

**Synthèse bibliographique du rôle de la Mésange
charbonnière (Parus major) en tant qu'espèce
auxiliaire pour la gestion des chenilles ravageuses
au verger**



Charlotte CARR



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
AVEYRON

*Synthèse bibliographique du rôle de la Mésange charbonnière
(Parus major) en tant qu'espèce auxiliaire pour la gestion des
chenilles ravageuses au verger*

Rédaction : Charlotte CARR

Citation recommandée : Carr Charlotte (2017) Synthèse bibliographique du rôle de la Mésange charbonnière (*Parus major*) en tant qu'espèce auxiliaire pour la gestion des chenilles ravageuses au verger. LPO Aveyron, 23 p.

MAI 2017

LPO Aveyron

10, rue des coquelicots
12850 ONET-LE-CHATEAU

Tél. 05 65 42 94 48 • <http://aveyron.lpo.fr/> • aveyron@lpo.fr



Synthèse bibliographique sur la Mésange charbonnière (*Parus major*) en tant qu'espèce auxiliaire pour la gestion des chenilles ravageuses au verger

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION ET CONTEXTE	2
I.1) LA LUTTE BIOLOGIQUE DANS LE VERGER : UNE PISTE POUR REDUIRE L'UTILISATION DE PESTICIDES	2
I.2) CONTEXTE LOCAL	2
II. CADRE ET LIMITES DE LA SYNTHÈSE	4
II.1) INTERET DE LA MESANGE CHARBONNIERE PAR RAPPORT AUX AUTRES ESPECES DE PASSEREAUX INSECTIVORES	4
II.2) PRINCIPALES ESPECES FRUITIERES EN AVEYRON	5
II.3) PRINCIPAUX ARTHROPODES RAVAGEURS DU VERGER ET SYSTEMES DE PROTECTION	6
II.3.1) <i>Quels sont les principaux arthropodes ravageurs du verger en France ?</i>	6
II.4.2) <i>Cycle de vie de la Carpocapse des pommes et des poires (Cydia pomonella)</i>	7
II.3.3) <i>Mesures de gestion de la Carpocapse des pommes et des poires</i>	8
II.3.3.1.) Lutte chimique	8
II.3.3.2) Lutte biotechnique.....	8
II.3.3.3) Lutte physique	9
II.3.3.4) Lutte biologique et microbiologique.....	9
II.3.3.5) Utilisation de ces méthodes en fonction de la stratégie de gestion mise en œuvre.....	9
III. ANALYSE DE LA PREDATION DES CHENILLES RAVAGEUSES DU VERGER PAR LA MESANGE CHARBONNIERE.....	10
III.1) LA PRESENCE D'OISEAUX DANS LES VERGERS A UN IMPACT GLOBALEMENT POSITIF SUR LE RENDEMENT TOTAL DE FRUITS.	10
III.2) LES MESANGES CHARBONNIERES REDUISENT LE NOMBRE DE LARVES DE <i>CYDIA POMONELLA</i> DIAPAUSANTES.....	10
III.3) LES MESANGES CHARBONNIERES REDUISENT LE NOMBRE DE CHENILLES DANS LES VERGERS.....	10
III.4) LES MESANGES CHARBONNIERES PEUVENT CONTRIBUER A LA REDUCTION DE LA PROPORTION DE FRUITS MURS ENDOMMAGES.	11
III.5) FACTEURS INFLUENÇANT LE TAUX DE PREDATION DES CHENILLES	12
III.5.1) <i>Nombre de couples reproducteurs de Mésanges charbonnières</i>	12
III.5.2) <i>Position du nichoir et présence de territoires de chasse alternatives à proximité du verger.</i>	12
III.5.3) <i>Abondance, disponibilité et diversité des proies</i>	13
IV. INFLUENCES DES MODES D'EXPLOITATION ET DE GESTION DE RAVAGEURS SUR LA REPRODUCTION DES MESANGES CHARBONNIERES.....	14
IV.1) VARIATIONS DU CORTEGE D'AVIFAUNE EN FONCTION DU SYSTEME DE PROTECTION DES VERGERS....	14
IV.2) IMPACT DES STRATEGIES DE PROTECTION SUR LA REPRODUCTION DE LA MESANGE CHARBONNIERE.	14
V. DISCUSSION ET APPLICATIONS PRATIQUES.....	16
V.1) EFFICACITE ET LIMITES	16
V.2) APPLICATIONS PRATIQUES	16
V.2.1) <i>Coût de la mise en œuvre</i>	16
V.2.2) <i>Placement des nichoirs</i>	16
V.3) ROLE DES AUTRES ESPECES INSECTIVORES	17
VI. CONCLUSION	18
BIBLIOGRAPHIE	19
ANNEXE I.....	22

I. INTRODUCTION ET CONTEXTE

I.1) La lutte biologique dans le verger : une piste pour réduire l'utilisation de pesticides

L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture a dénoncé, en janvier 2017, l'utilisation de pesticides qu'elle juge « excessive, parfois inutile », mais aussi nuisible « à la santé humaine et aux écosystèmes partout dans le monde » (Elver 2017). A l'heure où la mise en place de pratiques agricoles durables est un enjeu-clé, le développement de stratégies de lutte contre les ravageurs n'utilisant pas d'intrants chimiques est en essor. Parmi ces stratégies, les actions dites de « lutte biologique » visent à introduire des espèces allochtones prédatrices du ravageur, ou bien de favoriser des espèces prédatrices autochtones (Ferron 1999).

En France, l'arboriculture fruitière est fortement dépendante des insecticides issus de la chimie de synthèse pour la protection contre les arthropodes ravageurs (Barbault *et al.* 2010). Cependant, outre l'aspect environnemental et humain, l'utilisation d'insecticides a conduit à l'apparition de foyers de résistance de plus en plus répandus. Le cas emblématique en arboriculture fruitière est la résistance de la carpocapse des pommes et des poires aux insecticides régulateurs de croissance, par exemple (Charmillot & Pasquier 2002, Aubertot *et al.* 2005). Ces phénomènes obligent à explorer d'autres pistes dont la lutte biologique. Or, une espèce autochtone souvent présentée comme auxiliaire de l'arboriculture fruitière est la Mésange charbonnière (*Parus major*). Grande prédatrice des larves de lépidoptères pendant sa période de reproduction (Perrins 1991), elle est également tolérante de la proximité de l'homme. La présente note de synthèse fait un état des lieux de la littérature focalisée sur l'intérêt de la Mésange charbonnière en tant qu'espèce auxiliaire au verger en tentant de répondre aux questions suivantes :

- Quel est l'intérêt de la Mésange charbonnière par rapport aux autres espèces de passereaux insectivores ?
- Quels sont les principaux ravageurs du verger en France qui subissent la prédation de la Mésange charbonnière ?
- Comment peut-on caractériser et quantifier le prélèvement de ces ravageurs par la Mésange charbonnière ?
- La présence et la reproduction de la Mésange charbonnière sont-elles influencées par le type d'agriculture pratiqué ou par le système de protection mis en œuvre dans le verger ?

I.2) Contexte local

L'association départementale de la Ligue pour la protection des oiseaux en Aveyron (LPO Aveyron), accorde depuis 2006 une importance particulière à ses actions de conservation de la biodiversité dans les milieux agricoles.

Outre un échelon européen défini par la 6^{ème} Programme d'actions pour l'environnement, l'amélioration de l'impact des activités agricoles et forestières sur la biodiversité s'inscrit dans plusieurs politiques nationales et régionales telle les « Trames vertes et bleues » issues du « Grenelle 1 de l'environnement » et leur déclinaison régionale le « Schéma régional de cohérence écologique » (SRCE). En Aveyron, la sous-trame principalement concernée par ces enjeux est la sous-trame dite des « milieux ouverts et semi-ouverts » dont l'immense majorité est utilisée, travaillée ou entretenue par les agriculteurs. Le travail mené par la LPO Aveyron dans le cadre du programme régional de gestion de cette sous-trame est une priorité de l'association ; ces milieux représentent en effet la majorité des espaces du département.

Les actions menées par la LPO Aveyron se déclinent sous trois axes principaux :

- L'accompagnement des gestionnaires de la trame pour améliorer et conserver la biodiversité.
- Le suivi d'espèces témoins de l'état de la sous-trame.

- La sensibilisation des gestionnaires aux enjeux de la conservation de la biodiversité et la communication vers ces mêmes gestionnaires.

Le premier axe peut être subdivisé en deux grands types d'actions (Trille *et al.* 2017) :

- Premièrement, l'accompagnement de gestionnaires de milieux (agriculteurs ou collectivités) pour améliorer ou conserver la biodiversité sur leurs terres. Un programme expérimental initial, auquel 13 exploitations ont participé, a été mené sur 5 ans, entre 2006 et 2011. Ce programme a permis d'établir une trame pour mettre en œuvre des approches concrètes et simples d'application pour favoriser la biodiversité en milieu agricole. Par la suite, des diagnostics simplifiés de biodiversité et de pratiques de gestion ont été réalisés sur 50 exploitations depuis 2009. Proposés à tout agriculteur ou collectivité motivé, ils donnent lieu à des préconisations et à un accompagnement pour mettre en œuvre les mesures proposées.
- Deuxièmement, tous les deux ans, une opération volontaire ponctuelle en faveur de la biodiversité (utilisation de la fauche centrifuge, plantation d'arbres fruitiers...), est proposée à l'ensemble des agriculteurs du département.

La présente note de synthèse s'insère dans le cadre de ces deux actions, en lien particulièrement avec l'opération volontaire pour la biodiversité « Plantation d'arbres fruitiers » menée en 2016. Cette base permettra de proposer des mesures de gestion adaptées aux arboriculteurs bénéficiant de diagnostics de biodiversité.

II. CADRE ET LIMITES DE LA SYNTHÈSE

II.1) Intérêt de la Mésange charbonnière par rapport aux autres espèces de passereaux insectivores

La Mésange charbonnière (*Parus major*), appartenant à l'ordre des Passeriformes et à la famille des Paridés, est un nicheur sédentaire très commun en France. Peu sélective en termes d'habitat, elle se rencontre dans tout type de milieux arborés (parcs et jardins, y compris en ville, bocage, bois...) (LPO Aveyron 2008). Les adultes et juvéniles sont des insectivores spécialistes des larves de lépidoptères (Perrins 1991), mais les adultes complètent leur alimentation avec des graines en hiver (LPO Aveyron 2008). En Aveyron, la Mésange charbonnière est distribuée sur l'ensemble du département, quels que soient le milieu ou l'altitude : sa reproduction a en effet été constatée jusqu'à 1300 mètres d'altitude, en Aubrac (Figure 1).

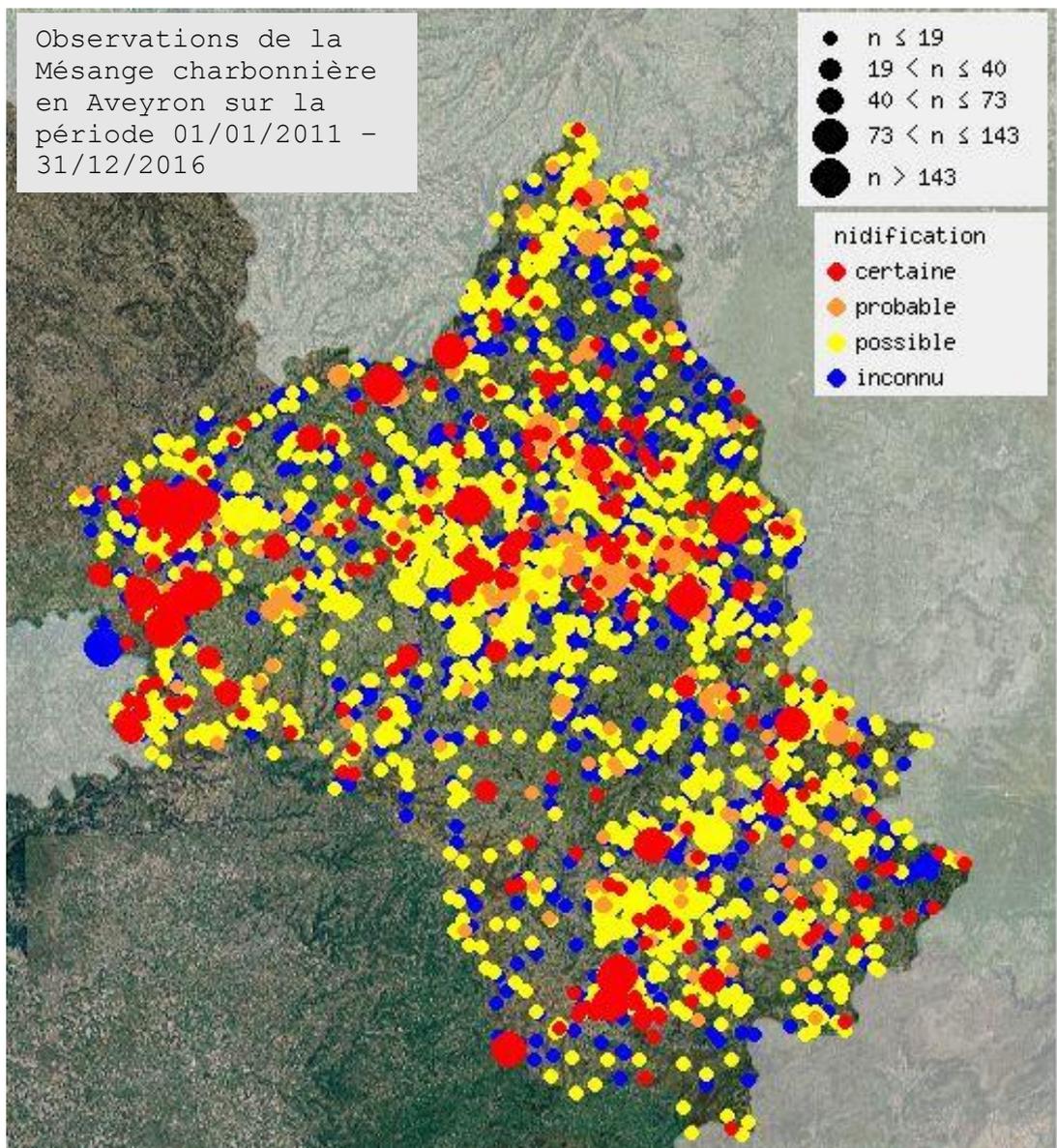


Figure 1 : Distribution et indices de reproduction de la Mésange charbonnière en Aveyron sur la période 2011- 2016 (<http://www.faune-tarn-aveyron.org>)

Cavernicole, elle recherche des cavités dans du bois mort, mais également tout type de cavité artificielle, telle des boîtiers électriques, des poteaux creux, les failles d'un mur ou d'un rocher. Assez peu farouche, elle est particulièrement facile à attirer dans les nichoirs, et elle n'hésite pas à fréquenter les mangeoires en hiver. Deux pontes de 7 à 10 œufs sont habituellement effectuées entre mars et juin (LPO Aveyron 2008). Les dates d'éclosion sont synchronisées avec celles des larves de plusieurs espèces de Lépidoptères, qui constituent la source principale d'alimentation des oisillons (Perrins 1991).

La proportion de chenilles dans le régime alimentaire des jeunes est en effet d'environ 80% à l'éclosion (Figure 2), mais cette proportion se réduit progressivement pendant la période de dépendance des jeunes. La proportion de chenilles dans le régime alimentaire diminue également si le nombre de jeunes est élevé : une explication possible est qu'au vu de l'effort de nourrissage alors très intense, les parents deviennent moins sélectifs envers les proies (Mols *et al.* 2005).

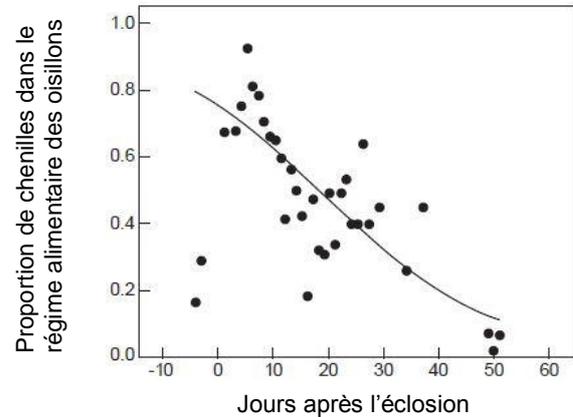


Figure 2 : Proportion de chenilles dans le régime alimentaire des oisillons en fonction du temps après l'éclosion (d'après Mols *et al.* 2005)

La majorité des études sur la prédation des larves phytophages ravageuses du verger par des oiseaux concerne la Mésange charbonnière. Outre la spécialisation de cette espèce sur les chenilles pendant la saison de reproduction, son intérêt repose également dans sa fréquentation régulière de nichoirs, ce qui permet d'augmenter localement la densité de couples reproducteurs (Mols & Visser 2007).

Plus tolérante à la présence de l'homme que certaines autres espèces d'insectivores spécialistes de lépidoptères, telles la Huppe Fasciée, l'Engoulevent d'Europe ou la Sittelle torchepot (Barbaro 2008) la Mésange charbonnière se prête également à l'étude du comportement ou de la reproduction (surveillance de nichées, suivi de la croissance des oisillons).

II.2) Principales espèces fruitières en Aveyron

Compte tenu des productions fruitières principales en Aveyron, la présente note de synthèse concerne essentiellement les insectes ravageurs du pommier. Ce choix se base sur les tendances régionales de l'arboriculture fruitière. En effet, (d'après le recensement agricole de 2010, le pommier était la première culture fruitière en Midi-Pyrénées avec 6087 hectares de vergers (Agréste, 2012)). Par ailleurs les résultats obtenus pendant l'opération volontaire pour la biodiversité « Plantation d'arbres fruitiers » menée par la LPO Aveyron en 2016 montrent que 78% des arbres plantés étaient des pommiers (Trille *et al.* 2016) (Figure 3).

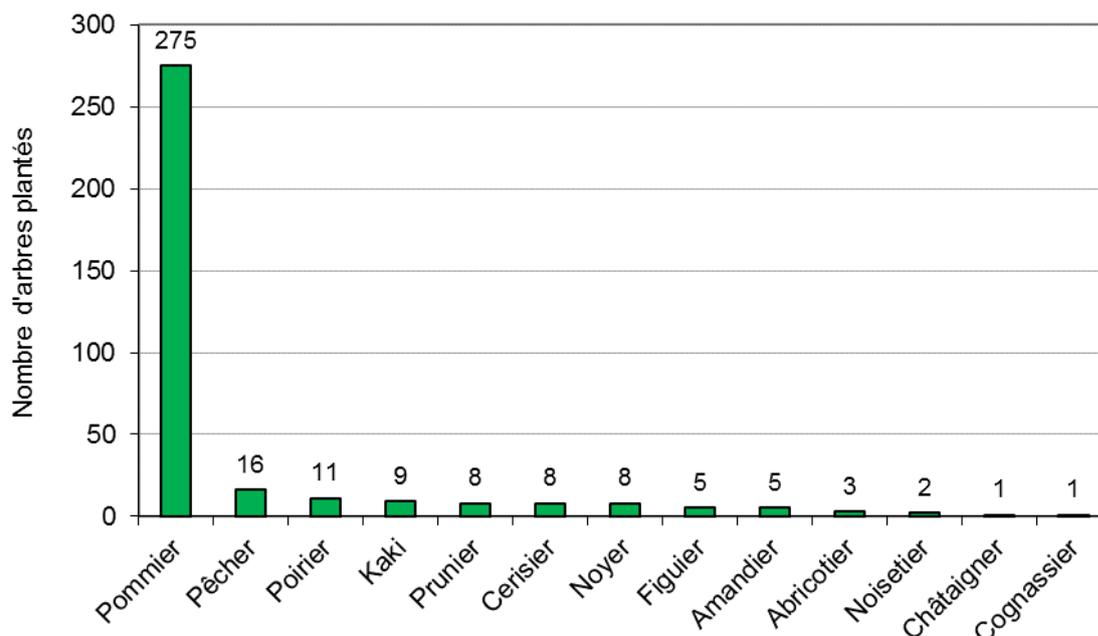


Figure 3 : Nombre et espèces d'arbres plantés au cours de l'opération volontaire pour la biodiversité 2016 (d'après Trille et al. 2016)

II.3) Principaux arthropodes ravageurs du verger et systèmes de protection

II.3.1) Quels sont les principaux arthropodes ravageurs du verger en France ?

D'après les indices de fréquence de traitement (IFT), qui prennent en compte à la fois le nombre et l'intensité des traitements, données par le rapport Ecophyto (Butault et al. 2010), les deux taxa les plus nuisibles pour l'arboriculture fruitière en France sont les pucerons (*Homoptera : Aphidicae*) et la Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*, *Lépidoptera*, *Tortricidae*) (Figure 4).

Bassin de production	IFT total insecticides	Dont IFT carpocapse	Dont IFT pucerons	IFT acarions	IFT total fongicides	Dont IFT tavelure	IFT herbicides	IFT éclaircissage	IFT total
Sud-Est	15.7	11.8	3.8	0.3	14.7	12.5	1.8	2.5	35.0
Sud-Ouest	11.3	8.4	2.9	0.3	23.2	16.8	1.8	2.5	39.1
Val de Loire	10.0	7.0	3.0	0.3	28.8	19.5	1.8	2.5	43.4

Figure 4 : Indices de fréquences de traitement pour l'arboriculture fruitière dans les trois grands bassins de production français (d'après Butault et al. 2010)

Compte tenu des objectifs de cette synthèse, nous nous focaliserons sur la principale espèce de ravageur à larves phytophages, la Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*, *Lépidoptera*, *Tortricidae*), en mentionnant également la Tordeuse orientale, (*Cydia molesta* *Lépidoptera*, *Tortricidae*), et la Phalène brumeuse (*Operophtera brumata*, *Lépidoptera*, *Geometridae*).



Photo 1 : *Cydia pomonella* (imago)



Photo 2 : *Operophtera brumata* (imago)

La Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*), (photo 1) est un des ravageurs des pommiers et des poiriers les plus redoutés dans le monde, car ses larves peuvent causer des pertes de rendement allant jusqu'à 100% (Roincé *et al.* 2012). Les larves creusent une galerie en spirale pour atteindre les pépins dont elles se nourrissent. Leur pénétration dans le fruit laisse des marques caractéristiques empêchant la commercialisation du fruit (Hohn *et al.* 2010). La photo 3 ci-contre illustre la galerie d'une larve de carpocapse.



Photo 3 : Pomme attaquée par une larve de *Cydia pomonella*

La Tordeuse orientale (*Cydia molesta*) est une ravageuse des fruits à noyau (notamment des pêchers et des abricotiers) qui est de plus en plus observée sur les pommiers dans le sud de la France notamment. Elle a un cycle de vie très proche de celui de la Carpocapse des pommes et des poires, et semble posséder un cortège de prédateurs naturels similaire à celui de la Carpocapse (Roincé *et al.* 2012).

La Phalène brumeuse (*Operophtera brumata*) (photo 2) est une espèce à larves phytophages qui peuvent provoquer des dégâts importants et une baisse de rendement des arbres fruitiers par défoliation au printemps (Holliday 1977).

II.4.2) Cycle de vie de la Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*)

Le cycle de vie de la Carpocapse des pommes et des poires comprend 2 à 3 générations estivales. Les femelles adultes pondent sur les feuilles des arbres fruitiers à partir du mois d'avril. Les larves éclosent environ une semaine plus tard, et recherchent alors un fruit dans lequel elles peuvent creuser une galerie. Elles sont particulièrement vulnérables à des attaques de prédateurs pendant ce stade de déplacement. La nymphose a lieu sous l'écorce de l'arbre, après 20 à 30 jours passés dans la pomme, et la mue imaginale se produit 20 à 28 jours plus tard (Roincé 2012). A la fin de la saison, les larves entrent en diapause, dans un cocon protégé sous l'écorce de l'arbre, ou parfois à quelques millimètres de profondeur dans la terre (Glen & Milsom 1978).

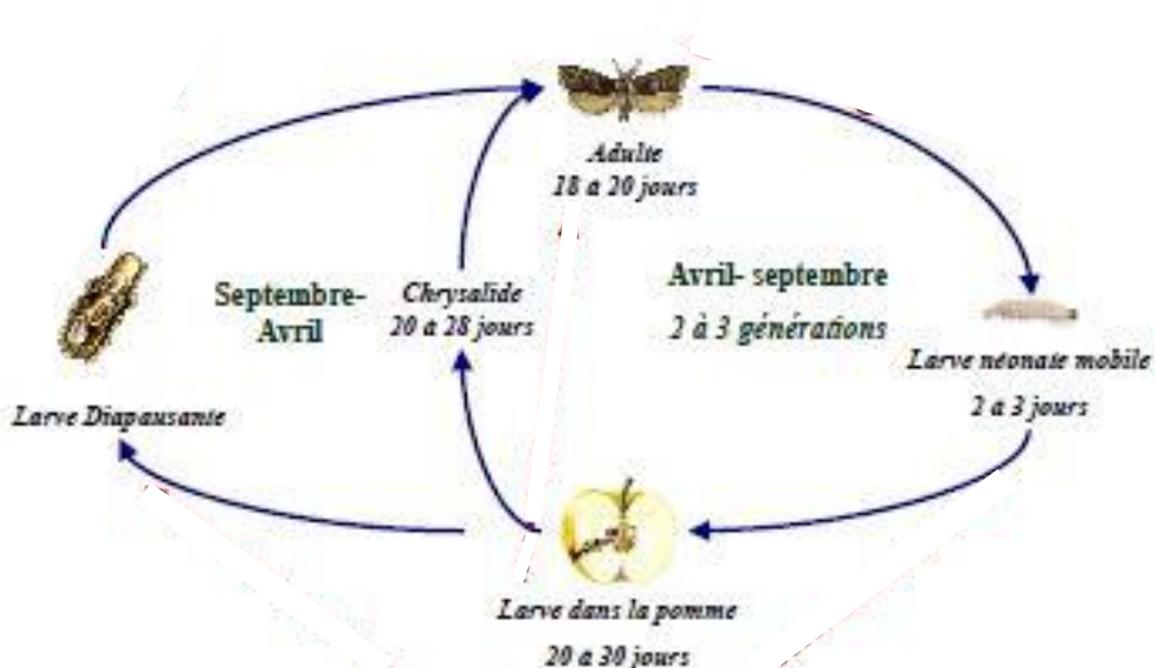


Figure 5 : Cycle de vie de *Cydia pomonella* (d'après Roincé, 2012)

II.3.3) Mesures de gestion de la Carpocapse des pommes et des poires

II.3.3.1.) Lutte chimique

En agriculture conventionnelle, la Carpocapse des pommes et des poires est généralement contrôlée avec des insecticides neurotoxiques, principalement de la famille des organophosphorés (Sauphanor *et al.* 2009).

Cependant, le coût financier des produits phytosanitaires (majoritairement des insecticides), qui peut atteindre 1200€ par hectare et par an pour une culture de pommes de table (Barbault *et al.* 2010), l'impact environnemental de leur utilisation, ainsi que l'apparition de multiples cas de résistance aux insecticides régulateurs de croissance notamment (Charmillot & Pasquier 2002 ; Aubertot *et al.* 2005) constituent autant de limites de la lutte chimique.

II.3.3.2) Lutte biotechnique

La lutte biotechnique consiste en la diffusion dans les parcelles de la phéromone sexuelle de *Cydia pomonella*, pendant toute la durée de la saison de reproduction. La présence de la phéromone sexuelle synthétique dans l'atmosphère perturbe la communication des mâles et donc leur recherche de femelles (Witzgal *et al.* 2008). La lutte autocide par lâchers de mâles stériles s'avère actuellement trop coûteuse pour une utilisation généralisée (Knipple 2013).

II.3.3.3) Lutte physique

La lutte physique consiste en la mise en place de filets (technologie Alt'Carpo) qui forment une barrière physique empêchant l'accès aux arbres des imagos de *Cydia pomonella* (Sauphanor *et al.* 2012).

II.3.3.4) Lutte biologique et microbiologique

La lutte microbiologique, avec le virus de la granulose qui infecte les larves de *Cydia pomonella*, est régulièrement utilisée en tant que complément efficace à la lutte chimique notamment. Des cas de résistance à ce virus sont cependant apparus (Sauphanor *et al.* 2006, Jehle *et al.* 2017).

La lutte biologique par conservation du cortège d'ennemis naturels de *Cydia pomonella* est encore peu étudiée. Les taxa les plus prometteurs sont les carabes, prédateurs des larves se déplaçant au sol à la recherche d'un site d'hivernage, les araignées du sol, prédateurs des imagos et les larves, les oiseaux insectivores, en particulier les mésanges, et les chiroptères (Roincé 2012). L'introduction d'auxiliaires autochtones ou exotiques élevées peut avoir lieu, notamment des guêpes parasitoïdes du genre *Trichogamma*, mais les coûts de mise en œuvre de cette méthode limitent fortement une utilisation généralisée (Sigsgaard *et al.* 2017).

II.3.3.5) Utilisation de ces méthodes en fonction de la stratégie de gestion mise en œuvre

En fonction des cahiers de charges (agriculture conventionnelle, protection intégrée, agriculture biologique), les stratégies de gestion de *Cydia pomonella* sont différentes. La gestion du ravageur en agriculture conventionnelle repose sur l'utilisation d'insecticides, notamment, mais la confusion sexuelle et le virus de la granulose sont couramment utilisés en parallèle. En protection intégrée, les méthodes alternatives (confusion sexuelle, lutte biologique et microbiologique, lutte physique), permettent de réduire les doses et les fréquences de traitement insecticides qui ne sont appliqués qu'en cas de dépassement de seuils prédéfinis de densité de *Cydia pomonella*. En agriculture biologique, les insecticides issus de la chimie de synthèse étant interdits, la lutte repose sur les insecticides d'origine végétale (pyréthres naturels), la confusion sexuelle, le virus de la granulose, et les stratégies de lutte biologique (Sauphanor *et al.* 2009). La figure 6 ci-dessous résume ces différentes approches.

	Agriculture conventionnelle	Protection intégrée	Agriculture biologique
Lutte chimique	Traitements insecticides systématiques	Traitements insecticides en cas de nécessité	Seulement les substances d'origine végétale
Lutte biotechnique	Confusion sexuelle	Confusion sexuelle	Confusion sexuelle
Lutte physique	Oui	Oui	Oui
Lutte microbiologique	Virus de la granulose	Virus de la granulose	Virus de la granulose
Lutte biologique	N'est pas prioritaire	Oui	Oui

Figure 6 : Différentes stratégies de protection du verger contre la Carpocapse des pommes et des poires (d'après Sauphanor *et al.* 2009)

III. ANALYSE DE LA PREDATION DES CHENILLES RAVAGEUSES DU VERGER PAR LA MESANGE CHARBONNIERE.

III.1) La présence d'oiseaux dans les vergers a un impact globalement positif sur le rendement total de fruits

Bien que certaines espèces (principalement l'Etourneau sansonnet, les grives, et le Geai des chênes, mais également certains passereaux (Bouvreuil pivoine, Verdier d'Europe, Moineau friquet et Moineau domestique ...)) s'attaquent aux fruits, ces phénomènes tendent à être localisés et ponctuels (Clergeau 1997).

Une étude conduite par Peisley *et al.* (2016) en Australie, a montré en comparant le rendement en pommes mûres commercialisables de branches équipées de filets excluant les oiseaux à celui de branches sans filets, que la présence d'oiseaux insectivores dans les vergers permettait une réduction moyenne des dégâts causés par des insectes de l'ordre de 10%. La réduction des dégâts grâce à la prédation par les oiseaux insectivores dépassait largement les dégâts causés par les oiseaux frugivores, ce qui suggérerait que la présence des oiseaux insectivores constitue, hormis dans le cas de populations importantes d'espèces frugivores, un bénéfice réel dépassant les dommages éventuellement causés par d'autres espèces d'oiseaux.

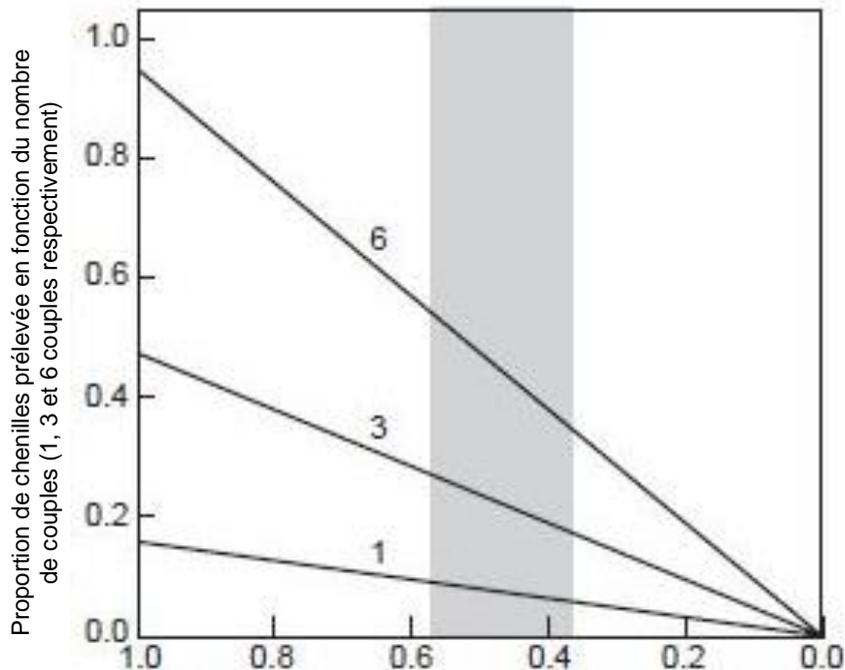
III.2) Les Mésanges charbonnières réduisent le nombre de larves de *Cydia pomonella* diapausantes

Une étude de Solomon *et al.* (1976), a évalué la prédation des larves de *Cydia pomonella* en diapause par des Mésanges bleues (*Parus caeruleus*) et Mésanges charbonnières. Des branches de pommier portant entre 1 et 30 larves de *Cydia pomonella* en diapause ont été installées dans des vergers de pommes à cidre. Les branches témoins étaient équipées d'un grillage empêchant la prédation par des oiseaux. Sur les branches non protégées, un fort taux de prédation par des Mésanges bleues et des Mésanges charbonnières a été constaté : sur les trois hivers de l'étude, les taux de larves détruites étaient respectivement de 94,7%, 94,9% et 95,6%. Les larves en diapause sur les branches protégées avaient une mortalité très faible. Au cours de cette étude, aucune mesure n'a été prise pour augmenter la densité locale d'oiseaux insectivores, bien qu'un phénomène d'habituation a probablement contribué aux taux de prédation élevés, les mésanges apprenant à favoriser les branches à forte densité de larves pour leur recherche de nourriture.

Il a été démontré par la suite (Solomon & Glen 1979) que le taux de prédation est lié aux densités de larves présentes initialement, car les mésanges prolongent leur recherche de proies dans une zone proche de l'endroit de découverte de la dernière proie : si la densité des proies est élevée dans un endroit particulier, la vitesse de destruction par les mésanges est donc plus rapide que si la densité de proies était plus faible.

III.3) Les Mésanges charbonnières réduisent le nombre de chenilles dans les vergers

Mols *et al.* (2003), ont quantifié le nombre de chenilles (chenilles de la famille des *Tortricidae* et de *Operophtera brumata*) prélevées dans des vergers de pommiers par des couples de Mésanges charbonnières pendant la première nichée de la saison de reproduction. Le nombre de chenilles prélevées sur les parcelles de 2 hectares par les parents était estimé en calculant le nombre de visites de nourrissage, la Mésange charbonnière n'apportant qu'une seule proie à la fois, ainsi qu'en analysant l'évolution de poids des oisillons. A partir d'une estimation du nombre total de chenilles présentes dans chaque parcelle, il était possible de quantifier la proportion de chenilles prélevées par les couples de Mésange charbonnière au cours de la saison de reproduction. Cette proportion varie de 7,6% pour un couple de Mésanges charbonnières, à 22,8% pour trois couples et à 45,5% pour 6 couples, en prenant en compte le nombre moyen de trajets de recherche de nourriture ayant lieu dans la parcelle et non pas dans les habitats environnants (Figure 7).



Proportion de trajets de recherche de nourriture effectuée dans le verger (en grisé : proportions moyennes avec leurs écarts types)

Figure 7 : Réduction du nombre de chenilles en fonction du nombre de couples de Mésange charbonnière et de la proportion de trajets de recherche de nourriture effectuée dans le verger (d'après Moïs *et al.* 2005)

III.4) Les Mésanges charbonnières peuvent contribuer à la réduction de la proportion de fruits mûrs endommagés.

Il a été démontré que les Mésanges charbonnières réduisent considérablement la densité de chenilles ravageuses du verger à la fois pendant l'hiver (chenilles en diapause), et pendant la saison de reproduction, quand les mésanges prédatent les chenilles néonates mobiles et surtout celles quittant les fruits pour se nymphoser. Mais qu'en est-il de l'effet sur la proportion de fruits mûrs attaqués par les chenilles ?

L'étude de Moïs & Visser (2007) a comparé les proportions de fruits mûrs endommagés entre des parcelles équipées de nichoirs à Mésange charbonnière, et des parcelles sans nichoirs, dans 6 vergers utilisant une stratégie de lutte intégrée, et dans 6 vergers en agriculture biologique. Dans les vergers utilisant la lutte intégrée, les parcelles équipées de nichoirs avait un taux moyen de fruits mûrs endommagés de 2,9%, alors que dans les parcelles témoins ce taux était de 5,8%, ce qui correspond à une réduction de 50% (Figure 8). La présence de Mésanges charbonnières permettait dans ce cas d'augmenter le rendement de pommes commercialisables de 3% (1200 kg de pommes commercialisables de plus par hectare et par an, pour un rendement moyen de 40 000 kg de pommes par hectare et par an. Paradoxalement, dans les vergers conduits en agriculture biologique, la présence de Mésanges charbonnières n'a pas, dans ce cas, modifié le taux de fruits mûrs endommagés (Figure 8). Parmi les explications possibles de ce constat, la présence d'un cortège d'entomofaune plus important dans les vergers biologiques qui ne reçoivent par définition que

des traitements insecticides d'origine végétale en dose restreinte, rendrait les mésanges adultes moins dépendantes des chenilles pour le nourrissage des oisillons

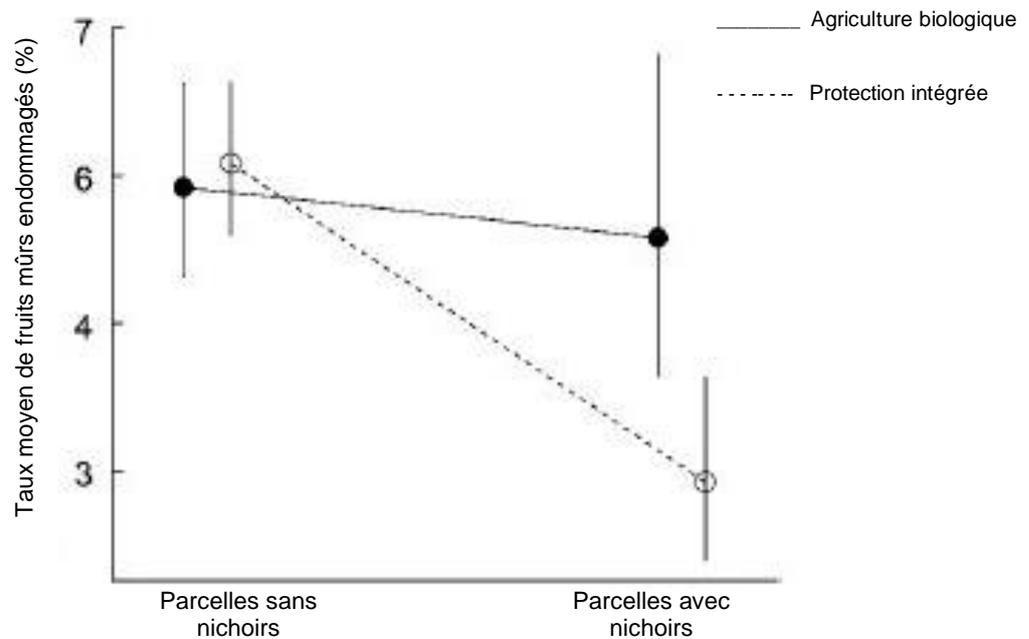


Figure 8 : Taux moyen de fruits mûrs endommagés dans des parcelles avec et sans nichoirs, en fonction du type de système de protection mis en œuvre (d'après Mols et Visser 2007)

III.5) Facteurs influençant le taux de prédation des chenilles

III.5.1) Nombre de couples reproducteurs de Mésanges charbonnières

Le taux de prédation des chenilles augmente avec le nombre de couples reproducteurs de Mésanges charbonnières, bien que cette relation ne soit pas linéaire. Les autres facteurs liés à la reproduction (date d'éclosion, nombre d'oisillons...) ne semblent pas influencer de manière significative le taux de prédation des chenilles (Mols *et al.* 2005).

III.5.2) Position du nichoir et présence de territoires de chasse alternatives à proximité du verger

Dans les études de Mols *et al.* (2005) et de Mols & Visser (2007), la proportion de trajets de recherche de nourriture effectués dans le verger, par rapport au nombre total de trajets, est le deuxième facteur ayant une influence majeure sur la réduction du nombre de chenilles dans le verger. Plus le nichoir était placé près du centre de la parcelle, plus la proportion de trajets de recherche de nourriture effectués dans le verger augmentait. Pour les nichoirs placés en bordure de parcelle, la recherche de nourriture dans le verger diminuait drastiquement (Figure 9).

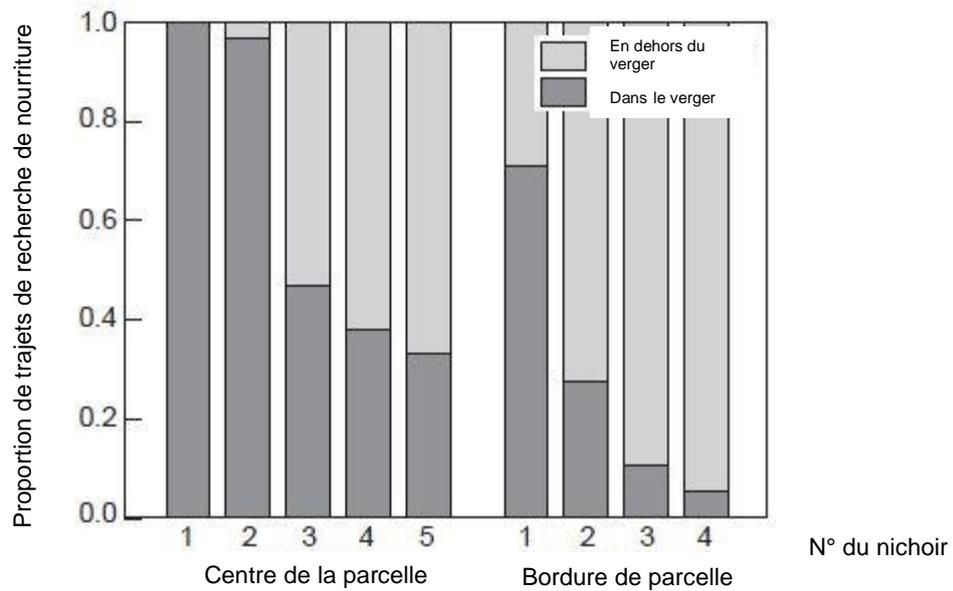


Figure 9 : Proportions respectives des trajets de recherche de nourriture effectuées dans le verger et en dehors du verger en fonction de la position du nichoir (d'après Mols *et al.* 2005)

III.5.3) Abondance, disponibilité et diversité des proies

Mols & Visser (2007) ont démontré que la réduction d'attaques de larves de carpocapse liée à la présence des Mésanges charbonnières était plus importante dans des vergers ayant une faible abondance de larves, comparée à la celle observée dans les vergers à forte abondance de larves. L'abondance initiale des proies – qui est en partie due aux stratégies de protection mises en œuvre dans le verger – est donc un facteur influençant le taux de prédation par les mésanges.

Un deuxième facteur pouvant influencer le taux de prédation, est la diminution de la disponibilité et de la diversité des proies liée à l'utilisation d'insecticides, qui peut induire l'échec de la reproduction (Bouvier *et al.* 2005).

IV. INFLUENCES DES MODES D'EXPLOITATION ET DE GESTION DE RAVAGEURS SUR LA REPRODUCTION DES MESANGES CHARBONNIERES.

IV.1) Variations du cortège d'avifaune en fonction du système de protection des vergers

Sauphanor *et al.* (2009) ont démontré que le type de système de protection (conventionnel, intégrée ou biologique) des vergers altère de manière significative l'abondance, la diversité spécifique et la structure fonctionnelle du cortège d'avifaune. L'agriculture biologique semble être la plus favorable à la diversité et à l'abondance de l'avifaune. Les guildes subissant l'impact le plus important sont les insectivores et les rapaces, affectés tous les deux par la toxicité directe des traitements, et par la raréfaction de leurs proies.

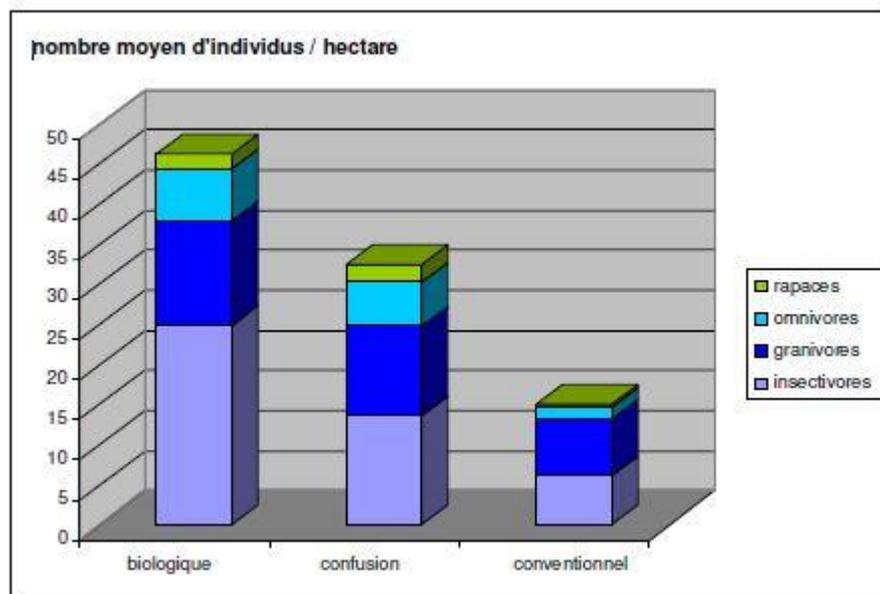


Figure 9 : Impact du système de protection des vergers sur la diversité et l'abondance de l'avifaune (d'après Sauphanor *et al.* 2009)

IV.2) Impact des stratégies de protection sur la reproduction de la Mésange charbonnière

Bouvier *et al.* (2005) ont étudié la reproduction des mésanges charbonnières dans des vergers conduits selon les cahiers de charges de l'agriculture biologique, ou de la protection intégrée ou bien en agriculture conventionnelle. Les produits phytopharmaceutiques utilisés et leurs doses d'application ont été recensés dans chacun des trois types de verger.

- En agriculture conventionnelle, nombre moyen de traitements de 43,1 par an, majoritairement des fongicides (18 applications), des insecticides (13 applications) et des herbicides (2 applications) issus de la chimie de synthèse. La confusion sexuelle était également utilisée.

- En protection intégrée, le nombre moyen de traitements était de 30,4 par an, majoritairement des fongicides (17 applications) et des insecticides (14 applications) issus de la chimie de synthèse. La confusion sexuelle, et deux herbicides synthétiques étaient également utilisés.
- En agriculture biologique, le nombre moyen de traitements était de 28,6 par an, les substances utilisées étant des fongicides minéraux, le virus de la granulose, la phéromone sexuelle synthétique.

Le suivi de la reproduction de Mésanges charbonnières nichant dans ces vergers a révélé des différences significatives dans la densité de couples reproducteurs présents dans les vergers, ainsi que du nombre moyen de jeunes produits par hectare (16,2 jeunes/ha en agriculture biologique, 10,7 jeunes/ha en protection intégrée et 9,7 jeunes/ha en agriculture conventionnelle).

Les explications possibles de ces différences concernent surtout la diminution du nombre de proies disponibles provoquée par l'utilisation d'insecticides, la perturbation des couples par la présence humaine (lors des passages du pulvérisateur), qui inciterait à l'abandon des nichées, et la toxicité directe des insecticides neurotoxiques appliquées, qui tendent à diminuer, à des doses sub-létales, le succès reproducteur des oiseaux insectivores.

V. DISCUSSION ET APPLICATIONS PRATIQUES

V.1) Efficacité et limites

Les conclusions des études citées montrent d'une part que la Mésange charbonnière est une espèce auxiliaire particulièrement intéressante car sa densité locale peut facilement être augmentée par l'installation de nichoirs, et d'autre part que sa présence même dans de faibles effectifs contribue de manière significative à la réduction des populations de chenilles du principal ravageur des vergers de pommiers et de poiriers.

La présence de Mésanges charbonnières réduit le nombre de larves de carpocapse diapausantes, des prénymphe et des nymphes, (ainsi que le nombre de larves néonates mobiles. Les taux de réduction vont de plus de 90% pour les larves en diapause, à entre 7,6 et 49% pour les chenilles), en fonction du nombre de couples de Mésanges charbonnières présentes, et de la proportion des trajets de recherche de nourriture ayant lieu dans le verger.

Les conséquences de cette prédation sur la réduction des dégâts sur les fruits mûrs sont moins bien connues. L'augmentation du rendement liée à la présence de la Mésange charbonnière semble être supérieure dans les vergers utilisant la lutte intégrée et ayant une faible densité initiale de larves, par rapport à celle observée dans les vergers en agriculture biologique ayant une densité initiale de larves plus élevée, mais déterminer avec certitude les causes de cette différence nécessiterait des études complémentaires.

Or, les taux de prédation sont influencés le type de système de protection contre les maladies et ravageurs mis en place dans le verger, qui influence le succès reproducteur de la Mésange charbonnière et donc sa prédation des chenilles. Pour envisager une lutte biologique efficace, les mesures mises en œuvre pour favoriser la présence de la Mésange charbonnière doivent donc prendre en compte ces facteurs.

V.2) Applications pratiques

V.2.1) Coût de la mise en œuvre

En Aveyron, la Mésange charbonnière est abondante et facile à attirer dans les nichoirs. Sa densité laisse supposer qu'il est tout à fait possible d'envisager son attraction dans les vergers, avec pour but de diminuer les dégâts liées aux chenilles de la carpocapse et de la tordeuse orientale. La pose de nichoirs est une action rapide et durable, et nécessite très peu de suivi sur le long terme (nettoyage et réparation éventuelle des nichoirs). La Mésange charbonnière étant territoriale (Krebs 1990), il est inutile de poser un nombre excessif de nichoirs dans les parcelles. La densité de couples reproducteurs est très variable en fonction de l'habitat, et de la disponibilité des ressources alimentaires et des sites de nidification (Balen 1973, Sasvari 1990), mais en sachant que la distance moyenne tolérée entre deux sites de nidification est d'environ 40 à 50 mètres (Krebs 1990), la pose d'une dizaine de nichoirs par hectare peut être préconisée. La pose de 10 nichoirs ayant une durabilité d'environ 10 ans coûterait aux alentours de 20€ par hectare et par an (Mols et al, 2007). L'avantage économique de cette mesure est donc non négligeable, car il devrait permettre de diminuer l'emploi d'intrants.

Un plan type de nichoir à Mésange charbonnière est illustré en Annexe I.

V.2.2) Placement des nichoirs

L'efficacité du contrôle des populations de chenilles par les mésanges étant liée au territoire de chasse, le placement des nichoirs devrait favoriser le plus possible la recherche de nourriture au sein du verger. En fonction de la taille et de la forme des parcelles, le placement des nichoirs doit être centralisé pour encourager une recherche de nourriture dans le verger plutôt que dans les habitats environnants.

V.3) Rôle des autres espèces insectivores.

Or, même si la plupart des études citées portent sur la Mésange charbonnière à cause de sa tolérance de la proximité de l'homme et sa tendance à utiliser des niohirs, d'autres espèces de passereaux insectivores pourraient jouer un rôle dans la réduction des populations chenilles au verger : citons par exemple la Mésange bleue, prédatrice avérée des larves de carpocapse en diapause (Solomon *et al.* 1976, Solomon & Glen 1979), l'Engoulevent d'Europe, spécialiste des papillons de nuit au stade imago, et les autres espèces forestières insectivores telles la Sittelle torchepot, le Pouillot véloce ou le Roitelet à triple-bandeau (Barbaro 2008). L'intérêt de ces espèces en tant qu'auxiliaires dans le cadre de la lutte biologique contre la Processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) est établie, par exemple (Barbaro 2008, Martin *et al.* 2012), mais aucune évaluation détaillée de leur utilité dans le verger n'a été menée à ce jour.

VI.CONCLUSION

Favoriser la reproduction d'oiseaux insectivores dans les vergers peut dans certains cas permettre de réduire significativement la proportion de fruits mûrs abîmés par les chenilles.

Cette stratégie de lutte biologique pourrait permettre de limiter l'utilisation d'insecticides dans les vergers conventionnels ou en lutte intégrée, et de faciliter la gestion des chenilles dans les vergers biologiques. Sa mise en œuvre présenterait ainsi des bénéfices environnementaux et de santé humaine liés à la diminution de l'utilisation d'insecticides (protection du cortège d'entomofaune auxiliaire, réduction de la pollution des cours d'eau, réduction de l'exposition de l'arboriculteur aux produits phytopharmaceutiques, limitation du taux de résidus de produits phytopharmaceutiques dans les fruits...), mais pourrait également se révéler économiquement avantageuse.

Même si le rôle de la Mésange charbonnière en tant qu'auxiliaire de culture au verger est solidement démontré, les stratégies à mettre en place pour optimiser ce rôle sont peu étudiées. L'amélioration des connaissances passera surtout par la participation des arboriculteurs à l'essai et à l'amélioration des stratégies de lutte biologique. Cela démontre une fois de plus à quel point le lien entre les gestionnaires de terrain et les organismes de recherche scientifique et naturalistes est essentiel au développement de pratiques agricoles conciliables avec la biodiversité.

BIBLIOGRAPHIE

- Aubertot, J.N., Barbier, J.M., Carpentier, A., Gril, J.J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., Voltz, M., (éditeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective. *INRA et Cemagref France*.
- Balen, J. V. (1973). A Comparative Study of the Breeding Ecology of the Great Tit *Parus major* in Different Habitats. *Ardea*, 61(1–2), 1-93.
- Barbaro, L. (2008). Les oiseaux insectivores prédateurs de la processionnaire du pin. In *Colloque "Insectes et changements climatiques" Micropolis (Aveyron), 15 novembre*.
- Bouvier, J. C., Toubon, J. F., Boivin, T., & Sauphanor, B. (2005). Effects of apple orchard management strategies on the great tit (*Parus major*) in southeastern France. *Environmental toxicology and chemistry*, 24(11), 2846-2852.
- Butault, J. P., Dedryver, C. A., Gary, C., Guichard, L., Jacquet, F., Meynard, J. M., ... & Savini, I. (2010). *Synthèse du rapport d'étude Écophyto R&D: quelles voies pour réduire l'usage des pesticides?* (Doctoral dissertation, Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer).
- Charmillot, P. J., & Pasquier, D. (2002). Progression de la résistance du carpocapse *Cydia pomonella* aux insecticides. *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture*, 34(2), 95-100.
- Clergeau, P. (1997). La gestion des oiseaux à risques. *Oiseaux à risques en ville et en campagne*. *INRA, Paris*, 7-24.
- Elver H. (2017) Report of the special Rapporteur on the right to food to the Human Rights Council : effects of pesticides on the right to food. *United Nations General Assembly. Human Rights Council*. 34th session - 24 January 2017 A/HRC/34/48
- Ferron, P. (1999). La lutte biologique: définition, concept et stratégie. *La lutte biologique II, Dossier de l'environnement de l'INRA*, 19, 7-17.
- Glen, D. M., & Milsom, N. F. (1978). Survival of mature larvae of codling moth (*Cydia pomonella*) on apple trees and ground. *Annals of applied Biology*, 90(2), 133-146.
- Höhn H., Delabays N., Dubuis P-H., Gölles M., Holliger E., Kehrl P., Linder C., Naef A., Schaub L., Viret O., Widmer A., Wirth J. (2010) Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2010/2011 *Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW*
- Holliday, N. J. (1977). Population ecology of winter moth (*Operophtera brumata*) on apple in relation to larval dispersal and time of bud burst. *Journal of Applied Ecology*, 803-813.
- Jehle, J. A., Schulze-Bopp, S., Undorf-Spahn, K., & Fritsch, E. (2017). Evidence for a Second Type of Resistance against *Cydia pomonella* Granulovirus in Field Populations of Codling Moths. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(2), e02330-16.
- Knipple, D. C. (2013). Prospects for the use of transgenic approaches to improve the efficacy of the Sterile Insect Technique (SIT) for control of the codling moth *Cydia pomonella* Linnaeus (Lepidoptera: Tortricidae). *Crop Protection*, 44, 142-146.
- Krebs, J. R. (1971). Territory and breeding density in the Great Tit, *Parus major* L. *Ecology*, 52(1), 2-22.
- LPO Aveyron (2008). *Faune sauvage de l'Aveyron. Atlas des vertébrés*. Ed. du Rouergue, Rodez, France. 375 p.

- Martin, J. C., Leblond, A., Brinquin, A. S., & Decoin, M. (2012). Processionnaire du pin, revue des méthodes alternatives. *Phytoma-La Défense des végétaux*, (657), 13-21.
- Mols, C. M., & Visser, M. E. (2007). Great tits (*Parus major*) reduce caterpillar damage in commercial apple orchards. *PLoS One*, 2(2), e202.
- Mols, C. M., van Noordwijk, A. J., & Visser, M. E. (2005). Assessing the reduction of caterpillar numbers by Great Tits *Parus major* breeding in apple orchards. *ARDEA-WAGENINGEN*-, 93(2), 259.
- Peisley, R. K., Saunders, M. E., & Luck, G. W. (2016). Cost-benefit trade-offs of bird activity in apple orchards. *PeerJ*, 4, e2179.
- Perrins, C. M. (1991). Tits and their caterpillar food supply. *Ibis*, 133(s1), 49-54.
- Roincé, C. B. (2012). *Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers: Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs* (Doctoral dissertation, AgroParisTech).
- Roincé, C., Lavigne, C., Ricard, J. M., Franck, P., Bouvier, J. C., Garcin, A., & Symondson, W. O. (2012). Predation by generalist predators on the codling moth versus a closely-related emerging pest the oriental fruit moth: a molecular analysis. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(3), 260-269.
- Sauphanor, B., Berling, M., Toubon, J. F., Reyes, M., Delnatte, J., & Allemoz, P. (2006). Carpopapse des pommes cas de résistance au virus de la granulose en vergers biologiques: fruits et légumes. *Phytoma-La défense des végétaux*, (590), 24-27.
- Sauphanor, B., Severac, G., Maugin, S., Toubon, J. F., & Capowiez, Y. (2012). Exclusion netting may alter reproduction of the codling moth (*Cydia pomonella*) and prevent associated fruit damage to apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 145(2), 134-142.
- Sauphanor, B., Simon, S., Boisneau, C., Capowiez, Y., Rieux, R., Bouvier, J. C., ... & Toubon, J. F. (2009). Protection phytosanitaire et biodiversité en agriculture biologique. Le cas des vergers de pommiers. *Innovations agronomiques*, 4, 217-228.
- Sasvari, L. (1990). Territoriality in the Great tit *Parus major* at low and high densities. *Bird Behavior*, 9(1-2), 88-93.
- Sigsgaard, L., Herz, A., Korsgaard, M., & Wührer, B. (2017). Mass Release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* Can Reduce Damage by the Apple Codling Moth *Cydia pomonella* in Organic Orchards under Pheromone Disruption. *Insects*, 8(2), 41.
- Solomon, M. E., & Glen, D. M. (1979). Prey density and rates of predation by tits (*Parus* spp.) on larvae of codling moth (*Cydia pomonella*) under bark. *Journal of Applied Ecology*, 49-59.
- Solomon, M. E., Glen, D. M., Kendall, D. A., & Milsom, N. F. (1976). Predation of overwintering larvae of codling moth (*Cydia pomonella* (L.)) by birds. *Journal of applied ecology*, 341-352.
- Trille M., Liozon R. & Carr C (2017). *Programme régional de gestion de la sous-trame Milieux ouverts et semi-ouverts dans la composante « semi-naturelle ». Action 1 : Accompagnement des gestionnaires de la trame pour améliorer ou conserver la biodiversité. Bilan des 10 ans du programme 2006 - 2016*. LPO Aveyron. 76p.
- Trille M., Liozon R., Carr C., Plaga S., Frémaux S., Barthe L., Orth M., (2016). *Programme régional de gestion de la sous-trame Milieux ouverts et semi-ouverts dans la composante « semi-naturelle ». Action 1 : Accompagnement des gestionnaires de la trame pour améliorer ou conserver la biodiversité. Opération annuelle volontaire pour la biodiversité. Plantation d'arbres fruitiers*. LPO Aveyron, LPO Lot, Groupe Ornithologique Gersois & Nature-Midi-Pyrénées. 29 p.

Witzgall, P., Stelinski, L., Gut, L., & Thomson, D. (2008). Codling moth management and chemical ecology. *Annu. Rev. Entomol.*, 53, 503-522.

Sites internet

<http://www.faune-tarn-aveyron.org>

<http://oiseau-mesange.fr/nichoirs-pour-mesanges/nichoir-a-balcon-pour-mesanges/>

Crédits photographiques

Photographie de couverture © Gaël Marceny

Page 7 : *Cydia pomonella* (imago) ©  Olaf Leillinger

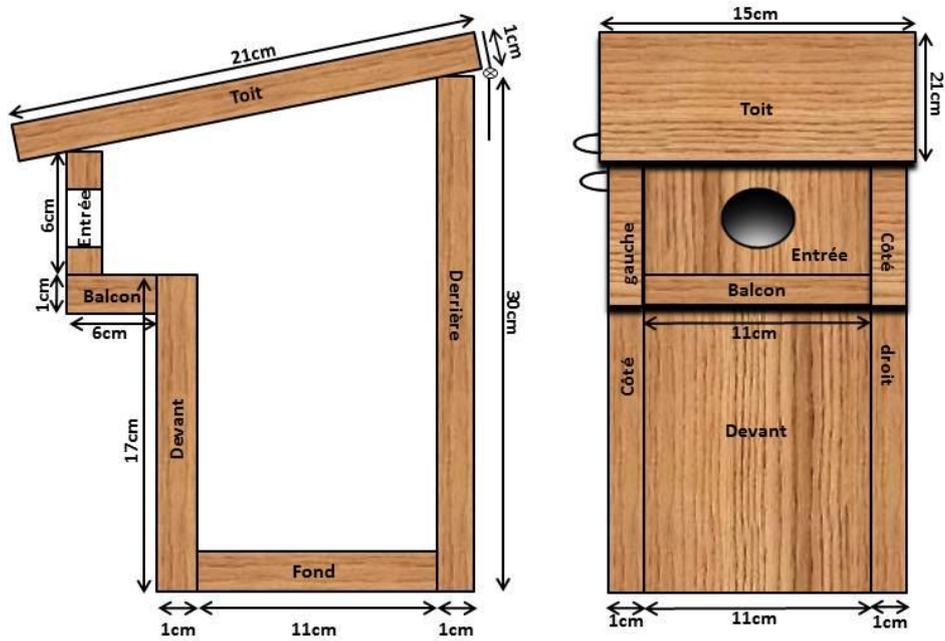
Page 7 : *Operophtera brumata* (imago) ©  Olaf Leillinger

Page 7 : Pomme attaquée par une larve de *Cydia pomonella* 

Page 8 : Schéma cycle de vie © Catherine de Roincé dans Roincé C. B. (2012). *Biodiversité et aménagements fonctionnels en verger de pommiers: Implication des prédateurs généralistes vertébrés et invertébrés dans le contrôle des ravageurs* (Doctoral dissertation, AgroParisTech).

ANNEXE I

Plan de nichoir à balcon



Le trou d'envol fait 32mm de diamètre pour la Mésange charbonnière, 28mm pour la Mésange bleue, la Mésange noire, la Mésange huppé, la Mésange nonnette, et la Mésange boréale. La présence du balcon permet une protection accrue contre les prédateurs (chats...) et les intempéries.

*Synthèse bibliographique du rôle de la mésange charbonnière (*Parus major*) en tant qu'espèce auxiliaire pour la gestion des chenilles ravageuses au verger.*

Résumé : La LPO Aveyron travaille en relation avec les gestionnaires du territoire, principalement agriculteurs, pour les aider à réduire l'impact de leurs pratiques sur la biodiversité. La présente synthèse vise à évaluer l'état des connaissances sur le rôle de la Mésange charbonnière (*Parus major*) en tant qu'espèce auxiliaire au verger, dans le but de quantifier son impact sur les chenilles ravageuses, et de pouvoir proposer des mesures de gestion efficaces aux arboriculteurs bénéficiant d'un diagnostic de biodiversité réalisé par la LPO Aveyron. La présence de Mésanges charbonnières dans un verger permet de réduire les populations de la Carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*) qui est le principal ravageur des cultures fruitières en France, et peut également réduire le nombre de fruits mûrs non commercialisables. Le taux de réduction des populations de chenilles dépend de la densité des couples de Mésanges charbonnières, mais également de la position des nichoirs dans la parcelle et des habitats adjacents à la parcelle. Les Mésanges charbonnières sont cependant sensibles à l'utilisation d'insecticides, ce qui réduit significativement leur succès reproducteur et qui nuit donc à leur rôle d'auxiliaire.

Mots-clés : Lutte biologique, Gestion des ravageurs du verger, *Parus Major*, *Cydia pomonella*

Abstract : The LPO Aveyron has made its work on agricultural biodiversity a priority since 2006, and regularly involves farmers in the Aveyron in conservation schemes. The aim of this study is to evaluate the impact of the Great tit (*Parus major*) on orchard pests, so as to be able to give accurate information on its contribution to biological control to fruit farmers working with the LPO Aveyron. The presence of breeding couples of Great tits has been shown to substantially reduce populations of Codling moth larvae, which are the main orchard pests in France, as well as to reduce fruit damage in some conditions. The proportion of caterpillars removed depends on the number of couples present as well as on the position of nest boxes in the orchard and the type of surrounding habitat. However, the pest management strategy used in the orchards influences the reproductive success of Great tits, who are susceptible to insecticide treatments, and can therefore reduce their efficiency as natural predators.

Key words : Biological control, Orchard pest management strategies, *Parus Major*, *Cydia pomonella*

Rédaction : Charlotte CARR