



La Lettre de la Fondation Pierre Vérots



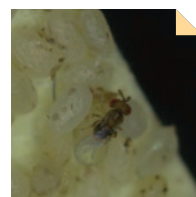
Les actualités
de la Fondation
page 3

Les actualités
scientifiques
page 5



Retour sur le
4^e colloque
page 7

Le programme
SEJOUR
page 9



Etude des
trichogrammes
page 15

LE MOT DU PRÉSIDENT

CHÈRES LECTRICES ET LECTEURS, La Fondation Pierre Vérots, en organisant son colloque sur le thème « Changements globaux et zones humides », a confirmé son attachement à s'emparer des grandes questions environnementales qui interpellent notre société, qui ne suscitent pas toujours, hélas, l'investissement nécessaire pour être mieux cernées et restent le plus souvent sans une réponse à la hauteur des enjeux lors des arbitrages politiques...

Notre Fondation se flatte d'être devenue au cœur de la Dombes, au fil du temps, un lieu de débats où se croisent l'expertise et les conseils d'une communauté scientifique de plus en plus mobilisée et les préoccupations parfois contradictoires des gestionnaires de nos milieux aussi riches que vulnérables encore abusivement qualifiés de naturels...

Notre colloque dont notre Président du Comité Scientifique, dont il faut souligner tout l'engagement avec son équipe lors des travaux préparatoires, trace ci-après le résumé, nous enseigne toute la diversité et l'importance des impacts auxquels restent soumises nos zones humides et l'impérieuse nécessité d'en adapter la gestion pour que leur inexorable évolution ne rime pas avec dégradation.

Le portefeuille des thèses soutenues par notre Fondation, en quête de pertinence et d'excellence dans les travaux qu'elle finance, et dont certaines ont été mises en valeur lors du colloque, témoigne de notre volonté de documenter encore davantage la biodiversité de notre domaine, d'en suivre l'évolution et d'expérimenter de nouvelles pratiques de gestion pouvant servir de références.

Nous entendons bien prolonger nos efforts auprès des décideurs et des gestionnaires pour mieux tirer les leçons des travaux d'une communauté scientifique au sein de laquelle notre colloque a révélé bien des jeunes talents qu'il convient d'accompagner.

Jean-Pierre POLY
Président de la Fondation
Pierre Vérots



Philippe NORMAND, Président du Comité Scientifique de la Fondation Pierre Vérots,
lors de son discours d'ouverture du colloque
(Photo : T. Beroud/FPV)

LES ACTUALITÉS DE LA FONDATION

DÉCÈS DE M. YVES MARCHAL (1955-2024)



Nous avons appris avec une immense tristesse le décès brutal de M. Yves Marchal le 27 novembre 2024. Inspecteur général de la santé publique vétérinaire, Yves Marchal a su trouver le temps et l'énergie pour assurer la Présidence de la Fondation Pierre Vérots de 2014 à 2018, tout en étant encore actif.

La Fondation lui doit notamment la labellisation ENS de son domaine de Praillebard, ou encore la mise en place de financements pour accompagner les chercheurs travaillant sur notre domaine. Passionné de nature et

de jardinage, il avait plaisir à venir régulièrement saluer l'équipe autour d'un café, pour discuter de la Dombes et de ses oiseaux.

Sa gentillesse et son humanisme nous manqueront à jamais.

Les membres du Conseil d'Administration, du Comité Scientifique, et l'ensemble du personnel adressent ses plus sincères condoléances à sa famille et tous ses proches.

Conseil d'Administration

Deux nouveaux administrateurs ont récemment pris leur fonction :

- **M. Pierre-Marin ANDRIOT**, petit-fils de notre Président d'Honneur Jean ANDRIOT, lui succède en tant que représentant à vie de la famille du fondateur.

- **Mme Véronique FAYARD**, représentant la DREAL Auvergne-Rhône Alpes, remplace M. Marc CHATELAIN suite à son départ à la retraite.

GESTION DU DOMAINE

Après de nombreuses années de sécheresse, la pluviométrie de l'année 2024, comme vous l'avez probablement constaté, a été importante. Il est ainsi tombé près de 950 mm entre le 1^{er} septembre 2023 et le 31 août 2024 (données issues de la station météorologique de la Fondation). Ces fortes précipitations, associées à la réfection d'une partie de nos fossés, ont permis le remplissage de nos étangs à des niveaux plus observés depuis près de 10 ans.

La Fondation se réjouit donc de revoir ses étangs en eau ce qui a permis par ailleurs à quelques espèces de se reproduire de nouveau sur le domaine, telles que le Héron pourpré ou le Busard des roseaux, appréciant les roselières inondées.

La pluviométrie a également permis le remplissage de nos mares, ce qui a bénéficié à la reproduction des amphibiens dont les tritons. De nombreuses larves de tritons palmés, alpestres et crêtés ont ainsi pu être observées lors de notre suivi annuel (protocole PopAmphibien).

Suite à l'assec de l'étang Praillebard réalisé en 2023, cultivé en avoine, l'étang Boufflers a été vidangé (permettant le remplissage de Praillebard), puis pêché en janvier 2024 pour récupérer les poissons et permettre d'empoissonner ce dernier. Un assec cultivé devait être réalisé sur Boufflers en 2024 mais a finalement été reporté au regard de la pluviométrie.

En 2023, la Fondation a lancé de gros travaux de réfection des fossés d'alimentation de ses étangs. Ces



Vue aérienne de l'étang Praillebard, enfin rempli, le 17 mai 2024
[Photo : F. Debias]

derniers n'avaient plus été curés depuis de trop nombreuses années et étaient fortement envasés, empêchant un bon écoulement de l'eau. Les travaux ont donc tout d'abord consisté à rouvrir les accès en faisant intervenir un broyeur forestier, permettant ensuite le passage d'une pelle mécanique pour réaliser le curage. L'objectif à terme sera d'entretenir en interne ces accès (broyage annuel de la végétation) ce qui permettra le passage d'engins pour divers travaux. En plus de l'utilité de pouvoir entretenir plus facilement ces fossés, majoritairement situés en milieu forestier, la création de ces layons permet également de recréer des écotones (zone de transition entre deux écosystèmes) favorisant la biodiversité de toutes les espèces qui aiment fréquenter les lisières. Du deux-en-un en quelque sorte !

Photos d'un fossé avant et après réalisation
d'un accès et de son curage
(Photo : T. Beroud/FPV)



DE NOUVELLES ESPÈCES D'OISEAUX OBSERVÉES SUR LE DOMAINE

Oie rieuse (*Anser albifrons*):

Quatre individus ont stationné sur l'étang Prail-lebard au mois de février 2024 pendant un mois environ. Rare mais régulière en Dombes, cette espèce n'avait jamais été observée sur le domaine.



Oie rieuse

Bruant proyer (*Emberiza calandra*):

Un mâle chanteur a été détecté par Maurice Benmergui, lors de son suivi annuel des oiseaux paludicoles dans les prairie Vierre du Loup, au sein du parc. Il a été entendu ensuite régulièrement durant tout le mois de juin 2024.



Bruant proyer

Fauvette babillarde (*Sylvia curruca*):

Un jeune individu a été capturé lors de la session STOC Capture du 26 juin 2024. L'espèce était connue sur le domaine (un ou deux mâles chanteur(s) entendu(s) annuellement) mais sa reproduction n'avait pas été avérée.



Fauvette babillarde

Une belle surprise a également eu lieu lors du programme SEJOUR durant lequel 18 individus différents de Gorgebleue à miroir ont été capturés puis bagués (sur un mois de capture, voir l'article dédié) ! Cette espèce ne se reproduit plus en Dombes depuis la fin des années 1980, mais il est toujours intéressant de savoir que de nombreux individus la

traversent pour rejoindre leurs quartiers d'hivernage. Cela démontre également l'intérêt de mettre en place des suivis tels que le programme SEJOUR ou le STOC Capture mais également de conserver des habitats favorables à leur halte migratoire (ce qui est par ailleurs valable pour de nombreuses autres espèces). (Photos : M. Benmergui)

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES

THÈSES SOUTENUES

Les deux premières thèses cofinancées par la Fondation Pierre Vérots ont été soutenues :

- La première, menée par Mme Charlotte Robichon, a été soutenue le 21 décembre 2023 et portait sur le « *Déterminisme du développement et de la toxicité des cyanobactéries benthiques en rivières* ». Un article issu de ses résultats a été publié dans Les Cahiers Scientifiques de la Fondation Pierre Vérots n°10 [juillet 2024], accessible en ligne sur notre site Internet.
- La seconde, menée par M. Cédric Béraud, a été soutenue le 19 juillet 2024 et portait sur les « *Stratégies végétales de contrôles des microorganismes du cycle de l'azote des sols chez le modèle envahissant Renouées du Japon* ». Un article sera publié dans un prochain numéro des Cahiers Scientifiques faisant état des principaux résultats.

NOUVELLE THÈSE

Une nouvelle thèse, cofinancée par la Fondation et l'INRAE, a débuté fin décembre 2023. Menée par M. Clément Lobreau, elle porte sur les « Influences d'essences forestières sur les communautés microbiennes du cycle de l'azote et sur les services écosystémiques ».

Sujet :

Le manque d'azote est souvent un facteur limitant de la croissance végétale dans l'environnement. Les végétaux et les microorganismes, notamment les bactéries, entrent en compétition pour cet élément qui est indispensable pour la photosynthèse, mais aussi pour la synthèse d'acides aminés. Les essences forestières ont donc développé différentes stratégies pour absorber l'azote afin de subvenir à leurs besoins nutritionnels. Parmi les plus répandues on trouve, i) l'inhibition de la nitrification (qui empêche le passage de l'ammonium (NH₄⁺) en nitrate (NO₃⁻)), ii) la stimulation de la nitrification et iii) la fixation de l'azote atmosphérique (N₂) en impactant les communautés microbiennes. Ces dernières jouent en effet un rôle

dans les réactions chimiques des étapes du cycle de l'azote, mais rendent également un certain nombre de services écosystémiques tels que l'augmentation de la qualité de l'eau ou la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Jusqu'à présent, nous ne disposons que de très peu d'informations sur l'impact des espèces forestières sur les communautés bactériennes du cycle de l'azote et sur les services écosystémiques qui en découlent. Cette étude a donc pour but de comprendre ce phénomène et ses implications à l'échelle du bassin versant. Pour ce faire, 4 essences forestières ont été sélectionnées selon leur stratégie d'acquisition de l'azote : le douglas, l'épicéa, le hêtre et l'aune glutineux.

Cette thèse se divise en 2 axes :

- (1) l'étude de l'influence de ces essences forestières sur les communautés microbiennes et sur les traits fonctionnels (photosynthèse, taille du système racinaire, etc.) qui pourraient expliquer cette influence,
- (2) l'étude de l'impact des essences forestières, au travers des communautés microbiennes, sur les services de qualité de l'eau et de régulation du climat.

PROJET SONOSYLVA

Le domaine de Praillebard a été retenu, avec une centaine d'autres sites français, pour participer au projet SONOSYLVA (collaboration OFB/MNHN).

L'objectif principal de ce projet est de contribuer à l'établissement d'un suivi à long terme de la biodiversité des milieux forestiers par l'acoustique. Cela permettra également de mieux quantifier le niveau de pollution sonore. Le principe ? Un microphone, fixe, a été installé dans notre

forêt et a été programmé pour enregistrer une minute toutes les 15 minutes, un jour sur deux, de début mars à fin septembre.

Les sons enregistrés seront analysés avec ceux des autres sites pour décrire la composition des paysages sonores (soit un total de plus d'un million de fichiers et 18 000 heures d'enregistrement !)

Pour en savoir plus, n'hésitez pas à consulter le site Internet dédié : <https://www.sonosylva.cnrs.fr>

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES 2023-2024

(issues de conventions signées avec la FPV ou avec son concours) :

Fontanilles, A., Wezel, A., Rouifed, S., Guerin, M., Vanacker, M., Arthaud, F., Robin, J. **2023**. Disturbance and resilience of aquatic plant communities in fish ponds after temporary dry periods. *Aquat. Ecol.* 57, 1–13, <https://doi.org/10.1007/s10452-023-10032-y>

Richoux, Ph. & Texier, E. **2023**. *Cicindela transversalis* Dejean, 1822 en France (Coleoptera, Cicindelidae). *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 2023, 92 (7-8) : 201-208

Robichon C., **2023**. Déterminisme du développement et de la toxicité des cyanobactéries benthiques en rivière. Thèse de Doctorat, Université Lyon 1, 161p.

Barrere J., Boulanger V., Collet C., Beroud T., Bonnal L., & Saïd S. **2024**. La simulation d'abroutissement : un outil pour mieux comprendre l'effet de l'herbivorie par les cervidés sur les jeunes plants de Chênes. *Revue forestière française*, 75(1), 15-24.

Béraud, C., Piola, F., Gervais, J., Meiffren, G., Creuzé des Châtelliers, C., Delort, A., Boisselet, C., Poussineau, S., Lacroix, E., Cantarel, A.A.M. **2024**. Biological denitrification inhibition (BDI) on nine contrasting soils: an unexpected link with the initial soil denitrifying community. *Soil Biol. Biochem.*, 188, [10.1016/j.soilbio.2023.109188](https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.109188)

Béraud, C., Cantarel, A.A.M., Gervais, J., Creuzé des Châtelliers, C., Delort, A., Boisselet, C., Poussineau, S., Lacroix, E., Piola, F. **2024**. Impact of two acquisitive plants on N cycle on different soils: The invasive *Fallopia japonica* does it and so does the native *Dactylis glomerata*! *Applied Soil Ecology*, 200, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105467>

Béraud, C., **2024**. Stratégies végétales de contrôle des microorganismes du cycle de l'azote des sols chez le modèle envahissant Renouées du Japon. Thèse de Doctorat, Université Lyon 1, 292p.

Prudhomme J. C., 2024. Une étude locale de la biodiversité : inventaire des coléoptères du domaine de la Fondation Pierre Vérots à Saint-Jean-de-Thurigneux (Ain, France). 8. Additions, corrections et bilan. *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon*, 93 (5-6) : 121-152.

RETOUR SUR LE 4^e COLLOQUE DE LA FONDATION

« CHANGEMENTS GLOBAUX ET ZONES HUMIDES »

Par Philippe Normand,
Président du Comité Scientifique
de la Fondation Pierre Vérots

Ce 4^e colloque organisé par la Fondation Pierre Vérots a réuni au Parc des Oiseaux les 24, 25 et 26 septembre 2024 une cinquantaine de participants venant du monde des gestionnaires des zones humides, des collectivités territoriales et du monde académique pour échanger sur les conséquences des changements globaux et zones humides.

Quatre thèmes ont ainsi été abordés : 1- Un état des lieux des changements globaux, 2- Leurs impacts sur la biodiversité et l'environnement, 3- Leurs impacts sanitaires et sociétaux et 4- Le mode d'adaptation des politiques règlementaires.

Une première intervention par Monsieur Henri CORMO-RECHE, maire de Mionnay et membre du Conseil d'Administration de la Fondation, a souligné l'importance des zones humides pour les populations humaines de la Dombes.

Puis la conférence introductive de Bruno DAVID (ancien Président du Museum National d'Histoire Naturelle) a

porté sur les différents types de changements globaux, qui affectent les climats mais aussi l'évolution de la biodiversité, un concept encore mal perçu alors qu'un déclin s'accélère dans tous les écosystèmes mondiaux.

La session "Etat des lieux" a permis d'identifier les changements climatiques à l'échelle des temps géologiques et de discuter du lien causal entre gaz à effet de serre et climat. Une étude sociologique a permis de mieux comprendre les valeurs associées aux zones humides, qu'elles soient stagnantes ou d'eaux courantes. Une vue d'ensemble des lacs de petite et grande taille et des importants services écosystémiques qu'ils rendent a été ensuite proposée. En complément, à l'échelle des étangs de la Dombes, un aperçu des différentes pratiques de gestion et de leur impact sur la productivité des étangs a été présenté. La présentation suivante a montré la nécessité de mettre en place un réseau sur le long terme à une échelle infra-horaire de mesure de la température des eaux à différentes profondeurs dans les lacs afin de suivre l'évolution de ce paramètre fondamental du changement climatique de façon comparative. Enfin, nous avons pu comprendre le rôle hégémonique des cyanobactéries dans les zones humides en réponse aux changements de température et à l'eutrophisation et dont les proliférations peuvent s'accompagner d'un risque toxique pour la santé humaine et animale.

La session "Impacts des changements globaux sur la biodiversité et l'environnement" a débuté par une description des tendances, pressions et solutions impactant la biodiversité des zones humides méditerranéennes. L'exposé suivant a permis de mieux comprendre le rôle des microorganismes du sol dans les services écosystémiques et leur résistance surprenante aux stress thermiques. L'impact des déchets plastiques, qui sont en augmentation constante, sur la

Ouverture du colloque par
M. Jean-Pierre POLY, Président
de la Fondation Pierre Vérots
(Photo : T. Beroud/FPV)



faune aquacole ainsi que la nécessité d'identifier les sources de macro-plastiques a ensuite été abordé. Un exposé sur la pollution lumineuse a montré son impact sur différentes composantes de l'écosystème et notamment les relations trophiques entre végétaux et animaux. Enfin, la session s'est terminée sur une description de l'impact de plusieurs espèces végétales et animales exotiques envahissantes sur les écosystèmes humides.

La session "Impacts sanitaires et sociétaux des changements globaux" a débuté par un exposé sur le lien non avéré entre les pratiques des pisciculteurs et la dynamique des gaz à effet de serre. La pose de panneaux photovoltaïques flottants, qui est en plein essor, a ensuite été discutée ainsi que son impact écologique en termes de productivité et d'équilibres écologiques. Le risque de maladies zoonotiques dans les zones humides qui fait l'objet de nombreux fantasmes a été discuté en lien avec les rongeurs semi-aquatiques comme potentiels vecteurs. L'approche « One Health » (Une seule santé) a été décrite à travers le risque de transmission d'arbovirus par les différentes espèces de moustiques. Enfin, une étude sociologique des attentes et pratiques des pisciculteurs dombistes a été décrite et assortie de recommandations pour accompagner la filière halieutique dombiste pour faire face aux changements climatiques.

La session "Adaptation des politiques de gestion aux changements globaux" a débuté par un exposé montrant les effets positifs de l'action humaine en matière de zones humides à travers l'exemple des plaines alluviales du Rhône. Puis, l'intervention du Maire d'une de nos communes de la Dombes sur la gouvernance de nos territoires lui a permis d'insister sur la nécessité de dialogue entre les différents acteurs des territoires. Les atouts et les limites de la plantation de sorgho en remplacement de celle du maïs pour l'adaptation des exploitations agricoles au changement climatique ont été largement commentés. Un exposé présenté par l'APPED a porté sur l'adaptation de la pisciculture au changement climatique en Dombes. Enfin, la démarche Life Natur'Adapt en Auvergne-Rhône-Alpes a permis de décrire la création et la gestion des aires protégées et les premières réponses qu'elles apportent à la protection des écosystèmes.

Ce colloque organisé par la Fondation Pierre Vérots a permis de saisir l'importance des défis auxquels les zones humides comme la Dombes doivent faire face et de mettre en avant quelques pistes pour maintenir les équilibres écologiques et la productivité piscicole, et de façon plus large les services écosystémiques rendus par les zones humides. Un accent particulier a porté sur la nécessité de promouvoir les discussions entre les parties prenantes qui seules permettront d'organiser notre adaptation aux changements globaux en cours.

Si vous souhaitez en savoir plus, les actes du colloque sont disponibles sur notre site Internet (onglet « Médiathèque » puis « Documents divers » ou au lien suivant : <https://www.fondation-pierre-verots.fr/wp-content/uploads/2024/11/Programme-Colloque-Fondation-PierreVerots-2024.pdf>) dans lesquels vous retrouverez les résumés de chaque communication, ainsi qu'un lien vidéo vous permettant d'y assister.



VOUS TROUVEREZ CI-APRÈS LA LISTE DE TOUTES LES COMMUNICATIONS PRÉSENTÉES LORS DE CE COLLOQUE

Allocutions d'accueil

Henri CORMORECHE : Président du Parc des Oiseaux

Jean-Pierre POLY : Président de la Fondation Pierre Vérots

Discours introductif

Biodiversité, quelle importance ?

Bruno DAVID : Ancien Président du Muséum National d'Histoire Naturelle

Session 1 : Etats des lieux

Les glaces polaires : mémoires de notre environnement

Jean-Robert PETIT : Université de Grenoble Alpes

Le paysage des zones humides : connaissances, actions, émotions

Yves-François LE LAY : Ecole Normale Supérieure de Lyon

Shallow Lakes and Ponds as Potential Hotspots of Ecosystem Services, a Global Perspective

Björn WISSEL : Université Claude Bernard Lyon 1

Qualité de l'eau des étangs continentaux : quels impacts du changement climatique ?

Joël ROBIN : ISARA

RNT-PE : le réseau national de suivi à haute fréquence de la température des plans d'eau français

Rosalie BRUEL : OFB, Pôle R&D ECLA

Cyanobactéries et changements climatiques

Catherine QUIBLIER : Muséum National d'Histoire Naturelle

Session 2 : Impacts sur la biodiversité et l'environnement

La biodiversité des zones humides méditerranéennes : tendances, pressions et solutions

Thomas GALEWSKI : Tour du Valat

The soil microbiome and climate change: understanding capacity for resilience

Ashley SHADE : Université Claude Bernard Lyon 1

Impacts des déchets plastiques sur la faune aquacole

Gaëlle DARMON / Claude MIAUD : WAO Nature et Conservation / CEFE-CNRS-EPHE

Effet de la pollution lumineuse sur les végétaux de zones humides

Sara PUIJALON : Université Claude Bernard Lyon 1

Espèces exotiques envahissantes dans les zones humides

Héctor RODRIGUEZ-PEREZ : OFB, Pôle R&D ECLA

Vue de la queue
de l'étang Praillebard
(Photo : FPV)



Session 3 : Impacts sanitaires et sociétaux

Effects of management on water quality in aquaculture ponds

Zoraida J. QUIÑONES-RIVERA / Emma MARI : Université Claude Bernard Lyon 1

Le photovoltaïque flottant : état des connaissances sur leur impact écologique

Fanny COLAS : Université Claude Bernard Lyon 1

Risque de maladies zoonotiques et zones humides en France, présomption d'innocence des rongeurs semi-aquatiques

Florence AYRAL : VetAgro Sup

Comprendre, anticiper, et prévenir la transmission d'arbovirus par les moustiques : l'approche One Health en application dans les Dombes

Vincent RAQUIN : INRAE-UCBL-EPHE-PSL

Les pisciculteurs dombistes, une espèce menacée ?

Corinne PIQUEMAL / Raphaël CHEMOUNI : VetAgro Sup

Session 4 : Adaptation des politiques de gestion

Restauration hydraulique et écologique des plaines alluviales du Rhône, bilan et perspectives

Jean-Michel OLIVIER : Université Claude Bernard Lyon 1

Dombes, gouvernance et concertation locales pour la préservation d'une zone humide d'intérêt national et international

Ludovic LOREAU / Pierre LEVISSE : Communauté de Communes de la Dombes

Atouts et limites du sorgho pour l'adaptation des exploitations agricoles au changement climatique et potentiel d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre

Clément BARDON : Chambre d'Agriculture de la Drôme

Adaptation de la pisciculture au changement climatique en Dombes

Jules BLANC : Association Promotion du Poisson des Etangs de la Dombes

Les questions posées par le changement climatique pour la création et la gestion des aires protégées et premières réponses : la démarche Life Natur'Adapt en Auvergne-Rhône-Alpes

Olivier RICHARD / Christian SCHWOEHRER : DREAL Auvergne-Rhône-Alpes / ASTERS/CEN 74

Discours de clôture

Jean-Pierre POLY : Président de la Fondation Pierre Vérots

Philippe NORMAND : Président du comité scientifique



Couple de Tadornes de Belon
(*Tadorna tadorna*)
lors d'un assec
de l'étang Praillebard
[Photo : T. Beroud/FPV]

MISE EN PLACE DE NOUVEAUX SUIVIS

DES OISEAUX

PAR BAGUAGE POUR MIEUX COMPRENDRE LA MIGRATION POSTNUPTIALE DES OISEAUX

Cet article est une synthèse adaptée du rapport annuel rédigé par les deux bagueurs responsables du programme (Gérard Goujon et Thibaut Lacombe).



Rougequeue à front blanc
(photo : T. Beroud/FPV)

La Fondation Pierre Vérots participe au Programme National de Recherche sur les Oiseaux (PNRO) piloté par le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO), basé au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

En 2023, une station de baguage a été mise en place sur le domaine de Praillebard pour contribuer au programme national de suivi temporel des oiseaux communs par capture (STOC capture) qui vise à documenter et quantifier sur le long terme les processus démographiques sous-tendant les variations d'abondance relative des passereaux communs en France, en période de reproduction (voir La Lettre FPV n°31 : étude de la reproduction des passereaux sur le domaine). En 2024, la Fondation s'est engagée sur deux autres programmes nationaux animés par le CRBPO nécessitant également le baguage des oiseaux : le protocole SEJOUR de halte migratoire dont l'objectif est de caractériser et quantifier sur le long terme les stratégies de haltes migratoires des passereaux communs en France et le protocole ACROLA qui se focalise sur le Phragmite aquatique, espèce continentale la plus menacée d'Europe et qui a pour objectifs d'estimer les effectifs en transit en France, d'évaluer l'importance relative de chaque site de halte migratoire post-nuptiale, de caractériser l'habitat autour du site de capture (échelle locale et régionale) et d'évaluer les ressources alimentaires du site de baguage.

1. Présentation des deux protocoles de baguage mis en place en 2024 sur le domaine de Praillebard

1.1 - Thème SEJOUR

Le but du thème SEJOUR est de collecter des données de baguage qui permettent de quantifier les stratégies de halte migratoire (probabilité d'arrivée et de départ, temps de séjour, taux d'engraissement, nombre d'oiseaux en transit), et ce, sur un réseau de sites déployés

sur tout le territoire national, et dans les principaux habitats accueillant des concentrations de passereaux migrants. Ce thème SEJOUR est la poursuite des protocoles des décennies passées sur les stratégies de migration des passereaux paludicoles, mais avec un effort accru de standardisation de collecte des données afin de maximiser leur qualité pour l'étude des stratégies de halte migratoire. La prise systématique de mesures biométriques et de l'état de mue est indispensable pour caractériser le lien entre halte migratoire, engraissement et phénologie de mue (cette dernière différant entre individus locaux et migrants).

Mise en place du protocole :

- Une station SEJOUR cible un seul habitat dominant, la roselière dans le cas de Praillebard ;
- Minimisation des effets de bord avec une station au maximum circulaire ;
- Nombre de filets constant d'un jour sur l'autre et d'une année sur l'autre. La position des dispositifs de capture est également constante au sein d'une période de migration mais peut être ajustée d'une année sur l'autre pour maintenir l'attractivité pour les espèces cibles ;
- Baguage tous les jours ;
- Repasse (=émission d'un chant enregistré) obligatoire pour les espèces cibles (Phragmite des joncs, Rousseau effarvate, Pouillot fitis et Gorgebleue à miroir) ;
- Tous les autocontrôles et allocontrôles¹, y compris intra-journaliers, sont notés.

Un total de 192 m de filets a été déployé sur Praillebard, soit 16 filets répartis en 5 travées.

1.2 - Thème ACROLA

La France joue un rôle important pour la conservation du Phragmite aquatique (*Acrocephalus paludicola*) en migration post-nuptiale. Une proportion importante de

1. Un contrôle est un acte de recapture physique, visuelle ou électronique d'un oiseau vivant déjà bagué, soit par le bagueur lui-même, soit par une autre personne au sein du même programme personnel (il s'agit alors d'un auto-contrôle), soit par un autre bagueur/personne (il s'agit alors d'un allo-contrôle).

l'espèce transite par la France chaque été en migration, de juillet à octobre. Ce pourrait être le cas également en migration pré-nuptiale au regard des captures et contacts réalisés sur le littoral méditerranéen en avril-mai entre 2009 et 2012, en comparaison des connaissances actuelles de la migration printanière en Europe. Un groupe de travail composé de bagueurs et du CRBPO s'est constitué dès 2007 pour proposer un thème de recherche spécifique à l'espèce en migration post-nuptiale : le thème ACROLA, au titre de l'Axe 2 du PNRO du CRBPO (MNHN).

Ce thème est ouvert aux bagueurs qui veulent œuvrer pour l'étude et la conservation de l'espèce en France. Les résultats permettent notamment la valorisation et la prise en compte de l'espèce dans les outils internationaux de conservation : Mémoire d'entente de la Commission for Migratory Species (CMS) chargée d'appliquer la convention de Bonn pour l'ONU, et le plan d'action international. La CMS et le plan d'action international ont fixé en 2009 l'objectif de sortir le Phragmite aquatique de la liste rouge de l'UICN à l'horizon 2020. Deux critères sont déterminants pour atteindre cet objectif : la stabilité des effectifs nicheurs et un commencement de recolonisation d'anciens sites de reproduction.

Afin de participer en France à atteindre cet objectif global, le thème ACROLA cherche donc à estimer les effectifs en transit en France, mieux comprendre la stratégie migratoire post-nuptiale (voies, phénologie, âge ratio, temps de séjour, engraissement...) et caractériser l'habitat de capture (échelle locale et régionale). Pour atteindre ces trois objectifs, le thème propose un protocole standardisé applicable dans la plupart des sites où l'espèce est susceptible de migrer (incluant les sites continentaux à roselières).

Mise en place du protocole :

- Une unité de capture correspond à 3 filets alignés de 12m = 36m. Deux unités ont été déployées sur Praillebard ;
- Une repasse ciblée sur le Phragmite aquatique par unité ;
- Capture tous les jours de 1h avant le lever du soleil à midi ;
- Relevés des habitats d'espèce.

Un nouveau camp de baguage a donc été lancé sur le domaine de la Fondation, permettant de combler un manque concernant l'étude de la halte migratoire dans l'Est de la France. La station de baguage est située dans la queue de l'étang Praillebard, de part et d'autre de son



Vue de la station de baguage de Praillebard en 2024
(Photo : T. Lacombe)

bief au niveau d'une mosaïque de roselières de faibles dimensions entrecoupées de prairies humides à *Phalaris* et de saulaies.

Les protocoles des thèmes SEJOUR et ACROLA ont été menés tous les matins du 10 août au 7 septembre 2024. Les captures n'ont pu être réalisées sur deux matinées, les 21 août et 6 septembre, faute d'une météo favorable. Les protocoles SEJOUR et ACROLA ont cumulé un total de 148h30 de capture.

Sous la responsabilité de deux bagueurs agréés par le CRBPO (Gérard GOUJON et Thibaut LACOMBE), ce sont ainsi 16 personnes (5 bagueurs agréés et 11 aides bagueurs) qui se sont succédé sur le camp pendant un mois pour cette première année de lancement.



Une partie de l'équipe composée de bagueurs et d'aides-bagueurs
(Photo : T. Beroud/FPV)

2. Résultats synthétiques 2024

Le nombre total de captures s'élève à 1 248 individus (901 individus bagués, 347 contrôlés) répartis dans 34 espèces.

Les détails sont présentés dans le tableau ci-dessous :

ESPÈCE	BAGUAGE	CONTRÔLE	TOTAL
Pouillot fitis	186	4	190
Fauvette à tête noire	171	10	181
Rousserolle effarvatte	158	195	353
Phragmite des joncs	89	56	145
Mésange bleue	63	19	82
Rougegorge familier	49	6	55
Martin-pêcheur d'Europe	46	21	67
Gobemouche noir	30	1	31
Gorgebleue à miroir	18	7	25
Pouillot véloce	18	4	22
Fauvette des jardins	11	0	11
Fauvette grisette	10	1	11
Bruant des roseaux	7	3	10
Bouscarle de Cetti	5	10	15
Cisticole des joncs	5	2	7
Hypolaïs polyglotte	5	0	5
Locustelle tachetée	4	0	4
Rougequeue à front blanc	4	0	4
Mésange charbonnière	3	0	3
Rousserolle turdoïde	2	3	5
Blongios nain	2	5	7
Torcol fourmilier	2	0	2
Marouette ponctuée	2	0	2
Grimpereau des jardins	1	0	1
Geai des chênes	1	0	1
Hirondelle rustique	1	0	1
Pie-grièche écorcheur	1	0	1
Locustelle lusciniôide	1	0	1
Gobemouche gris	1	0	1
Tarier des prés	1	0	1
Pouillot siffleur	1	0	1
Râle d'eau	1	0	1
Merle noir	1	0	1
Chevalier cul-blanc	1	0	1
Total général	901	347	1248

Tableau 1 : Bilan des captures (thèmes SEJOUR et ACROLA) à Praillebard en 2024.

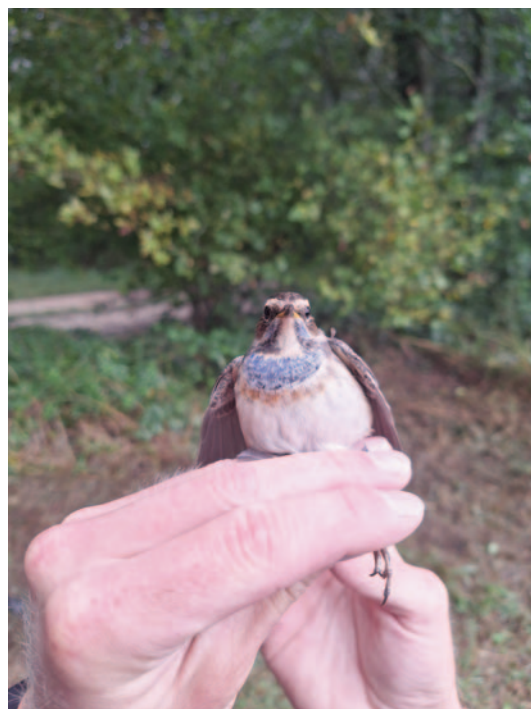
Deux contrôles d'oiseaux bagués hors des limites de la Fondation ont été réalisés :

- un Phragmite des joncs dans sa 1^{ère} année bagué le 21/08/2024 à Veldiger Buitenlanden (Anvers) aux Pays-Bas et contrôlé à Praillebard le 01/09/2024, soit 750 km en 11 jours.
- un Pouillot fitis dans sa 1^{ère} année bagué le 15/08/2024 à Heer hamsterreservaat (Maastricht) aux Pays-Bas et contrôlé à Praillebard le 20/08/2024, soit 550 km en 5 jours.

Les premières analyses réalisées ne permettent pas d'observer de différence significative entre les espèces transsahariennes et migratrices partielles concernant le gain de masse journalier. Le cortège des espèces en halte migratoire montre en revanche un gain de masse journalier significativement supérieur à celui du cortège des espèces nicheuses localement. Ce résultat met en évidence la capacité des habitats du site à fournir aux individus en halte migratoire une ressource alimentaire suffisante pour permettre un gain de masse rapide.



Martin-pêcheur d'Europe
(Photo : T. Beroud/FPV)



Gorgebleue à miroir
(Photo : T. Beroud/FPV)

Les données de baguage et de contrôles recueillies sur chaque oiseau capturé sont transmises au CRBPO qui les analysera avec l'ensemble des données recueillies sur les stations de baguage dédiées à ces programmes, mis en place sur le territoire national.

3. Premier bilan

Les analyses et conclusions actuellement possibles suite à la première année du protocole SEJOUR demeurent limitées et devront être consolidées par des années de suivi supplémentaires. Ce premier bilan met toutefois en avant plusieurs caractéristiques intéressantes du site:

- Des effectifs modérés (moyenne journalière = 47 captures), qui correspondent aux attendus au regard de la taille de la roselière dans un contexte où les oiseaux ne sont pas canalisés ;

- Mise en évidence d'un passage migratoire et de l'intérêt du site comme halte migratoire pour la prise de masse.
- Captures d'espèces non détectées sur le site jusqu'alors (par exemple : la Gorgebleue à miroir) ;
- Taux de contrôle intéressant pour les espèces cibles (Rousserolle effarvée et Phragmite des joncs par exemple), ce qui répond à l'objectif premier du protocole ;
- Programme qui vient pallier un manque d'informations concernant la migration dans la partie Nord du bassin rhodanien ;
- Intérêt comme site de formation pour les stagiaires (aides-baguteurs) en formation.

Un petit film de présentation illustrant ce programme a été réalisé par Thibaut Lacombe. N'hésitez pas à le visionner sur notre site Internet (page d'accueil puis Actualités) ou au lien suivant :

<https://vimeo.com/1007406262?share=copy>

FOCUS SUR LA RÉPARTITION ET LES STRATÉGIES MIGRATOIRE DES PRINCIPALES ESPÈCES CIBLES

GORGEBLEUE À MIROIR (*Luscinia svecica*)

Répartition de l'espèce en période de reproduction :

L'espèce se reproduit depuis l'Espagne et la France jusqu'à l'extrême Est de l'Asie et l'Alaska. Elle exploite en reproduction les zones humides douces, saumâtres ou salées riches en héliophytes et saules. Elle peut également fréquenter des plaines agricoles (colza). Deux sous-espèces nichent en France : *namnetum* sur la façade atlantique et *cyaneola* au Nord d'une ligne reliant la Normandie et Rhône-Alpes. L'espèce est une hivernante rare en France. Elle peut séjourner en faibles effectifs sur le littoral méditerranéen.

La Gorgebleue à miroir ne se reproduit plus en Dombes depuis la fin des années 1980.

Stratégie migratoire : Il s'agit d'une espèce migratrice stricte avec des stratégies de migration et des distances parcourues variables selon les populations. *Svecica* (Scandinavie) migre majoritairement vers le sous-continent indien. *Cyaneola* (Europe continentale) migre sur un large front orienté N-E/S-W. et hiverne dans une vaste zone allant de la péninsule Ibérique à l'Afrique subsaharienne. *Namnetum* s'étend le long des



(Photo : H. Machouk)

côtes portugaises, andalouses et nord-africaines. En halte, l'espèce fréquente les phragmitaies et les saulaies, les jonchaies, les scirpaies... où l'espèce recherche sa nourriture au sol. Le pic de passage pré-nuptial s'étend de début mars à fin avril. Une étude française a enregistré une migration entre le Maroc et le bassin d'Arcachon en 2-4 jours (GLS). La migration post-nuptiale débute en août pour se terminer mi-octobre. Des déplacements enregistrés ont montré une moyenne de 3 haltes de 9 jours en péninsule ibérique pour une durée de migration totale de 36-40 jours.

POUILLOT FITIS (*Phylloscopus trochilus*)



(Photo : T. Lacombe)

Répartition de l'espèce en période de reproduction :

Le Pouillot fitis présente une aire de répartition qui s'étend des cantabriques à l'Anadyr. Seule la forme nominale niche en France. En France il occupe une large

moitié nord du pays, où les températures moyennes annuelles sont inférieures à 12°C. Il recherche des habitats proposant une strate herbacée et buissonnante développée mais une strate arbustive limitée. Il s'agit en général des premiers stades de régénération et des jeunes plantations.

Stratégie migratoire : C'est un migrateur strict dont l'ensemble de la population hiverne en Afrique subsaharienne. Les oiseaux d'Europe de l'ouest et du sud de la Suède empruntent essentiellement une voie occidentale tandis que les oiseaux les plus nordiques et orientaux suivent une voie empruntant l'est de la Méditerranée.

L'estimation basse de la population migratrice susceptible de survoler la France dépasse 50 millions. Le front de migration printanier se décale vers l'est avec un pic marqué dans les deux premières semaines d'avril. Ce pic est observé fin août-début septembre lors de la migration post-nuptiale.

ROUSSEROLLE EFFARVATTE (*Acrocephalus scirpaceus*)



(Photo : T. Lacombe)

Répartition de l'espèce en période de reproduction :

La Rousserolle effarvatte est une espèce polytypique occupant une large gamme de roselières dans les régions ouest-paléarctique, Moyen-Orient et subsaharienne. Elle recherche des phragmitaies de dimensions diverses mais présentant une hauteur minimale de 1.2m et dont la densité est supérieure à 40 tiges/m². En France, elle occupe la totalité du littoral Manche-Atlantique ainsi que l'ensemble des régions d'étangs et vallées alluviales à l'exception du bassin de la Garonne. Sa distribution se situe majoritairement en dessous de 500m mais peu atteindre en reproduction 970m dans les Alpes au lac de Pelleautier et au Marais de Manteyer.

L'espèce semble avoir localement bénéficié de l'augmentation des températures qui se traduit chez ce migrateur transsaharien par une date de retour pré-nuptial et un début de nidification plus précoces permettant à une plus grande proportion des femelles de faire une seconde ponte.

Stratégie migratoire : L'espèce est migratrice stricte. Les populations de Rousserolles effarvattes présentent deux larges axes de migration : une voie orientale concernant les oiseaux d'Europe centrale et d'Europe de l'Est qui passeront l'hiver en Afrique de l'Est en passant par la Turquie et une seconde concernant les oiseaux d'Europe de l'Ouest et de Fennoscandie. En migration post-nuptiale, ces oiseaux convergent vers la France et la péninsule ibérique pour rejoindre leurs quartiers d'hivernage en Afrique de l'Ouest. La migration pré-nuptiale est sensiblement similaire.

L'espèce fréquente en migration des habitats variés incluant un grand panel d'habitats buissonnants. Il est probable que les adultes exploitent une voie plus directe et continentale que les jeunes qui utilisent la façade atlantique comme voie principale.

Au printemps, la migration s'étale entre début avril et fin juin. A l'automne, la migration est plus étalée dans le temps et débute mi-juillet pour se terminer fin octobre.

PHRAGMITE DES JONCS (*Acrocephalus schoenobaenus*)

Répartition de l'espèce en période de reproduction :

L'espèce présente une aire de répartition qui s'étend de l'ouest de la France et des îles Britanniques à la Sibérie centrale. En France, sa répartition est fragmentée et limitée au nord-ouest d'une diagonale reliant la Moselle à la Gironde, en dessous de 500m d'altitude. Au sud de cette limite, des noyaux de population isolés sont implantés comme dans la Dombes.

Le Phragmite des joncs recherche des habitats humides à végétation palustre dense parsemée de taillis arbusitifs. Il niche dans les mégaphorbiaies, les linéaires d'hélophytes, les roselières atterries...

Stratégie migratoire : C'est un migrateur strict qui passe l'hiver en Afrique sub-saharienne dans une vaste région allant du Sénégal à l'Éthiopie. Plusieurs axes de migration se distinguent au sein d'un front de migration large en Europe de l'Ouest. Les populations britanniques, de Norvège, du Benelux et de France migrent le long des côtes occidentales du Benelux et de la France jusqu'en péninsule ibérique. Cependant, il existe une voie secondaire par l'Est de l'hexagone qui rejoint l'Espagne par le



[Photo : H. Machouk]

littoral méditerranéen. Les oiseaux de Suède et Finlande empruntent une voie de migration centrée sur l'Europe centrale et notamment sur l'Italie. Les adultes empruntent généralement des voies de migration plus directes et plus rapides.

Le pic de la migration pré-nuptiale intervient dans les deux dernières décades d'avril et entre mi-août et mi-septembre pour la migration post-nuptiale. La durée moyenne de halte dans l'estuaire de la Seine est de +/- 4.2 jours. Sa période de présence en France s'est avancée de plus de 15 jours en 20 ans.

ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ

DES TRICHOGRAMMES,

PARASITOÏDES OOPHAGES AU SEIN DES

ÉCOSYSTÈMES DE LA FONDATION PIERRE VÉROTS :

POURQUOI S'INTÉRESSER À CES PETITES BÊTES ?

**Géraldine Groussier
& Laurent Kremmer**

Université Côte d'Azur, INRAE,
CNRS, ISA – Sophia-Antipolis,
France

Mail :
geraldine.groussier@inrae.fr,
laurent.kremmer@inrae.fr

Les trichogrammes, ces minuscules insectes parasitoïdes, méconnus du grand public, jouent pourtant un rôle crucial dans la régulation des populations d'insectes notamment des populations de lépidoptères ravageurs de cultures et dans le maintien des équilibres écologiques. Leur diversité fascinante et leurs adaptations extraordinaires en font des acteurs incontournables des écosystèmes terrestres.

Imaginez-vous dans un monde où des créatures minuscules, à peine visibles à l'œil nu, travaillent silencieusement pour maintenir l'harmonie de la nature. Bienvenue dans le monde des trichogrammes.

Ces petites guêpes, dont la taille varie généralement de 0,3 à 1,0 millimètre, appartiennent à la famille des Trichogrammatidae, faisant partie de l'ordre des Hyménoptères. Malgré leur petite taille, ils ont un impact significatif sur les écosystèmes terrestres. Leur mode de vie parasitoïde est particulièrement remarquable : les femelles pondent leurs œufs à l'intérieur des œufs d'autres insectes (Figure 1), en particulier ceux des lépidoptères (les papillons). Après éclosion des œufs, les larves de trichogrammes se nourrissent à l'intérieur des œufs hôtes, les utilisant comme source de nourriture et de développement.

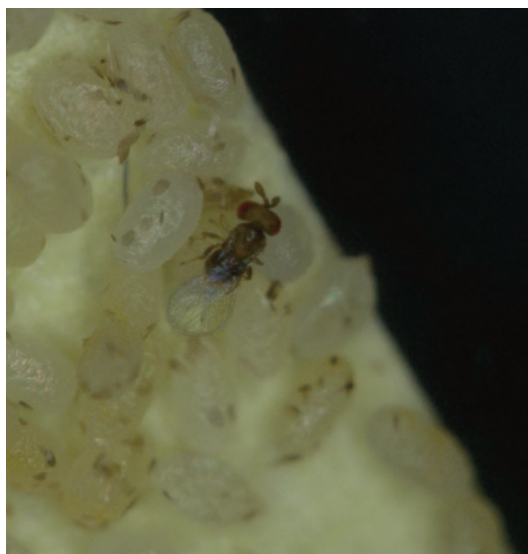


Figure 1 : Femelle de *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833, en train de pondre sur des œufs de mite alimentaire (*Ephestia kuehniella* Zeller, 1879) (Photo : G. Groussier).

Répandus dans le monde entier, les trichogrammes habitent une grande diversité d'écosystèmes, des forêts tropicales aux déserts arides en passant par les prairies et les zones urbaines. Leur capacité à s'adapter à une gamme variée de conditions environnementales en fait des insectes extrêmement polyvalents et résilients.

Dans cet article, nous plongerons dans l'univers captivant de ces petits parasitoïdes, explorant leur diversité, leur mode de vie, leurs rôles écologiques essentiels, ainsi que les défis auxquels ils sont confrontés dans un environnement en constante évolution. Nous expliquerons comment ces précieux auxiliaires sont largement utilisés pour la protection biologique des cultures.

En comprenant mieux ces insectes souvent négligés, nous pouvons prendre conscience de leur importance et de la nécessité de préserver leur diversité pour assurer la santé de nos écosystèmes. En effet, l'efficacité des auxiliaires des cultures dépend de nombreux facteurs, les uns liés aux insectes eux-mêmes (physiologie, comportement, diversité génétique...), les autres à l'environnement dans lequel ils évoluent : conditions climatiques, diversité et phénologie des plantes, abondance et diversité des espèces hôtes potentielles, présence d'autres prédateurs ou parasites avec lesquels ils peuvent interférer.

Une connaissance approfondie des trichogrammes eux-mêmes, de leurs biotopes et des espèces-hôtes qu'ils peuvent exploiter est nécessaire. C'est dans cette perspective que se développent nos travaux à la Fondation Pierre Vérots, que nous présentons dans cet article. Ces travaux s'inscrivent dans un programme plus large qui vise à inventorier et mieux connaître les populations de trichogrammes dans les milieux naturels français et d'Europe Occidentale.

Accrochez-vous, car vous vous apprêtez à découvrir un monde miniature rempli de surprises et d'enjeux cruciaux pour l'avenir de notre planète.

Qu'est-ce que les trichogrammes ?

Comme expliqué en introduction les trichogrammes sont de minuscules insectes appartenant à la famille des Trichogrammatidae, faisant partie de l'ordre des Hyménoptères (il s'agit de l'ordre qui regroupe les guêpes, les abeilles et les fourmis). Ce sont parmi les plus petits insectes du règne animal. Malgré leur petite taille, ils ont un impact significatif sur les écosystèmes terrestres.

A. Classification

La famille des Trichogrammatidae est divisée en 2 sous-familles, les Trichogrammatinae et les Oligositinae. Elle est représentée par plus de 800 espèces réparties en plus de 80 genres différents. Dans cet article nous allons uniquement nous intéresser au genre *Trichogramma*, qui contient plus de 43 espèces en Europe. [Consoli, 2010]

B. Variabilité morphologique et comportementale

Les trichogrammes sont plutôt homogènes en termes de morphologie ce qui limite le nombre de caractères permettant de distinguer les espèces. De nos jours, les seuls caractères utilisés sont les genitalia (pièces génitales) et les antennes des mâles, et seuls quelques spécialistes sont capables d'identifier les espèces avec ces caractères. Pour pouvoir les identifier plus facilement, des techniques de biologie moléculaire (barcoding : utilisation de séquence d'ADN comme le gène de la cytochrome oxydase I) ont été mises au point à l'INRAE de Sophia Antipolis et complètent les études morphologiques. Il est devenu possible maintenant de différencier les espèces même avec les individus femelles, ce qui permet une meilleure connaissance des espèces et de leur diversité.

En ce qui concerne le comportement, les trichogrammes ont développé une gamme de stratégies pour localiser leurs hôtes, les parasiter et s'y développer.

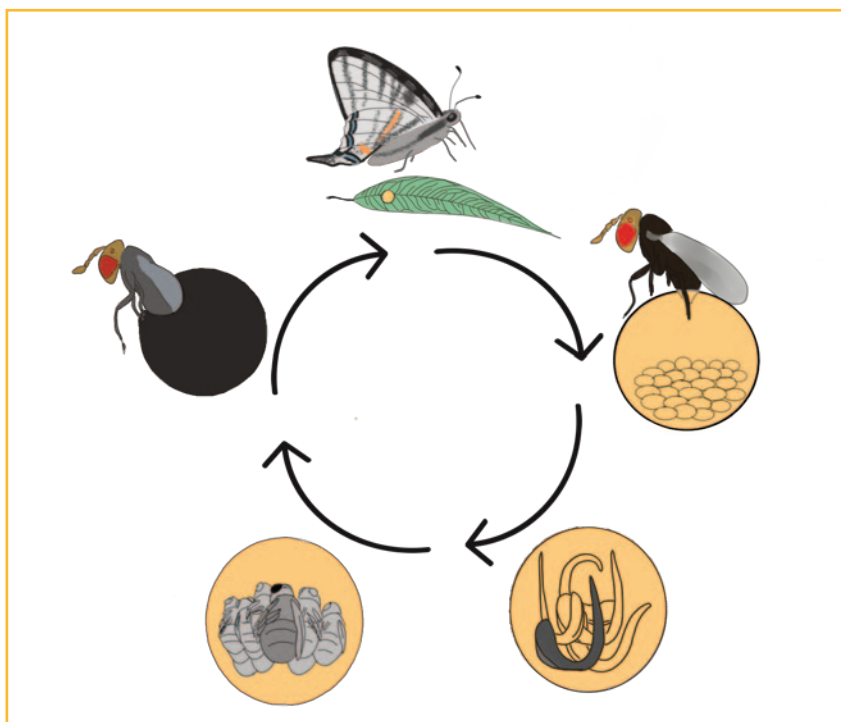
Malgré leur taille minuscule, les trichogrammes sont capables de trouver leurs hôtes sur plusieurs mètres. Cette distance pouvant varier en fonction de l'architecture des plantes et de la complexité de l'environnement [Oliveira et al., 2020].

Pour localiser les sites de ponte appropriés certains utilisent des signaux chimiques, tandis que d'autres peuvent détecter les vibrations émises par les larves d'hôtes à l'intérieur des œufs proches de l'éclosion. De plus, la compétition intraspécifique et la coopération avec d'autres parasitoïdes peuvent influencer le comportement reproducteur et la survie des trichogrammes.

C. Cycle de vie : œuf, larve, adulte

Le cycle de vie des trichogrammes (Figure 4) est relativement court et se déroule en plusieurs étapes distinctes. Après l'éclosion des œufs, les larves du trichogramme se développent rapidement à l'intérieur de

Figure 4 : Cycle de trichogramme sur le papillon flambé (*I. podalirius*), décrit dans la thèse de David Muru 2021, A. Creze.



Genitalia (Figure 2) et antenne de mâle (Figure 3) de *Trichogramma evanescens* (Photos : G.Groussier).

l'œuf de l'hôte, se nourrissant de son contenu. La durée de ce stade larvaire peut varier en fonction de la température et d'autres conditions environnementales. Il est suivi par la formation d'une nymphe, qui se transforme ensuite en adulte. Les œufs hôtes parasités par les trichogrammes noircissent au bout de quelques jours contrairement aux œufs hôtes non parasités contenant les futures chenilles. Arrivés au stade adulte, les trichogrammes émergent de l'œuf hôte et cherchent à reproduire le cycle en trouvant de nouveaux œufs hôtes pour y pondre leurs propres œufs. Leur reproduction peut être sexuée ou thélytoque (production de descendants tous femelles).

Pour donner un ordre d'idée des durées de vie, en laboratoire à 22°C, avec 70% d'humidité et une photopériode de 16 heures jour et 8 heures nuit, la majorité des espèces se développent en une quinzaine de jours et les adultes vivent au moins une vingtaine de jours avec du miel pour se nourrir.

D. Adaptations écologiques.

Les trichogrammes sont répandus dans le monde entier, distribués dans tous les habitats terrestres végétalisés connus (Lin, 1994 ; Pinto, 1997).

Les trichogrammes ont évolué pour s'adapter à une variété d'environnements et à des conditions changeantes. Ils peuvent même utiliser les hôtes adultes eux-mêmes pour trouver les œufs dans lesquels ils se développent. En effet, plusieurs espèces de trichogrammes sont connues pour entretenir une relation phorétique avec leur hôte. (Ils se déplacent sur l'abdomen des papillons) (Fatouros & Huigens 2012).

D'autres espèces de trichogrammes adoptent un mode de reproduction particulier : la parthénogenèse thélytoque. C'est notamment le cas de *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927 l'espèce la plus abondante à la Fondation Pierre Vérots. Une espèce thélytoque est un organisme capable de se reproduire uniquement par voie asexuée, c'est-à-dire sans nécessiter de fécondation par un mâle. Cette caractéristique représente un avantage considérable dans le contexte de la lutte biologique. En effet, les populations de ces espèces peuvent croître rapidement et efficacement sans avoir à investir d'énergie dans la production de mâles et la recherche d'un partenaire sexuel, ce qui maximise leur efficacité.

Les trichogrammes se distinguent également par leur polyphagie pour certaines espèces, c'est-à-dire leur capacité à parasiter les œufs de diverses espèces d'insectes.

Cette polyphagie leur confère une grande adaptabilité écologique, car ils peuvent exploiter une variété de ressources alimentaires pour leur développement. Leur capacité à parasiter diverses espèces d'œufs leur permet de s'adapter aux fluctuations des populations d'insectes hôtes, garantissant ainsi leur survie même en présence de variations environnementales.

D'autres espèces notamment du fait de leur spécificité biologique sont plus contraintes dans leur gamme d'hôtes, par exemple *Trichogramma gicai* (Gibbs 2004, Muru 2021). Cette espèce qui a une reproduction sexuée, a le plus grand ovipositeur d'Europe, obligeant les femelles à pondre uniquement dans les œufs d'insectes de grande taille comme les œufs de flambé (*Iphiclidides podalirius* (Linnaeus, 1758)).

La gestion du stock de leurs propres œufs est une autre capacité des femelles à s'adapter à leur environnement. En effet elles sont capables de décider, en fonction de la taille et du nombre d'œufs-hôtes dont elles disposent, le nombre d'œufs qu'elles vont pondre dans chacun des hôtes. Par exemple, dans les œufs de flambé (*I. podalirius*), nous avons pu retrouver de 1 à 32 individus parasitoïdes dans un seul œuf hôte (Figure 5).



Figure 5 : Œufs d'*Iphiclidides podalirius* (Linnaeus, 1758) avec un trou d'émergence de *Trichogramma gicai* (Pintureau & Stefanescu, 2000) (Photo : G. Groussier).

Rôle écologique des trichogrammes

En tant que parasitoïdes d'œufs, ils ciblent les œufs d'autres insectes, notamment les ravageurs et en particulier les lépidoptères (papillons). En les parasitant ils tuent les ravageurs avant l'éclosion des chenilles et protègent complètement la plante contre ses prédateurs. Ils réduisent ainsi les populations de ravageurs avant même qu'ils aient pu devenir nuisibles. Ainsi, ils

contribuent à maintenir l'équilibre écologique dans les écosystèmes naturels et agricoles en limitant les dommages causés par les ravageurs sur les plantes.

A. Intérêt agronomique de l'utilisation des trichogrammes.

Du fait de leur mode de vie, les trichogrammes sont des agents auxiliaires naturels efficaces contre de nombreux insectes ravageurs des cultures. Leur utilisation comme agent de contrôle biologique constitue une méthode très attrayante pour les agriculteurs soucieux de réduire l'utilisation de pesticides chimiques, offrant une alternative écologique particulièrement respectueuse de l'environnement.

Principe de la lutte biologique par les trichogrammes : Cette méthode repose sur le principe des lâchers inondatifs, qui consiste à libérer sur les cultures à protéger un très grand nombre d'insectes parasitoïdes, au moment précis où les ravageurs viennent de pondre sur les plantes et bien sûr avant que leurs œufs n'éclosent. Cela implique de disposer le moment venu d'un nombre considérable d'insectes, qui sont produits en conditions contrôlées dans de véritables biofabriques industrialisées. C'est là une difficulté qui a demandé de nombreuses années de mise au point : production en masse sur des hôtes de substitution, contrôle de la qualité des insectes obtenus, stockage et conservation jusqu'au moment de leur utilisation, qui dépend bien sûr de la phénologie du ravageur à traiter et donc des conditions météorologiques locales. Les trichogrammes peuvent être relâchés dans les cultures de différentes manières, notamment par pulvérisation aérienne, dispersion manuelle ou utilisation de distributeurs automatiques. Ces méthodes ont été mises au point grâce aux recherches conduites depuis plusieurs dizaines d'années, en France par l'INRAE principalement à Antibes-Sophia Antipolis et Versailles, et développées à l'échelle industrielle par de opérateurs privés qui commercialisent des trichogrammes prêts à l'emploi.

Avantages de la lutte biologique avec les trichogrammes :

Non-toxicité : Contrairement aux pesticides chimiques, les trichogrammes ne présentent aucun risque pour la santé humaine, les animaux domestiques ou d'autres organismes non cibles.

Préservation de la biodiversité : En parasitant spécifiquement certaines espèces de ravageurs, les trichogrammes préservent les populations d'insectes bénéfiques, tels que les pollinisateurs, les prédateurs

naturels et les décomposeurs, contribuant ainsi à maintenir l'équilibre écologique dans les agroécosystèmes.

Durabilité : La lutte biologique avec les trichogrammes favorise une gestion durable des cultures, réduisant la dépendance aux pesticides chimiques et contribuant à la préservation de la qualité des sols, de l'eau et de l'air.

Applications pratiques : Les trichogrammes sont utilisés avec succès dans de nombreux systèmes de cultures. Ils sont particulièrement efficaces contre les ravageurs tels que la pyrale du maïs, la teigne des fruits et la pyrale du riz, entre autres. Par exemple en France en 2015, 120.000 hectares sur 500.000 hectares de maïs étaient protégés de la pyrale à l'aide des trichogrammes, ce chiffre est en constante augmentation (Thibierge J., 2015).

En conclusion, l'utilisation des trichogrammes en lutte biologique offre une alternative plus durable et respectueuse de l'environnement pour la gestion des insectes ravageurs. En favorisant une approche holistique de la protection des cultures, la lutte biologique avec les Trichogrammes contribue à promouvoir une agriculture plus écologique et plus résiliente aux défis environnementaux actuels.

Menaces et conservation des trichogrammes

Malgré leur importance écologique et leur utilité en agriculture, les trichogrammes sont confrontés à diverses menaces qui mettent en péril leur survie et leur diversité. Comprendre ces menaces est crucial pour développer des stratégies efficaces de conservation visant à préserver ces insectes bénéfiques et à maintenir leur contribution aux écosystèmes naturels et agricoles. D'où l'intérêt de les étudier et de mieux connaître leur diversité.

Les activités humaines, telles que l'utilisation intensive des pesticides chimiques, la destruction des habitats naturels et les changements climatiques, constituent les principales menaces pour les trichogrammes. Les pesticides peuvent avoir des effets nocifs sur les populations de trichogrammes en réduisant leur disponibilité alimentaire, en perturbant leur reproduction ou en les exposant directement à des substances toxiques. De plus, la conversion des habitats naturels en zones agricoles ou urbaines réduit les ressources disponibles pour les trichogrammes, compromettant ainsi leur survie.

La Dombes, vaste zone humide, est un territoire très intéressant par les habitats naturels qui la composent avec notamment de nombreuses prairies humides à proximité de forêts et de terres cultivées. Ces milieux sont peu représentés dans le Sud-Est de la France et ils abritent une flore et une faune spécifiques avec potentiellement une communauté de trichogrammes différente. L'étude de ces milieux apporte donc un intérêt complémentaire aux études que nous avons déjà réalisées surtout dans le sud de la France.

Déclin des populations d'insectes hôtes

La Dombes connaît depuis plusieurs années une diminution dramatique de la biodiversité entomologique. Les trichogrammes étant étroitement dépendants des populations d'insectes hôtes pour leur survie et leur reproduction, l'impact de la réduction de l'abondance et de la diversité de ces espèces hôtes sur les populations de trichogrammes est probablement significatif mais encore inconnu.

Mesures de conservation

Pour préserver les Trichogrammes et maintenir leur contribution positive aux écosystèmes, des mesures de conservation sont nécessaires. Cela peut inclure la mise en œuvre de pratiques agricoles durables qui réduisent l'utilisation des pesticides chimiques et préservent les habitats naturels, tels que la plantation de haies, la création de bandes enherbées et la promotion de cultures diversifiées. De plus, des programmes de sensibilisation du public et d'éducation sur l'importance des trichogrammes et des pratiques agricoles respectueuses de

l'environnement peuvent encourager l'adoption de comportements favorables à la conservation.

Les efforts de la Fondation Pierre Vérots à maintenir des habitats variés et caractéristiques de la Dombes ainsi que la préservation des espèces végétales et animales en font un site de référence pour la conservation des espèces de trichogrammes de cette région.

Recherche et surveillance

La recherche continue sur la biologie, l'écologie et la diversité des trichogrammes est essentielle pour guider les efforts de conservation et de gestion. Cela inclut l'étude des interactions entre les trichogrammes et leurs hôtes, l'évaluation de l'impact des pressions anthropiques sur les populations de trichogrammes, et le développement de méthodes de surveillance pour suivre leurs populations dans le temps.

En conclusion, la conservation des trichogrammes est essentielle pour maintenir leur rôle écologique important dans les écosystèmes naturels et agricoles. En comprenant les menaces qui pèsent sur ces insectes bénéfiques et en mettant en œuvre des mesures de conservation appropriées, nous pouvons préserver la diversité des trichogrammes et promouvoir une cohabitation harmonieuse entre l'homme et la nature.

Les difficultés d'étude de ces insectes en milieu naturel, nos choix pour mettre ces populations en évidence dans la Fondation.

Une des étapes clés sur le développement de nos connaissances sur ces petits insectes est de savoir comment les détecter in natura.

Il existe plusieurs techniques bien connues des entomologistes telles que l'utilisation de filets dans les prairies, les parapluies japonais pour le battage des arbres ou encore la tente malaise (Figure 6). Ces différentes techniques ont dans notre cas plusieurs inconvénients :

- 1- Ce sont des techniques peu sélectives.
- 2- Il est impossible de détecter facilement les trichogrammes à l'œil nu, ce qui fait que dans le cas des deux premières techniques lors de la récolte des individus, vous pouvez prélever d'autres espèces non cibles.
- 3- Ce sont des techniques très chronophages notamment dans la phase de tri au laboratoire.
- 4- Les insectes obtenus sont morts ce qui rend impossible l'étude de leur biologie en laboratoire.

Figure 6 : Tente malaise
(Photo : G.Groussier).



Pour ces différentes raisons et pour nos besoins expérimentaux nous avons décidé de prélever les trichogrammes à l'aide de deux autres techniques. Au sein de l'NRAE de Sophia Antipolis nous avons développé plusieurs élevages de lépidoptères d'espèces ravageurs de cultures ainsi qu'une technique de stérilisation de leurs pontes. Une première méthode de récolte des trichogrammes vivants consiste à mettre en place sur les plantes ou les arbustes des bandelettes portant des pontes issues de ces élevages. Ces pontes stérilisées n'éclosent pas et attirent les trichogrammes locaux qui viennent les parasiter. Ramenés au laboratoire, ces œufs parasités permettent l'émergence de trichogrammes adultes. La seconde méthode, beaucoup plus délicate, consiste à examiner minutieusement les feuilles de différentes plantes pour repérer et récolter les œufs des ravageurs, dont certains ont été parasités et livreront des trichogrammes adultes après incubation au laboratoire.

Durant les mois de juin 2019 et 2023 et les mois de Septembre 2020 et 2023, nous sommes venus pendant 4 jours exposer les œufs stériles des papillons, observer les populations de papillons diurnes et chercher des pontes naturelles sur les végétaux (Figures 7 et 8).

Ces techniques sont très sélectives et nous permettent de prélever uniquement nos sujets d'études. De plus nous récupérons quelques individus de chaque espèce. Ainsi nous n'avons que peu d'impact sur les populations naturelles tout en obtenant le matériel biologique qui nous est nécessaire pour nos expérimentations en laboratoire.

Voici une première analyse des résultats obtenus.

Les espèces détectées au sein de la Fondation durant nos prospections entre 2019 et 2023.

Nous avons pu trouver grâce à ces techniques de prélèvement 5 espèces différentes de trichogrammes sur plusieurs zones de la Fondation sur les trois années de prospection.

Les espèces que nous avons trouvées le plus couramment sont *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927 et *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833, ce sont des espèces fortement polyphages. Nous les avons également retrouvées dans beaucoup d'autres forêts, haies et taillis en France.

En second arrivent les espèces *Trichogramma semblidis* (Aurivillius, 1897) et *Trichogramma oleae* (Voegelé & Pointel, 1979), elles sont moins courantes que les deux précédentes. Et enfin nous avons une espèce qui a été identifiée au niveau génétique mais qui morphologiquement n'a pas pu être rapprochée d'espèce connue, nous l'avons pour l'instant nommé *Trichogramma SwC*.

Au cours des prospections de 2023 nous avons réalisé l'inventaire des rhopalocères (papillons diurnes) présents. Voici les résultats ci-dessous.



Figure 7 : Œuf de *Spilosoma lutea* (Hufnagel, 1766) stériles (Photo : G. Groussier).

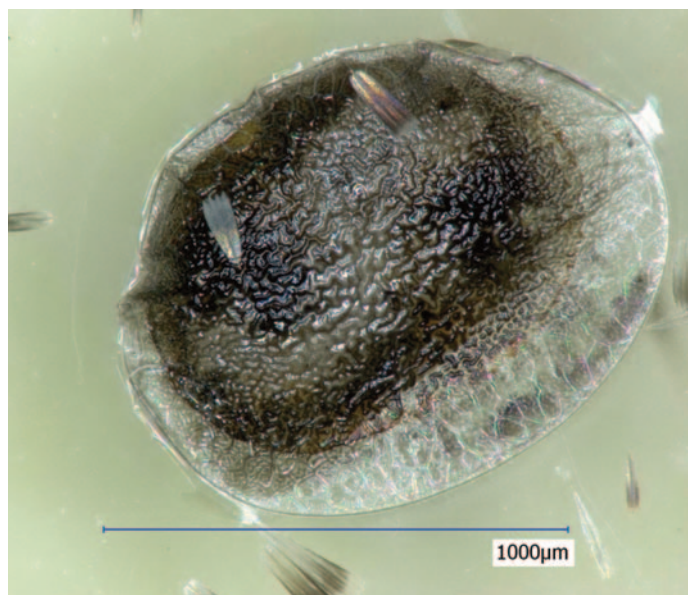


Figure 8 : Œuf de *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) stérile parasité par un trichogramme (Photo : G. Groussier).



Myrtil *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758) (Photo : L. Kremmer).



Piérade du navet *Pieris napi* (Linnaeus, 1758) (Photo : L. Kremmer).



Thècle du chêne *Neozephyrus quercus* (Linnaeus, 1758) (Photo : L. Kremmer).

Liste des papillons des prairies/ proches des étangs en juin 2023

ESPÈCE	Nombre d'individus
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	20
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Boloria dia</i> (Linnaeus, 1767)	1
<i>Neozephyrus quercus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Ochlodes sylvanus</i> (Esper, 1777)	3
<i>Limenitis camilla</i> (Linnaeus, 1764)	2
<i>Apatura ilia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Nymphalis polychloros</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Brenthis daphne</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
<i>Melitaea athalia</i> (Rottemburg, 1775)	1
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	5
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Limenitis reducta</i> (Staudinger, 1901)	1

Liste des papillons des prairies/ proches des étangs en septembre 2023 (mauvaise météo).

ESPÈCE	Nombre d'individus
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Colias crocea</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)	1
<i>Maniola jurtina</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	1

Espèce lépidoptères	<i>Trichogramma cacoeciae</i>	<i>Trichogramma semblidis</i>	<i>Trichogramma evanescens</i>	<i>Trichogramma dendrolimi</i>	<i>Trichogramma brassicae</i>
<i>Pieris rapae</i>	X	X	X		
<i>Pieris brassicae</i>	X		X	X	
<i>Pieris napi</i>			X		
<i>Vanessa atalanta</i>					X (lacher)
<i>Nymphalis polychlorus</i>			X		
<i>Aglais urticae</i>		X			
<i>Melanargia galathea</i>					X (lacher)

A partir de ces inventaires rhopalocères et des recherches dans la bibliographie nous pouvons voir, dans le tableau ci-dessus, que certaines espèces de trichogrammes sont connues pour parasiter les espèces de papillons suivantes (Pintureau 2008, Consoli 2010) :

Trois des espèces connues pour parasiter ces lépidoptères ont été trouvées (*T. cacoeciae*, *T. semblidis* et *T. evanescens*). En revanche *T. brassicae*, qui est une espèce très utilisée en lutte biologique contre la pyrale du maïs en France, n'a pas été détectée lors de nos prospections. Concernant *T. dendrolimi*, il n'a pas été possible de comparer les individus types de cette espèce, au muséum, avec nos individus de l'espèce nommée *T. SwC*. Cette étape reste à faire afin de définir si les individus de *T. SwC* doivent être rattachés à l'espèce *T. dendrolimi*.

A travers cette première expérience au sein de la Fondation nous avons pu mettre en évidence ces différentes espèces de trichogrammes et affiner nos connaissances sur ces insectes, leurs hôtes et plus encore. Il reste tout de même beaucoup à découvrir, en particulier sur la strate herbacée où la présence de nombreux prédateurs d'œufs d'insectes, notamment les fourmis, rend inopérante notre technique d'exposition d'œufs stérilisés. Pour cela nous réfléchissons à la mise au point de techniques plus adaptées à cette strate et nous souhaitons les tester prochainement à la Fondation.

Bibliographie :

- Consoli, F. L., Parra, J. R., & Zucchi, R. A. (Eds.). 2010. Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma* (Vol. 9). Springer Science & Business Media.
- Fatouros, N. E., & Huigens, M. E. 2012. Phoresy in the field: natural occurrence of *Trichogramma* egg parasitoids on butterflies and moths. *BioControl*, 57, 493-502.
- Gibbs, M., Broad, G. R., & Polaszek, A. 2004. *Trichogramma gicai* Pintureau & Stefanescu, 2000 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared as an egg parasitoid of the Madeiran endemic butterfly, *Pararge xiphia* (Lepidoptera: Satyridae).
- Lin, N. 1994. Systematic Studies of Chinese Trichogrammatidae. Fuzhou, Fujian.
- Muru, D. 2021. Solution miracle ou coup dans l'eau ? Potentiel et limites de l'utilisation des programmes de lutte biologique en écologie expérimentale (Doctoral dissertation, Université Côte d'Azur).
- Pinto, J.D. 1997. *Trichogrammatidae*. Annotated Keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (ed. by G.A.P. Gibson, J.T. Huber and J.B. Woolley), p. 794. NRC Research Press, Ottawa.
- Pintureau, B. 2008. Les espèces européennes de Trichogrammes (pp.1-96). In LibroVeritas. 96pp.
- Oliveira, R.C.M., Pastori, P.L., Barbosa, M.G., Pereira, F.F., Melo, J.W.S., André, T.P.P. 2020. Dispersal of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in cabbage, cucumber, and sweet corn. *An Acad Bras Cienc.* 2020 ; 92 Suppl 1:e20190412. doi: 10.1590/0001-3765202020190412. Epub 2020 Jul 6. PMID: 32638861.
- Thibierge, J. 2015. Mise en œuvre du biocontrôle par les agriculteurs : Retour d'expérience sur le succès du trichogramme contre la pyrale du maïs. Quels enseignements pour développer de nouvelles solutions ? *Innovations Agronomiques*, 46 : 95-104 <http://doi.org/10.15454/1.462267409629086E12>