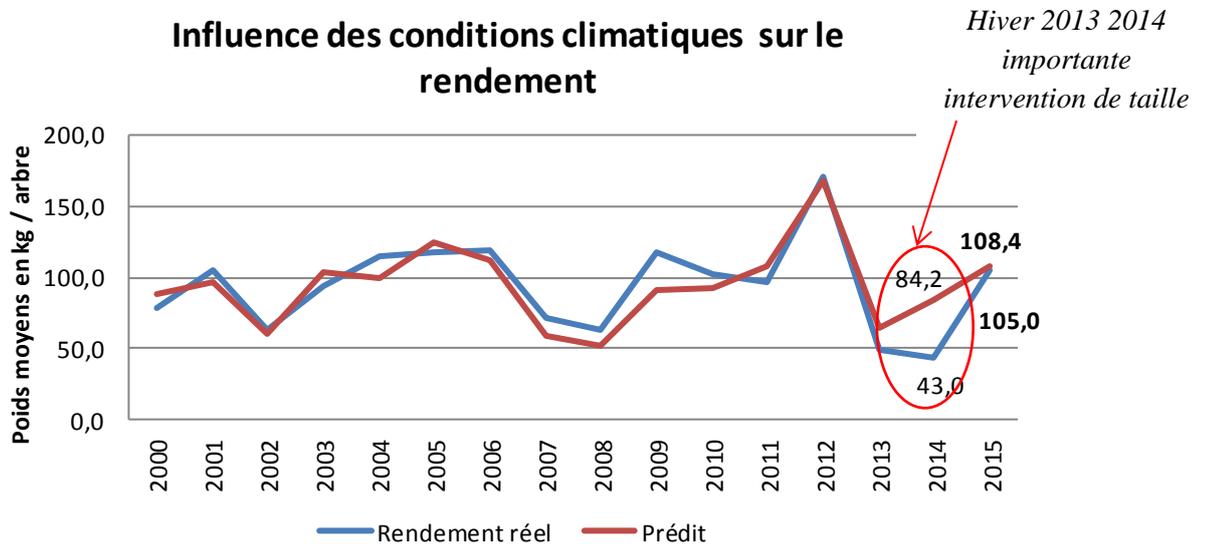
Comparatif entre la relation avec les niveaux de pression en cynips sur les vergers jeunes (10 ans) et plus anciens (+ de 20 ans) et les bogues avec un potentiel (ovules) de plus de 3 fruits / bogues

Sites	Pression en Cynips		% de bogues à plus de 3 fruits	Taux de fécondation
	Nombres Galles / bourgeons impactés	% de bourgeons atteints		
Vergers jeunes (10 ans)	Capdrot (24)	1,6	73,9	1,4
	St Félix de villadeix (24)	1,7	87,3	1,7
Vergers anciens (+ de 20 ans)	Montagnac la crempse (24)	1,9	87,9	1,8
	Douville (24) - Parcelle d'essai	1,6	79,3	4,0

Sur des vergers plus jeunes, 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 atteintes.

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



Fiabilité (+ ou – 10%) 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 – 10%.

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. L'influence du cynips sur la production pourra être estimée selon cette observation. Si on exclut la production de 2014 (taille sévère), on obtient une moyenne de 97,3 kg / arbre (2000 à 2013). Deux ans après l'intervention de taille les rendements sont de même niveau qu'avant cette opération. On peut considérer alors, que le modèle peut servir de comparatif et permettre d'évaluer l'impact des dégâts de Cynips. C'est dans cette optique que seront comparées les productions annuelles (mesurées) et prévisionnelles (établies à partir du modèle ci-dessus). Compte tenu de sa fiabilité les écarts devront être supérieurs à au moins – de 10% pour conclure d'un effet du cynips sur une baisse de production.

2015 : comparaison de la production annuelle (mesurée) et prévisionnelle (modèle ci-dessus) :

Pour cette première année d'essai, bien qu'inférieur à la prévision (108,4 kg / arbre) la production mesurée (105 kg / arbre) de la variété Marigoule ne présente pas un écart suffisant pour conclure d'effets négatifs des dégâts du Cynips sur les rendements dans les conditions rencontrées.

Malgré des effets qui ne sont pas mesurés en 2015, l'impact est bien réel avec des affaiblissements conséquents (surface foliaire fortement réduite). Plusieurs années d'essai seront nécessaires sans

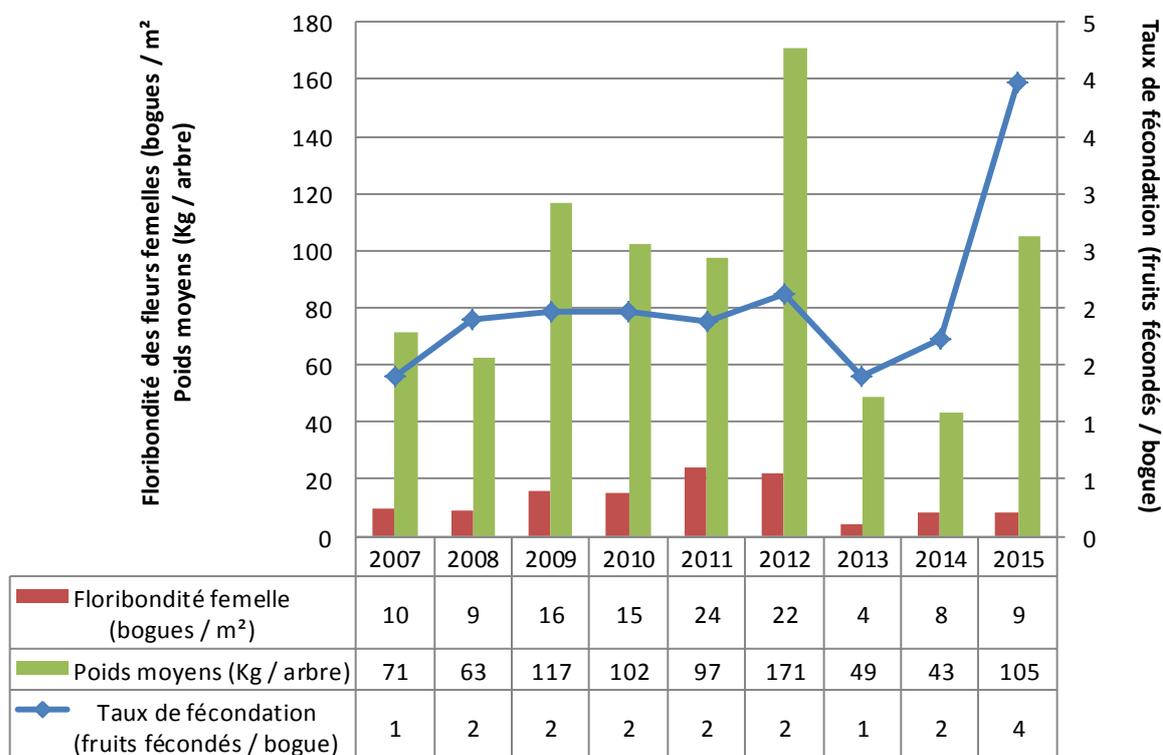
doute, à la quantification des baisses de production. Cependant pour 2015, les très bonnes conditions d'induction florale à l'automne 2014 couplées à de bonnes conditions de pollinisation ainsi que, le phénomène d'un nombre important d'ovules par bogue ont dû avoir un effet compensateur sur la production. L'impact des dégâts du cynips est probablement lissé par l'ensemble de ces conditions.

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 m² 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 2015, 70% des bogues présentent un nombre d'ovule > à 3 / bogue (phénomène très rarement observés sur la variété), 4,8 ovules (fruits potentiels) / bogue (phénomène très rare plutôt 3) et 4 fruits fécondés moyen / bogue (alors que la moyenne de 2007 à 2014 est 1,68).

Caractérisation de la production de Marigoule



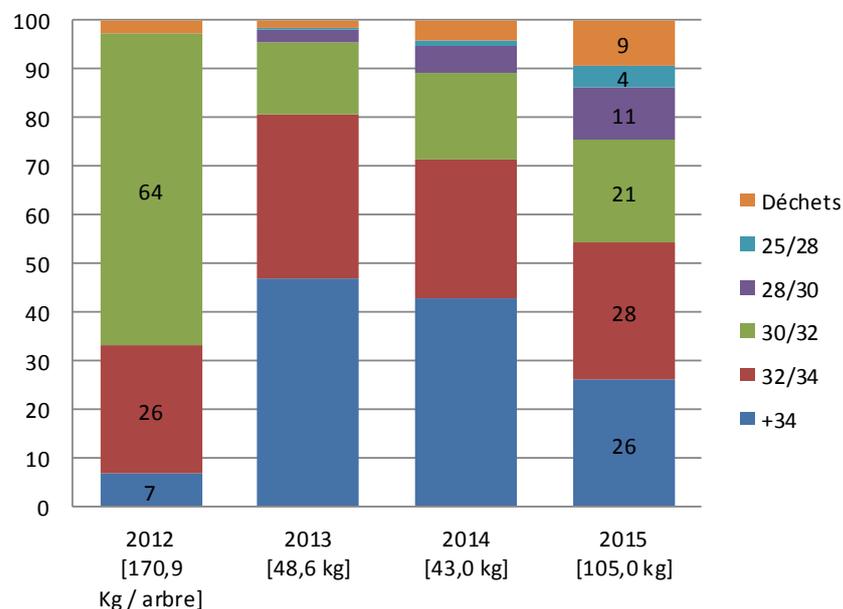
La floribondité moyenne de 2007 à 2014 est de 14 bogues / m². Pour 2015, la charge semble faible avec une moyenne 9 bogues / m². Alors que les conditions de mises à fruits selon le modèle de prévision seraient favorables aux rendements cette observation viendrait argumenter l'hypothèse d'un réel effet dépressif des dégâts de cynips sur la production. Tandis que les taux de fécondation de 2015 (exceptionnels 4 fruits / bogues !) témoignent de bonnes conditions de pollinisation avec presque 2.5 fois plus de fruits fécondés que la moyenne observée de 2007 à 2014 de 1.68 fruits fécondés / bogues. Malgré une charge faible, le taux de fécondation vient compenser par effet de lissage l'effet dépressif des dégâts de Cynips sur les rendements.

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

La fructification 2015 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 en 2015 la proportion de petits fruits (+ 15% de 28/30 et 25/28). 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. Plusieurs années d'observation seront nécessaires à la confirmation de cette hypothèse.

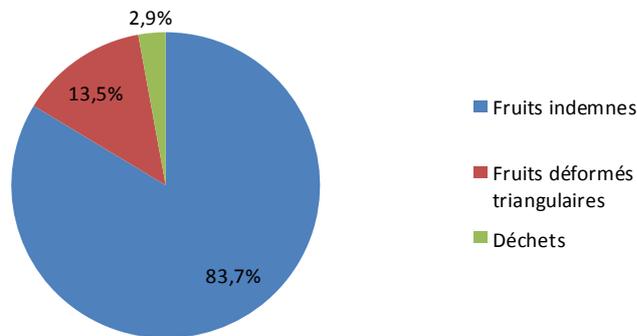
La proportion de déchets correspond à tout ce qui flotte fruits véreux et autres, ce qui est extrait par trempage à l'amont de la chaîne de calibrage dans le bac de trempage. En 2015, pour une optimisation de la lutte biologique avec *T sinensis* contre le Cynips a été fait le choix de mettre en œuvre une lutte biologique contre le Carpocapse du Châtaignier, *Cydia splendana*. D'une efficacité inférieure aux moyens de lutte chimique la proportion de fruits véreux a augmenté sur la parcelle d'où l'augmentation des déchets.

**Récolte 2015, présence d'anomalies :
Des fruits aux formes atypiques et avec des péricarpes altérés.**



*Présence de fruits triangulaires, soudés par les péricarpes et aux péricarpes éclatés
Conséquences d'un nombre élevé de fruits / bogue*

Répartition des poids (%) / catégorie



Une évaluation sommaire de la dévalorisation est réalisée sur un échantillon de 10 kg. Plus de 16% des fruits présentent des anomalies avec des répercussions économiques du producteur aux opérateurs.

6. Conclusions de l'essai

Si on exclut la production de 2014 (taille sévère), on obtient une moyenne de 97,3 kg / arbre (2000 à 2013). 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 - 10% 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 2015, l'écart entre la prévision et la production mesurée est insuffisant pour conclure d'effets dépressifs des dégâts du Cynips sur les rendements dans les conditions rencontrées. Cependant les comptages de charges (nombre bogues /m²) présageaient une récolte faible contrairement au modèle qui l'annonçait correcte. Cette observation suggère bien un impact du cynips sur la production. Mais celui-ci a été compensé par un nombre important d'ovules / bogues avec 4,8 ovules (fruits potentiels) / bogue (phénomène très rare plutôt 3) et 4 fruits fécondés moyen / bogue (alors que la moyenne de 2007 à 2014 est 1,68). Il sera intéressant de poursuivre cet essai dans des conditions climatiques moins favorable notamment à la pollinisation.



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

