



# Lutte biologique contre le cynips du châtaignier

Bilan 2018 en Occitanie



Rédaction : Août 2018  
Auteurs : Pauline Mansot  
David Castex

## Table des matières

Table des matières.....	1
Glossaire .....	3
Table des figures.....	4
Introduction.....	6
I. Répartition des lâchers de <i>T. sinensis</i> et évaluation de leur efficacité .....	8
A. Cycle et biologie du <i>T. sinensis</i> .....	8
B. Lâchers de <i>T. sinensis</i> depuis 2012 .....	8
C. Evaluation de l'efficacité des lâchers en Midi-Pyrénées.....	11
1. Choix des sites.....	12
2. Protocole suivi .....	12
3. Résultats .....	14
a) Identification des insectes parasitoïdes .....	14
b) Informations générales sur les émergences .....	17
c) Données par région.....	20
d) Comparaison galles ouvertes – galles fermées.....	22
D. Actions en Languedoc Roussillon .....	22
II. Bilan de l'infestation par le cynips .....	27
A. Historique .....	27
B. Cycle de vie et effets du cynips sur les châtaigniers.....	27
C. Dispersion.....	28
D. Méthodes de lutte et risques.....	29
E. Evaluation de l'infestation par le cynips.....	29
1. Objectifs .....	29
2. Protocole.....	31
F. Résultats .....	32
1. Observations générales.....	32
a) Structure de l'arbre .....	32
b) Observations de galles .....	33
2. Infestation et sensibilité des zones de taillis .....	34
a) Indice d'infestation .....	34
b) Sensibilité et résilience.....	36
G. Suivi des émergences de galles vertes.....	39
III. Etat de la châtaigneraie .....	41
A. Les chiffres de l'IGN .....	41

1.	Au niveau national .....	41
2.	En Occitanie.....	42
B.	Une superficie constante mais un état dégradé.....	42
IV.	Caractéristiques et évolution économique de la production de miel de châtaignier .....	46
A.	Définition d'un miel de châtaignier .....	46
B.	Données actuelles sur la production de miel de châtaignier .....	46
C.	Production de châtaignes.....	49
1.	Les chiffres nationaux .....	49
2.	L'exemple de la Corse.....	50
3.	Le FMSE de plus en plus sollicité.....	51
C.	Impact probable du cynips sur la production de miel .....	52
	Conclusion .....	54
	Références .....	55

## Glossaire

ADA AURA	Association de développement de l'apiculture en Auvergne Rhône-Alpes
ADA Bourgogne	Association de développement de l'apiculture en Bourgogne
ADA FC	Association de développement de l'apiculture en Franche Comté
ADA Occitanie	Association de développement de l'apiculture en Occitanie
ADAA	Association de développement de l'apiculture Auvergne ((aujourd'hui fusionnée avec ADARA pour former l'ADA AURA)
ADAAQ	Association de développement de l'apiculture en Aquitaine
ADAM	Association de développement de l'apiculture en Midi-Pyrénées (aujourd'hui fusionnée avec ADAPRO LR pour former l'ADA Occitanie)
ADAPI	Association de développement de l'apiculture en Provence
ADAPIC	Association de développement de l'apiculture région Centre
ADAPRO LR	Association de développement de l'apiculture EN Languedoc Roussillon (aujourd'hui fusionnée avec ADAM pour former l'ADA Occitanie)
ADARA	Association de développement de l'apiculture Rhône Alpes ((aujourd'hui fusionnée avec ADAA pour former l'ADA AURA)
ADAs	Association de développement de l'apiculture
AOP	Appellation d'Origine Protégée
APPNP	Apiculteurs Professionnels en Pays du Nord-Picardie
AREFLEC	Association Régionale d'Expérimentation Fruits et Légumes en Corse
AREFLH	Assemblée des régions d'Europe fruitières, légumières et horticoles
CTIFL	Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes
DRAAF	Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt
EFSA	Autorité européenne de sécurité des aliments
FMSE	Fonds national agricole de mutualisation du risque sanitaire et environnemental
FranceAgriMer	Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer
FREDON	Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GPGR	Groupement des Producteurs de Gelée Royale
IDELE	Institut de l'Élevage
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INRA	Institut Nationale de la Recherche Agronomique
ITSAP	Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation
PACA	Provence Alpes Côte d'Azur

## Table des figures

Figure 1: Cycle biologique du <i>T. sinensis</i> (© PNR des Monts d'Ardèche – C.Demené)	8
Figure 2: Carte des localisations des premiers lâchers en Occitanie (données ADA Occitanie, Chambre d'Agriculture Occitanie et Union Châtaigne)	9
Figure 3: Carte des concentrations des lâchers en Occitanie (données ADA Occitanie, Chambre d'Agriculture Occitanie et Union Châtaigne)	10
Figure 4: Carte de diffusion théorique du <i>T. sinensis</i> en Occitanie	11
Figure 5: Localisation des 41 sites de lâchers où a été effectuée une récolte de galles	12
Figure 6: Variété de châtaignier probablement assez sensible au cynips, car couverte de galles	13
Figure 7: A gauche : Variété de châtaignier probablement résistante car pas de galles. Arbre situé juste à côté de celui de la figure 6.	13
Figure 8: Sacs de stockage des galles, après récolte	13
Figure 9: Galles avant tri.	14
Figure 10: Galles après tri et nettoyage de matière organique superflue	14
Figure 11: Boîte d'émergence	14
Figure 12: Suivi des émergences	14
Figure 13: <i>T. sinensis</i> femelle (famille Torymidae)	15
Figure 14: Famille Eupelmidae	15
Figure 15: Famille Pteromalidae	15
Figure 16: Famille Eurytomidae	15
Figure 17: Proportion des différents insectes observés pendant l'émergence	16
Figure 18: Proportions des parasitoïdes autres que <i>T. sinensis</i> observés dans les galles	16
Figure 19: Proportion des insectes émergés par famille en Corse en 2013	17
Figure 20: Suivi des émergences	18
Figure 21: Nombre de <i>T. sinensis</i> par galle en fonction des sites récoltés	19
Figure 22: Données issues de l'émergence par départements de Midi-Pyrénées	21
Figure 23: Nombre de <i>T. sinensis</i> par galles pour chaque département de Midi-Pyrénées	21
Figure 24: Comparaison des émergences pour des galles dites ouvertes et celles dites fermées	22
Figure 25: Carte des lâchers réalisés en 2014	24
Figure 26: Carte des résultats d'émergences réalisées en 2014	24
Figure 27: Carte des lâchers réalisés en 2015	24
Figure 28: Carte des résultats d'émergences réalisées en 2015	24
Figure 29: Carte des résultats d'émergences réalisés en 2016	25
Figure 30: Carte des résultats d'émergences réalisés en 2017	25
Figure 31: Carte des lâchers réalisés en 2016	25
Figure 32: Carte des lâchers réalisés en 2017	25
Figure 33: Bilan des résultats d'émergence les plus récents sur chaque zone	26
Figure 34: Bilan de l'année des derniers résultats pour chaque zone	26
Figure 35: Photographies de galles du cynips du châtaignier	27
Figure 36: Cycle biologique du cynips du châtaignier	28
Figure 37: Suivi du taux de parasitisme du cynips et du taux d'implantation du <i>T. sinensis</i> au Japon depuis les années 1980	30
Figure 38: Résultats du suivi de l'abondance du cynips et du <i>T. sinensis</i> par l'INRA	30
Figure 39: Graphique théorique du modèle de dynamique des populations de type proie prédateur (Source : thèse de Doctorat en Mathématiques - Baissaid Siham)	31
Figure 40: Evaluation de l'infestation par le cynips sur les châtaigniers	32
Figure 41: Rameaux infestés	32
Figure 42: Rameau sain	33

Figure 43: Rameau infesté-----	33
Figure 44: Photographies de l'ouverture de galles vertes-----	33
Figure 45: Phénomène de noircissement des galles vertes-----	34
Figure 46: Indices d'infestation pour chaque site de zone de taillis-----	35
Figure 47: Représentation comparée des différents niveaux d'infestation et de résilience des châtaigniers (Source : CTIFL)-----	36
Figure 48: Sensibilité de chaque site de zone de taillis-----	38
Figure 49: Galles vertes nettoyées et prêtes à être mises à l'émergence-----	39
Figure 50: Zone de stockage des boîtes d'émergences-----	39
Figure 51: Loges avec un cynips mort et une larve-----	40
Figure 52: Cynips mort retrouvé dans les galles vertes mises à l'émergence-----	40
Figure 53: Larve qui semble "dévorée", retrouvée dans une loge-----	40
Figure 54: Inventaire Forestier 2012-----	41
Figure 55: Inventaire Forestier 2017-----	41
Figure 56 : IGN 2018 (moyenne sur 2012-2017)-----	42
Figure 57 : IGN 2017-----	43
Figure 58 : Inventaire forestier IGN 2012-----	43
Figure 59 : Inventaire forestier IGN 2017-----	43
Figure 60: Tableau des données de production de miel de châtaignier (Source : FranceAgriMer)-----	47
Figure 61: Etude du rendement moyen de miel de châtaignier dans les différentes régions françaises (Sources : Réseau d'Exploitations de Références, 2011-2015 (ITSAP, ADAAQ, ADA AURA (ex- ADAA et ADARA), ADA Bourgogne, ADA FC, ADA-Occitanie (ex- ADAPRO-LR et ADAM))-----	48
Figure 62: Etude du rendement moyen du miel de châtaignier pour les régions du Sud de la France (Sources : Réseau d'Exploitations de Références, 2011-2015 (ITSAP, ADAAQ, ADA AURA (ex- ADAA et ADARA), ADA Bourgogne, ADA FC, ADA-Occitanie (ex- ADAPRO-LR et ADAM), ADA))-----	48
Figure 63: Evolution de la production de châtaignes et la surface consacrée à l'activité castanéicole en France (Source : FranceAgriMer)-----	49
Figure 64: Production de châtaigne en France depuis 1061 (Source : Assemblée des Régions Européennes Fruitères Légumières et Horticoles (AREFLH))-----	50
Figure 65: Evolution de la production de châtaignes et de la surface consacrée à l'activité castanéicole en Corse (Source : Chambre d'Agriculture de Corse)-----	51
Figure 66: Evolution des données statistiques sous AOP en Corse-----	51
Figure 67: Nombre de dossiers éligibles au FMSE depuis 2013-----	52

## Introduction

Le châtaignier permet de produire un miel de caractère, très typique et très marqué. Mais l'arrivée du cynips en France, de son nom scientifique *Dryocosmus kuriphilus*, fragilise la châtaigneraie, et impacte directement la production de châtaignes. Même si à ce jour, l'impact du cynips sur la miellée de châtaignier est très peu documenté quant à la perte de productions mellifère et pollinique, de nombreux témoignages signalent une altération de l'aspect qualitatif du miel de châtaignier.

Originaire de Chine, le cynips a tout d'abord été repéré au Japon, puis en Europe en 2000 et en France à partir de 2005. Il s'est ensuite rapidement diffusé à tout le territoire. Ce ravageur impacte directement la santé et la productivité des châtaigniers, en formant des galles qui ralentissent le développement de l'arbre, entraînant une perte de vigueur et parfois la mort des rameaux.

Face à cette menace, une lutte biologique est engagée grâce à un prédateur naturel du cynips, le *Torymus sinensis*, lui aussi originaire de Chine. C'est ce parasitoïde qui a été choisi car il est spécifique du cynips. D'autres parasitoïdes européens ont également été étudiés mais ne présentaient pas une aussi forte spécificité que le *T. sinensis*.

L'INRA, en partenariat avec la filière castanéicole, a coordonné les premiers lâchers en 2014, notamment en Corse, en Ardèche et en Dordogne, zone avec une forte production de châtaignes.

Cependant, ces lâchers sont essentiellement faits dans des vergers par la filière professionnelle castanéicole, et présentent une organisation et des contraintes différentes de celles que l'on trouve en forêts. Une nouvelle problématique se présente donc : qu'en est-il des zones de taillis ? Jusqu'alors ces zones, beaucoup plus diversifiées que les vergers, extrêmement vastes et pour lesquelles l'impact économique potentiel ne semblait pas aussi évident pour la filière castanéicole, ont été, par défaut, mises à l'écart de l'organisation de la lutte biologique. Les apiculteurs, directement concernés par l'état de la châtaigneraie, se mobilisent alors pour organiser des lâchers dans les forêts. Ne bénéficiant que de très peu de données pour évaluer le taux de parasitisme du cynips et la présence du *T. sinensis*, l'organisation des lâchers est difficile. La mise en place de la coordination entre les différents acteurs liés aux zones de taillis est également compliquée. Finalement, la filière apicole, principalement par le biais des ADAs, intègre les différents comités de pilotage nationaux de lutte biologique. Pour le Sud-Ouest, l'ADAAQ et l'ADAM intègrent, en 2015, le comité de pilotage de l'Union interprofessionnelle Châtaigne Périgord Limousin et de ses partenaires : l'INRA PACA, la FREDON Midi-Pyrénées, Invenio, les chambres d'agriculture, le DRAAF... Au total, plus d'une centaine de lâchers sont réalisés par l'ADAM (actuellement fusionnée avec ADAPRO LR, qui forment ensemble l'ADA Occitanie) dans les zones de taillis en Midi-Pyrénées cette même année.

Les autres ADAs se sont également mobilisées, surtout dans les régions où la production de miel est l'une des plus importantes : Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Auvergne Rhônes Alpes. L'ADAAQ a notamment coordonné de nombreux lâchers et suit activement l'implantation du *T. sinensis* en réalisant des prélèvements de galles (les résultats de 2018 sont très positifs). L'ADA AURA réalise également un suivi mais la région a bénéficié des lâchers des castanéiculteurs et le *T. sinensis* se retrouve bien souvent en zone de taillis, sans que des lâchers soient organisés par les apiculteurs.

Jusqu'à cette année, les sites ont été très peu suivis, car il était trop tôt pour juger de la bonne implantation du *T. sinensis*. En 2018, l'objectif est de répondre aux nombreuses

questions qui se sont posées avec le début de la lutte biologique : le *T. sinensis* s'est-il bien installé sur les sites de lâchers ? S'est-il dispersé autour des sites ? Est-il le seul parasitoïde du cynips ? A-t-il un effet notable sur la présence du cynips ? Quel est l'état actuel de la châtaigneraie ? Quelles sont les caractéristiques des zones de taillis pour la lutte biologique ? Quel est l'impact du cynips sur la production de miel ?

Autant de questions auxquelles nous avons tenté de répondre au cours de cette mission. Nous commencerons donc par faire un bilan sur les lâchers qui ont été faits en Occitanie et sur l'efficacité de la lutte biologique. Nous nous pencherons ensuite sur l'évaluation de l'infestation par le cynips. Nous ferons également un bilan sur l'état de la châtaigneraie et les contraintes qui lui sont spécifiques dans le cadre de la lutte biologique contre le cynips du châtaignier. Enfin, nous nous intéresserons à la production de miel de châtaignier et à l'évolution qu'elle subit, en lien avec les pressions qui s'exercent sur la châtaigneraie. Nous inclurons également dans notre étude les données de la filière castanéicole, afin d'avoir une visibilité globale de la lutte.

## I. Répartition des lâchers de *T. sinensis* et évaluation de leur efficacité

### A. Cycle et biologie du *T. sinensis*

Le *T. sinensis* est un micro-hyménoptère originaire de Chine, tout comme le cynips. Appartenant à la famille des Torymidae, c'est un parasitoïde spécifique du cynips du châtaignier et c'est pour cette raison qu'il a été choisi dans le cadre de la lutte biologique contre le cynips. Durant le printemps, une femelle peut pondre entre 30 et 70 œufs dans les galles vertes de cynips. Les nouvelles larves vont alors se développer au détriment des larves de cynips. Les nymphes entrent ensuite en diapause pendant l'hiver, et les adultes formés émergeront au printemps suivant. Le *T. sinensis* a une reproduction sexuée, contrairement au cynips.

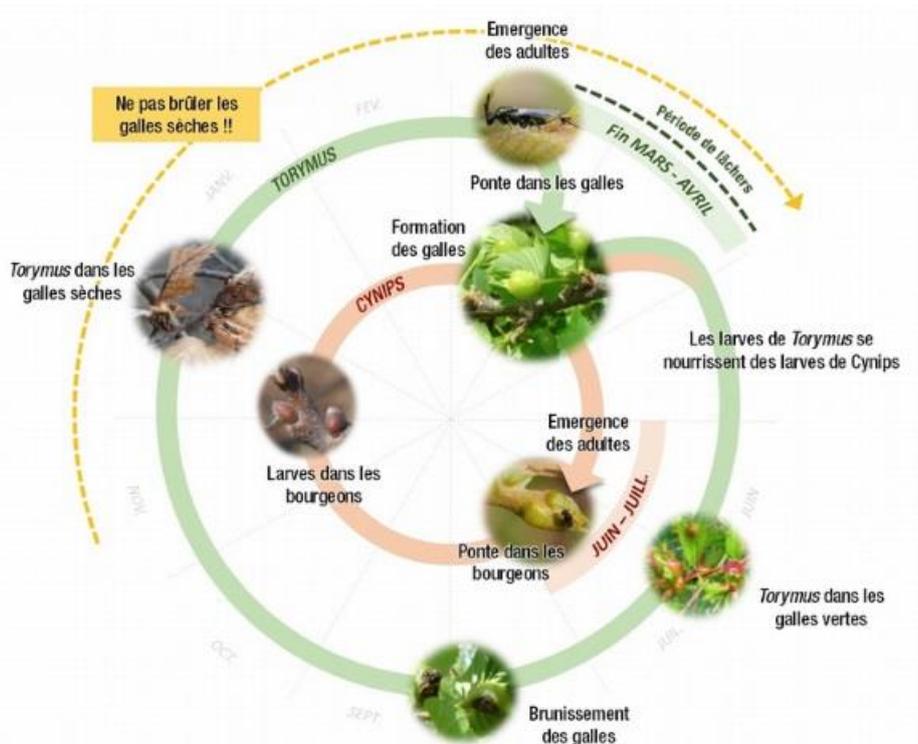


Figure 1 : Cycle biologique du *T. sinensis* (© PNR des Monts d'Ardèche – C.Demené)

### B. Lâchers de *T. sinensis* depuis 2012

En regroupant les informations de la Chambre d'Agriculture d'Occitanie, de la FREDON Occitanie, de l'Union Interprofessionnelle de la Châtaigne du Périgord, Limousin, Midi-Pyrénées et des apiculteurs impliqués dans la lutte, il a été possible de faire un bilan sur l'ensemble des lâchers effectués, aussi bien par les apiculteurs que par les castanéiculteurs.

Ce bilan est visible sous forme de cartes : la première indique les dates des premiers lâchers sur une commune. Cette carte permet de visualiser la mobilisation de tous les acteurs en fonction de la zone géographique. Les premiers lâchers, réalisés en 2012 et 2013 ne sont pas nombreux et sont principalement des lâchers expérimentaux réalisés par l'INRA Sophia Antipolis. La mobilisation de la filière castanéicole a réellement démarré en 2014 pour

couvrir, dans un premier temps, les Cévennes et la zone Nord (Lot, Aveyron). Cette mobilisation des castanéiculteurs s'est poursuivie et se poursuit encore aujourd'hui dans les zones avec des concentrations de châtaigniers importantes. En 2015, il faut ajouter l'action de la filière apicole, qui s'est fortement mobilisée, notamment dans l'Ariège où la majorité des lâchers réalisés a été faite par les apiculteurs. Des associations de préservation du patrimoine forestier et fruitier, comme Rénova ou les Saisons de la Vallée, se sont également mobilisées. Les actions conjointes de tous ces acteurs ont permis de couvrir une large superficie de l'Occitanie.

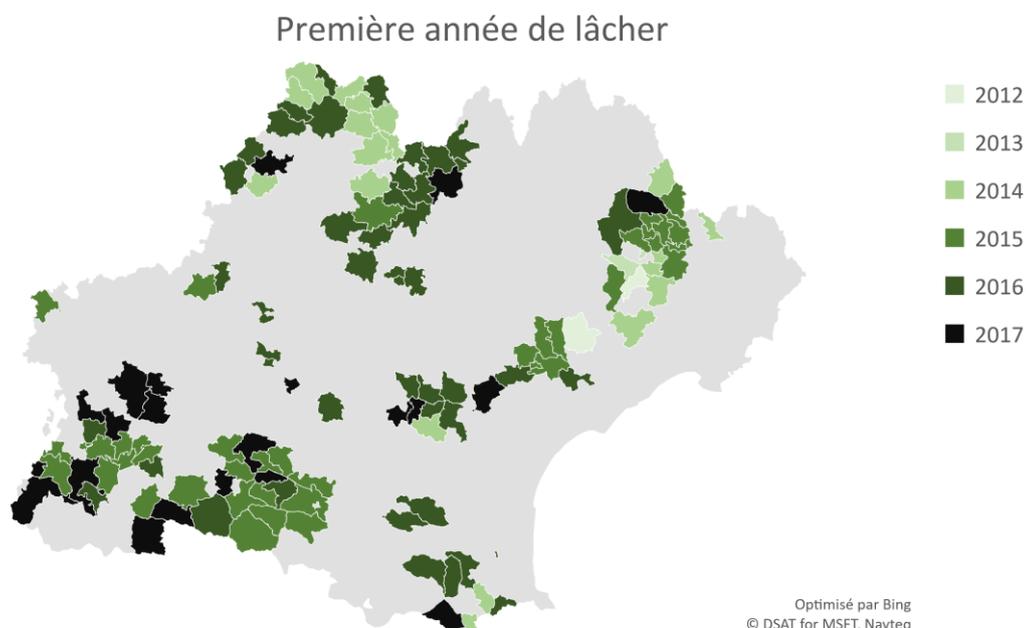


Figure 2 : Carte des localisations des premiers lâchers en Occitanie (données ADA Occitanie, Chambre d'Agriculture Occitanie et Union Châtaigne)

La deuxième carte rend compte de la concentration des lâcher en fonction des communes. On comptabilise aujourd'hui plus de 500 lâchers dans toute l'Occitanie et on remarque que les plus fortes concentrations se localisent dans la Nord (Lot, Aveyron) et dans le parc national des Cévennes. La majorité des lâchers réalisés dans ces zones correspondent à des lâchers massifs des castanéiculteurs, généralement en zone de vergers. Dans d'autres régions, bien couvertes également, comme l'Ariège et les Hautes-Pyrénées, les concentrations sont moins fortes. La plupart des lâchers ont été effectués par les apiculteurs en zone de taillis. Bien que les problématiques d'adaptation du *T. sinensis* dans les vergers et dans les zones de taillis puissent être très différentes, tous les acteurs se sont mobilisés afin de préserver les châtaigneraies. La mobilisation et la fédération des filières sont des points très positifs de cette lutte biologique.

### Concentration des lâchers

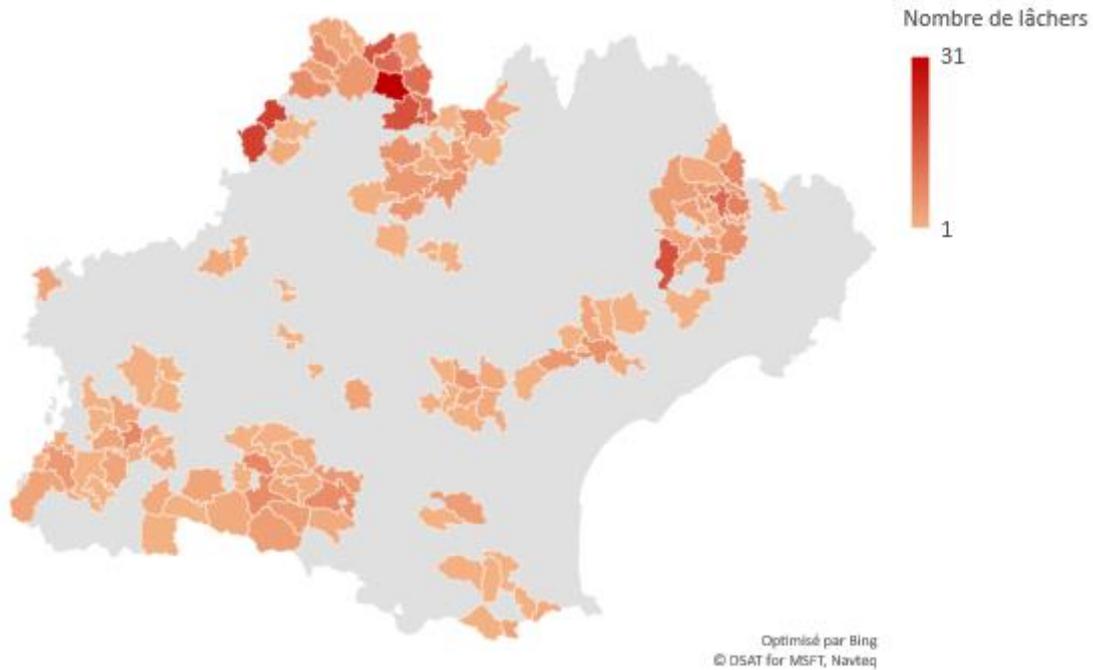


Figure 3: Carte des concentrations des lâchers en Occitanie (données ADA Occitanie, Chambre d'Agriculture Occitanie et Union Châtaigne)

De plus, il faut prendre en compte la diffusion naturelle du parasitoïde. Les sources scientifiques communiquent des données assez hétérogènes. Les *T. sinensis* semblent pouvoir se déplacer jusqu'à 650m autour du point de lâcher en une année, grâce au vol seul. Cependant, l'effet du vent peut également jouer un rôle important dans la diffusion du parasitoïde. En effet, le vent peut emporter les *T. sinensis* jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres autour du site de lâcher initial (dans les bonnes conditions : couloirs naturels, vastes forêts, vergers très proches...). Dans ce cas-là, les données trouvées dans la littérature scientifique ne sont pas unanimes. Afin de réaliser une carte théorique de la diffusion du *T. sinensis*, pour visualiser au mieux sa dispersion, nous avons choisi une distance parcourue par année par le *T. sinensis* de manière la plus rationnelle possible. Dans un premier temps, il faut savoir que le cynips peut se déplacer d'environ 25 km (avec l'aide du vent) chaque année. Ce chiffre est récurrent dans les articles scientifiques et donc plutôt fiable. Une publication a retenu notre attention : celle de F. Colombaro et A. Battisti. Une partie de leurs résultats a été obtenue par simulation et une autre partie est obtenue grâce à des relevés de terrain (récolte de galles, émergences de *T. sinensis*). Ils ont donc récolté des galles sur plusieurs sites, en répertoriant les distances vis-à-vis du site de lâchers le plus proche. En calculant la moyenne de ces données de terrain, on trouve un déplacement de 16km sur une année. Cette dispersion du *T. sinensis*, mise en relation avec celle correspondant à la dispersion du cynips, nous a semblé la plus raisonnablement applicable. C'est donc avec une distance de déplacement du *T. sinensis* de 16km/an que nous avons établi la carte suivante.

Cette carte permet à la fois de faire ressortir les zones importantes en termes de châtaigneraies, mais également la diffusion à partir des foyers de lâcher.

Grâce à cette diffusion, les zones autour des foyers de lâchers bénéficient également de l'implantation du *T. sinensis*. On note donc que les Cévennes, le Piémont Ariégeois et la zone Nord de l'Occitanie (qui regroupe le Lot et l'Aveyron) seraient théoriquement bien couverts grâce aux lâchers et à la diffusion aux alentours. Il faut cependant prendre en compte le relief, la situation climatique et géographie de chaque site : le *T. sinensis* ne se diffuse que dans les conditions optimales : couloirs naturels, vents modérés. Il est également évident que les probabilités de réussite lors de la dispersion et l'implantation du *T. sinensis* ne sont pas les mêmes partout : l'implantation certaine du *T. sinensis* ne peut donc être vérifiée que par un prélèvement de galles.

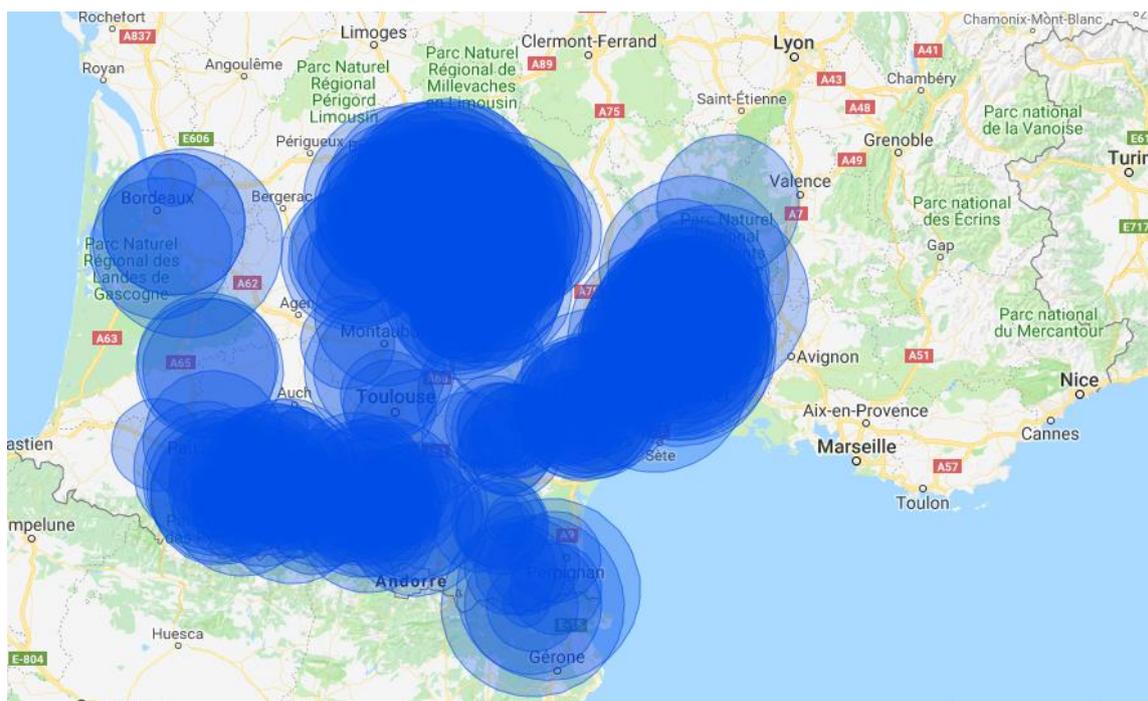


Figure 4: Carte de diffusion théorique du *T. sinensis* en Occitanie

Finalement, la mobilisation générale a été très bénéfique pour l'implantation du *T. sinensis*. Les lâchers massifs des castanéiculteurs dans un premier temps, puis des apiculteurs, ont permis de réaliser un bon maillage des zones à châtaigniers, que ce soit des vergers ou des zones de taillis.

### C. Evaluation de l'efficacité des lâchers en Midi-Pyrénées

Nous avons donc fait un bilan sur la localisation et la concentration des lâchers. Il est cependant important de voir si cela été bénéfique et si le *T. sinensis* est réellement présent sur les zones supposées couvertes. Afin de voir si les lâchers de *T. sinensis* ont permis à l'insecte de s'implanter sur les différents sites, des récoltes de galles ont été organisées, ainsi que le suivi des émergences des insectes par la suite. Nous avons mené cette étude en Midi-Pyrénées, à la demande initiale des apiculteurs de la région. En menant nos recherches, nous avons contacté la Chambre d'Agriculture d'Occitanie qui nous a informés qu'un suivi était déjà en place sur l'ancienne région Languedoc Roussillon. Nous nous sommes donc servis de

leurs données, récoltées depuis 2012 pour réaliser un bilan complet de la nouvelle région Occitanie.

## 1. Choix des sites

Nous nous sommes concentrés sur les sites d'apiculteurs, qui se situent donc plutôt en zone de taillis, où l'environnement est moins contrôlé que dans les parcelles de vergers des castanéiculteurs. Il semblait intéressant de voir si le *T. sinensis* avait réussi à s'installer dans des zones où les châtaigniers ne sont pas nécessairement majoritaires. Nous avons pour cela demandé aux apiculteurs de se mobiliser pour récolter des galles sur les sites où des lâchers ont été réalisés. Nous avons privilégié les sites avec des lâchers datant de 2015 pour avoir le plus de recul possible sur la lutte biologique. La carte suivante indique les différents sites où des galles ont été récoltées. Les principaux sites de récolte se localisent principalement sur le Piémont pyrénéen (Ariège, Haute Garonne et Hautes-Pyrénées). Nous avons également quelques échantillons dans le reste de l'ancienne région Midi-Pyrénées.

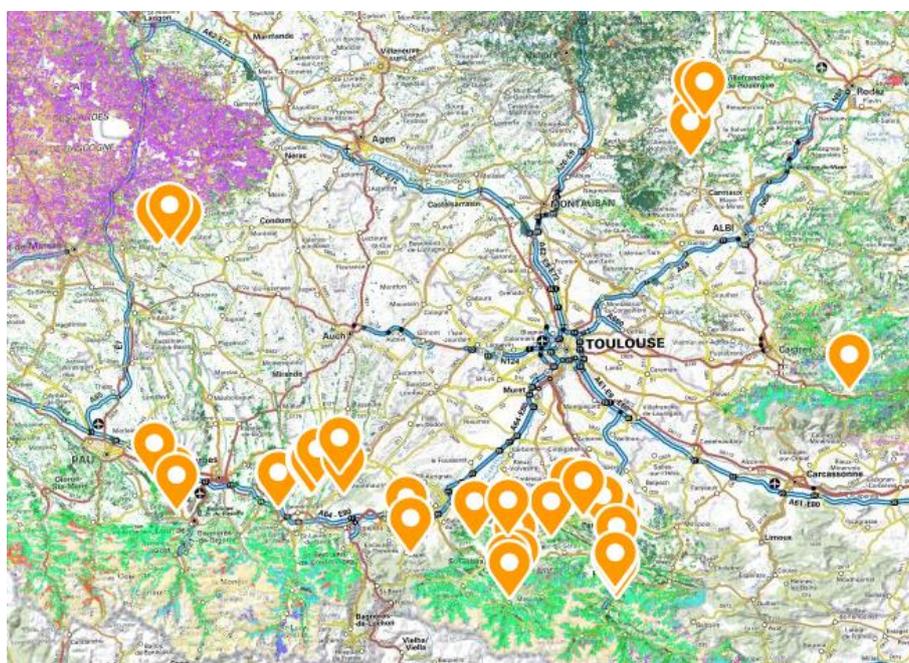


Figure 5: Localisation des 41 sites de lâchers où a été effectuée une récolte de galles

## 2. Protocole suivi

Nous avons dans un premier temps récolté des galles sèches sur chacun des sites. Le nombre de galles dépend de chaque site car chacun a une situation particulière. Nous avons rencontré des zones bien couvertes par les châtaigniers tandis que sur d'autres, ils se font plus rares. Parfois aussi, les châtaigniers semblent plus ou moins infestés par les galles. Ceci est probablement dû à la diversité variétale que l'on peut retrouver en forêt. Les variétés sont clairement identifiées en vergers mais en zone de taillis, elles ne sont pas répertoriées. Nous devons donc nous contenter d'observations de terrains. Certains arbres sont parfois couverts de galles alors que le châtaignier voisin peut ne pas en avoir, ou très peu.



Figure 6: Variété de châtaignier probablement assez sensible au cynips, car couverte de galles



Figure 7: A gauche : Variété de châtaignier probablement résistante car pas de galles. Arbre situé juste à côté de celui de la figure 6.

Nous nous sommes fixés un temps de 45min à 1h par site pour récolter un maximum de galles. Nous avons récolté les galles sèches et fermées.

Pour certains sites, nous avons également ramasser des galles sèches ouvertes, afin de constater ou non la présence de *T. sinensis* dans ce cas-là. En effet, il faut savoir qu'une galle peut accueillir plusieurs loges et donc éventuellement plusieurs *T. sinensis*. Les galles, en attendant d'être mises à l'émergence, sont stockées dans un local sombre et frais, dans des sacs de tulles.



Figure 8: Sacs de stockage des galles, après récolte

Un premier tri est effectué sur site, puis un second, plus détaillé, juste avant de mettre les galles à l'émergence. Les galles sont également mises à l'émergence après avoir été nettoyées (branches et feuilles ne sont pas mises dans les éclosiers).



Figure 9: Galles avant tri.



Figure 10: Galles après tri et nettoyage de matière organique superflue

Afin de suivre l'émergence et de réaliser un comptage des différents insectes, nous avons réalisé des éclosoirs avec des boîtes type archives, dans lesquelles nous avons placé les galles récoltées. Ces boîtes ont été consolidées avec des feuilles et du scotch pour être sûr que les insectes ne pourraient pas sortir pas d'autres voies que celles prévues à cet effet. Nous avons greffé deux tubes, contenant une goutte de miel, sur chaque boîte. En effet, les *T. sinensis* sont guidés par la lumière (phototropisme positif) et les odeurs. Le moyen le plus efficace de les collecter était donc de les attirer dans les tubes de cette façon.

Les boîtes sont conservées à l'intérieur, où la température est bien plus élevée qu'en extérieur en février. C'est un choix de notre part qui permet d'accélérer l'émergence des *T. sinensis*.



Figure 11: Boite d'émergence



Figure 12: Suivi des émergences

### 3. Résultats

#### a) Identification des insectes parasitoïdes

Les 41 sites prospectés sont comparés entre eux sur la base du nombre de *T. sinensis* par galle et au ratio entre le nombre de mâles et femelles sortis par boîte.

Nous allons dans un premier temps analyser les résultats généraux qui ressortent de ces émergences.

Au total, nous avons fait émerger plus de 3000 galles.

Tout d'abord, nous avons voulu être certains que les insectes émergés étaient bien des *T. sinensis*. Pour cela, nous nous sommes rendus à l'INRA Sophia Antipolis afin de rencontrer Nicolas Borowiec, scientifique qui a initié la lutte biologique contre le cynips du châtaignier. En observant nos échantillons, il a pu nous confirmer que nous avions bien du *T. sinensis*. Il a également identifié les familles des autres parasitoïdes que nous avons pu observer. Les principales familles représentées sont les Torymidae, qui sont pour la totalité des *T. sinensis*, les Eupelmidae, les Eurytomidae et les Pteromalidae (photos ci-dessous).



Figure 13: : *T. sinensis* femelle (famille Torymidae)



Figure 14: Famille Eupelmidae



Figure 16: Famille Eurytomidae



Figure 15: Famille Pteromalidae

Le diagramme suivant montre les proportions des différentes familles d'insectes que nous avons identifiées durant les émergences.

On remarque que les *T. sinensis*, de la famille des Torymidae, sont très largement majoritaires et qu'ils représentent 96% des insectes ayant émergés. Les autres parasitoïdes représentent donc seulement 4% des insectes émergés.

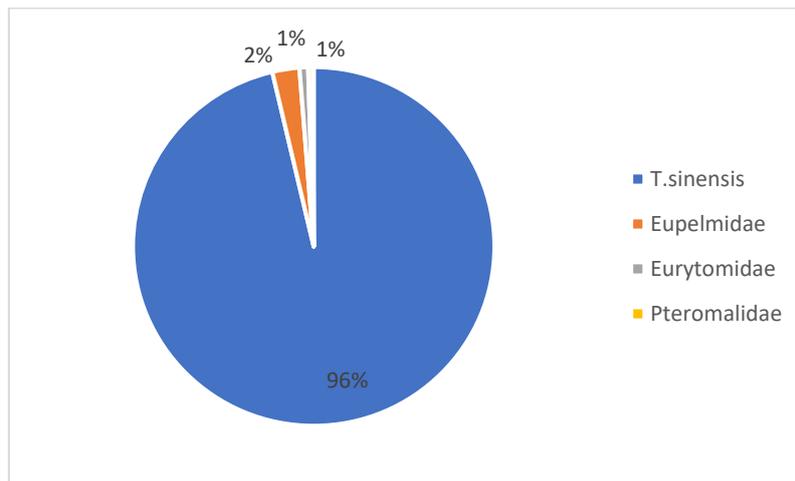


Figure 17: Proportion des différents insectes observés pendant l'émergence

Le deuxième diagramme permet de détailler plus précisément les 4% des parasitoïdes qui ne sont pas des Torymidae. La deuxième famille la plus représentée pendant les émergences est la famille des Eupelmidae, suivie des Eurytomidae et des Pteromalidae. Ils représentent respectivement 66%, 21% et 11% des parasitoïdes qui ne sont pas des *T. sinensis*.

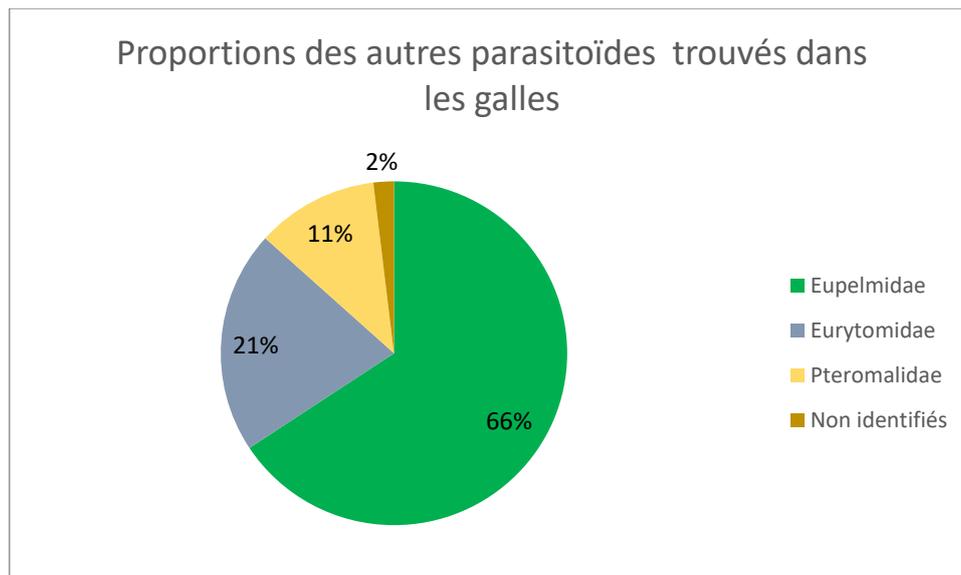


Figure 18: Proportions des parasitoïdes autres que *T. sinensis* observés dans les galles

Il est maintenant intéressant de pouvoir comparer ces résultats avec d'autres données. Le diagramme qui suit est extrait de comptes rendus d'essais sur le contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse, réalisé par l'AREFLEC (Association Régionale d'Expérimentation Fruits et Légumes en Corse) en 2013. On retrouve sensiblement les mêmes familles d'insectes, mais on remarque ici que les Torymidae sont les insectes émergents avec le plus faible pourcentage, et que les autres familles sont bien mieux représentées que dans les diagrammes précédents. La différence peut tout d'abord s'expliquer par le fait que ces données proviennent de Corse, et donc d'un environnement assez différent de l'Occitanie. Ce n'est donc pas étonnant de trouver les familles d'insectes en proportions variables. Cependant, la proportion de Torymidae est très différente, et cela

s'explique logiquement par la progression de la lutte biologique et l'implantation de nombreux *T. sinensis* sur tout le territoire. Il est donc normal de retrouver les Torymidae en bien plus grande proportion en 2018. C'est donc un bon signe de l'implantation progressive du *T. sinensis*.

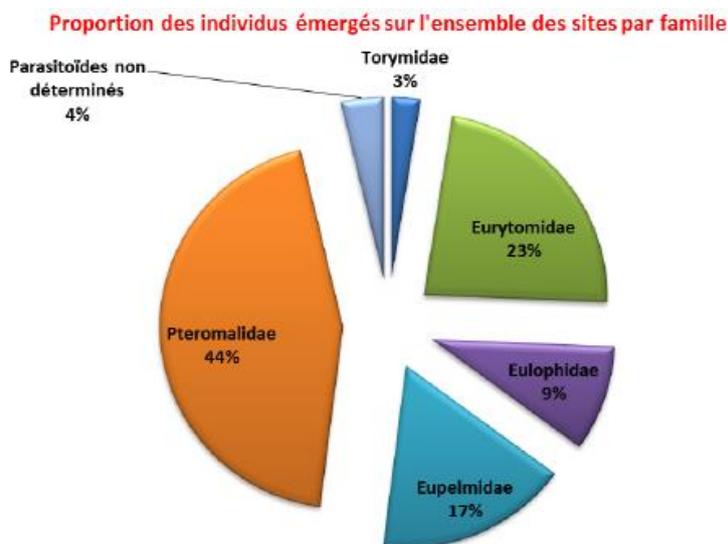


Figure 19: Proportion des insectes émergés par famille en Corse en 2013

Source : Comptes rendus d'essais Lutte biologique du cynips du châtaignier en Corse AREFLEC 2013.

#### b) Informations générales sur les émergences

Les émergences se sont déroulées sur une courte durée pour chaque boîte : une vingtaine de jours après l'émergence du premier insecte.

Lors du contrôle quotidien des émergences, nous avons remarqué que les mâles étaient souvent les premiers à émerger. En comptabilisant le nombre de *T. sinensis* mâles et femelles à compter du jour où le premier *T. sinensis* a émergé, nous pouvons remarquer que nos observations se confirment : les mâles sont les premiers à sortir, sur les 4 premiers jours. Les femelles, quant à elles, suivent une courbe exponentielle croissante jusqu'au jour 5 où elles atteignent un pic. Il est à noter également qu'il émerge plus de femelles que de mâles. Après le jour 5, le nombre de *T. sinensis* diminue assez rapidement. Le pic d'émergence se localise donc au jour 5, avec dans notre cas, un total de plus de 700 *T. sinensis*.

Il est important de noter que toutes les émergences n'ont pas commencé le même jour : elles étaient décalées dans le temps pour chaque boîte, en fonction des galles que nous avons collectés la veille ou des galles envoyées par les apiculteurs. Le démarrage des émergences a été plus ou moins long, en fonction de la date de récolte des galles. Plus les galles étaient récoltées tard dans la saison, plus les émergences commençaient rapidement. Cela s'explique logiquement par le fait que le développement du *T. sinensis* dans la galle était plus avancé : il était donc plus proche d'émerger dans les conditions naturelles. Cependant, les émergences ont probablement démarré plus rapidement et leur durée a été plus courte, car les boîtes d'émergence étaient conservées dans nos locaux, avec donc des températures bien plus élevées que dans le milieu naturel.

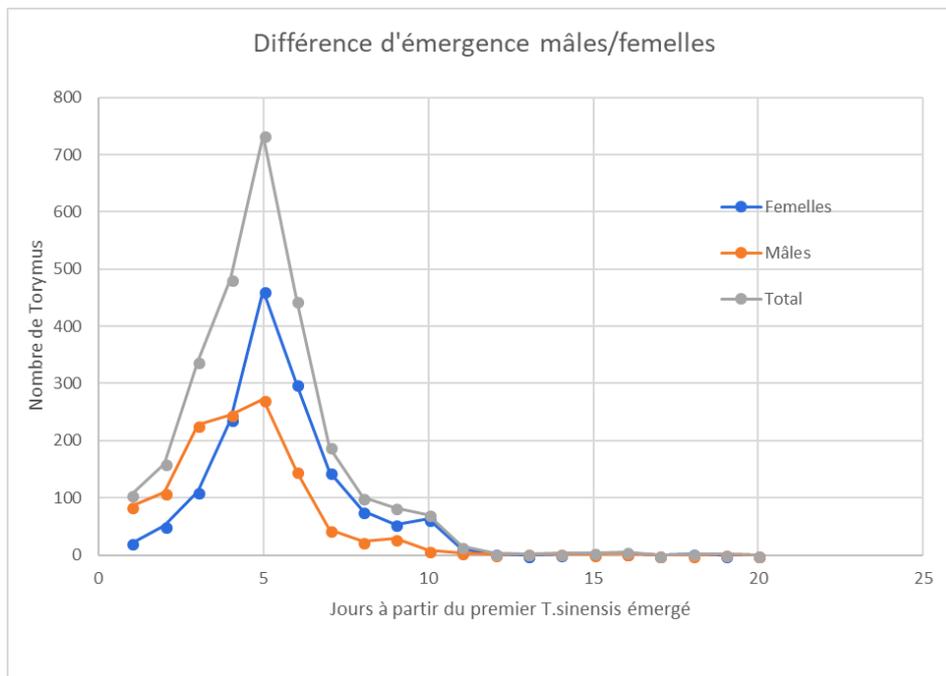


Figure 20: Suivi des émergences

Le graphique suivant permet de voir l'hétérogénéité de l'implantation du *T. sinensis* : les taux vont de 0,1 *T. sinensis*/galle à 3,5 *T. sinensis*/galle. La plupart des lâchers ont été réalisés en 2015, mais la localisation du lâcher impacte beaucoup sa réussite. Tous les sites sont des zones de taillis et les facteurs sont parfois plus variables qu'en zone de verger. En effet, les variétés présentes ne sont pas clairement identifiées, la diversité et la concentration des châtaigniers sur chaque site sont très variables. Les conditions environnementales (climat, sol...) sont également très diverses, ce qui peut fortement influencer l'implantation du parasitoïde.

## Nombre de Torymus par galle

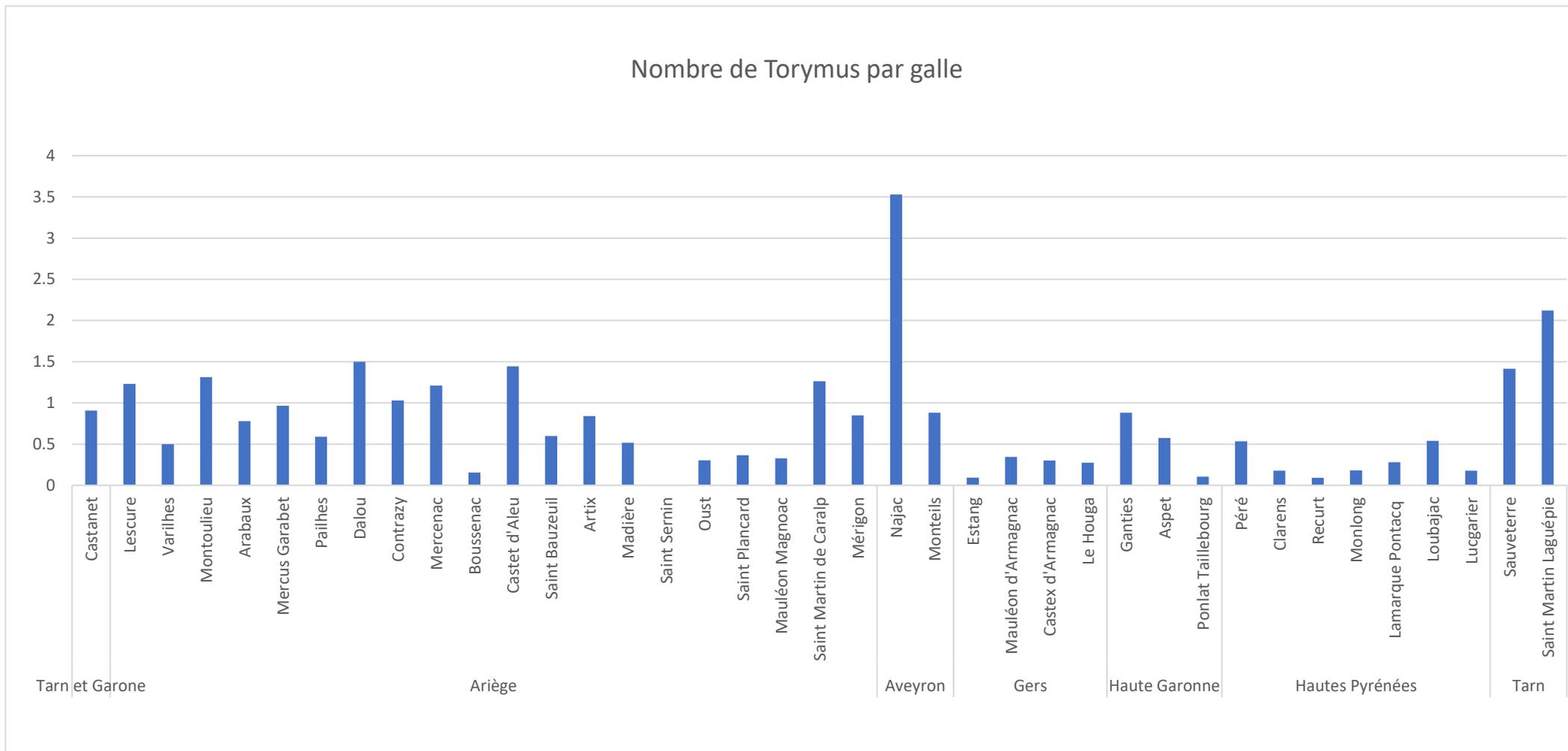


Figure 21: Nombre de *T. sinensis* par galle en fonction des sites récoltés

Il faut cependant noter qu'un site, celui correspondant au site de Saint Sernin, n'a pas donné de résultat lors des émergences. Pour ce site, nous avons séparé les galles ouvertes des galles fermées et seulement 1 *T. sinensis* a émergé des 137 galles ouvertes. Ce résultat très faible nous a interpellé, sachant que le site se trouve en Ariège et que tous les sites ariégeois ont montré de bons résultats. Nous avons voulu refaire une récolte de galles sur le site mais avec la saison déjà bien avancée, cela n'a pas été possible. Le fait d'avoir trouvé au moins 1 *T. sinensis* permet tout de même de dire que le site n'est pas totalement déserté par les *T. sinensis*. Il faudra cependant surveiller ce site l'année prochaine, afin de vérifier l'évolution de l'implantation du parasitoïde.

De plus, afin d'accentuer la lutte et d'assurer l'implantation du *T. sinensis*, des lâchers ont été réalisés en Midi Pyrénées. Au total, cinq lâchers ont été faits dans la région de Lannemezan, à la demande des apiculteurs.

### c) *Données par région*

Il est cependant plus intéressant de regrouper les boîtes selon leur zone de prélèvement. Cela permet de créer des groupes avec des conditions environnementales plus proches, même s'il existe, bien évidemment, une grande variabilité au sein même d'un département. Cela permet également de donner une idée de la réussite des lâchers de *T. sinensis*, réalisés par les apiculteurs en zones de taillis en fonction de leur localisation.

Il faut cependant faire attention à la représentativité de ces résultats. En effet, le nombre de sites où nous avons récolté des galles n'est pas le même pour tous les départements de Midi-Pyrénées. Les sites ariégeois sont en large majorité, avec 22 boîtes. Le reste se répartit entre les Hautes-Pyrénées, la Haute-Garonne, le Tarn, l'Aveyron, le Gers et le Tarn-et-Garonne.

De ce que l'on peut voir des résultats obtenus, le Tarn, le Tarn-et-Garonne et l'Aveyron présentent les totaux d'émergences de *T. sinensis* les plus élevés. Les Hautes Pyrénées, le Gers et la Haute-Garonne ont les taux les plus faibles, et l'Ariège est en situation intermédiaire.

Il faut néanmoins mettre ces résultats en parallèle avec le nombre moyen de galles. Par exemple, dans le Tarn et l'Aveyron, le nombre de galles récoltées est deux fois moins important que le nombre de *T. sinensis* émergés. En revanche, dans le cas du Tarn et Garonne, le nombre de galles est supérieur au nombre de *T. sinensis* émergés. En prenant en compte ces deux paramètres, l'Aveyron et le Tarn présentent de bons résultats (nombre de *T. sinensis* émergés supérieur aux nombres de galles récoltées), l'Ariège, le Tarn-et-Garonne et la Haute Garonne présentent des résultats corrects (nombre de *T. sinensis* émergés légèrement inférieur au nombre de galles récoltées), et enfin, le Gers et les Hautes Pyrénées présentent des résultats faibles. Notons tout de même qu'il n'existe pas de sites où nous n'avons pas eu d'émergence de *T. sinensis*.

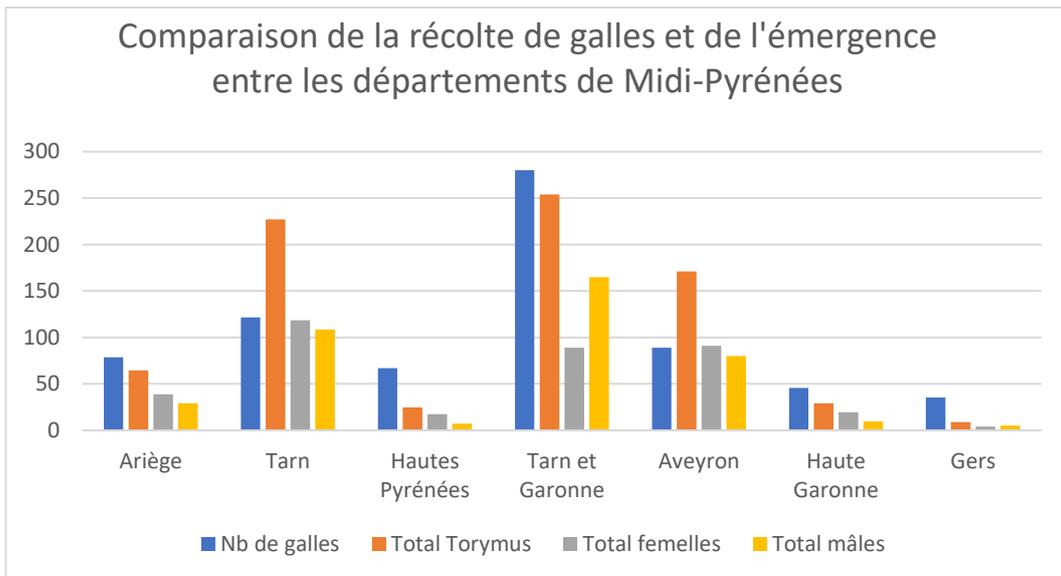


Figure 22: Données issues de l'émergence par départements de Midi-Pyrénées

Le diagramme suivant permet simplement de mettre en valeur les ratios entre le nombre de galles et le nombre de *T. sinensis* émergés. On voit donc bien que l'Aveyron et le Tarn possèdent un bon ratio, respectivement 2,2 et 1,8 *T. sinensis*/galle. L'Ariège, la Haute Garonne et le Tarn et Garonne ont des ratios compris entre 0,5 et 1, ce qui est très correctes. Le Gers et les Hautes Pyrénées sont en dessous de 0,5, ce qui reste assez faible, mais le *T. sinensis* est tout de même présent.

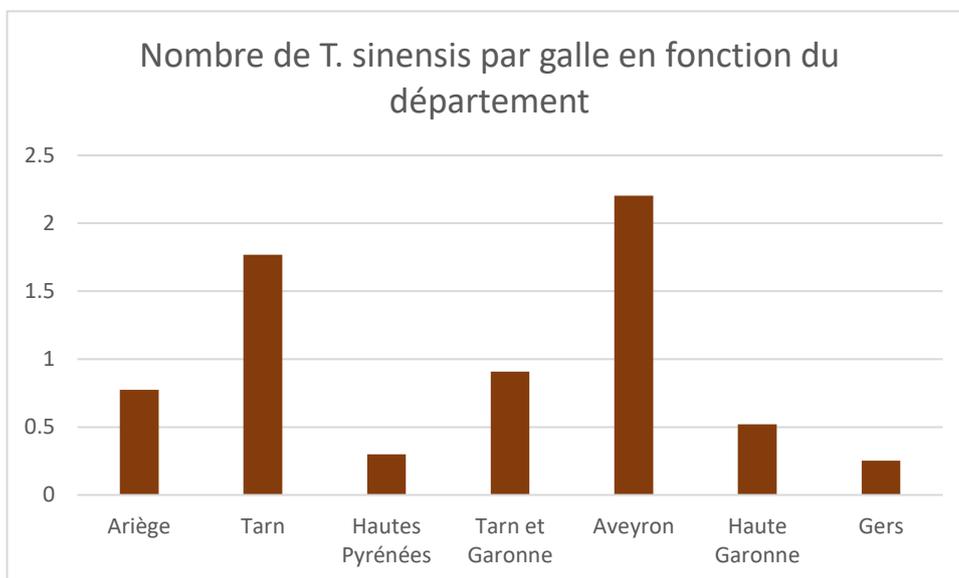


Figure 23: Nombre de *T. sinensis* par galles pour chaque département de Midi-Pyrénées

#### d) Comparaison galles ouvertes – galles fermées

Afin d'appuyer notre méthode, nous avons voulu vérifier que le nombre de *T. sinensis* qui sortent des galles ouvertes est supérieur au nombre de *T. sinensis* qui sortent des galles fermées. Nous avons donc, pour certains sites choisis aléatoirement (et identifiés par des lettres, de A à I sur l'histogramme suivant), établi un comparatif entre des galles considérées comme « fermées », c'est-à-dire sans trou indiquant la sortie d'un insecte, et des galles dites « ouvertes », qui présentent au contraire des trous, signes qu'un ou plusieurs insectes sont déjà sortis de la galle. On remarque que dans tous les cas le ratio de *T. sinensis* par galle fermée plus élevé que le ratio de *T. sinensis* par galles ouvertes. Cela peut s'expliquer par le fait qu'une galle peut contenir plusieurs loges. Ainsi, une galle avec un trou apparent n'est pas forcément vide : d'autres insectes peuvent encore sortir d'autres loges. Cela montre d'une part qu'il est plus probable de trouver du *T. sinensis* si la galle est fermée, mais qu'une galle ouverte de l'année en cours est susceptible d'abriter d'autres *T. sinensis*.

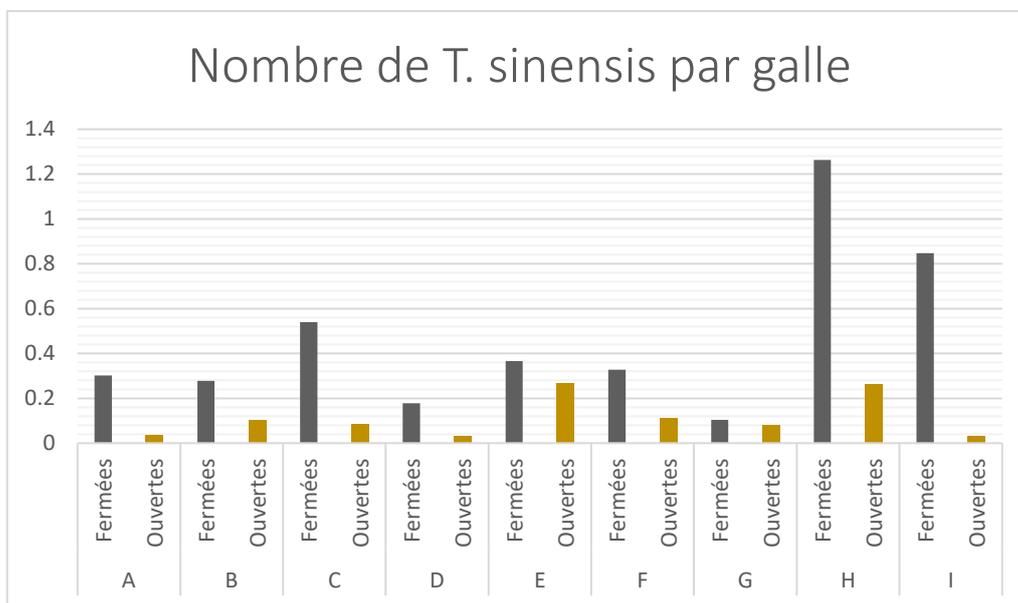


Figure 24: Comparaison des émergences pour des galles dites ouvertes et celles dites fermées

#### D. Actions en Languedoc Roussillon

Avant la fusion des régions, les actions, visant à lutter contre le cynips du châtaignier en Languedoc Roussillon, étaient coordonnées par la Chambre d'Agriculture du Languedoc Roussillon, la FREDON et les acteurs des filières castanéicole et apicole.

Nous n'avons pas mené de récolte de galles en Languedoc Roussillon, pour des raisons logistiques. La Chambre d'Agriculture d'Occitanie s'occupe de regrouper les données et de coordonner les actions en Languedoc Roussillon.

Des émergences étaient réalisées chaque année afin de gérer au mieux les zones qui nécessitaient ou non des lâchers. Cependant, nous ne savons pas avec précision quel protocole a été utilisé pour les récoltes et le suivi des émergences.

La lutte, impliquant les filières castanéicole et apicole, a commencé en 2014 avec des lâchers massifs. Cette année-là, des récoltes de galles ont été réalisées principalement dans la zone du parc national des Cévennes. Les émergences, qui correspondent au nombre de *T. sinensis*

émergés pour le nombre de galles récoltées, ont été suivies, afin de mesurer l'implantation du *T. sinensis*, mais les résultats obtenus restent assez bas (carte de gauche). Des lâchers ont été fait en 2014 dans cette zone, mais également dans les Pyrénées Orientales (carte de droite).

En 2015, les récoltes de galles ont été plus nombreuses et les résultats des émergences ont été bien meilleurs que l'année précédente, signe que le *T. sinensis* était présent sur une majorité de sites. Les lâchers se sont poursuivis, dans les Cévennes et à la frontière entre l'Aveyron et l'Hérault.

L'année suivante, en 2016, les résultats des émergences sont très bons de manière générale, mais certains sites ont toujours des taux d'émergence très faibles. Les lâchers ont donc d'abord privilégié ces sites. De plus, la localisation des lâchers s'est étendue : on observe plus de lâchers dans l'Hérault, l'Aude et les Pyrénées Orientales.

En 2017, les récoltes de galles sont plus dispersées sur le territoire du Languedoc Roussillon. Les résultats des émergences sont également assez bons. Les lâchers réalisés cette année-là ont surtout servis à assurer l'implantation du *T. sinensis* sur les sites qui ne présentaient pas un taux d'émergence très importants.

Quelques lâchers sont encore prévus en 2018. Mais pour la suite, les actions se tourneront plus vers le suivi de la lutte que l'organisation des lâchers. Il faut en effet laisser le temps au parasitoïde de s'installer, se développer et se diffuser, phénomène qui peut prendre plusieurs années. A noter toutefois, que pour l'instant la lutte en Languedoc Roussillon est un succès, grâce à la coordination de tous les acteurs.

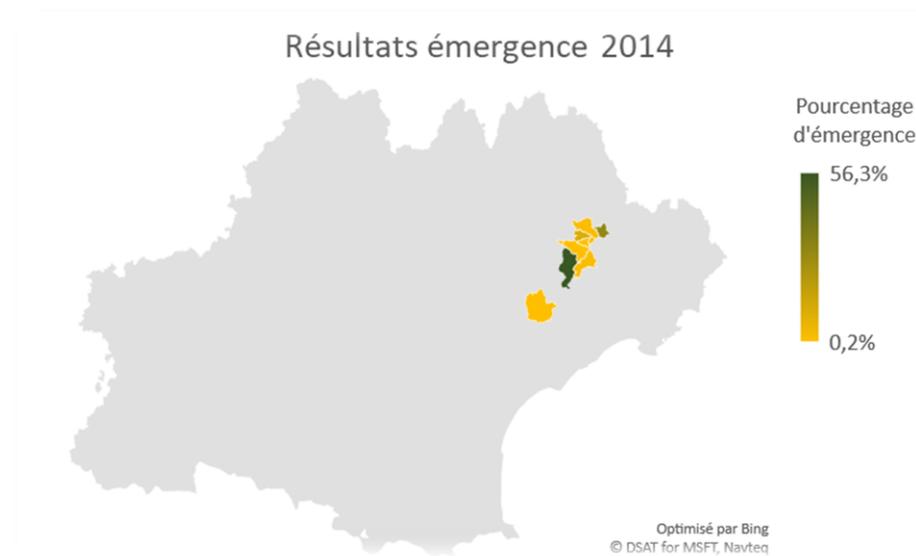


Figure 26: Carte des résultats d'émergences réalisées en 2014

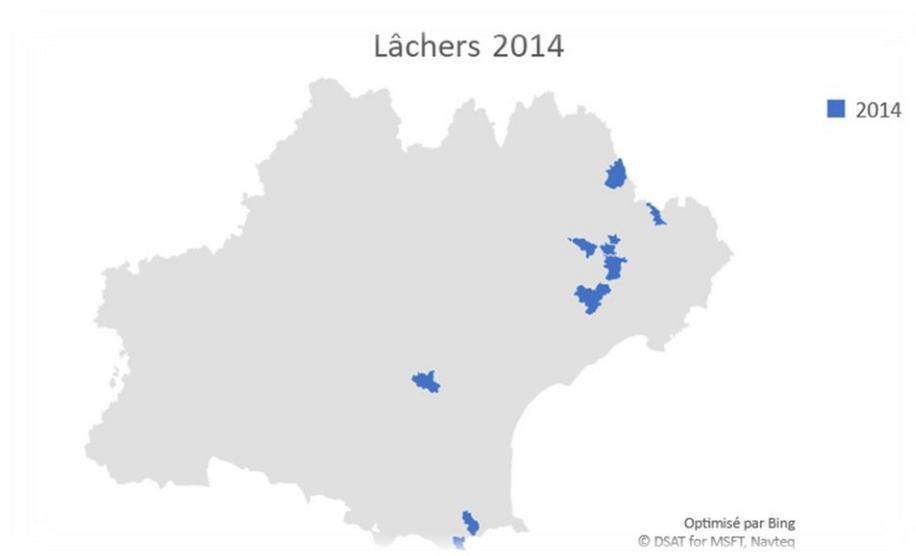


Figure 25: Carte des lâchers réalisés en 2014

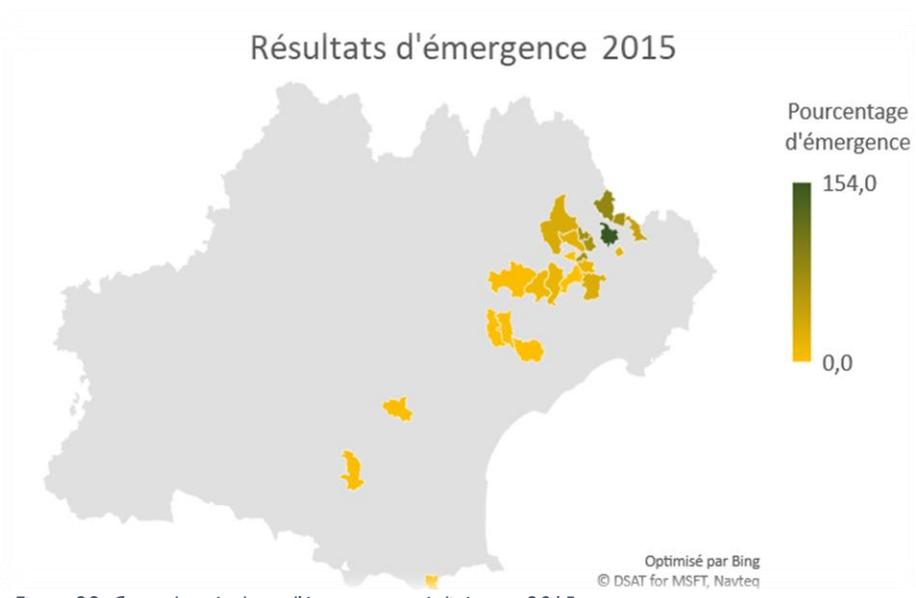


Figure 28: Carte des résultats d'émergences réalisées en 2015

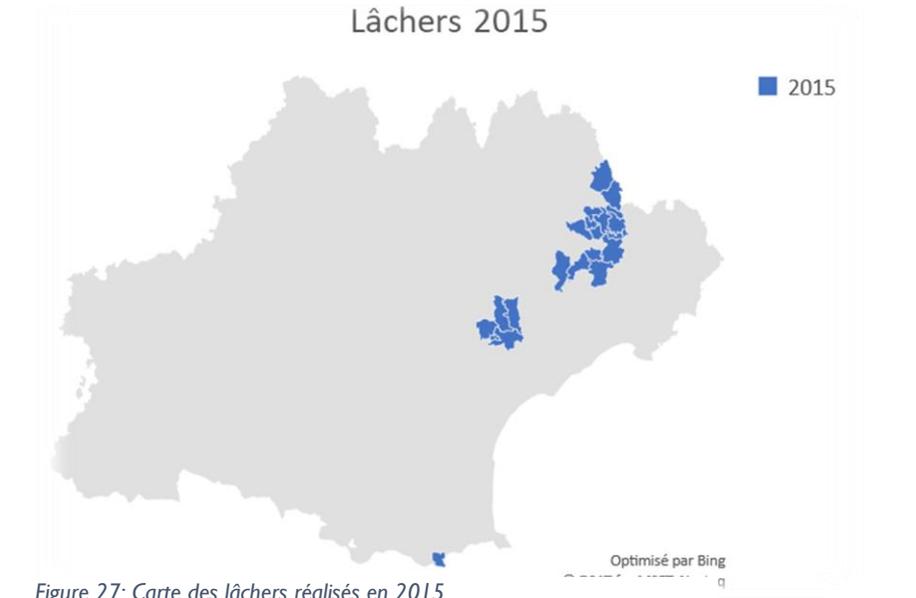


Figure 27: Carte des lâchers réalisés en 2015

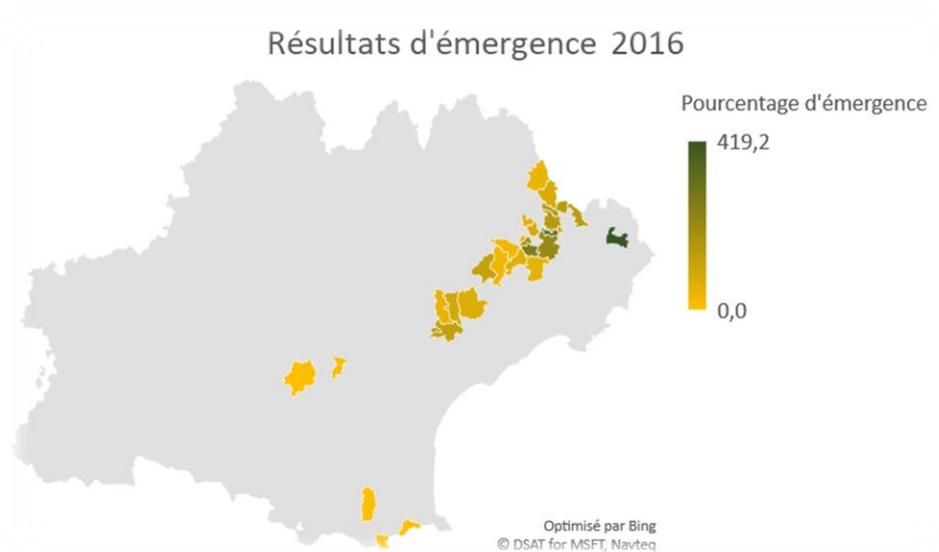


Figure 29: Carte des résultats d'émergences réalisés en 2016

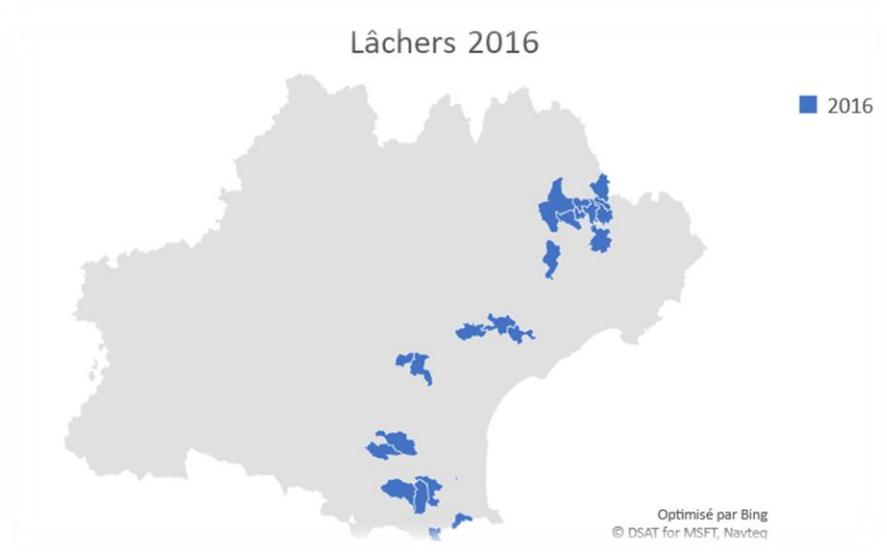


Figure 31: Carte des lâchers réalisés en 2016

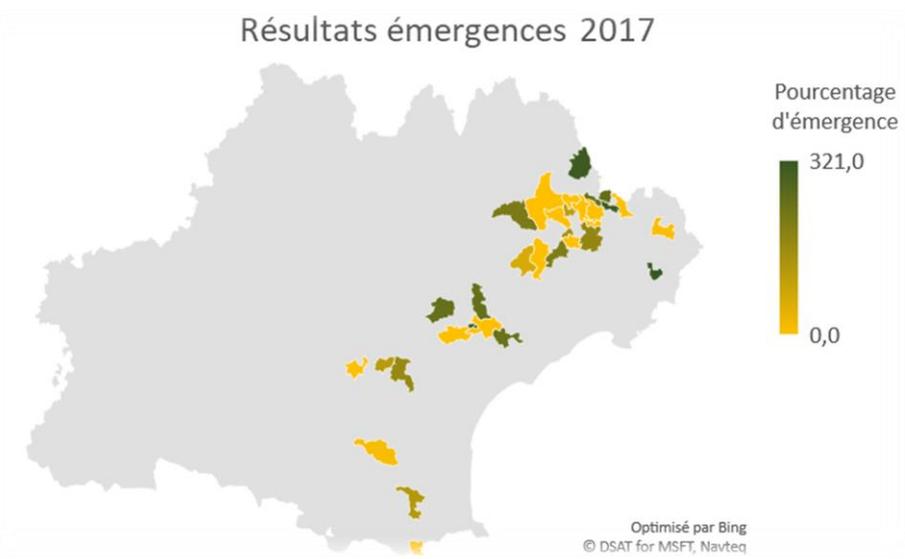


Figure 30 : Carte des résultats d'émergences réalisés en 2017

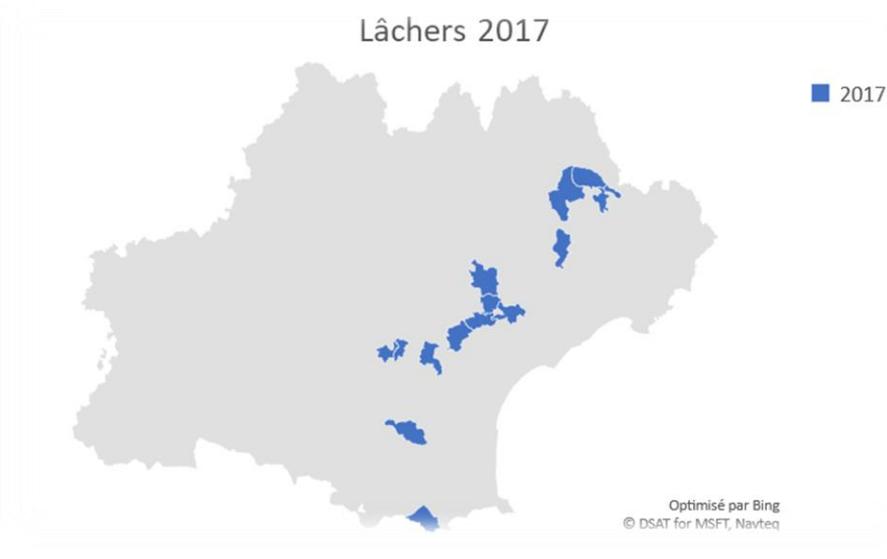
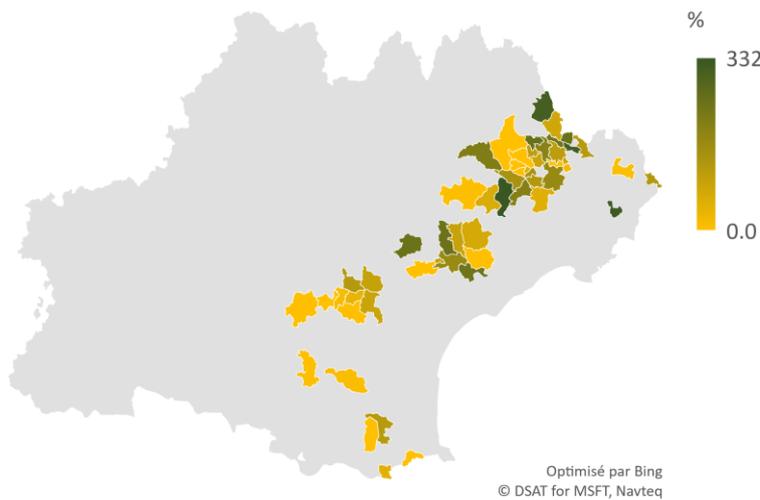


Figure 32: Carte des lâchers réalisés en 2017

Pour faire un bilan de la situation en Languedoc Roussillon, voici deux cartes. La première indique le pourcentage d'émergence par zone administrative. Ces résultats n'ont pas été relevés la même année. C'est pourquoi pour chaque zone, c'est le dernier résultat obtenu qui est indiqué. La deuxième carte renseigne sur la date du dernier relevé dans la zone. Les résultats dans les Cévennes sont assez récents et très bons. Les prélèvements sont plutôt bien répartis et couvrent les zones à châtaigniers de la région.

Résultats des émergences



Date des résultats de la dernière émergence

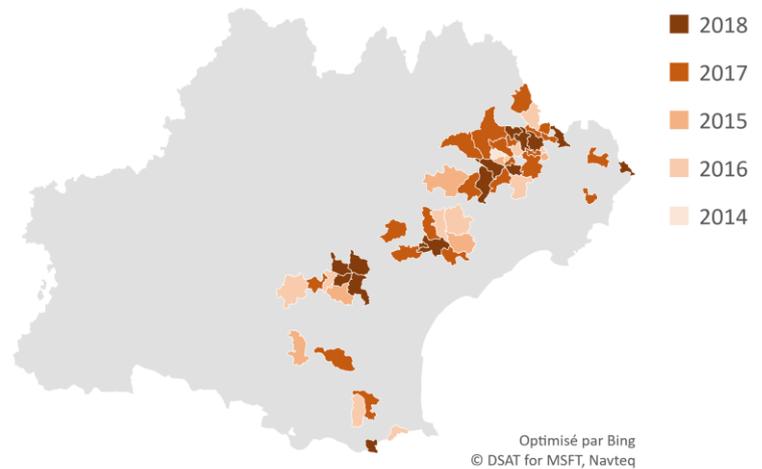


Figure 33: Bilan des résultats d'émergence les plus récents sur chaque zone

Figure 34: Bilan de l'année des derniers résultats pour chaque zone

Finalement, l'ancienne région Languedoc Roussillon a été bien couverte par les lâchers de *T. sinensis*. Les résultats, pour certaines zones, sont assez anciens (2014, 2015) et il est fort probable qu'ils ne soient plus de cet ordre-là. Il faut également noter que même si certaines zones sont encore aujourd'hui faibles en *T. sinensis*, ce n'est pas quelque chose qui est voué à perdurer. En effet, il faut aussi du temps au parasitoïde pour s'installer et se disséminer. En fonction des conditions et de l'environnement du milieu, il se peut que cela prenne plus ou moins de temps. Le suivi régulier de l'implantation du *T. sinensis* sur différents sites permettra, sur le long terme, de s'assurer de la bonne progression de la lutte biologique et de l'amélioration générale de la situation pour les châtaigniers.

## II. Bilan de l'infestation par le cynips

### A. Historique

Le cynips est aujourd'hui reconnu comme l'un des parasites majeurs du châtaignier. La présence et l'action de ce micro-hyménoptère fragilise les châtaigniers, déjà soumis à de nombreuses contraintes sanitaires.

Originaire de Chine, il s'est propagé en Asie au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle. Il a été découvert au Japon en 1941 et en Corée en 1958. Il s'est ensuite rapidement répandu : en Amérique du Nord en 1974, au Népal en 1999, en Europe dans les années 2000... C'est en 2002 qu'il est pour la première fois repéré en Italie et en 2005 pour la France métropolitaine et la Corse. C'est à cause du transport de matériel végétal contaminé (pépinières, horticulteurs...) que sa dispersion a pu être aussi rapide.

### B. Cycle de vie et effets du cynips sur les châtaigniers

Les effets du cynips sont facilement identifiables et permettent de suivre son cycle de vie. Au printemps, on remarque l'apparition de galles vertes, tirant parfois sur le rouge, provoquée par les larves de cynips.



Figure 35: Photographies de galles du cynips du châtaignier

Ces galles se développent à la base des nouveaux bourgeons ou sur les nervures des jeunes feuilles. En été, les larves sont arrivées au stade adulte : une nouvelle génération va alors émerger et pondre dans les nouveaux bourgeons. Durant l'automne et l'hiver, les larves seront invisibles, jusqu'au printemps suivant. En hiver, les galles se dessèchent. Même si le cynips est sorti et que la galle est percée, il est possible de trouver des parasitoïdes du ravageur, qui sortiront au printemps pour pondre dans les galles du cynips. En effet, toutes les loges d'une même galle ne sont pas forcément parasitées : une galle ouverte (avec des trous) peut éventuellement encore abriter des parasitoïdes du cynips. Chaque femelle peut se reproduire, sans accouplement avec un mâle (parthénogénèse thélytoque), et pondre une centaine d'œufs (3-4 par bourgeons), qui ne donneront naissance qu'à des femelles.



Figure 36: Cycle biologique du cynips du châtaignier

Le cynips, une fois installé, fragilise énormément les châtaigniers. La formation de galles sur les nouveaux bourgeons ralentit, voir interrompt, la croissance des rameaux. Cela entraîne une réduction de la surface foliaire, de la densité de bourgeons, de la biomasse. La croissance de l'arbre est diminuée, et il est possible, si l'arbre est trop fragile, que le cynips provoque la mort du châtaignier. Cet affaiblissement semble entraîner une diminution de la production de châtaigne. Il semblerait donc logique que le ravageur impacte également la production de miel. Cependant, si cela paraît cohérent, rien n'a été démontré sur le lien entre cynips et diminution de la quantité de miel de châtaignier.

### C. Dispersion

Le Cynips peut, comme le *T. sinensis*, se déplacer grâce au vol actif, être transporté grâce aux vents (vol passif) ou grâce au transport par les hommes de matériel contaminé. Pour se déplacer sur de longues distances, le cynips utilise le vent. Un rapport de l'EFSA (European Food Safety Authority) reprend notamment plusieurs études menées sur le sujet (Gilioli 2003 et Rieske 2007). D'après ces sources, le cynips peut se déplacer jusqu'à 25km/an, ce qui est très important. C'est un des facteurs qui a permis au cynips de se diffuser de façon rapide et globale.

Le cynips peut se déplacer sur de longues distances s'il y a du vent. Cependant, si la présence du vent est nécessaire, un vent trop fort inhibe le vol. Au-delà de 0,73m/s, le cynips ne peut plus utiliser le vent comme vecteur de déplacement. De nombreux autres facteurs interviennent également dans la dispersion. La végétation et le relief ne sont pas toujours favorables à la propagation du cynips. En effet, si la végétation n'est pas continue, si le site de lâcher se trouve proche de zones rocheuses, l'avancée du cynips ne sera pas aussi rapide que dans une végétation abondante ou dans une vallée boisée. Et ce sont les mêmes conditions pour le *T. sinensis*.

## D. Méthodes de lutte et risques

Les méthodes conventionnelles ne sont pas adaptées pour lutter contre le cynips, une fois que ce dernier est implanté : la logistique est complexe, la réglementation très stricte et les produits de type insecticides génèrent d'ailleurs plus de dommages environnementaux que de bénéfices. Les méthodes alternatives sont plus que recommandées dans ce cas-là. Cependant pour les zones encore intactes, seules les méthodes de préventions sont recommandées : éviter l'importation et l'implantation de matériel végétal, surveiller régulièrement et attentivement les moindres symptômes de la présence du cynips. En cas de faible infestation, il est possible de couper les rameaux infestés et de les brûler. Néanmoins, si l'infestation est généralisée, cette méthode ne sera d'aucune utilité.

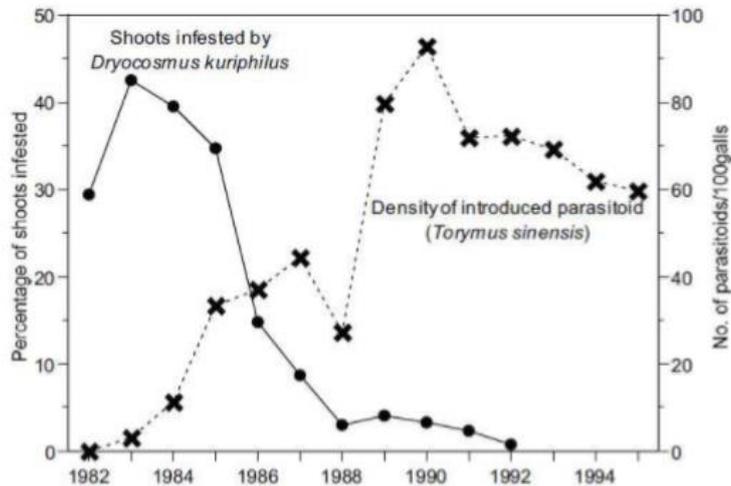
La seule méthode qui est fait ses preuves à ce jour est la lutte biologique via des lâchers de *T. sinensis* dans les zones infestées. La durée d'obtention de résultats visibles est très longue, car il faut laisser le temps au *T. sinensis* de s'implanter de manière durable.

La lutte biologique présente toutefois des risques qui sont actuellement étudiés par l'INRA Sophia Antipolis. L'hybridation interspécifique et l'attaque d'espèces non cibles par le *T. sinensis* sont les principaux effets non intentionnels qui peuvent découler de l'introduction massive de *T. sinensis*. A l'heure actuelle, aucune hybridation n'a été signalée avec des espèces européennes. La grande variabilité morphologique et moléculaire du *T. sinensis* fait qu'aujourd'hui les scientifiques travaillent sur une redescription, plus précise, de l'espèce *T. sinensis*. En revanche l'attaque d'autres espèces non cibles a été signalée en Italie. Si très peu de *T. sinensis* ont été retrouvés sur des espèces non cibles, leur présence n'est pas négligeable et c'est un risque que l'INRA étudie de près. Ce phénomène peut s'expliquer par la concentration très importante de *T. sinensis*. Ces derniers, alors à cours de cynips à parasiter, vont trouver des ressources ailleurs, soit d'autres espèces similaires au cynips (qui forment des galles).

## E. Evaluation de l'infestation par le cynips

### 1. Objectifs

Le but de cette expérimentation est de mesurer le niveau d'infestation et éventuellement de suivre, sur le long terme, la présence du cynips et son évolution. Cela pourrait permettre de voir l'efficacité des lâchers de *T. sinensis*. Dans les pays où le cynips est apparu il y a déjà plusieurs dizaines d'année, comme au Japon, les résultats sont assez intéressants et montrent que la lutte biologique fonctionne bien. On voit notamment sur le graphique suivant que le pourcentage de rameaux infestés par le cynips diminue avec l'augmentation de la densité du parasitoïde *T. sinensis*. C'est un résultat prometteur pour la lutte biologique en Europe.



**Figure 7:** Changes in chestnut shoot infestation by *D. kuriphilus* and emergence of *T. sinensis* from the galls after its release at the National Institute of Fruit Tree Science. Source: Moriya et al. (2003)

Figure 37: Suivi du taux de parasitisme du cynips et du taux d'implantation du *T. sinensis* au Japon depuis les années 1980

Les lâchers massifs de *T. sinensis* ont permis d'établir un équilibre. Une dynamique des populations, de type proie-prédateur, peut alors s'installer. L'équipe de recherche de l'INRA, menée par Nicolas Borowiec, a d'ailleurs montré une inversion de la tendance quant à la présence du cynips sur leurs différents sites expérimentaux. Etant donné que ces mesures ont été réalisées sur une courte période, on ne visualise pas l'équilibre cyclique qui peut s'installer par la suite.

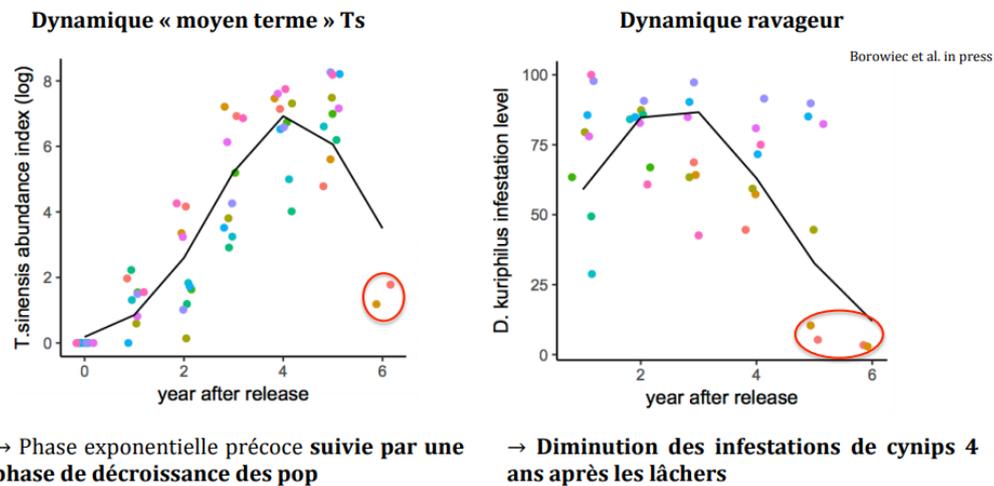


Figure 38: Résultats du suivi de l'abondance du cynips et du *T. sinensis* par l'INRA

De manière tout à fait théorique, le graphique suivant représente l'équilibre qui devrait probablement se mettre en place si la lutte biologique réussit. La courbe bleue représente le cynips et la courbe rouge représente le parasitoïde *T. sinensis*. Ce résultat ne sera visible que plusieurs dizaines d'années après la mise en place de la lutte biologique, ce qui en fait un phénomène extrêmement long, mais durable !

Le cynips étant présent en grande densité, il y a beaucoup de galles sur les arbres (phase 1) Avec l'implantation du *T. sinensis*, ce dernier va pondre ses œufs dans les galles vertes au printemps. Ce parasitisme va entraîner une diminution de l'émergence du cynips, dont le nombre va diminuer tandis que le nombre de *T. sinensis* augmentera (phase 2). Cependant si le nombre de cynips diminue, les *T. sinensis* auront moins de ressources (moins de galles). Leur population va alors diminuer à son tour (phase 3). Une fois que la population des *T. sinensis* a bien diminué, le cynips est moins soumis à son parasitisme : sa population peut donc croître de nouveau (phase 4). Et le cycle recommence de nouveau. Il faut savoir que les châtaigneraies ne retrouveront jamais l'état qui était le leur avant l'arrivée du cynips, car ce dernier sera toujours présent, même en concentration très faible.

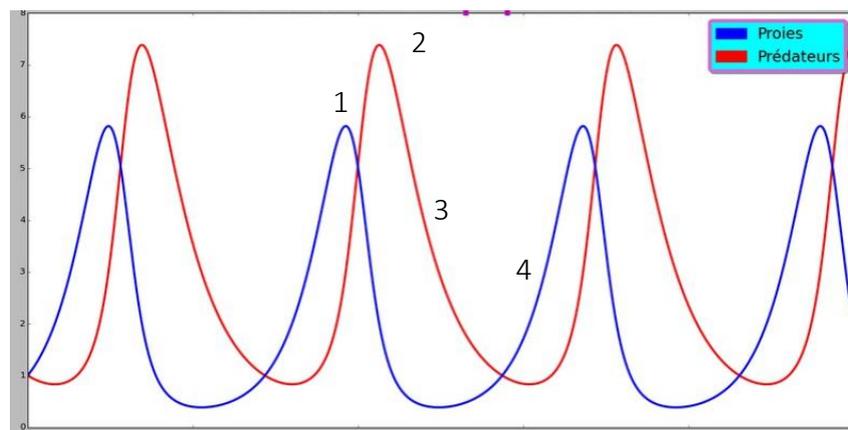


Figure 39: Graphique théorique du modèle de dynamique des populations de type proie-prédateur (Source : thèse de Doctorat en Mathématiques - Baissaid Siham)

Pour l'instant les différents résultats obtenus ne permettent pas de visualiser ce genre de dynamique.

Notre étude, ne porte que sur une année. Il sera donc impossible de montrer une évolution des deux populations. L'objectif est simplement de faire un état des lieux, aussi bien pour le *T. sinensis* que pour le cynips.

## 2. Protocole

Le protocole d'évaluation de l'infestation par le cynips est différent du protocole d'évaluation de l'implantation du *T. sinensis*. Nous allons mesurer le taux d'infestation à partir des rameaux de châtaigniers.

Sur les 41 sites prélevés pour vérifier l'implantation du *T. sinensis*, nous avons à nouveau réalisé une récolte de galles, vertes cette fois-ci, à partir de juin. Pour cela, nous nous appuyons sur un protocole mis en place par l'INRA. Sur chaque site, nous prélevons au hasard 10 rameaux, sur 10 arbres différents. Sur chacun de ces rameaux, nous comptons le nombre de bourgeons total et le nombre de bourgeons galleux. Nous comptabilisons également le nombre total de galles sur chaque rameau.

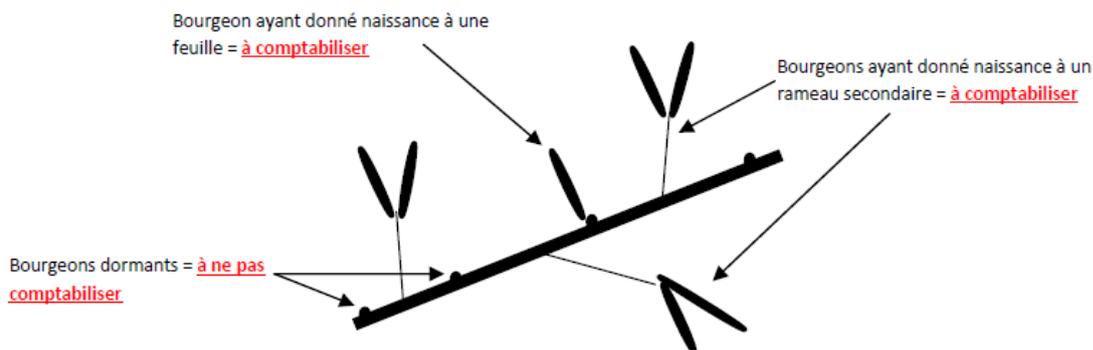


Figure 40: Evaluation de l'infestation par le cynips sur les châtaigniers



Figure 41: Rameaux infestés

## F. Résultats

### 1. Observations générales

#### a) Structure de l'arbre

En observant les rameaux collectés, nous avons pu observer une altération de la structure de l'arbre au niveau des rameaux. En effet, les nouveaux bourgeons galleux voient leur croissance fortement diminuée, comme on peut le voir sur la photo de gauche ci-dessous. Les ramifications ne s'étendent pas autant que sur un arbre non infesté. La surface foliaire est donc bien plus développée sur une branche sans galle (à droite ci-dessous) que sur une branche présentant de nombreuses galles. La vigueur semble donc logiquement fortement diminuée, ce qui n'empêche pas pour autant le châtaignier de produire des fleurs, comme on voit sur la photo de gauche.



Figure 43: Rameau infesté



Figure 42: Rameau sain

### b) Observations de galles

Par curiosité, nous avons également ouvert quelques galles afin de voir ce que l'on pouvait trouver à l'intérieur. Nous y avons souvent trouvé plusieurs loges habitées. Les larves observées sont blanches, il nous est donc impossible d'identifier l'insecte.



Figure 44: Photographies de l'ouverture de galles vertes

Nous avons aussi remarqué un phénomène de « noircissement » des galles sur certains arbres. Les galles noircissent et pourrissent, comme on peut le voir sur la photo suivante. Il semble probable, aux vues des diverses publications que nous avons pu lire, qu'il s'agisse d'un champignon. Ce dernier se développe dans les galles, mais aucune information quant à son impact sur le châtaignier (positif ou non) n'a été mis en évidence.



Figure 45: Phénomène de noircissement des galles vertes

## 2. Infestation et sensibilité des zones de taillis

### a) *Indice d'infestation*

L'indice d'infestation est une mesure qui permet d'évaluer l'implantation du cynips. Cet indice correspond au nombre de galles par bourgeons. Grâce au protocole suivi, nous avons pu estimer, pour chaque site sur lesquels nous nous sommes rendus, l'indice d'infestation du cynips. Les résultats trouvés sont présentés dans l'histogramme suivant. Certains sites semblent à première vue moins infestés, comme le site de Sauveterre (81) ou celui de Castet d'Aleu (09). D'autres, en revanche, présentent un indice élevé, jusqu'à plus de 1.6 pour le site de Saint Martin de Caralp (09).

Afin de pouvoir comparer ces indices d'infestation, nous avons pris le parti de faire une comparaison avec les indices d'infestation trouvée pour les variétés cultivées en vergers (situées à gauche de l'histogramme). Bien que nous ne connaissions pas les variétés présentes sur chaque zone de taillis, cette comparaison permet de situer les sites étudiés par rapport à la situation que l'on trouve en vergers, beaucoup plus contrôlée.

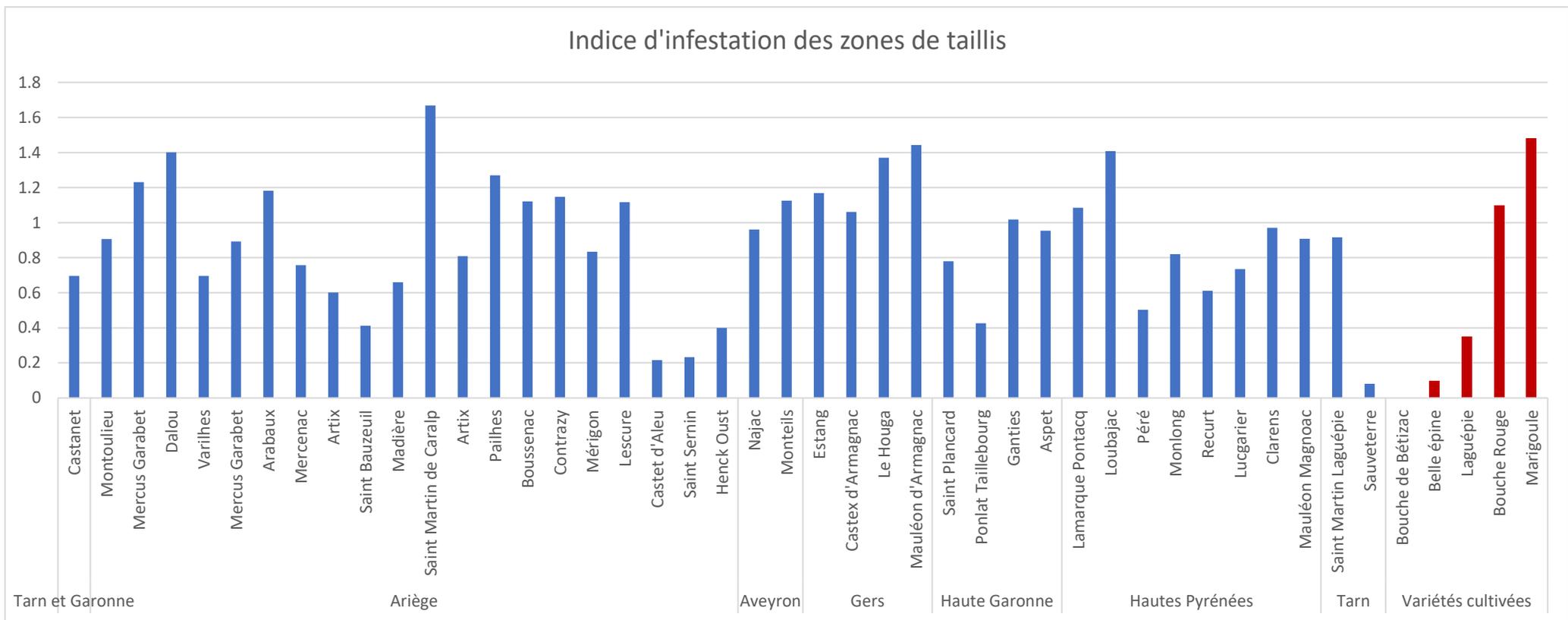


Figure 46: Indices d'infestation pour chaque site de zone de taillis

## b) Sensibilité et résilience

Une autre notion qu'il est nécessaire d'aborder est la notion de sensibilité, très liée avec l'infestation. Cela correspond au nombre de bourgeons galleux sur le nombre total de bourgeons. Plusieurs études ont notamment été réalisées par la Chambre Régionale d'Agriculture d'Occitanie pour les zones de verger. Les variétés cultivées sont beaucoup plus suivies et les résultats obtenus peuvent permettre de servir de référence. Ces études ont notamment permis d'établir des seuils qui déterminent le niveau de sensibilité de la variété. Si le pourcentage obtenu est supérieur à 50%, la variété est considérée comme très sensible, comme la variété Marigoule. On observe d'ailleurs que presque la moitié des sites dépasse cette limite de 50%. Cela permet de repérer les sites les plus sensibles sans pour autant répertorier toutes les variétés présentes sur chaque site. On remarquera que les sites du Gers sont tous catégorisés comme très sensibles, d'après les résultats (graphique Sensibilité des zones de taillis).

La sensibilité va également de pair avec la résilience, c'est-à-dire la capacité de l'arbre à s'adapter aux perturbations de son environnement, soit au cynips dans notre cas. Cependant c'est une notion qui est observable grâce à des mesures prises sur plusieurs années et nous ne possédons pas ce type de données pour les zones de taillis. Cette résilience a été mise en évidence sur certaines variétés en zone de vergers. Voici un extrait de la présentation faite par le CTIFL lors de la Journée Nationale Cynips du 9 mars 2018 qui présente les infestations relevées et met en évidence la capacité des résiliences de différentes variétés cultivées. On remarque notamment que certaines variétés présentent une forte infestation et une mauvaise résilience (en bleu), tandis que d'autres ont une bonne résilience (en vert). Dans les cas des vergers, les variétés sont connues. En forêt, il existe une grande diversité d'arbres et donc un large panel de réactions face à l'arrivée du cynips. Pour les zones de taillis, une estimation de la sensibilité est possible à l'échelle du site, sans pour autant que nous puissions affirmer quoique ce soit, le catalogue des variétés présentes en forêt n'étant pas connu.

### • Les teintes d'une même couleur représentent différents sites

- Bleu : Marigoule (majorité des sites encore > 50 % bourgeons avec galles)
- Rose : Petite Pourette (majorité des sites encore > 70 % bourgeons avec galles)
- Vert : Bouche Rouge (forte diminution d'infestations sur tous les sites)
- Orange : Sardonne
- Violet : Pellegrine

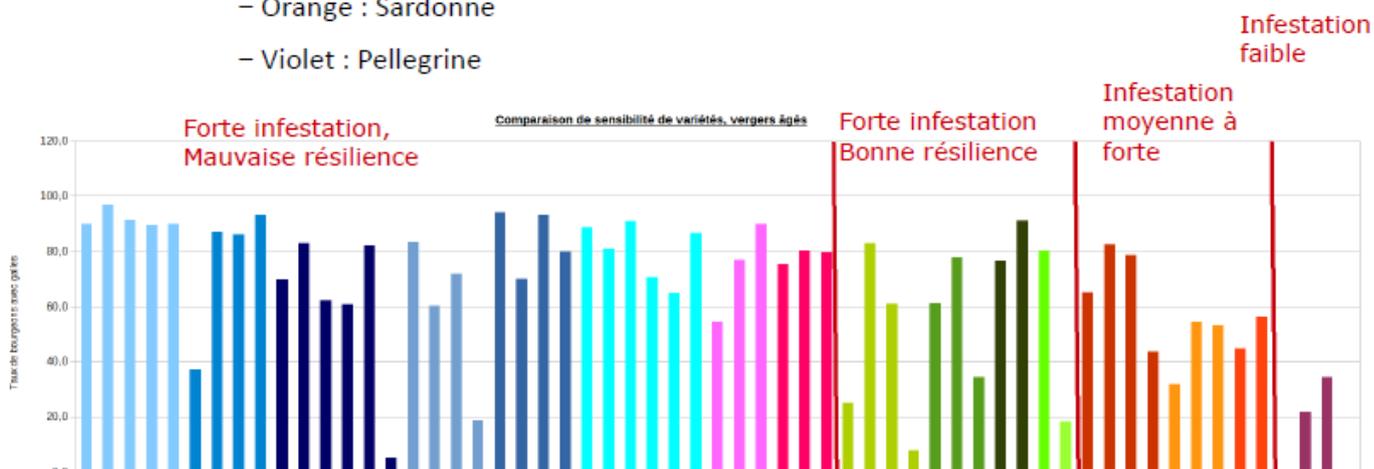


Figure 47: Représentation comparée des différents niveaux d'infestation et de résilience des châtaigniers (Source : CTIFL)

Avec nos résultats, nous pouvons avoir une idée de la sensibilité au cynips de chaque site, mais cela ne nous indique absolument pas si les arbres présents sont résilients. Il se peut très bien que d'ici quelques années, si nous devons refaire des prélèvements, nous tombions sur des résultats beaucoup plus faibles (cas d'une zone supposée résiliente) ou constants (pas de résilience). L'implantation du *T. sinensis* joue également beaucoup sur la capacité de résilience d'un site.

Finalement, on observe que le cynips est encore bien présent dans les zones de taillis. Les taux d'infestation sont assez élevés et le pourcentage de sensibilité est souvent au-dessus de 50%, ce qui permet de voir que les sites étudiés présentent une certaine fragilité face au cynips. Etant donné que nous n'avons réalisé notre étude que sur 2018, nous n'avons pas de données antérieures concernant les zones de taillis. Les informations sont plus nombreuses en ce qui concerne les vergers, c'est pour cela que nous avons essayé de faire un parallèle entre les vergers et les zones de taillis. Cependant en se basant sur des données accumulées depuis plusieurs années, comme celle de l'INRA, on observe des tendances optimistes : les populations de cynips diminuent tandis que celles des *T. sinensis* augmentent. Un équilibre devrait donc s'installer durablement.

### Sensibilité des zones de taillis

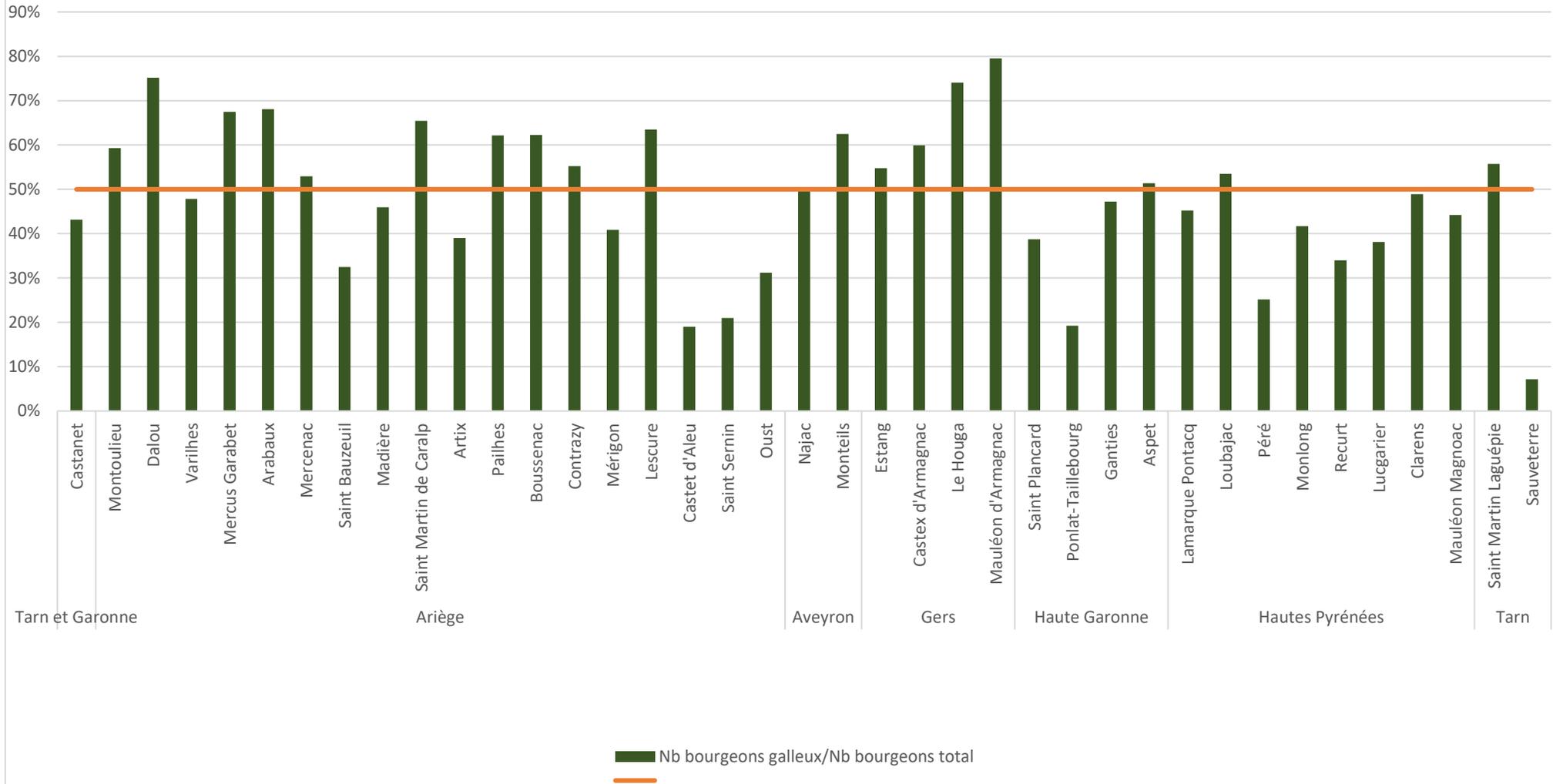


Figure 48: Sensibilité de chaque site de zone de taillis

## G. Suivi des émergences de galles vertes

Nous avons également voulu faire un suivi des émergences de galles vertes afin de faire un comptage des émergences de cynips et de les comparer à celles de *T. sinensis*.

Pour cela, nous avons récolté des galles vertes, que nous avons nettoyées et mises dans les boîtes d'archives utilisées précédemment pour les émergences de *T. sinensis*. Les boîtes étaient stockées à l'extérieur, abritées du vent et de la pluie.



Figure 49: Galles vertes nettoyées et prêtes à être mises à l'émergence



Figure 50: Zone de stockage des boîtes d'émergences

Nous avons suivi les émergences mais nous n'avons pas observé beaucoup d'émergence de cynips, bien que les quelques galles, choisies au hasard, que nous avons ouvertes, présentent des larves et même des adultes formés.

Nous pensons que les résultats de cette expérience ne sont pas exploitables, et que le protocole n'a pas été un succès pour plusieurs raisons. En effet, les galles ont été retirées des rameaux et se sont progressivement desséchées. Au fur et à mesure, les galles sont devenues sèches et donc beaucoup plus dures. Nous supposons que les cynips n'ont pas pu sortir normalement et que la galle, devenue trop sèche, était bien plus dure à creuser. Dans les conditions normales, le cynips creuse une galerie dans la galle verte, très tendre, afin de sortir. Ces changements de conditions ont probablement empêché le bon déroulement de l'expérience.

Cela peut aussi s'expliquer par la bonne implantation du *T.sinensis*, qui joue son rôle de parasitoïde. A l'ouverture de certaines galles, nous avons retrouvé des cynips morts dans leur loge, ce qui peut s'expliquer par notre première hypothèse, mais aussi des larves blanches (figures 51 et 52). Nous ne savons pas s'il s'agit de cynips. Cependant certaines larves étaient mortes et semblaient « mangées », il pourrait donc s'agir d'un parasitoïde du cynips à l'œuvre (figure 53). Ceci n'étant qu'une hypothèse faite après des observations, nous pensons la vérifier au printemps prochain. En effet, nous allons conserver les galles vertes récoltées cette année, afin de suivre le cycle de *T.sinensis* et ainsi comptabiliser les émergences du parasitoïde au printemps suivant.



Figure 51: Loges avec un cynips mort et une larve



Figure 52: Cynips mort retrouvé dans les galles vertes mises à l'émergence



Figure 53: Larve qui semble "dévorée", retrouvée dans une loge

### III. Etat de la châtaigneraie

Afin de suivre la dynamique de la miellée de châtaignier, il est essentiel de faire un bilan de l'état de la châtaigneraie, au niveau national mais également au niveau de la région Occitanie. Nous commencerons par faire un état des lieux, grâce aux données fournies par l'IGN, puis nous analyserons plus en détails l'évolution de la châtaigneraie au cours du temps.

#### A. Les chiffres de l'IGN

##### 1. Au niveau national

D'après les données des Mémentos de l'Inventaire Forestier réalisés entre 2012 et 2017 sur le territoire national, la surface où l'essence de châtaignier est majoritaire reste relativement stable, entre 740 000 et 760 000 ha.

Le châtaignier se classe donc 5<sup>ème</sup> essence de feuillus nationale, après le chêne pédonculé, le chêne rouvre, le chêne pubescent et le hêtre.

Plusieurs zones peuvent être identifiées comme plus denses en châtaigniers, comme le Périgord-Limousin, les Cévennes, l'Île de France -Centre, la Drôme-Isère, le piémont Pyrénéen et la Corse.

Voici deux cartes qui mettent en évidence le volume moyen de châtaignier à l'hectare. Celle de gauche date de 2012 et celle de droite de 2017. On retrouve les zones de plus forte abondance citées précédemment. On peut également remarquer que les Cévennes sont actuellement moins densément peuplées, et c'est aussi le cas de la zone Périgord-Limousin.

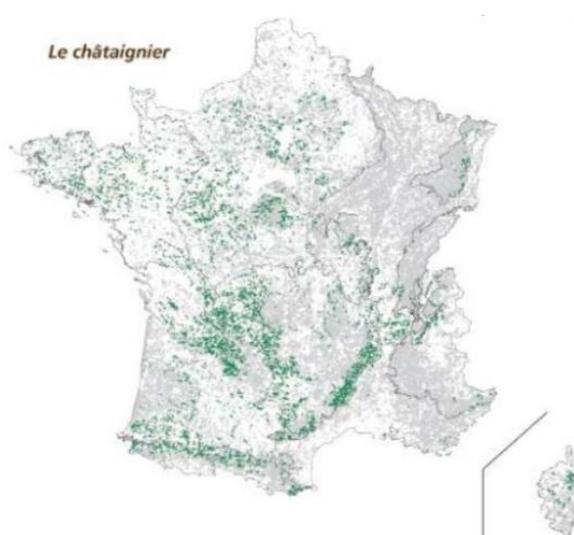


Figure 54: Inventaire Forestier 2012

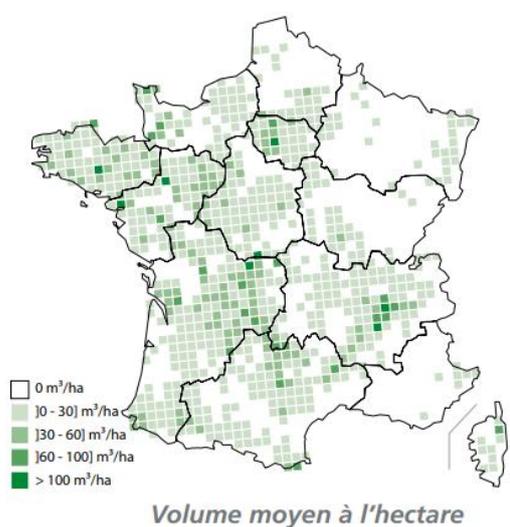


Figure 55: Inventaire Forestier 2017

Le châtaignier est historiquement un excellent bois, riche en tanins, ce qui lui permet de résister à la pourriture. C'est donc un arbre de très bonne qualité, avec également une bonne productivité. C'est donc un arbre largement utilisé en extérieur (piquets, mobilier de jardin...).

Le châtaignier est également, et surtout, connu pour ses fruits, les châtaignes. Cette essence représente un pilier du patrimoine fruitier des forêts françaises. La production de châtaignes

est très importante pour l'économie de certaines régions, comme la Corse, la zone des Cévennes ou encore le Lot. Même si la culture des châtaigniers a diminué depuis ces dernières années, la castanéculture reste toutefois une activité agricole conséquente. Les châtaigniers permettent également la production d'un miel très caractéristique, apprécié des amateurs. Nous verrons plus loin dans ce rapport, l'importance de cette essence pour l'économie apicole et castanéicole.

## 2. En Occitanie

La région Occitanie, qui regroupe désormais les anciennes régions Midi-Pyrénées et Languedoc Roussillon, est un territoire où le châtaignier a son importance.

D'après les moyennes réalisées par l'IGN sur les périodes 2005-2009, 2009-2013 et 2012-2016, la surface forestière occupée par le châtaignier reste stable, comme c'est le cas au niveau national. Cette surface est comprise entre 175 000 et 185 000 ha, ce qui en fait le deuxième feuillu le plus important en termes de superficie après le chêne pubescent et le hêtre.

Plusieurs zones sont remarquables, notamment les Cévennes, le Piémont Pyrénéen et le Nord de la région (Lot, Aveyron).

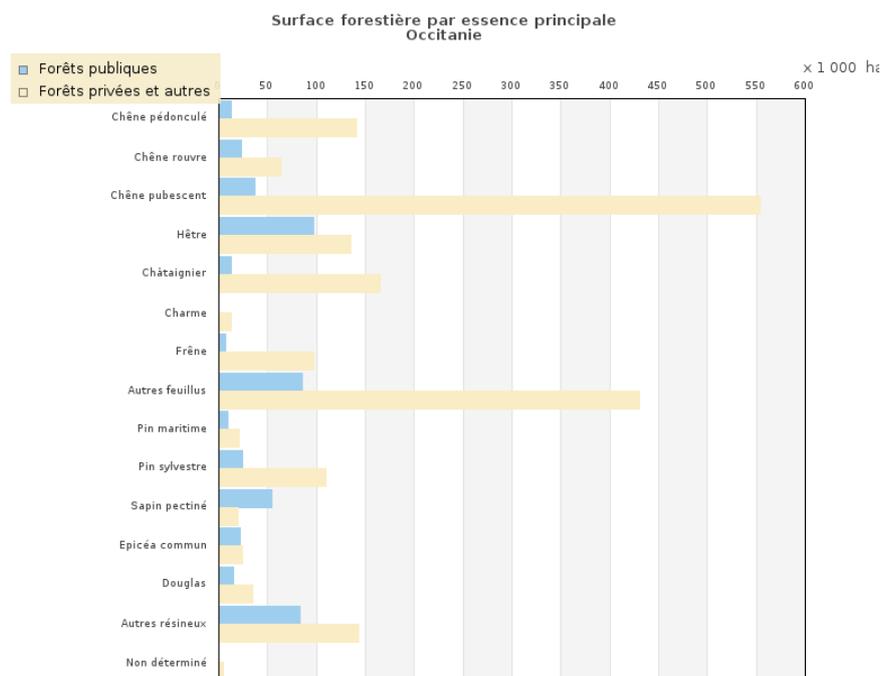


Figure 56 : IGN 2018 (moyenne sur 2012-2017)

### B. Une superficie constante mais un état dégradé

Le châtaignier est la 5<sup>ème</sup> essence au niveau national, pourtant c'est celle qui est la plus touchée par le dépérissement. En effet, le châtaignier possède le plus fort taux de mortalité annuelle, qui atteint 1,6 millions de mètres cubes par an (Mm<sup>3</sup>/an). Ce taux est très important : c'est le double du deuxième taux de mortalité le plus élevé, qui est celui de l'épicéa commun (avec 0,8 Mm<sup>3</sup>/an).

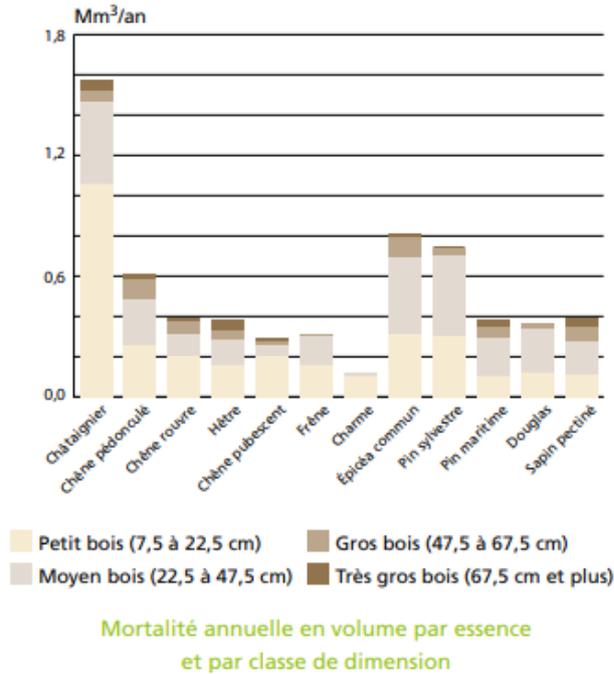
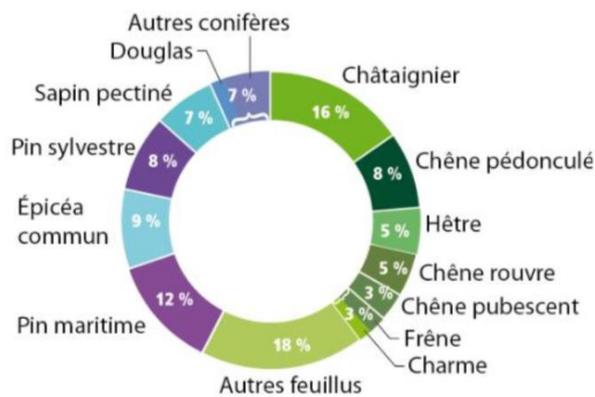


Figure 57 : IGN 2017

Ce dépérissement est également visible en termes de pourcentage de bois mort. Comme on peut le constater sur les figures qui suivent, en 2012, le châtaignier représentait 16% du volume de bois mort, ce qui est déjà le volume le plus important pour une essence cette année-là. Le résultat alarmant que nous faisons en 2017 est que le châtaignier représente toujours le volume de plus important de bois mort, mais qu'en plus de cela, son pourcentage a augmenté et est passé à 20%.



Répartition du volume de bois mort sur pied et chablis par essence

Figure 58 : Inventaire forestier IGN 2012

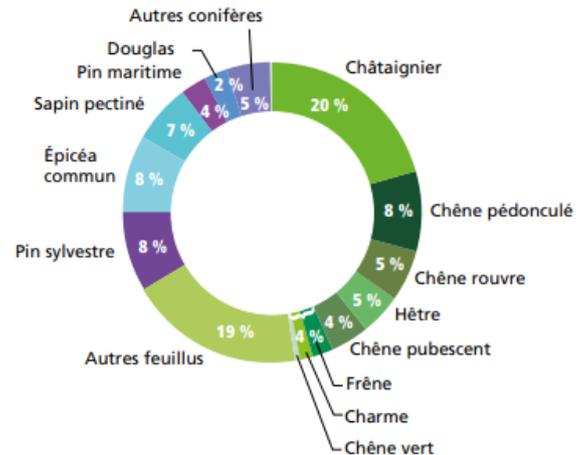


Figure 59 : Inventaire forestier IGN 2017

Afin de compléter l'inventaire forestier sur le terrain, nous avons fait circuler un questionnaire auprès des associations impliquées dans la préservation du patrimoine forestier : Rénova en Ariège et Les Saisons de la Vallée dans le

Tarn. Nous avons finalement eu un retour d'une petite vingtaine de personnes. Ces témoignages permettent d'avoir un aperçu de la réalité de terrain, sans pour autant que cela soit pris comme vérité générale.

La plupart des personnes ayant répondu sont des propriétaires de forêts composées mixtes, où le châtaignier n'est pas forcément majoritaire. Ils ne notent pas une augmentation notable de la quantité de bois mort : c'est plutôt constant. Si le chancre et l'encre n'ont pas augmenté, voir ont diminué, le cynips, au contraire, a bien augmenté. Il faut prendre en compte que les effets du cynips et la présence de galles sont probablement plus visibles que les symptômes de l'encre et du chancre. Les personnes ayant répondu notent également une diminution de la pousse des rameaux, ainsi qu'une diminution de la floraison et de la production de châtaignes. Ils appuient également sur le fait que les conditions climatiques sont plus extrêmes et notamment la survenue de longues périodes de sécheresses, qui mettent à mal les châtaigniers. Enfin, ils remarquent que beaucoup de châtaigniers sont à l'abandon et que les actions de protection, de renouvellement de la châtaigneraie et de sensibilisation de sont pas assez importantes et pas assez visibles.

Les causes de ce dépérissement sont multiples et il ne peut en aucun cas être associé à un seul facteur.

Aujourd'hui le châtaignier est soumis à de nombreuses contraintes. Il faut savoir que la châtaigneraie de manière générale a été laissée à l'abandon. En effet, avec l'exode rural, l'entretien des châtaigneraies diminue fortement. Le phénomène s'accroît avec l'apparition de l'élevage intensif au profit des vergers et la faible mécanisation de l'entretien des arbres. Par exemple, dans les Cévennes, la châtaigneraie a diminué de 70% en 150 ans. De plus, la consommation de châtaignes a beaucoup diminué, le produit étant devenu un mets de luxe ou de fête. Le châtaignier est donc devenu une essence vieillissante et peu entretenue.

L'apparition de l'encre en 1871 et du chancre dans les années 1950 n'a pas arrangé les choses. Le champignon de l'encre décime une grande partie des peuplements de châtaigniers et la contamination par le chancre est généralisée, à cause du manque d'entretien. De même, certains ravageurs, tel que le cynips du châtaignier, originaire de Chine, entraînent de nombreux dégâts sur le châtaignier et affaiblissent l'arbre.

Le climat exerce également une pression importante sur le châtaignier, qui s'avère être une essence assez exigeante. Les sécheresses répétées, les précipitations trop ou pas assez abondantes sont des facteurs déclenchants du dépérissement.

Il est aussi important de prendre en compte les facteurs prédisposants : toutes les variétés ne sont pas égales face à ces contraintes. Certaines variétés sont plus résistantes que d'autres. Par exemple la variété Bouche de Bétizac est résistante au cynips tandis que la variété Marigoule est sensible et se retrouve couverte de galles lorsque la zone est infestée par le cynips (de nombreuses études ont été réalisées sur le sujet).

L'impact de ces différentes pressions dépend également de l'environnement dans lequel se trouve les châtaigniers. En effet, la gestion des contraintes n'est pas la même dans une zone de verger que dans une zone de taillis. Dans un verger, les variétés sont clairement identifiées, les arbres sont entretenus et surveillés. En revanche, dans les zones de taillis, la diversité est beaucoup plus importante, ce qui ne permet pas d'identifier clairement les variétés et donc de travailler avec autant de précision que dans les vergers. D'un autre côté, cette diversité permet de diminuer l'impact des différents pathogènes du châtaignier. En effet, plus la diversité est importante, moins la ressource du pathogène est identifiable, ce qui réduit ses chances de s'implanter sur une essence en particulier. On voit donc que les contraintes, énumérées précédemment, ne s'appliquent pas de la même manière dans un verger et dans une zone de taillis.

Enfin, on constate que le châtaignier est une essence traditionnelle, que l'on retrouve en forêts ou en vergers. Depuis plusieurs décennies, l'exploitation et l'entretien des châtaigneraies diminue. En y ajoutant toutes les contraintes que peut subir le châtaignier, on constate aujourd'hui que l'essence est vieillissante et que le pourcentage de bois mort devient très important. Les témoignages ne font que confirmer les chiffres de l'IGN. Il nous paraît donc important d'alerter sur l'état dégradé des châtaigniers en France, bien qu'aujourd'hui des actions locales soient en cours afin de sensibiliser le public.

## IV. Caractéristiques et évolution économique de la production de miel de châtaignier

Un des objectifs de cette étude est de mettre en évidence un éventuel impact du cynips sur la production de miel. C'est également l'occasion de montrer l'évolution de la production de miel de châtaignier et les différents facteurs qui induisent des variations.

### A. Définition d'un miel de châtaignier

Le miel de châtaignier est un miel très particulier, connu des amateurs pour son goût prononcé, mêlant amertume et astringence. De couleur généralement assez foncée, ce miel possède une sucrosité faible.

Les principales caractéristiques qui permettent de distinguer un miel de châtaignier sont sa couleur et sa conductivité. En effet, d'après les différentes mesures réalisées en Italie, en Turquie et en Espagne, la conductivité oscille entre 1,2 et 1,6 mS/cm, avec un maximum de plus de 2 mS/cm (mesure faite en Italie). De même, le miel de châtaignier est de couleur ambrée, généralement plutôt foncé mais cela peut être assez variable. Après avoir pris contact avec le laboratoire belge d'analyse de miel du Cari, il a été confirmé que ces deux paramètres permettent de caractériser un miel de châtaignier. Le pourcentage pollinique est supérieur à 98% et n'est souvent pas représentatif de l'essence de châtaignier.

Plusieurs études analysent le miel de châtaignier de façon plus précise. Une caractérisation multifactorielle est réalisée, mettant en lumière la présence caractéristique de certaines molécules. Cependant, il faut noter que la présence de ces molécules va de pair avec une conductivité élevée : ce sont en effet ces molécules spécifiques du miel de châtaignier qui induisent sa forte conductivité.

Le pollen de châtaignier est également très intéressant, autant pour le consommateur que pour la ruche. C'est un pollen riche en sélénium et en fer, au goût sucré. Il est une bonne source de protéines pour les abeilles.

La miellée de châtaignier est importante pour la ruche : c'est une miellée complète (lipides, protéines, sucres, acides aminés...) et riche en pollen, que les abeilles récoltent abondamment sur les fleurs mâles du châtaignier, disposées en chatons, bien plus nombreuses que les fleurs femelles. Le pollen de châtaignier est connu pour ses valeurs nutritionnelles, et plus particulièrement pour sa teneur en protéines importante.

### B. Données actuelles sur la production de miel de châtaignier

Le but de cette étude est avant tout de démontrer les possibles impacts des différentes pressions, dont le cynips, que subit le châtaignier sur la production de miel. Notre question est donc de savoir si l'arrivée du cynips a diminué la production de miel.

Il reste cependant très difficile de répondre à cette question car les données officielles détaillées sur le miel de châtaignier ne sont pas très abondantes. En effet, FranceAgriMer possède des bilans de production et de rendement pour chaque type de miel mais seulement depuis 2014. Cela ne nous permet pas de faire un bilan de la production sur le long terme.

Il est donc difficile de trouver un rendement et un tonnage pour le miel de châtaignier avant 2010 et donc avant l'arrivée du cynips. Ces données, antérieures au cynips, nous auraient servi de base témoin pour comparer les données actuelles et éventuellement montrer une évolution de la production de miel.

Les données suivantes proviennent des études annuelles de FranceAgriMer. Malheureusement, les données portant sur trois années consécutives sont difficilement exploitables, car peu représentatives.

	2014	2015	2016
Production totale de miel en tonnes	13 206	24 224	16 099
Part du miel de châtaignier dans la production totale de miel en %	Non renseigné	12,2 %	15,2%
Rendement moyen de miel de châtaignier	6,52 kg/ruche	17 ,1 kg/ruche	12,5 kg/ruche

Figure 60: Tableau des données de production de miel de châtaignier (Source : FranceAgriMer)

Il existe également des données issues du Réseau d'Exploitations de Références, 2011-2015 (ITSAP, ADAAQ, ADA AURA (ex- ADAA et ADARA), ADA Bourgogne, ADA FC, ADA-Occitanie (ex- ADAPRO-LR et ADAM), ADAPI, ADAPIC, AOP Miel de Corse, APPNP, GIE Bretagne, GPGR et IDELE-Institut de l'élevage), financé par FranceAgriMer et par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Ces suivis sont réalisés sur un nombre de ruches variable selon la région et n'ont pas été systématiquement faits pour chaque année. C'est en partie pour cela que ces données sont, elles aussi, difficilement exploitables. Sur la page suivante, sont représentées les données obtenues entre 2011 et 2015 dans chaque région. Nous avons également fait un focus sur les régions du Sud, plus touchées par le cynips.

On voit notamment que les tendances, pour chaque région, ne sont pas homogènes. Certaines productions, comme celle de l'Aquitaine, sont en baisse continue entre 2011 et 2015, d'autres, comme celle du Centre, augmentent chaque année et d'autres sont très hétérogènes, comme Auvergne Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées.

Ces données ne permettent pas d'évaluer l'impact du cynips, ni l'efficacité de la lutte. En effet, les pressions sur les châtaigniers sont fortes. Les fluctuations de production de miel peuvent être dues à de nombreux facteurs : choix des apiculteurs, demande des consommateurs, santé du châtaignier, conditions climatiques. C'est pour cela que même si les ressentis des apiculteurs est significatif, il faut également prendre en compte toutes ces variables qui impactent les fluctuations de la production. Les données chiffrées disponibles ne permettent donc pas de mettre en lumière les supposés bénéfices de la lutte biologique avec *T. sinensis* : elles ne s'étendent pas sur assez d'années pour que nous puissions avoir un recul significatif. De plus ces données sont rares, voir quasi inexistantes, ce qui rend les recherches et les analyses compliquées.

Les données sur la production de pollen sont inexistantes et ne permettent donc pas de faire un suivi.

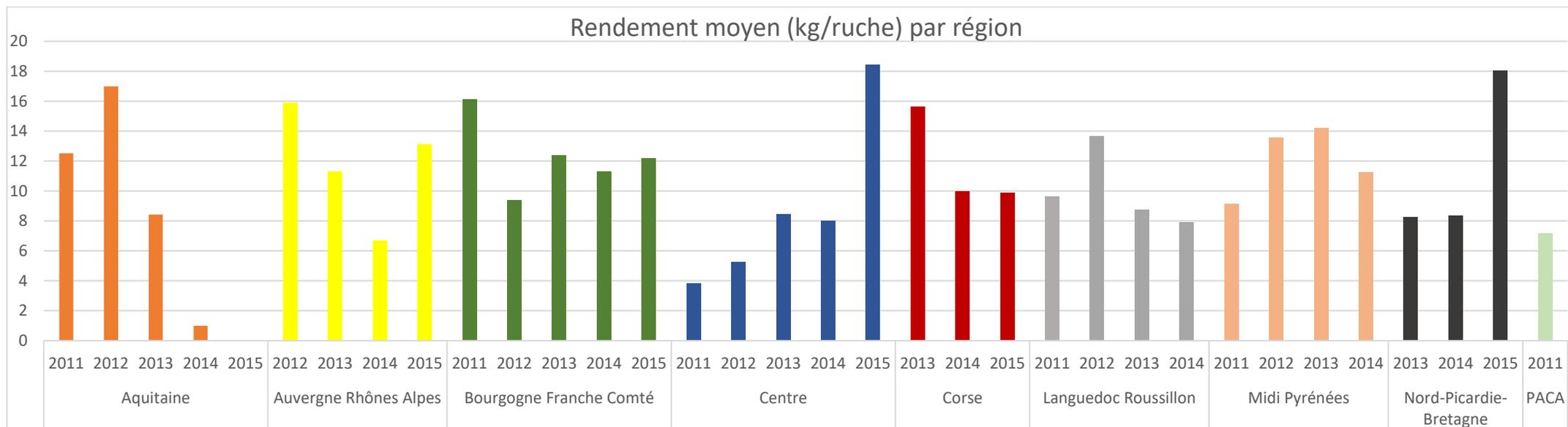


Figure 61: Etude du rendement moyen de miel de châtaignier dans les différentes régions françaises (Sources : Réseau d'Exploitations de Références, 2011-2015 (ITSAP, ADAAQ, ADA AURA (ex- ADAA et ADARA), ADA Bourgogne, ADA FC, ADA-Occitanie (ex- ADAPRO-LR et ADAM))

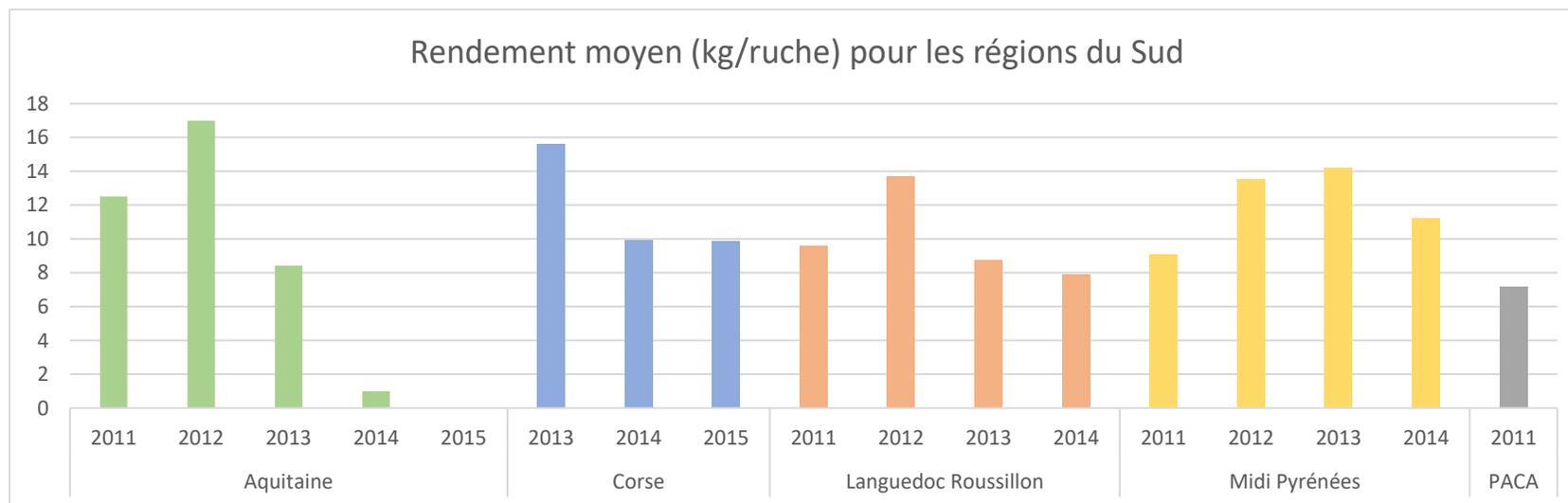


Figure 62: Etude du rendement moyen du miel de châtaignier pour les régions du Sud de la France (Sources : Réseau d'Exploitations de Références, 2011-2015 (ITSAP, ADAAQ, ADA AURA (ex- ADAA et ADARA), ADA Bourgogne, ADA FC, ADA-Occitanie (ex- ADAPRO-LR et ADAM), ADA))

## C. Production de châtaignes

### 1. Les chiffres nationaux

Même si notre étude porte sur le cynips du châtaignier, nous ne pouvons pas omettre les autres pressions qui agissent en synergie avec le ravageur. L'introduction et la rapide dispersion du cynips a durement fragilisé les arbres, favorisant ainsi la prolifération de l'encre et du chancre, déjà très présents. Les conditions climatiques changeantes et plus régulièrement extrêmes participent également à la sensibilisation des châtaigniers.

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, il est difficile d'évaluer les pertes sur la production de miel, car les données sont rares. Nous avons donc décidé de faire un parallèle avec la production de châtaignes, qui nous semblait plus documentée et plus suivie. Le cynips impacte directement la santé des châtaigniers, et les résultats concernant la production du fruit peuvent être intéressants pour montrer un éventuel effet sur les différentes productions issues du châtaignier.

Il existe des données sur la production de châtaignes qui peuvent être utiles pour montrer la pression que subissent les châtaigniers. Au niveau national, la surface consacrée à la culture des châtaignes est en légère hausse, entre 2013 et 2016. En revanche, le tonnage de châtaignes a nettement diminué, passant de 9194 tonnes en 2013 à 7800 tonnes en 2016. Cette diminution peut s'expliquer par l'implantation généralisée du cynips (découvert en 2010) mais aussi par une météo parfois capricieuse certaines années (gel, sécheresse...). C'est en 2014 que démarrent les lâchers massifs de *T. sinensis*. On remarque que la diminution ralentit à partir de 2015, mais avec ces données, il est encore trop tôt pour visualiser l'effet de ces lâchers sur la production de châtaignes : c'est un processus long.

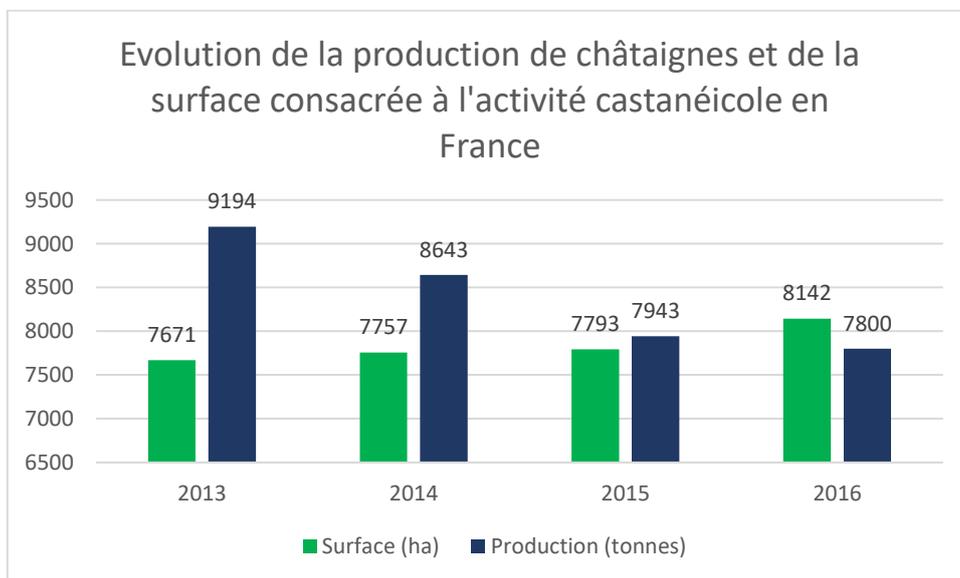


Figure 63: Evolution de la production de châtaignes et la surface consacrée à l'activité castanécicole en France (Source : FranceAgriMer)

Il faut cependant remettre les données dans leur contexte. En effet, si on observe une diminution de la production de châtaignes ces dernières années, cette diminution n'est rien à côté de la chute de production de châtaignes depuis les années 1960. En France, la production de châtaignes a diminué de près de 75%. Comme nous l'avons vu précédemment,

les causes de cette très forte diminution sont multiples : abandons dus à l'exode rural, maladies... (voir partie sur l'état de la châtaigneraie).

Ainsi, sur 50 ans, l'impact du cynips n'est pas visible : il se confond avec toutes les autres contraintes que subit le châtaignier. Ce n'est également pas la cause de la diminution constante de la production de châtaigne, qui semble plus être associée à un désintérêt des populations pour cette essence, même si cet arbre traditionnel bénéficie actuellement des actions de préservation. Si depuis quelques années la production reste constante, elle n'atteint pas les chiffres de production des années 1960.

On observe donc bien une diminution de la production de châtaignes sur ces dernières années, diminution infime si l'on regarde l'évolution de la production sur une échelle de temps plus large. Il est donc difficile, avec ces données nationales, de mettre en évidence l'impact économique du cynips sur la production de châtaignes.

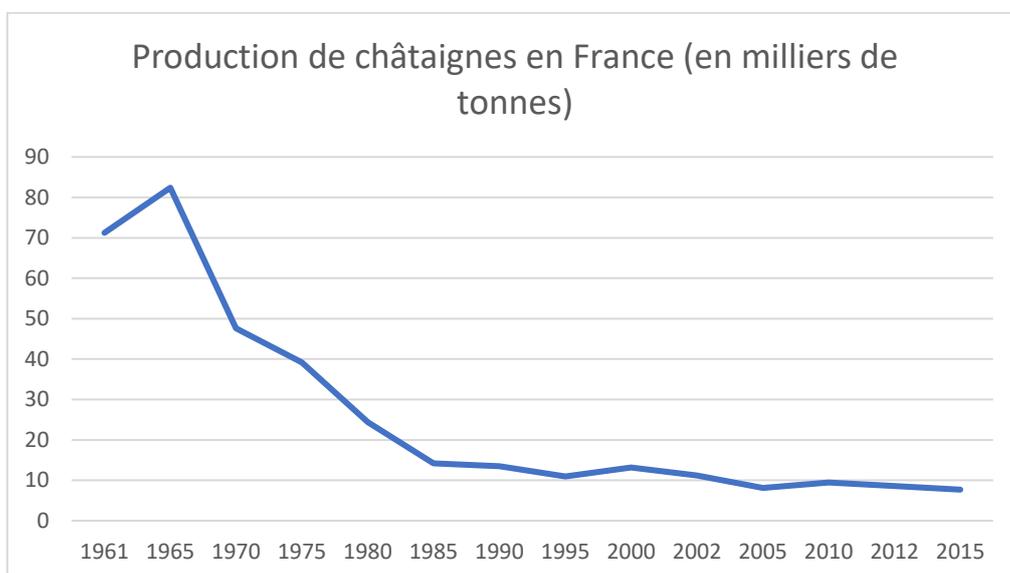


Figure 64: Production de châtaigne en France depuis 1961 (Source : Assemblée des Régions Européennes Fruitières Légumières et Horticoles (AREFLH))

## 2. L'exemple de la Corse

Il est cependant intéressant de voir le détail de la production sur certaines régions. En effet, il existe en France des régions où l'exploitation de la châtaigneraie est importante, comme la Corse ou l'Ardèche. La Corse, par exemple, a été durement touchée par le cynips, apparu en 2010 sur l'île. Depuis 2012, la production de châtaignes a chuté de quasiment 80%, passant de 637 tonnes en 2012 à 150 tonnes en 2014, d'après les données de la Chambre d'Agriculture de Corse. Après cette année-là, où ont été réalisés de nombreux lâchers sur l'île, la production se stabilise et recommence très légèrement à augmenter. Si on reste très loin des chiffres de la production obtenus avant le cynips, l'inversion de tendance que montre le graphique ci-dessous est plutôt encourageant. D'ailleurs, des estimations ont été faites par les professionnels de la Chambre d'Agriculture de Corse et on devrait noter un retour à 90% de la production dans 7 ans.

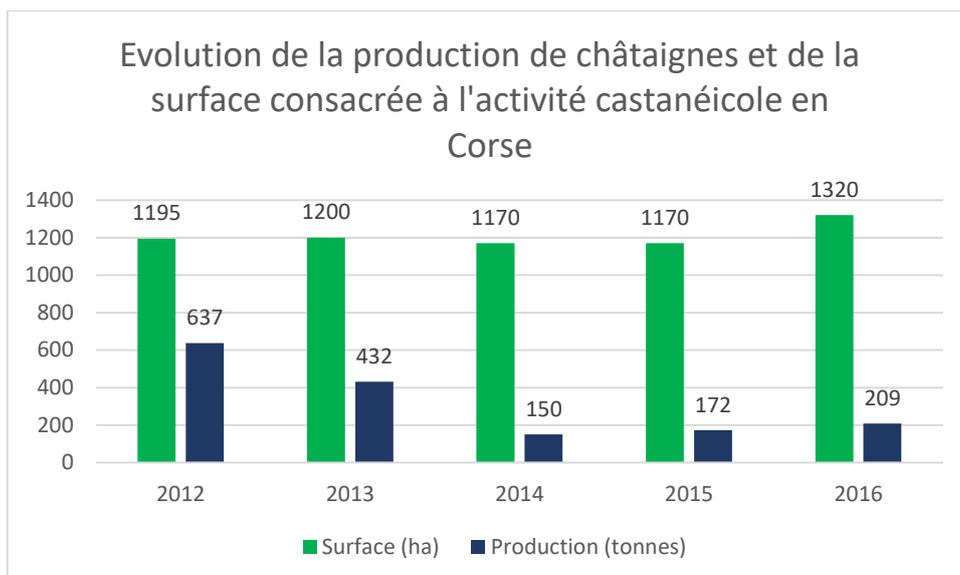


Figure 65: Evolution de la production de châtaignes et de la surface consacrée à l'activité castanécicole en Corse (Source : Chambre d'Agriculture de Corse)

Assez logiquement, la production de farine de châtaigne AOP a également chuté. Le nombre d'opérateurs AOP et de meuniers étant stables, ce n'est pas une modification de l'organisation de la production mais bel et bien un impact direct sur les châtaigniers.

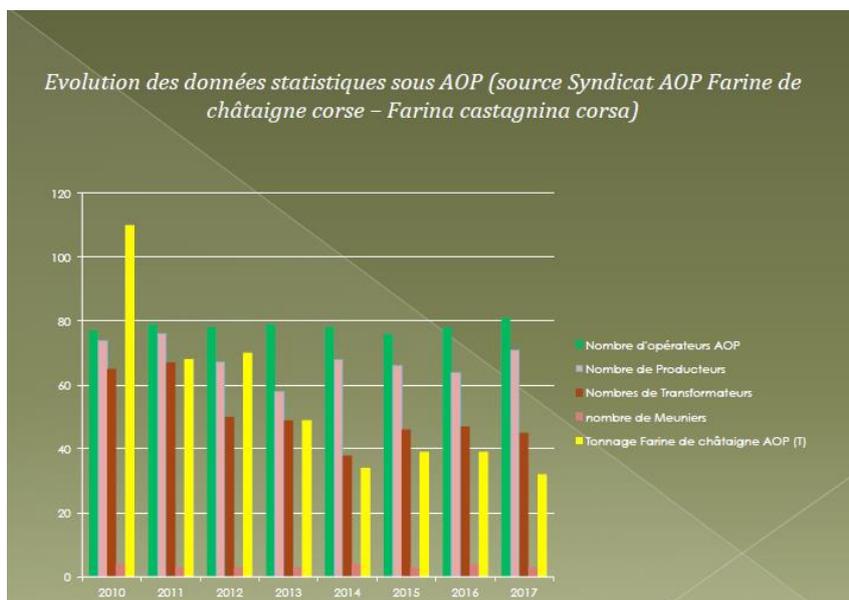


Figure 66: Evolution des données statistiques sous AOP en Corse

### 3. Le FMSE de plus en plus sollicité

Le nombre de dossier déposés et éligibles au FMSE peut être un bon indicateur de la tendance en ce qui concerne la production de châtaigne. Cela peut notamment permettre de mettre en évidence la situation des châtaigneraies cultivées. Cependant, même si ces données sont intéressantes, il faut les analyser avec précautions : bien que le cynips soit un

des facteurs aggravants les plus importants, ce n'est pas le seul. Les conditions climatiques parfois extrêmes pour les châtaigniers sont également à prendre en compte et il est souvent difficile de dissocier les deux causes dans les baisses de productions.

On remarque cependant que dans le tableau suivant, présenté à la « Journée Nationale Cynips » du 9 mars 2018, le nombre de dossiers éligibles augmentent fortement pour l'Ardèche, la Corse et la Dordogne. L'Ardèche passe notamment de 6 dossiers éligibles en 2013 à 70 dossiers en 2015. Ces chutes de production sont, d'après les castanéculteurs et le FMSE, surtout dues au cynips mais également aux causes climatiques (gel, sécheresse).

## Bilan par département

Nombre de dossiers éligibles

Département	2013	2014	2015	2016 (dossiers déposés)
Ardèche	6	26	70	25
Haute-Corse	4	25	31	46
Corse du sud	1	3	6	14
Dordogne	1	3	6	20
Corrèze	1	4	2	14
Lot-et-Garonne	0	0	1	1
Lot	15	11	8	10
Hérault	0	0	0	1
Gard	0	0	0	1
Lozère	0	0	2	0
Var	1	3	2	2

Figure 67: Nombre de dossiers éligibles au FMSE depuis 2013

### C. Impact probable du cynips sur la production de miel

On note donc une réelle diminution de la production de châtaigne en Corse et les dossiers éligibles au FMSE sont une bonne indication de la situation. Le cynips semble avoir un impact visible dans cette région où la culture de châtaignier est une activité importante. Nous n'avons pas eu accès aux données des autres régions grandes productrices de châtaignes mais ce que nous pouvons suggérer, à la vue de ces résultats, est que l'activité fruitière des châtaigniers est mise à mal depuis l'arrivée du cynips. Avec les informations actuelles, il est difficile de définir dans quelle mesure le cynips impacte la floraison des châtaigniers.

De plus, il semblerait que les diverses pressions impactant le châtaignier influencent plus l'aspect qualitatif que l'aspect quantitatif du miel. Cela peut sembler logique : en effet, si les abeilles ne trouvent plus assez de nectar sur les châtaigniers, elles vont en chercher sur d'autres plantes mellifères. Aucune étude n'a concrètement mis en lumière ce phénomène, mais de nombreux acteurs remarquent que le miel monofloral de châtaignier est moins pur. FranceAgriMer explique notamment les faibles rendements de miel de châtaignier en 2014 par le fait que « beaucoup de miels monofloraux impurs ont par ailleurs été déclassés en toutes fleurs » et propose que « sur le châtaignier, l'arrivée du cynips a affecté la floraison ». Cette explication est tout à fait plausible, mais sans données scientifiques, nous ne sommes pas en mesure de l'affirmer. D'autres sources évoquent cette diminution de pureté dans le

miel de châtaignier, notamment une thèse de chimie organique et analytique intitulée Qualification des miels de Corse par une approche multifactorielle : diversité pollinique et variabilité chimique. Cette thèse a été menée en Corse mais il semble que « depuis l'arrivée du cynips (*Dryocosmus kuriphilus*) - parasite du châtaignier - en 2010 en Corse ; les quantités de la catégorie « châtaigneraie » ne cessent de diminuer au profit de celles des « miellats du maquis », notamment des miellats de Metcalfa. ».

Une autre analyse organoleptique, réalisée par l'Association de Producteurs de miel du Piémont Italien, après l'arrivée du cynips, a notamment été présentée par Ermanno Giordanengo lors de la Journée Nationale du développement apicole du 21 Janvier 2015 à Frabègues (Hérault). Voici le résumé présenté ce jour-là :

- « - La saveur et le goût du châtaignier sont de moins en moins perceptibles.
- La couleur « brun rougeâtre » devient plus claire.
- L'odeur forte et pénétrante de bois (tanin) diminue.
- Le goût qui est semblable à l'odeur, piquant au début, puis résolument amer, devient doux et il perd son amertume.
- On ne peut plus parler de miel de châtaignier, mais il faut se résoudre à le désigner comme un miel toutes fleurs, avec une forte présence de châtaignier.
- La cristallisation presque inexistante avant, devient fréquente.
- Par endroit, une nouvelle dénomination de miel est apparue : le miel « castiglio » (châtaignier « castagno » + tilleul « tiglio »).

On peut donc constater que les productions liées au châtaignier ne sont pas très documentées, ce qui ne permet pas de mettre clairement en évidence l'impact du cynips. En ce qui concerne le miel, les données sont quasiment inexistantes et se basent souvent sur des constats ou des témoignages d'apiculteurs.

## Conclusion

Ce rapport est une synthèse des informations disponibles sur le cynips et son impact sur les zones de taillis, ainsi qu'une évaluation de la lutte biologique, avec *T. sinensis*, mise en place depuis 2014 par les différentes filières agricoles liées aux châtaigniers.

Si l'infestation du cynips est difficile à évaluer sur une seule année d'étude, on peut tout de même être satisfait de l'implantation du *T. sinensis* sur tous les sites où des lâchers ont été réalisés en zones de taillis. De nombreux lâchers se répartissent sur toute l'Occitanie, grâce à une bonne coordination des différents acteurs impliqués, et le *T. sinensis* se retrouve sur tous les sites que nous avons étudiés. Nous nous sommes intéressés essentiellement à des zones de taillis, pour lesquelles les informations sont aujourd'hui très peu nombreuses. Il était donc important de répondre aux questions des apiculteurs, directement concernés par la santé des châtaigniers en forêt. Les résultats permettent d'être confiant pour la suite. Les années qui se profilent permettront de mettre en place un équilibre qui régulera la population de cynips, de manière durable. Un suivi est cependant à envisager sur le long terme, afin de vérifier l'implantation durable du *T. sinensis* et la diminution du cynips.

De plus, le bilan sur l'état de la châtaigneraie est assez mauvais. Depuis plusieurs décennies, la surface dédiée aux châtaigniers ne cesse de diminuer, de même que la production de châtaignes. Le taux de mortalité des châtaigniers n'a jamais été aussi élevé. Cependant, depuis quelques années, plusieurs associations mettent place des actions afin de préserver le patrimoine forestier et ainsi mettre en avant l'essence de châtaignier.

En ce qui concerne le miel de châtaignier, nous avons été confrontés au manque de données. Il nous est donc très difficile, voire impossible de tirer des conclusions fiables sur l'impact du cynips sur la production de miel. Nous n'avons pas pu mettre en évidence une diminution de la production de miel de châtaignier, suite de l'arrivée du cynips. En revanche, plusieurs témoignages évoquent non pas une diminution systématique de la quantité mais plutôt une baisse de la qualité et de la pureté du miel récolté.

Il est donc important de poursuivre la lutte biologique et plus précisément son suivi, afin de vérifier l'implantation du *T. sinensis* dans les zones sensibles et d'observer l'évolution des résultats sur le cynips et la santé des châtaigniers.

## Références

- ADA France. (2015). *Journée nationale du développement apicole : Appréhender les ressources mellifères aujourd'hui pour une meilleure apiculture demain*. Compte rendu complet, Fabrègues.
- Amiot, M., Aubert, S., Gonnet, M., & Tacchini, M. (1989). Les composés phénolique des miels: étude préliminaire ur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*(20), pp. 115-125.
- Assemblée des Régions Européennes Fruitères Légumières et Horticoles (AREFLH). (2017). *Livre blanc de la châtaigne européenne*.
- Bogdanov, S., Bieri, K., & Gallmann, P. (2005 (réédition 2008)). *Miels monofloraux suisses*. Station de recherche Agroscope , Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Posieux.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Kilchenmann, V., Gallmann, P., & Dillier, F.-X. (2006). *Le miel de châtaignier - miel monofloral typique des châtaigneraie tessinoises*. Centre de recherches apicoles, station de recherche Agroscope Liebefed-Posieux (Suisse), Institut biologique d'analyse pollinique de Kehrsatz (Suisse).
- Borowiec, N. (2018, Mars 9). Aspects expérimentaux de la lutte biologique classique : le cynips du châtaignier. Lattes, France.
- Borowiec, N., Fleisch, A., Kreiter, P., Tabone, E., Malausa, T., Fauvergue, X., . . . Malausa, J.-C. (2011, Octobre). Lutte biologique et insectes phytophages. *Phytoma - La défense des végétaux*(647).
- Borowiec, N., Thaon, M., Brancaccio, L., Risso, S., Bertoncetto, E., Quacchia, A., . . . Malausa, J.-C. (2013, Mars). Lutte biologique contre le cynips du châtaignier - Objectifs et enjeux de cette lutte biologique dite "classique". *Phytoma*(662).
- Boutitie, A. (2018, Mars 9). Chambre d'Agriculture d'Ardèche et Chambre d'Agriculture d'Occitanie. *Suivi des sensibilités variétales au cynips*. Lattes.
- Boutitie, A. (Janvier 2017). *Bilan de 5 années de lutte en Languedoc Roussillon*. Chambre Régionale Agricole Occitanie.
- Chambre d'Agriculture de Corse. (2017). *Chiffres clés de l'agriculture corse: la châtaigne*.
- Chambre d'Agriculture Languedoc Roussillon. (2016). *Biologie du cynips du châtaignier et du Torymus sinensis utilisé en lutte biologique*.
- Châtaignier, A. C. (2015). Progression du cynips et lutte biologique. *Rapport 12 ex-situ* .
- Colombari, F., & Battisti, A. (2015, December). Spread of the introduced biocontrol agent *Torymus sinensis* in north-eastern Italy : dispersal through active flight or assisted by wind ? *BioControl, the official journal of the International Organization for Biological Control*.
- Comission européenne. (1999 (Version UE à 15)). *Extraits du "Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne" : Forêts à Castanea sativa*.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2010). *Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, Dryocosmus kuriphilus for the EU territory and identification and evaluation of risk management options*. Scientific opinion.
- Fonds national agricole de Mutualisation du risque Sanitaire et Environnemental (FMSE). (2018, Mars 9). Présentation du programme d'indemnisation des pertes de récolte liées au cynips. Lattes.
- FranceAgriMer. (Décembre 2017). *Les filières des fruits et légumes - Données 2016*. Chiffres-clés.
- FranceAgriMer. (Janvier 2016). *Les filières des fruits et légumes - Données 2014*. Chiffres-clés.
- FranceAgriMer. (Juillet 2014). *Les filières des fruits et légumes - Données 2013*. Chiffres-clés.
- FranceAgriMer. (Juillet 2016). *Les filières des fruits et légumes - Données 2015*. Chiffres-clés.

- FranceAgriMer. (Mai 2017). *Observatoire de la production de miel et de gelée royale 2016*. Synthèse filière apiculture.
- FranceAgriMer. (Octobre 2015). *La production française de miel et de gelée royale en France en 2014*. Synthèse filière apiculture.
- FranceAgriMer. (Octobre 2016). *Observatoire de la production de miel et gelée royale 2015*. Synthèse filière apiculture.
- FREDON Corse. (s.d.). *Le cynips du châtaignier Dryocosmus kuriphilus*. Présentation pdf.
- Gibbs, M., Schönrogge, K., Alma, A., Melika, G., Quacchia, A., N. Stone, G., & Aebi, A. (2011, Avril). *Torymus sinensis: a viable management option for the biological control of Dryocosmus kuriphilus in Europe? BioControl, the official journal of the International Organization for Biological Control*.
- Groupement Régional des Producteurs et Transformateurs de Châtaignes et Marrons de Corse et Chambre d'Agriculture Corse (2B). (2018, Mars 9). *Bilan du programme de lutte contre le Cynips du châtaignier 2010 - 2017*. Lattes, France.
- Hennion, B., & Brachet, M. (2018, Mars 9). *Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes CTIFL. Sensibilité varétale et cynips du châtaignier*. Lattes.
- IGN. (2012). *La forêt en chiffres et en cartes 2012*. Mémento, Service de l'inventaire forestier statistique.
- IGN. (2013). *La forêt en chiffres et en cartes 2013*. Mémento, Service de l'inventaire forestier statistique.
- IGN. (2014). *La France en chiffres et en cartes 2014*. Mémento, Service de l'inventaire forestier statistique.
- IGN. (2017). *Inventaire forestier*. Mémento, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- IGN. (2017). *La mortalité*. Synthèse, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- IGN. (s.d.). *Languedoc Roussillon : les résultats de campagne d'inventaire 209 à 2013*. Résultats d'inventaire forestier, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- IGN. (s.d.). *Midi Pyrénées : les résultats des campagnes d'inventaire 2009 à 2013*. Résultats d'inventaire forestier, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- IGN. (Novembre 2010). *Les résultats pour la région Languedoc Roussillon, issus des campagnes d'inventaire 2005 à 2009*. La forêt française, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- IGN. (Novembre 2010). *Les résultats pour la région Midi-Pyrénées, issus des campagnes d'inventaire 2005 à 2009*. La forêt française, Service de l'inventaire forestier et environnemental.
- Kato, K., & Hijii, N. (1997). *Effect of galls formation by Dryocosmus kuriphilus Yasumatsu*. Laboratory of Forest Protection, School of Agricultural Sciences, Nagoya University, Ndgoya 464-0 1, Japan.
- Leboulanger, A., & Blouin, M. (10 juin 2013). *Contrôle biologique du cynips du châtaignier en Corse*. Comptes rendus d'essais, Areflec Station d'expérimentation.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (s.d.). Récupéré sur Agreste, statistique agricole annuelle: <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/statistique-agricole-annuelle-saa/>
- Parc naturel régional Périgord-Limousin. (25 et 26 mai 2011). *Actes du colloque: Le châtaignier, des racines vers le futur - 2ème rencontres techniques du PNR Périgord Limousin*. Châlus (87- France).
- Persano Oddo, L., Piazza, M., Sabatini, A., & Accorti, M. (1995). *Characterization of unifloral honeys*. *Apidologie*(26), pp. 453-465.
- Robin, C., Marchand, M., Saint-Jean, G., Capdevielle, X., Fabreguettes, O., Martin, M., & Faivre d'Acier, J. (2017). *Implication de Phytophthora cinnamomi dans les dépérissements*

*du châtaignier*. Présentation des résultats en santé des forêts, INRA Nouvelle Aquitaine, UMR BIOGECO.

Yang, Y. (9 décembre 2014). *Qualification des miels de Corse par approche multifactorielle: diversité et variabilité chimique*. Thèse pour l'obtention du grade de docteur en chimie, mention chimie organique et analytique, Université de CORSE - Pascal PAOLI.