

FONDATION
PIERRE
VÉROTS



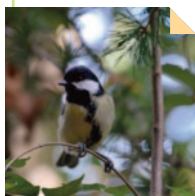
Pour l'étude et la préservation de
la faune et de la flore de la Dombes

La Lettre de la Fondation Pierre Vérots



Les actualités
de la Fondation
page 3

Etudes
scientifiques
en cours
page 6



Les Coléoptères
de la Fondation
Pierre Vérots
page 11

Halte au pillage
de notre planète
page 19

LE MOT DU PRÉSIDENT

**CHÈRES LECTRICES
ET LECTEURS,**

La crise sanitaire que nous traversons, comme les périodes de confinement qui l'ont accompagnée, n'ont guère porté préjudice au bon déroulement des activités de notre Fondation.

Tout au plus se sont-elles traduites, sans remettre en question nos projets pour autant, par le report de quelques échéances dans le programme scientifique que nous conduisons comme dans celui des travaux d'aménagement et d'entretien de notre parc immobilier locatif.

Au demeurant le Domaine de Praillebard n'est-il pas lui-même confiné quelles que soient les circonstances afin de préserver la quiétude de la faune sauvage qu'il abrite ou qu'il accueille, quiétude indispensable aux études et aux recherches que nous entreprenons ou soutenons...

A cet égard, nous nous engageons sur la voie d'un rapprochement avec nos voisins du Domaine de Vernange appartenant à la Fondation pour la Protection des Habitats de la Faune Sauvage et géré par la Fédération Départementale des Chasseurs de l'Ain pour une meilleure coordination de la politique de gestion de ces deux territoires contigus ouverts, pour l'un aux projets scientifiques en évitant tout dérangement intempestif et pour l'autre à l'accueil et à l'information d'un public toujours plus curieux de découvrir nos milieux naturels.

Pour autant la réhabilitation, l'aménagement et l'équipement des locaux de notre siège à Saint Jean-de-Thurigneux ont été menés à bon port dans des délais et selon un budget maîtrisés, nous permettant ainsi

JUILLET 2021
NUMÉRO 30
ISSN 1266-9393

d'offrir dès à présent, à la Communauté Scientifique, au cœur même du Domaine, des conditions de travail et d'hébergement irréprochables.

Voilà qui devrait contribuer à donner un souffle nouveau à nos activités d'études, de recherches et d'expérimentations qui, ne l'oublions pas, restent la raison d'être essentielle de notre Fondation.

Nous constatons d'ailleurs avec plaisir, qu'après avoir sans doute pâti dans un premier temps d'un déficit de notoriété au sein de la Communauté Scientifique, les sollicitations que nous recevons pour la prise en charge totale ou partielle de bourses de thèses se font plus nombreuses.

La Fondation accueille ainsi en partenariat avec les institutions universitaires et scientifiques, y compris au plan financier, des projets recoupant les préoccupations environnementales de la Dombes dont l'équilibre des écosystèmes est menacé.

J'observe que les propositions que nous avons retenues jusqu'à présent ne sont pas sans rapport avec les changements globaux que connaît notre planète et en particulier avec leur impact sur les zones humides, qui serviront de fil conducteur au prochain colloque scientifique que nous allons préparer au cours des prochains mois. Elles font écho à l'article de notre Président d'Honneur Jean Andriot dans cette lettre.

Dans le même temps, nous allons structurer notre banque de données afin de mieux exploiter les relevés et observations effectués de longue date sur le Domaine. L'aménagement de ce dernier sera poursuivi notamment par l'installation de tours d'observation judicieusement implantées qui faciliteront considérablement les opérations de dénombrement de l'avifaune réalisées par le personnel, tout en limitant le dérangement.

Aux côtés de nos partenaires traditionnels nous avons donc encore bien du pain sur la planche afin de mieux connaître nos écosystèmes, d'en comprendre le fonctionnement et d'élaborer des protocoles de gestion soucieux de leur développement durable et harmonieux.

La petite communauté de travail de la Fondation comme ses instances de conseil et de gouvernance sont bien décidées à relever ce challenge.

Jean-Pierre POLY
Président de la Fondation
Pierre Vérots

Vue aérienne
de l'étang Praillebard et
du Pavillon de la Fondation
en mai 2021
(photo : F. Débias)



LES ACTUALITÉS DE LA FONDATION

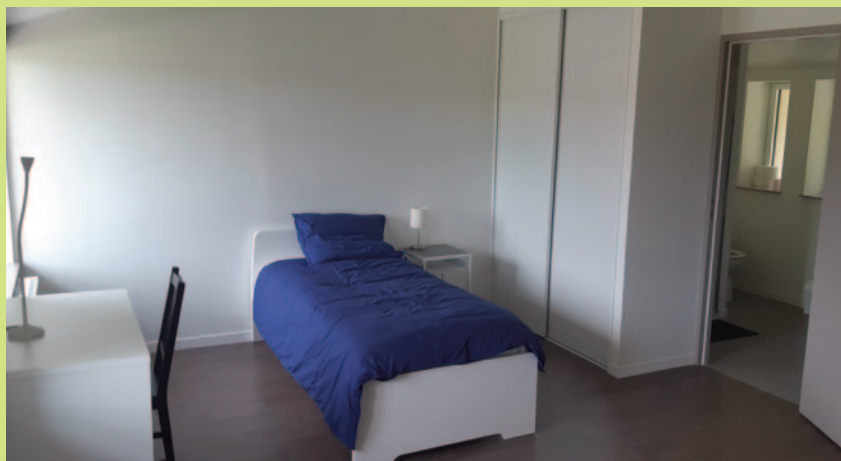
RÉHABILITATION DES BÂTIMENTS



Vue de la cour intérieure réaménagée



Salle commune aux 3 chambres de l'étage



Vue intérieure de l'une des chambres d'accueil

Après plus d'un an de travaux, qui ont pris du retard suite aux conditions sanitaires, le réaménagement des bâtiments de Praillebard est enfin terminé. Comme annoncé dans le dernier numéro de la Lettre, la Fondation peut donc enfin accueillir dans des conditions idéales les chercheurs et leurs équipes, doctorants, stagiaires et autres personnes de passage.

Ainsi, nous sommes en mesure d'accueillir jusqu'à 8 personnes simultanément grâce à la création de 3 chambres d'accueil de 2 personnes chacune avec sanitaires, une salle commune (cuisine et espace détente) et un studio autonome possédant son propre espace cuisine et sanitaires et accessible aux personnes à mobilité réduite.

Ambre Salis, actuellement doctorante au LEHNA (Université Lyon1) sous la direction de Thierry Lengagne, aura été la première à bénéficier de ces chambres d'accueil pendant plus d'un mois avec 3 stagiaires pour effectuer ses opérations de terrain dans le cadre de sa thèse dont le but est de mieux comprendre les stratégies de harcèlement du prédateur et la communication interspécifique chez les passereaux.

Cet investissement montre à quel point la Fondation souhaite développer les activités scientifiques sur son domaine en espérant attirer des équipes appartenant à des laboratoires situés dans toute la France !

TRAVAUX SUR LE DOMAINE

L'étang Page, situé hors du parc clôturé, à l'ouest du domaine, a connu ces dernières années un fort déficit hydrique, dû aux faibles précipitations d'une part, mais également à des problèmes techniques d'autre part. En effet, les fossés d'alimentation principaux n'étaient plus réellement fonctionnels et sa digue a connu une fuite due à divers facteurs (ragondins, sécheresse et tuyau de vidange vieillissant).

Conformément à notre plan de gestion dans le cadre des Espaces Naturels Sensibles (ENS), des travaux de réhabilitation ont donc été menés, subventionnés à près de 50% par le Département de l'Ain. Ils ont été menés par la MFR de La Petite Gonthière (située à Anse [69]) et ont consisté à réhabiliter le collecteur principal (curage et reprofilage) et à créer de nouveaux fossés, plus petits, pour optimiser la collecte en eau. Rappelons également qu'en 2019, et toujours dans le cadre des ENS, la saulaie qui s'était installée en queue d'étang a été retirée pour limiter toute déperdition d'eau et espérer obtenir une zone humide plus favorable à la biodiversité.

Parallèlement à ces travaux, le tuyau de vidange a été remplacé par un nouveau, en acier, et possédant une deuxième vanne d'ouverture/fermeture et un clavage a été réalisé sur une partie de la digue pour assurer son étanchéité.



Travaux de réparation du trou de l'étang Page

Enfin, suite à cet assec « forcé » dû à cette fuite, nous en avons profité pour curer le bief et la pêcherie. Espérons désormais que ce petit étang retrouve rapidement un niveau d'eau convenable pour accueillir la biodiversité qu'il a connue il n'y a pas si longtemps...

La grande difficulté de remplir nos étangs nous oblige à faire tous les efforts nécessaires, comme partout en Dombes, pour **entretenir au mieux leurs fossés d'alimentation**. Ceux du domaine de Praillebard ne dérogent pas à la règle... Faisant le constat que nos fossés (principalement ceux situés dans le parc clôturé) étaient particulièrement encombrés (feuilles, branches, pierres formant des seuils limitant ainsi l'écoulement de l'eau), il a été décidé de tester une



Test de l'entretien des fossés à l'aide d'une tête rotative montée sur un bras d'épareuse

nouvelle méthode d'entretien des fossés. Il s'agit d'une tête cureuse montée sur un bras d'épareuse, permettant d'accéder à des fossés relativement profonds, ce qui est le cas sur notre domaine. Pour cela, nous nous sommes rapprochés de la Cuma de l'Abergement Clémenciat qui effectue ce type de prestations. A défaut d'obtenir les mêmes résultats qu'un curage, cette méthode permet de traiter un gros linéaire en peu de temps (environ 1 km par heure) en libérant les fossés de tous les obstacles, de casser les seuils et de recréer un fil d'eau, le tout pour un budget bien inférieur à celui d'un curage classique.

Ces tests ont été réalisés début février 2021, peut-être un peu tardivement. L'idéal serait en effet de réaliser ces travaux juste après la chute des feuilles des arbres (début décembre) pour bénéficier au mieux des précipitations hivernales.

Coupe forestière

Conformément à notre Plan Simple de Gestion Forestière 2020-2035, seule une partie de notre forêt (35 ha sur les 170 ha forestiers du domaine) est soumise aux coupes de conversion dans le but d'obtenir une futaie irrégulière. Ce type de gestion a pour objectif de favoriser la biodiversité par la présence de l'ensemble des strates forestières, et de lutter contre le développement du Chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*), espèce allochtone et non désirée sur le domaine. Une première coupe a donc été réalisée en avril 2021.



Débardage d'une grume de chêne du Bois brûlé

LE SITE INTERNET DE LA FONDATION FAIT PEAU NEUVE !

Mis en ligne en décembre 2020, le nouveau site de la Fondation vous permettra de tout connaître sur ses missions et objectifs, sa gouvernance, son domaine, ses habitats, etc. Vous y retrouverez également une partie médiathèque dans laquelle tous les numéros de la Lettre et des Cahiers Scientifiques sont disponibles ainsi que des photos et vidéos prises sur le domaine.

Pour le consulter, c'est à cette adresse : www.fondation-pierre-verots.fr !



Suivez-nous également sur notre [page Facebook](#) !

FONDATION PIERRE VÉROTS

La Fondation | Le Domaine de Praillebarg | La Recherche Scientifique | Information du Public | Médiathèque | Contact

Mâle de Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*)

Pour l'étude et la préservation de la faune et de la flore de la Dombes

Installée dans la Dombes (01), vaste plateau couvert d'étangs, la Fondation Pierre Vérots mène une politique de **gestion et de conservation de la faune et de la flore**, participe à la **recherche scientifique** et **informe le public** de ses activités.

Toute la Dombes en un lieu...

- ✓ 4 étangs (plus de 50 ha d'eau)
- ✓ Près de 30 mares prairiales et forestières
- ✓ 25 ha de prairies naturelles
- ✓ 170 ha de forêt dont 125 en libre évolution
- ✓ De nombreuses espèces animales et végétales protégées

Plus de 300 hectares dédiés à la préservation de la biodiversité

... et un terrain d'expérimentation remarquable

- ✓ Un parc clôturé de près de 150 ha
- ✓ Des infrastructures adaptées aux équipes de recherche (salle de manipulation, hébergement)
- ✓ Du matériel divers pouvant être mis à disposition

Des conditions idéales pour mener à bien des études scientifiques

Actualités

Bio-Environnement>Santé

Appel à propositions de recherche 2021 FR Biodiversité, Eau et Villes
18 novembre 2020 | Actualité, Non classé

La Fondation Pierre Vérots s'associe avec l'Université Claude Bernard Lyon 1 (Fédération de Recherche BioEnvS) pour proposer

[Lire Plus >](#) [Commentaires fermés](#)

Le dernier numéro des Cahiers Scientifiques de la Fondation Pierre Vérots vient d'être publié
20 juin 2020 | Non classé

Le dernier numéro des Cahiers Scientifiques de la Fondation Pierre Vérots vient d'être publié sous son nouveau

[Lire Plus >](#) [Commentaires fermés](#)

Les chevreuils récemment introduits dans notre parc...
19 juin 2020 | Non classé

Les chevreuils récemment introduits dans notre parc clôturé semblent bien s'acclimater. En effet, nous venons de découvrir

[Lire Plus >](#) [Commentaires fermés](#)

TOUTES LES ACTUALITÉS

© Fondation Pierre Vérots | Tous droits réservés | Réalisation Virencœur | Mentions légales | Plan du site

LES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

EN COURS À LA FONDATION

Bien que l'épidémie de Covid-19 ait ralenti les activités scientifiques à la Fondation durant l'année 2020, plusieurs études sont en cours sur le domaine de Praillebard et /ou financées en partie par la Fondation.

Vous trouverez ci-après les grandes lignes de chacune d'elle :

Etude sur le réseau trophique micromammifères/carnivores avec une approche par metabarcoding génomique sur fèces et Ecologie spatiale du putois (*Mustela putorius*) dans un territoire préservé (Responsable scientifique : Sébastien DEVILLARD, LBBE [UMR UCBL-CNRS]) :

L'équipe Ecologie et Evolution des Populations du département d'Ecologie Evolutive du laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive (LBBE) de l'Université Claude Bernard Lyon 1 est impliquée dans deux projets sur le territoire de la Fondation Pierre Vérots (FPV) :

Le premier projet portera sur l'élucidation du régime alimentaire de la communauté de micro-mammifères et de carnivores présents à la FPV par des approches de metabarcoding génomique appliquées sur les fèces de ces

espèces. Il s'agira également d'étudier dans ce projet co-financé par la FPV et le LBBE le réseau trophique simplifié pour mieux comprendre les relations proies-prédateurs. Le metabarcoding génomique consiste à identifier la signature moléculaire des espèces consommées dans les fèces des animaux. Deux campagnes de terrain (fin 2019 et été 2020) ont eu lieu et ont permis de récolter des crottes pour 40 micro-mammifères et 222 crottes de carnivores de différentes espèces. Les confinements successifs et la fermeture partielle du laboratoire universitaire n'ont pas permis l'avancée des travaux au laboratoire comme nous l'aurions voulu. Néanmoins les étapes d'extraction d'ADN des fèces ont pu commencer au cours du premier semestre 2021. Une première série d'extractions et des tests PCR avec différentes amorces ont été réalisés. L'extraction d'ADN sur les crottes de micro-mammifères a donné des résultats satisfaisants tandis que des tests pour améliorer les protocoles vont être faits pour celles des carnivores.

Le deuxième projet débutera à l'automne 2021. Dans le cadre de l'obtention conjointe par le LBBE et la FPV de la bourse Barbault-Weber d'écologie impliquée 2020 de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB), un projet d'étude de l'écologie spatiale du putois (*Mustela putorius*) sera conduit sur le territoire de la FPV. Il s'agira d'équiper des putois de colliers GPS de petite taille (ce sera une première mondiale !) afin de suivre la manière dont ils utilisent l'habitat (dans et en dehors du parc clôturé de la FPV) au cours de leurs activités. L'objectif sera de calculer la taille de leur domaine vital et d'étudier une éventuelle sélection de certaines des composantes de l'habitat (en particulier les zones humides) pour leurs gîtes ou leurs domaines d'activités. Au total, 8 colliers GPS seront disponibles pour équiper des putois dans et en périphérie du domaine de la FPV.

Putois capturé accidentellement à la Fondation
(photo : FPV)





Chevreuil porteur d'un collier GPS relâché dans le parc en février 2020
(photo : FPV)

Etude de l'introduction de chevreuils sur une forêt en libre évolution (Responsable scientifique : Sonia SAÏD, OFB)

Bien avant la création de la Fondation, dans les années 1960, le fondateur avait introduit des daims (*Dama dama*) dans son parc clôturé de 150 ha (dont 100 ha de forêt). La population, très peu régulée jusque-là, a dépassé les 450 individus dans les années 1990, soit plus de 3 à l'hectare ! Il fut alors décidé de réduire considérablement la densité pour permettre, entre autres, à la forêt de se régénérer. Le nécessaire fut alors réalisé pendant une quinzaine d'années permettant de la réduire considérablement à une population estimée entre 10 et 20 individus dès 2010 et probablement à 1 femelle à l'heure actuelle. Puis, début 2020, des chevreuils équipés de colliers GPS, issus de deux domaines (l'un riche, l'autre pauvre d'un point de vue diversité) gérés par l'Office Français de la Biodiversité (OFB), ont été introduits dans le parc, afin d'étudier la répartition spatiale des individus issus de deux populations contrastées.

Les données provenant des 9 colliers GPS ne seront disponibles qu'à la fin de l'année 2021 et l'on en profitera à cette occasion pour changer les batteries des colliers des individus déjà équipés pour avoir 2 années de suivis supplémentaires et pour équiper d'autres chevreuils (les jeunes nés au printemps 2020) de colliers. Les colliers s'ouvriront fin 2023 grâce à un système de déclenchement automatique.

Cette étude permettra d'étudier la particularité des grands herbivores qui est de pouvoir modifier leur environnement, en influençant la structure des communautés végétales dans lesquelles ils vivent – ils sont les « ingénieurs » des écosystèmes. En effet, les chevreuils à haute densité peuvent exploiter un milieu forestier au

point de mettre en péril son renouvellement. C'est pourquoi, dans une perspective de recherche d'un multi-usage durable de l'écosystème forestier, il est important de gérer les situations où les herbivores constituent à la fois une ressource cynégétique et une contrainte pour l'intégrité des processus écosystémiques dont ceux liés à une exploitation économique. Cette problématique d'étude de la relation forêt-herbivores est un sujet d'intérêt majeur pour les gestionnaires de la faune et de la flore, pour lesquels l'arrivée des herbivores dans toutes les forêts tempérées pose question. Le projet de l'OFB est d'étudier de près la relation entre le chevreuil et la forêt dans ce laboratoire à ciel ouvert.

Etude de la biodiversité des bactéries du genre *Dickeya*, pathogènes de plantes cultivées d'importance mondiale (Responsables scientifiques : Céline BROCHIER PR UCBL, LBBE (UMR UCBL-CNRS) ; Nicole COTTE-PATTAT, DR CNRS, MAP (UMR UCBL-CNRS-INSIA))

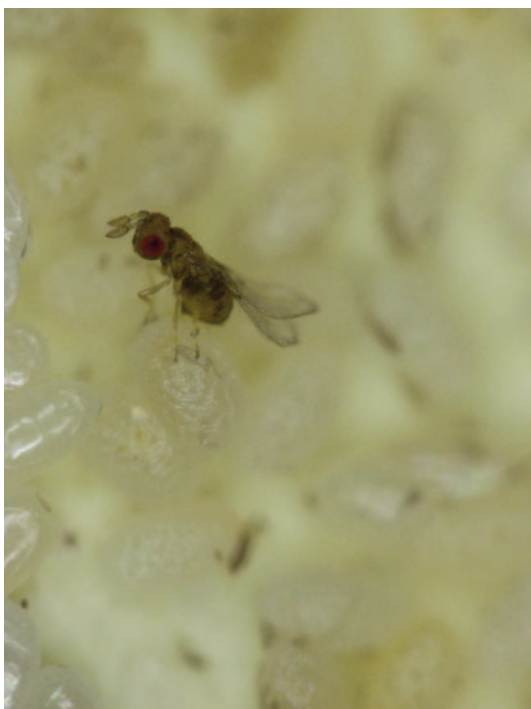
Les Pectobactéries (*Pectobacteriaceae*) constituent une famille des bactéries pathogènes de plantes cultivées caractérisées par une production massive de pectinases capables de dégrader la pectine des parois végétales, ce qui entraîne la pourriture des végétaux infectés. Au sein des *Pectobacteriaceae*, le genre *Dickeya* est particulièrement étudié car il cause d'importantes pertes agricoles au niveau mondial sur des cultures essentielles à l'alimentation humaine, comme la pomme de terre, le maïs et le riz. Certaines espèces *Dickeya* ont été identifiées comme bactéries de l'environnement, liées aux milieux aquatiques. Cependant, les connaissances actuelles reposent principalement sur l'étude des espèces de *Dickeya* pathogènes de plantes, négligeant ainsi la biodiversité réelle de ces bactéries. Une analyse des souches issues de l'environnement a été entreprise afin d'identifier et de caractériser ce groupe de bactéries et mieux comprendre leur évolution, notamment l'émergence des souches pathogènes à partir de celles de l'environnement.

L'analyse d'échantillons d'eau provenant d'étangs de la Fondation Pierre Vérots nous a déjà permis d'isoler de nombreuses souches et de décrire une nouvelle espèce aquatique présente sur ce site, que nous avons nommée *Dickeya lacustris*. Nos travaux sur l'espèce voisine *Dickeya aquatica* suggèrent que les espèces aquatiques sont les plus anciennes à avoir émergé au sein des *Dickeya*. Nous avons également mis en évidence une nouvelle lignée de bactéries aquatiques proches des *Dickeya*, que nous avons provisoirement

appelée *Prodigiosinella*. Notre objectif est maintenant de réaliser une étude approfondie des premières étapes de la diversification des *Dickeya*, en se basant sur les espèces aquatiques *D. aquatica* et *D. lacustris* ainsi que leurs cousines, les *Prodigiosinella*. Pour ce faire, nous prévoyons de séquencer le génome d'une douzaine de souches provenant de l'eau grâce au soutien financier de la Fondation Pierre Vérots. Les données obtenues permettront de retracer l'histoire évolutive de cette famille de bactéries et fourniront des informations sur leurs capacités, notamment en ce qui concerne leur pouvoir pathogène et leur écologie.

Etude de la biodiversité des Trichogrammes, [Responsables scientifiques : Géraldine GROUSSIER et Nicolas RIS (INRAE)] :

Utiliser ce que nous offre la nature pour protéger nos cultures sans produit chimique, c'est une des techniques de lutte biologique mise au point par des chercheurs de l'INRAE de Sophia-Antipolis. Pour cela ils utilisent des micro-guêpes (trichogrammes) qui pondent dans les œufs de papillons ravageurs de cultures offrant une solution intéressante aux agriculteurs, avant la présence de dégâts sur leurs cultures. Ces insectes sont présents dans tous les milieux, cultivés ou non, mais du fait de leur taille (moins d'un millimètre) et de la difficulté de différencier les espèces entre elles, il est important de connaître leur biodiversité et leur répartition.



Trichogramma brassicae sur des œufs d'élevage de *Ephestia kuehniella* (photo : INRAE)

Des échantillonnages ont eu lieu au sein de la Fondation Pierre Vérots pour profiter d'écosystèmes très différenciés à savoir : étang, forêt, proximité des cultures etc. afin d'étudier la biodiversité de ces auxiliaires que sont les trichogrammes dans ces environnements.

A l'aide de 2 techniques d'échantillonnage permettant une capture spécifique de ces insectes (par observation de pontes naturelles et utilisation d'œufs de papillons élevés et stérilisés en laboratoire pour ne pas perturber l'environnement), les chercheurs ont pu mettre en évidence les points suivants :

- 4 espèces présentes largement dans les différents types d'écosystèmes de la Fondation,
- Une détection de nouvelles espèces de parasites d'œufs qui ne sont pas des trichogrammes,
- Une présence plus importante des trichogrammes en fin d'été.

Ces premiers résultats sont encourageants et consolident les connaissances sur la biodiversité des trichogrammes dans des écosystèmes variés. Les prochains échantillonnages sur la Fondation se dérouleront en 2022 et auront pour objectif de consolider ces résultats.

Thèse portant sur la « Stratégie de harcèlement du prédateur et communication interspécifique chez les passereaux » (Ambre SALIS, directeur de thèse : Thierry LENGAGNE, LEHNA (UMR UCBL-CNRS)) :

Lorsque les mésanges font face à un prédateur, il leur est possible de l'agresser plutôt que de le fuir. Ce comportement, appelé harcèlement ("mobbing" en anglais), peut-être influencé par de nombreux facteurs, comme le risque encouru ou le contexte personnel des oiseaux. Lors du harcèlement, les mésanges et autres passereaux se regroupent autour du prédateur, font des mouvements agressifs stéréotypés, et produisent des cris spécifiques. La compréhension de ces cris et notamment de la complexité de leur organisation (= leur syntaxe) est l'un des axes principaux de la thèse d'Ambre SALIS, encadrée par Thierry Lengagne et Jean-Paul Léna, au LEHNA (Lyon 1). Cette année, avec l'aide de trois stagiaires, Ambre Salis a étudié le possible impact du tempérament individuel des individus ainsi que de la pression de prédation locale ressentie sur la réponse à la fois comportementale et acoustique des mésanges charbonnières. Pendant un mois de terrain, hébergée dans les nouveaux logements de la Fondation, l'équipe a suivi 120 nichoirs positionnés dans le parc. Pour une quarantaine d'individus se reproduisant dans ces



Mésange charbonnière
(photo : A. Salis)

nichoirs, des tests comportementaux (réaction face à des modèles de conspécifiques ou de prédateurs empaillés) ont été réalisés. Une fois la réponse comportementale et acoustique analysée, un article scientifique sera publié dans une revue scientifique.

Thèse portant sur le « Déterminisme du développement et de la toxicité des biofilms de cyanobactéries en rivière et en étangs » (Charlotte ROBICHON, directeurs de thèse : Sylvain DOLÉDEC (LEHNA (UMR UCBL-CNRS)) et Joël ROBIN (ISARA)) :

Dans le cadre de sa thèse, Charlotte Robichon étudie les biofilms de cyanobactéries en rivière et en étangs. Elle est encadrée par Sylvain Dolédec (LEHNA – Université Lyon 1) et Joël Robin (ISARA Lyon). Ce projet est financé à 50% par la Fondation Pierre Vérots et à 50% par l'EUR H2O Lyon.

Biofilm de cyanobactéries
(photo : C. Robichon)



Les activités anthropiques, notamment l'agriculture intensive et l'urbanisation, ont augmenté les flux

d'azote et de phosphore circulant sur les sols depuis ces deux dernières décennies, entraînant un transfert excessif de nutriments vers les écosystèmes d'eau douce et provoquant leur eutrophisation à l'échelle mondiale. A long terme, l'anoxie induite par l'eutrophisation altère le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et induit la réduction de la biodiversité aquatique, la diminution des stocks de poissons et de crustacés et peut s'accompagner de proliférations de composants biologiques nuisibles pouvant avoir de graves conséquences sur la santé humaine.

L'un des risques pour les écosystèmes aquatiques est la prolifération de cyanobactéries, aussi appelées improprement « algues bleues ». Ce sont des bactéries qui peuvent présenter un risque sanitaire du fait de leur capacité à produire différents types de toxines. Le risque engendré peut même remettre en cause divers usages des milieux aquatiques comme les loisirs et les prélèvements d'eau destinés à la consommation humaine. Plusieurs cas de mortalités de mammifères, principalement des chiens, liées aux neurotoxines produites par des cyanobactéries ont été enregistrés depuis une douzaine d'années en France dans des rivières comme le Tarn, la Loue, la Loire, le Cher, la Moselle, l'Ardèche, et l'Ain. Par contre, en ce qui concerne les étangs, si l'on connaît bien la problématique liée au genre de cyanobactéries le plus répandu *Microcystis*, on en sait moins sur les potentiels biofilms benthiques.

Lenjeu majeur de ce travail de thèse est de pouvoir mieux anticiper l'apparition des biofilms de cyanobactéries en tenant compte des conditions environnementales et d'identifier le potentiel risque toxique. Nous avons initié une étude comparative des souches de cyanobactéries « d'étangs » et « de rivières » afin de pouvoir transposer les connaissances acquises sur la toxicité de certaines souches d'un milieu dans l'autre milieu. Sur la Fondation Pierre Vérots, nous allons ainsi échantillonner les étangs de Praillebard et Boufflers à 4 dates au cours de l'été 2021 pour évaluer l'évolution des proliférations de biofilms de cyanobactéries au cours du temps et la potentielle présence d'espèces cibles appartenant aux genres *Phormidium* et *Lyngbya*. Par la suite, nous analyserons la diversité génotypique des souches observées et nous vérifierons si les souches observées dans les deux milieux sont comparables ou très différentes génétiquement. Enfin, nous étudierons le cluster de gène codant pour la production de neurotoxines afin de vérifier si le cluster a une structure et un fonctionnement différent selon l'origine des souches.

Thèse portant sur les « Stratégies végétales de contrôle des microorganismes du cycle de l'azote des sols chez les Renouées du Japon – Cas pratique d'une super invasive » (Cédric BÉRAUD, directrices de thèse : Amélie CANTAREL (LEM (UMR 5557 UCBL-CNRS)) et Florence PIOLA (LEHNA (UMR 5023 UCBL-CNRS)) :

Les invasions biologiques constituent une menace non négligeable pour la biodiversité et participent par ailleurs à son déclin.

Parmi les espèces végétales qui menacent les écosystèmes naturels en France, les Renouées du Japon tiennent une place majeure. Ce groupe d'espèces, du genre *Fallopia* (Polygonacées), est connu pour ses caractéristiques de croissance, ses capacités de dispersion, de colonisation et de compétition avec les autres organismes de l'écosystème. Ces espèces se sont révélées invasives dans des proportions telles qu'elles sont reconnues au niveau mondial comme des fléaux des zones tempérées (Europe, Amérique du Nord, Nouvelle-Zélande). Les écosystèmes envahis sont en général considérés comme perturbés et la biodiversité autochtone comme fortement menacée par l'invasion.

Le parc de la Fondation Pierre Vérots en Dombes représente un espace naturel constitué d'une mosaïque d'écosystèmes comprenant étangs, prairies, boisements et mares, riche d'une importante biodiversité. Mais l'anthropisation croissante de la Dombes, depuis les années 50, impose sur le parc une menace liée à l'introduction d'espèces invasives végétales qui peuvent, comme décrit ci-dessus, bouleverser la biodiversité caractéristique de la Dombes et le fonctionnement de ses écosystèmes. Néanmoins, à l'heure actuelle, la prolifération des espèces de Renouées n'a pas l'ampleur qu'elle peut avoir dans d'autres parties de la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Plusieurs raisons peuvent être invoquées, comme une protection contre l'introduction

des organes végétaux nécessaires à sa multiplication (graines ou fragments de la plante) par la clôture du parc, une gestion adaptée mise en place très tôt et efficace, ou l'existence de filtres environnementaux limitant l'implantation et/ou la prolifération des Renouées. Ce parc constitue donc un excellent modèle pour tenter de comprendre les facteurs de régulation de la colonisation des Renouées.

Cette thèse, financée à 50% par la Fondation Pierre Vérots, se focalisera sur les caractéristiques du sol et de la plante qui pourraient fortement impacter sa prolifération. Dans ce contexte, l'azote minéral (i.e. nitrate) est un élément nutritif très souvent limitant et par conséquent déterminant pour la croissance des plantes. Dans le cas d'espèces envahissantes, la croissance exceptionnelle des appareils souterrains et aériens et les capacités de prolifération pourraient s'expliquer par une stratégie d'acquisition de l'azote minéral particulièrement efficace. L'azote dans le sol est en partie issu de plusieurs réactions chimiques engendrées par divers types de micro-organismes (cycle biogéochimique de l'azote).

Récemment, les laboratoires encadrant le doctorant ont mis en évidence, chez les Renouées du Japon, une stratégie d'inhibition biologique de la dénitrification (BDI), une des réactions chimiques microbiennes qui gère l'azote dans le sol. Cette inhibition est le résultat d'une sécrétion par les racines de la plante d'une molécule qui bloque l'activité de ces micro-organismes. Cette stratégie permet à la plante d'entrer en compétition avec les micro-organismes et de détourner à son profit la ressource nutritive azotée nécessaire à sa croissance.

Le but de cette étude est donc de comprendre en quoi les caractéristiques des sols, l'état de développement de la plante et la saisonnalité pourraient jouer un rôle ou non dans la mise en place des stratégies de contrôle de l'azote par les Renouées.



Unique tache de présence de Renouée du Japon en limite de propriété de la Fondation
[photo : T. Beroud/FPV]

BIODIVERSITÉ LOCALE :

LES COLÉOPTÈRES

DE LA FONDATION PIERRE VÉROTS

Si vous vous intéressez à la biodiversité, vous êtes bienvenus parmi les amateurs de Coléoptères. Ce sont les carabes, les scarabées, les hannetons, les charançons, aussi les coccinelles, les taupins, les chrysomèles, les cantharides, et aussi les vers luisants, et les bousiers, etc, etc. C'est le plus divers des ordres de la classe des insectes avec environ 10 000 espèces connues en France continentale sur les 350-400 000 décrites dans le monde (et les centaines de mille qui restent à décrire). C'est dire que ce groupe est, parmi tous les animaux, le champion de la diversité spécifique. Les coléoptères sont actifs dans la plupart des écosystèmes terrestres et d'eau douce, ils ont un impact important sur l'agriculture et sur la forêt et ils constituent d'intéressants modèles pour la recherche scientifique. L'inventaire effectué à la Fondation Pierre Vérots (abrégée en FPV) atteint actuellement près de 1700 espèces soit environ 1/6 des coléoptères de France et beaucoup plus que tous les vertébrés du pays. Sur une surface de l'ordre de 2 km², cela n'est pas si mal.

Jean-Claude PRUDHOMME
Société Linnéenne de Lyon

Au cœur d'une zone humide à la flore diversifiée, cette mare expérimentale installée en lisière de forêt et à proximité de l'étang Boufflers héberge divers tritons, de nombreuses punaises aquatiques et bien sûr une grande diversité de coléoptères aquatiques (photo : T. Beroud/FPV)

Cette extraordinaire diversité est le résultat d'une intense spéciation qui a commencé probablement il y a 250 millions d'années après la très grave crise de la biodiversité qui marque le passage de l'ère primaire à l'ère secondaire. On croit savoir que les premiers coléoptères (apparus à la fin de l'ère primaire) étaient des saprophages c'est à dire qu'ils se nourrissaient de déchets organiques, débris végétaux essentiellement. Des espèces prédatrices en seraient issues, puis au cours du secondaire se serait diversifié un très grand nombre de phytophages en liaison suppose-t-on à la prodigieuse diversification des plantes à fleurs. De manière remarquable, les principales familles actuelles de coléoptères, présentes dès le Crétacé (il y a 145 millions d'années !),

ont traversé sans grandes pertes la grande extinction qui marque la limite Crétacé/tertiaire et qu'on impute aux conséquences de la chute de la météorite qui a provoqué notamment la disparition des Dinosaures sur terre et des Ammonites en mer. Au cours du tertiaire la diversification des coléoptères s'est poursuivie jusqu'à nos jours.

On a beaucoup spéculé sur les raisons qui expliquent cette forte spéciation et cette grande résistance des coléoptères, toujours est-il qu'ils constituent maintenant l'ordre le plus nombreux parmi les insectes, la classe d'animaux elle-même la plus nombreuse. On trouve actuellement des coléoptères dans tous les milieux à l'exception des océans. Ils peuplent ainsi la taïga, les forêts tempérées et tropicales, la savane, la steppe, les lacs et rivières, les déserts et même la toundra au sol gelé. Cette adaptabilité écologique est bien sûr corrélée à l'extrême diversité des espèces sans qu'on en comprenne vraiment la nature. Dans tous ces milieux on retrouve des coléoptères herbivores, des prédateurs et des saprophages, c'est à dire des espèces actives à tous les niveaux de la chaîne trophique.

A la FPV on rencontre les principaux milieux de la Dombes et bien sûr les Coléoptères qui vont avec. Le domaine de la Fondation comporte des étangs destinés à la production piscicole et organisés comme le dicte la tradition dombiste. Ces étangs sont des étangs artificiels, à fond plat qu'il faut entretenir et notamment curer de temps en temps pour en éviter le comblement. Il faut noter que ces étangs sont accompagnés de



mares, également artificielles, qui ont été installées dans la forêt et dans la prairie en vue d'études scientifiques. Ces pièces d'eau sont bien sûr le lieu de vie des coléoptères aquatiques dont les dytiques et leurs voisins qui constituent la famille des Dytiscidés.

Ce sont des insectes essentiellement carnivores. Une autre grande famille de coléoptères aquatiques est constituée par les Hydrophilidés au sens large qui sont plutôt des herbivores, mais elle comporte aussi des espèces terrestres remarquables par leur mœurs de coprophages, amateurs d'excréments. D'autres coléoptères aquatiques, les Haliplidés, les Gyrinidés, les Hygrobiidés etc., complètent ce groupe. La diversité ne s'arrête pas là ! Les membres de ces diverses familles ont des manières elles-mêmes variées d'être aquatiques. On trouve les aquatiques qui passent toute leur vie de larve puis d'adulte dans l'eau (Dytiscidés par exemple), d'autres qui ne sont plus aquatiques à l'état adulte (Scirtidés) et d'autres qui ne sont aquatiques qu'à l'état adulte (Hydraenidés, Helophoridés, etc). Avec des régimes alimentaires variés, carnivores, phytophages, détritivores et omnivores, les Coléoptères aquatiques sont présents à tous les niveaux des chaînes alimentaires. On devine ainsi quelle énorme diversité biologique se cache derrière cette expression "coléoptères aquatiques". Comme cette diversité est encore plus grande chez les espèces forestières et chez les espèces de prairies, on voit qu'il est illusoire de vouloir en faire le tour en quelques pages.

Présentons néanmoins les 6 plus grandes familles de coléoptères (exemples pris à la FPV) :

LES CHRYSOMÉLIDÉS

Les Chrysomélidés qu'on trouve aussi bien en forêt que dans les milieux ouverts sont des herbivores quelquefois très spécialisés. Chacun connaît la spécialité du doryphore qui est l'un d'eux (absent à la FPV !). La plupart des autres sont un peu plus larges dans leurs goûts, chacun dévorant des plantes différentes mais de la même famille végétale. Ce sont en effet de bons botanistes, connaisseurs des plantes qu'ils distinguent essentiellement avec leur odorat. Quelques espèces seulement sont franchement polyphages et consomment une grande diversité de végétaux. A la FPV on en connaît plus de 120 espèces et l'inventaire n'est pas complet.



LES CURCULIONIDÉS

Les Curculionidés, les charançons sont aussi des herbivores plus ou moins spécialisés. Leurs larves sont généralement endophytes, vivant dans les racines, les tiges, les feuilles, les fruits ou les graines. On en rencontre beaucoup en forêt où la plupart mangent le feuillage des arbres mais d'autres vivent à l'intérieur du bois. Les scolytes vivent dans l'aubier ou sous les écorces d'arbres laissant des traces en zigzag caractéristiques bien visibles sur les troncs écorcés. La FPV héberge plus de 210 espèces de charançons.

Chrysolina herbacea est une chrysomèle qui se développe sur les menthes en milieu humide. Elle est à rechercher à la Fondation. (photo : J. Broyer)

Curculio elephas, le balanin des châtaignes (et des glands), un charançon à très long rostre ici en balade dans l'herbe. (photo : J. Broyer)



Carabus nemoralis est une espèce commune à la Fondation qu'on trouve en forêt et dans les haies de la prairie. C'est un prédateur qui se nourrit de vers, mollusques et autres invertébrés du sol.



LES CARABIDÉS

Les Carabidés (plus de 550 espèces en Rhône-Alpes), les carabes, carabiques et cicindèles sont des prédateurs (larves et adultes) qui se nourrissent d'autres petits animaux qui vivent au sol dans la litière des forêts, dans les débris végétaux au bord des étangs ou même sur les arbres où par exemple, les calosomes pourchassent les chenilles processionnaires. D'autres carabiques sont des granivores et ils font provision de graines dont se nourrissent leurs larves. Certains sont omnivores et mangent tissus végétaux et petits animaux. Les carabidés sont bien présents parmi la faune ripicole au bord des étangs, dans la faune de prairie et dans la forêt. A la FPV on en compte plus de 140 espèces.

LES CÉRAMBYCIDÉS

Les Cérambycidés sont aussi des phytophages. La plupart ont de longues antennes et sont traditionnellement qualifiés de longicornes. Plusieurs espèces sont de grande taille, plusieurs centimètres, tel le grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) dont les larves fréquentent les vieux chênes. C'est une des deux espèces protégées au

Aromia moschata est un magnifique longicorne diurne dont la larve se développe dans les nombreux saules à proximité des étangs de la Fondation. (photo : J. Broyer)



plan national (l'autre est *Rosalia alpina* présente en montagne). Les longicornes sont aussi présents dans la prairie et d'autres milieux ouverts où ils se nourrissent de végétaux, mais ils sont surtout divers dans la forêt où leurs larves forent le bois. Elles se nourrissent de tissus vivants ou plus souvent de tissus secs et de bois morts (xylophages) qu'elles digèrent grâce à des enzymes particulières qu'elles fabriquent ou qui sont produites par les champignons qu'héberge leur tube digestif. On observe que les espèces qui se nourrissent de tissus vivants sont plus spécialisées que celles qui mangent le bois mort issu d'une plus large gamme d'espèces hôtes. On a dénombré 56 espèces à la FPV.

LES SCARABAEIDÉS

Les Scarabaeidés, les scarabées, comportent deux groupes principaux, des coprophages mangeurs d'excréments à l'état adulte et larvaire (bousiers) et des phytophages à l'état adulte et saprophages à l'état larvaire (hannetons et cétoines). Les premiers recherchent les excréments de Mammifères, principalement des herbivores domestiques (bovins, ovins et équidés) dont ils se nourrissent, dans lesquels ils pondent et où se développent les larves. Enfouis en terre ces excréments enrichissent les sols et favorisent la croissance de l'herbe broutée par les herbivores. En forêt ils exploitent les laisses de gibier. Avec la déprise pastorale ils sont plutôt en régression. Les seconds ont des adultes mangeurs de feuillage et des larves amatrices de racines (hannetons) ou bien des adultes floricoles adeptes de fleurs, nectar, pollen et fruits mûrs et des larves saprophages consommant des débris végétaux, et de racines, des détritus ou du bois mort et du bois décomposé (cétoines). 25 espèces ont été dénombrées à la FPV.



Potosia cuprea. Moins commune que la cétoine dorée, on trouve cette belle cétoine forestière sur les fleurs et les fruits. Sa larve se développe dans le terreau. (photo : J. Broyer)

Très proche des scarabées, il nous faut absolument citer le plus grand des coléoptères de la FPV le lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) dont le mâle pourvu de très grandes mandibules peut atteindre 7 à 8 centimètres. Son vol au crépuscule à la recherche des femelles est vraiment impressionnant. Si la vie de l'adulte qui se nourrit peu est très brève, celle de la larve saproxylophage dure plusieurs années dans le bois mort des souches et cavités de divers feuillus.

LES STAPHYLINIDÉS

Les Staphylinidés, la plus importante famille de coléoptères n'est pas aussi populaire que la précédente. Les staphylinins sont des insectes discrets, le plus souvent de petite taille (quelques millimètres), de couleur sombre et de mœurs nocturnes. Très divers, on les rencontre dans tous les milieux, au bord des étangs (*Stenus*), sous les écorces des arbres (*Xylostiba*), dans les litières forestières, dans les végétaux pourrissants, dans les excréments (*Ontholestes*), dans les nids d'oiseaux, de frelons (*Quedius dilatatus*), dans les dômes de fourmis rousses (*Myrmoecia*, *Pella*, *Zyras*, etc.), dans les mousses, dans les champignons au sol (*Oxyporus*), dans les champignons d'arbres (*Gyrophæna*) etc. Les staphylinins *Aleochara* ont des larves parasites des pupes de mouches et on trouve les adultes dans les substances animales et végétales en décomposition où les mouches abondent. Parmi les insectes myrmécophiles, notons la présence à la fondation de l'espèce *Lomechusa emarginata*, dont la vie est assez extraordinaire. Les adultes se trouvent l'été dans les dômes des fourmis *Formica* où ils se reproduisent. La nouvelle génération d'adultes migre ensuite pour hiverner dans les nids de fourmis *Myrmica*, rejoignant à nouveau l'année suivante un nid de *Formica* pour se reproduire à son tour. Nourries par les fourmis hôtes, ces staphylinins sont aussi capables de consommer des larves de fourmis. On peut supposer à bon droit que dans leur communication chimique avec les fourmis ces *Lomechusa* à deux hôtes sont bilingues. Les staphylinins comptent plus de 385 espèces à la FPV.

Ce très bref aperçu ne concerne que 6 des familles de Coléoptères présentes à la Fondation. Sachant qu'il en existe plus d'une centaine d'autres, certes moins riches en espèces, on imagine aisément l'extraordinaire variété de modes de vie et aussi la complexité des interactions nouées avec les autres êtres vivants de la FPV. A la diversité systématique se superpose ainsi la diversité des fonctions écologiques. Essayons néanmoins d'entrer plus avant dans cette diversité. Nous avons déjà abordé la



question de l'alimentation des coléoptères et de leur place dans le réseau trophique. Nous avons rencontré des espèces herbivores qui mangent des végétaux, des espèces carnivores qui mangent des animaux, des espèces fongivores qui mangent les champignons et des espèces saprophages qui mangent les débris organiques qui résultent de la mort des autres. Il faudrait ajouter des espèces plus ou moins omnivores. De plus, il faudrait préciser pour chaque espèce ce que mange la larve et ce que mange l'adulte, mais nous n'entrerons pas dans toutes ces précisions.

Le staphylin *Paederius riparius* fréquente les zones humides et est très commun à la Fondation notamment aux abords des étangs. Ses intenses couleurs rouge et bleu signalent aux prédateurs potentiels qu'il est toxique ! Chez l'homme il peut causer une dermatite de contact bénigne.
(photo : J. Broyer)

LES COLÉOPTÈRES ET LES PLANTES :

Pour beaucoup de coléoptères les végétaux constituent l'aliment principal. On connaît des coléoptères défoliateurs (par exemple les chrysomèles, les charançons), ils sont très nombreux.

Des mangeurs de pollen, des mangeurs des fruits (cétoines) des mangeurs des graines (par exemple les bruches) et aussi des mangeurs de racines (le hanneton commun autrefois si célèbre et redouté et actuellement en déclin), de sève, d'écorces et même de bois. Le problème qu'ils doivent résoudre est de digérer les constituants du végétal qui constituent leur source principale d'énergie, la cellulose des parois cellulaires et/ou la lignine constituant du bois. Les enzymes nécessaires ne sont pas toujours produits par l'insecte lui-même (très rarement dans le cas de la lignine) et lui sont fournis (au moins à titre d'appoint) par son microbiote intestinal, l'ensemble des microorganismes hébergés dans son tube digestif. Les relations avec les plantes passent en outre par la reconnaissance des hôtes plus ou moins spécifiques. Les coléoptères reconnaissent leurs plantes favorites

essentiellement à l'odeur. Les végétaux produisent en effet une variété considérable de composés volatils plus ou moins spécifiques que nos insectes discriminent habilement. Ils savent aussi repérer les arbres en souffrance et malades sur lesquels pourront se développer leurs larves (les scolytes par exemple). Une partie des Coléoptères se nourrit des débris végétaux en décomposition que l'on trouve près des étangs en milieu humide mais aussi dans la litière forestière ou dans les prairies. En forêt, beaucoup de coléoptères vivent aux dépens du bois mort et en voie de décomposition (saproxyliques).

LES COLÉOPTÈRES ET LES CHAMPIGNONS :

De très nombreux coléoptères se nourrissent de champignons, certains mangent des polypores des arbres (Mycétophagidés par exemple), d'autres des champignons au sol (staphylins divers) voire des champignons parasites qui causent aux plantes la rouille, le mildiou ou l'oïdium (certaines coccinelles). Beaucoup de coléoptères se nourrissent ainsi du mycélium ou des spores des champignons, en particulier des moisissures. Certains coléoptères passent même toute leur vie dans les fructifications des champignons d'arbres qu'ils dévorent et dans lesquels peuvent se succéder plusieurs générations.

Tous ces champignons leur posent à nouveau le problème de la digestibilité. Pour l'insecte la principale source d'énergie est constituée par les glucides de la paroi cellulaire qui n'est pas faite de cellulose comme chez les végétaux, mais d'autres composés glucidiques particuliers (les glucanes). Là encore certains coléoptères ont leurs propres enzymes (des glucanases), d'autres se font aider par leur bactéries et levures endosymbiotiques.

Diaperis boleti est un coléoptère (famille Tenebrionidae) très commun à la Fondation sur le polypore du bouleau *Piptoporus betulinus* dans lequel se développe la larve.



LES COLÉOPTÈRES ET LES ANIMAUX :

On ne connaît pas de coléoptère parasite de l'homme. Les vertébrés, mammifères, oiseaux, batraciens, reptiles et poissons sont en règle générale des prédateurs des coléoptères. Les invertébrés quant à eux sont plus souvent la proie des coléoptères. Les escargots, les limaces sont la nourriture principale de certains carabes. Les petits animaux de la litière forestière y compris de nombreuses larves d'insectes variés sont la proie d'une multitude de carabiques et staphylins. De très nombreux coléoptères sont des carnivores qui se nourrissent d'animaux vivants qu'ils chassent à vue et sont souvent pourvus d'yeux très développés. Contrairement aux larves des autres carabiques, agiles chasseresses, celles des cicindèles chassent à l'affût à l'entrée d'une galerie dans le sol où elles emportent leur proie pour s'en nourrir. D'autres se nourrissent des déjections (coprophages) et des cadavres (nécrophages). Ces derniers sont d'ailleurs utilisés par la police scientifique pour dater les cadavres parce que des espèces différentes se succèdent régulièrement sur le cadavre et qu'on peut ainsi estimer la date de la mort.



Aptère, cette femelle de *Meloe proscarabaeus* (famille Meloidae) ne peut pas voler. On trouve cette espèce marchant dans l'herbe au premier printemps.

C'est un coléoptère parasite des nids d'abeilles solitaires. De l'œuf pondu dans le sol sort une larve qui grimpe sur une fleur où elle s'accroche à une abeille solitaire qui la transporte dans son nid dans lequel elle vivra à ses dépens. (photo : J-P Rabatel)

Bien entendu on trouve de nombreux coléoptères prédateurs sur les végétaux ou sur les champignons, où ils chassent des animaux herbivores ou fongivores, plus souvent d'ailleurs leurs larves que les adultes. Outre les Carabidés et Staphylinidés, on peut citer les Histeridés qui sont des prédateurs spécialisés d'animaux coprophages et nécrophages et que l'on sait donc où trouver. D'autres se nourrissent de débris animaux, peau, fourrure, plumes d'oiseaux comme par exemple les Trogidés

voisins des scarabées qui sont parmi les derniers arrivés sur les cadavres de vertébrés et dont plusieurs espèces vivent dans les nids d'oiseaux ou de mammifères. De nombreux Dermestidés se trouvent même aussi dans nos maisons où ils se nourrissent de peaux, fourrures, laines, aliments secs et... collections d'insectes !

Les coléoptères entomophages sont des insectes prédateurs, commensaux ou parasitoïdes qui se développent aux dépens d'autres insectes. Les Calosomes pourchassent dans les chênes les chenilles processionnaires dont ils se nourrissent. Les staphylin du genre *Aleochara* coprophiles sont des parasitoïdes qui pondent leurs œufs dans ceux des mouches qui fréquentent le même milieu et leur larve dévore celle de l'hôte. Quelques espèces de coléoptères ont des interactions très singulières avec les Hyménoptères, en particulier des coléoptères commensaux des fourmis qui se développent à l'intérieur de la fourmilière en particulier dans les dômes. De manière remarquable ces coléoptères appartiennent à des familles variées dont les autres espèces mènent une vie sans lien avec les fourmis. Il en est d'ailleurs de même pour les fourmis qui appartiennent à des espèces bien différentes. Ceci suggère fortement que l'association avec les fourmis s'est développée à plusieurs reprises au cours de l'évolution des coléoptères et des fourmis qui partagent le même milieu et que s'est instituée une coévolution entre eux. De même, les coléoptères Cleridés parasitent des nids de guêpes et de frelons dont ils dévorent larves et nymphes.

Dans l'autre sens les coléoptères sont la cible d'un grand nombre d'espèces d'hyménoptères parasitoïdes qui pondent dans l'œuf du coléoptère où leurs larves se développent en dévorant la larve de celui-ci.

LES COLÉOPTÈRES SAPROXYLIQUES:

De très nombreux coléoptères se rencontrent plus particulièrement sur les arbres. Parmi eux, on qualifie de "saproxyliques" les plus de 2500 espèces qui en France sont en relation directe ou indirecte avec le bois mort ou mourant et donc surtout avec les vieux arbres. Leur importance écologique est grande parce qu'ils se trouvent au sein de tout un écosystème qui assure le recyclage du bois indispensable à la permanence de la forêt. Ces coléoptères dépendent d'une manière ou d'une autre de l'arbre qui est le producteur du bois. Celui-ci, très peu digeste comme on le sait, est principalement



dégradé par les champignons qui nous l'avons dit peu-vent digérer les composants du bois.

On va donc rencontrer parmi les coléoptères saproxyliques des mycophages. Ces mycophages sont la proie d'oiseau insectivores (les pics par exemple), mais aussi de coléoptères amateurs de larves qui à leur tour sont la cible de prédateurs secondaires, tertiaires, etc. La matière organique issue de bois est ainsi recyclée dans diverses chaînes trophiques. D'autres coléoptères sont des saprophages qui se nourrissent de bois très dégradé, du terreau des vieux arbres et des troncs à terre décomposés (pourritures) et envahis de mousses. Ces espèces souvent très petites sont aussi la proie de petits prédateurs et sont ainsi intégrées dans d'autres chaînes alimentaires. Ces coléoptères xylophages, saproxylophages, mycétophages, mycophages etc sont bien présents à la FPV où plus de 400 espèces ont été répertoriées, ce qui montre que même dans une région peu réputée pour ses forêts comme la Dombes, le milieu forestier contient une formidable diversité de coléoptères.

Clerus mutillarius (famille Cleridae) est un coléoptère forestier prédateur d'insectes, assez commun qu'on trouve chassant notamment sur les tas de bois. Sa larve également carnivore consomme les insectes xylophages qu'elle rencontre sous les écorces. (photo : J-P Rabatel)



Le grand capricorne *Cerambyx cerdo* est une espèce protégée dont l'adulte nocturne est surtout visible au crépuscule. La larve xylophage se développe pendant plusieurs années dans les chênes âgés et aussi dans de très nombreux autres feuillus. (photo : T. Beroud)

L'ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ LOCALE

Cette brève incursion dans la vie des coléoptères à la FPV ne peut rendre compte de l'extraordinaire diversité des modes de vie et de l'écologie de ces insectes, ni non plus du fait qu'ils sont en général imparfaitement connus voire totalement inconnus. Néanmoins elle laisse entrevoir l'ampleur de leurs interactions avec les autres insectes, la plupart des végétaux, animaux et des champignons, sans parler des protozoaires (parasites notamment), des bactéries (dont les commensales) et autres organismes présents dans le milieu. Une telle diversité est fascinante mais elle ne facilite pas la vie de l'entomologiste. Par exemple il ne suffit pas de reconnaître une coccinelle (c'est en général facile) pour deviner ce qu'elle mange ; on en connaît beaucoup qui mangent des pucerons, telle la commune coccinelle à sept points (*Coccinella septempunctata*), d'autres des cochenilles (*Platynaspis luteorubra*), des acariens (*Stethorus pusillus*), des mouches blanches (*Clitosthetus arcuatus*), d'autres encore des végétaux (*Subcoccinella vigintiquattuordecimpunctata*), des champignons (*Vibidia duodecimguttata*), etc. On comprend la nécessité de faire appel à d'autres outils tels que la modélisation statistique pour dépasser la simple description, mais ceci est une autre histoire.

La biodiversité est à la mode. C'est un concept qui s'appuie sur l'extrême variété des êtres vivants par opposition à l'indiscernabilité des objets élémentaires de la physique ou de la chimie, dont les particules, les photons, atomes, molécules de la même espèce sont indiscernables. Au contraire il n'existe pas deux êtres vivants absolument identiques et en cherchant bien on trouvera toujours une différence. On pourrait se contenter de les compter et de définir ainsi la biodiversité ! Ce serait passer à côté de la valeur qualitative qui en fait toute la richesse, même si la description complète paraît hors de portée.

L'intérêt d'une étude locale de la biodiversité est de faire le point de notre connaissance de la faune régionale. On sait que dans notre région et ailleurs la quantité d'insectes a fortement diminué depuis une cinquantaine d'années, par suite de l'occupation de l'espace par l'homme et de l'usage d'insecticides utilisés pour détruire les insectes (avec succès !).

Le domaine de la FPV est destiné à la recherche scientifique, mais ce n'est pas un laboratoire, c'est un terrain d'études et d'expérimentation. Quelle que soit

la perspective de l'étude entreprise il n'est guère possible de négliger la présence des insectes et notamment des plus nombreux d'entre eux, les Coléoptères. C'est aussi une raison de maintenir à jour l'inventaire des espèces présentes. Il permet l'accès à un vaste corpus de connaissances accumulées par les entomologistes depuis des siècles et que les outils informatiques seront capables de mobiliser de plus en plus rapidement.

Une autre raison qui a motivé notre activité d'inventaire est de pouvoir disposer d'un catalogue ancien des Coléoptères de l'Ain rédigé par Francisque Guillebeau, un entomologiste du 19^e siècle qui vivait dans la Dombes très près de la FPV au Plantay, ville dont il fut d'ailleurs le maire. Là il récoltait lui-même des coléoptères dont il était un spécialiste reconnu en France et à l'étranger. Il est ainsi possible de bien connaître la faune locale telle qu'il l'observait et de la comparer à celle qui est actuellement présente à la FPV à quelques 15 km du Plantay (à vol d'insecte). Quelles espèces ont disparu ? Quelles sont les espèces nouvelles ? En première approximation (notre bilan n'est pas achevé), selon nos données la diversité spécifique reste à peu près stable, les disparitions d'espèces étant compensées par l'arrivée de nouvelles. Ainsi jusqu'ici la diminution du nombre d'individus ne se traduit pas par une chute évidente de la diversité spécifique. Peut-être certaines espèces rarissimes ont-elles disparues sans qu'on s'en aperçoive. Un inventaire plus poussé pourrait le documenter. Il n'est pas certain qu'il en sera de même demain et on peut pronostiquer que les espèces aujourd'hui les plus rares s'effaceront. L'inventaire sert ainsi de jalon pour suivre l'évolution de la diversité spécifique. La mise en œuvre des techniques récentes d'étude des séquences d'ADN pourra être une aide précieuse pour le suivi des populations qui, on l'a deviné, est une tâche considérable si l'on souhaite confirmer la présence d'une aussi large gamme d'espèces dans leur milieu.

ET APRÈS...

On trouvera sur le site de la Fondation Pierre Vérots la liste de toutes les références bibliographiques des espèces animales, végétales et fongiques déjà répertoriées dans le Domaine (www.fondation-pierre-verots.fr).

UN PEU DE ZOOLOGIE

1 Embranchement des Arthropodes

Les araignées, crustacés, insectes, mille-pattes et quelques autres moins connus appartiennent à l'embranchement des Arthropodes. Avec plus de 1,2 millions d'espèces c'est l'embranchement le plus riche en espèces décrites, plus nombreuses même que tous les autres êtres vivants connus.

Ils sont caractérisés par un corps constitué de plusieurs segments en série porteurs d'appendices dont les pattes, elles-mêmes composées d'articles successifs d'où leur nom : "à pattes articulées". Ils sont recouverts d'un squelette externe composé de plaques plus ou moins rigides et inextensibles qui constitue une bonne protection contre la dessiccation (et les prédateurs !), mais qui leur impose de muer (changer de peau) de temps en temps au cours de la croissance.

2 Sous-embranchement des Hexapodes (insectes et leurs proches)

Parmi les Arthropodes, les Hexapodes constituent un sous-embranchement qui regroupe principalement les insectes (aillés) et d'autres arthropodes également à trois paires de pattes (soit 6 pattes d'où le nom d'hexapodes) mais sans ailes : les protoches, diploures et collemboles, animaux de petite taille qui vivent dans le sol et la litière et sont bien moins connus que les insectes.

Parmi ces Hexapodes, la **classe des Insectes** qui regroupe au moins 1,1 million d'espèces connues (et beaucoup d'espèces à décrire !) constitue la classe animale la plus riche en espèces.

Le corps de l'insecte est constitué de trois parties : la **tête** qui porte les yeux, une paire d'appendices sensoriels, les antennes, et des appendices buccaux autour de la bouche, le **thorax** constitué de 3 segments qui portent chacun une paire de pattes et une paire d'ailes sur chacun des 2 segments postérieurs et enfin l'**abdomen** qui contient notamment les organes reproducteurs. Ces animaux aériens respirent grâce à un système de trachées, des tubes qui conduisent l'air ambiant directement aux divers tissus de l'organisme.

Le développement des insectes commence par une phase embryonnaire dans l'œuf d'où éclot une larve dépourvue d'ailes.

Schématiquement on distingue des espèces chez lesquelles la larve, qui, bien que plus petite que l'adulte, lui ressemble beaucoup (par exemple les criquets). Elle grandit au cours d'une succession de stades larvaires entrecoupés de mues et pendant lesquels les ailes s'accroissent jusqu'à la dernière mue qui conduit à l'imago, l'adulte sexué (développement sans métamorphose).

Chez d'autres, la larve ne ressemble pas à l'adulte et vit d'ailleurs souvent dans un autre milieu, c'est évidemment le cas de l'asticot des

mouches ou de la chenille des papillons. Après une succession de stades larvaires, elle se transforme en nymphe (mue nymphale ou nymphose), un stade sans croissance où l'animal subit une série de modifications anatomiques, physiologiques et comportementales irréversibles (la métamorphose) et devient ainsi un adulte ailé qui émerge après une nouvelle mue, la mue imaginale.

3. Ordre des Coléoptères

C'est cet ordre d'insectes qui fait l'objet de cet article. Il est le plus divers des ordres d'insectes. Presqu'un animal décrit sur 3 est un coléoptère !

Les Coléoptères se reconnaissent aisément à la structure de leurs ailes. Les ailes membraneuses qui servent au vol sont les ailes postérieures (c'est le contraire des mouches) alors que les ailes antérieures épaisses, les élytres, forment un étui rigide qui protège les ailes membraneuses repliées et le plus souvent couvrent l'abdomen.

Chez les Coléoptères, le cycle vital comporte une métamorphose. Dans un très grand nombre de cas, l'adulte et la larve ne vivent pas dans le même milieu, par exemple larve aquatique-adulte terrestre ou bien l'inverse larve terrestre-adulte aquatique ! Non seulement les coléoptères sont divers, mais beaucoup mènent ainsi deux vies bien différentes !

On s'est beaucoup posé la question de savoir pourquoi les Coléoptères ont réussi une pareille diversification. Bien que les réponses soient variées, discutables et discutées, on peut suggérer les suivantes qui bien sûr ne s'excluent pas :

- Le corps segmenté permet une grande souplesse morphologique en jouant sur le nombre et la spécialisation des segments (notons que les vertébrés partagent une telle structure fondamentale),
- Parmi les animaux qui ont envahi les continents, les insectes ont les premiers inventé le vol, s'ouvrant l'accession à une multitude de biotopes nouveaux,
- La métamorphose permet la croissance de la larve dans un biotope et la reproduction de l'adulte dans un autre, sans compétition entre les deux périodes de la vie (beaucoup d'espèces marines avaient déjà exploité cette possibilité),
- Parmi les Coléoptères, la majorité est constituée de phytophages qui exploitent des plantes à fleurs (les plus divers des végétaux terrestres) pour se nourrir mais participent aussi à la dissémination de ces mêmes plantes (par la pollinisation ou le transport des graines par exemple). Il est permis de penser que ces végétaux et ces coléoptères ont évolué en parallèle (co-évolution) conduisant à la diversification simultanée des uns et des autres.

Iconographie

On peut faire appel à internet pour "voir" la diversité spécifique des Coléoptères.

Les sites ci-dessous sont recommandés pour une première approche :

- Site Entomologie en Alsace : <http://claude.schott.free.fr>
- Site sur les coléoptères d'Allemagne, plus de 2600 photos dans Käfer (Coleoptera) der deutschen Käferfauna : <https://www.kerbtier.de>
- Ainsi que le suivant concernant l'ensemble des insectes : <https://galerie-insecte.org>

HALTE AU PILLAGE DE NOTRE PLANÈTE

Jean ANDRIOT
Président d'honneur
de la Fondation Pierre Vérots

On parle, à juste titre, du défi que représente pour l'humanité le réchauffement climatique.

**Mais deux autres défis encore plus redoutables nous guettent,
dans des délais qui se rapprochent.**

Halte au pillage de la terre par les humains !

Titre provocateur, et pourtant...

1 milliard d'hommes vers 1900, 6 milliards en 2000.

Et on est loin, semble-t-il, du point de rebroussement.

Et en plus, le niveau de vie moyen au cours de ce siècle a bondi considérablement. Et on n'envisage pas d'y renoncer.

Le problème, c'est que nous sommes sur une petite planète aux ressources limitées qui risquent d'être épuisées plus rapidement qu'on ne l'imagine.

A trois niveaux d'irréversibilité croissante :

- le réchauffement climatique,
- les ressources en métaux,
- les espèces vivantes.

1/ Le réchauffement climatique

Dû à une modification de la composition de l'atmosphère provoquée par la combustion des énergies fossiles, c'est le phénomène le plus facile à identifier. Le coupable est le gaz carbonique. Et personne ne peut s'y soustraire car tout le monde partage la même atmosphère.

Mais, comme je l'ai montré dans un autre article, le gaz carbonique est peu à peu absorbé par les océans, qui en contiennent déjà naturellement. Il l'est lentement certes, puisque l'excès se résorbe à raison de 3% par an, mais la situation devrait pouvoir se redresser à vue humaine si on prend les mesures nécessaires.

Donc, avec un peu de patience, et en nous disciplinant tous pour ne plus en émettre autant, la terre pourrait retrouver son équilibre en quelques siècles à peine.

Et sans autant manger d'énergie puisque le soleil nous en inonde chaque jour. Il suffira de capter cette énergie, pour un coût, il est vrai, supérieur à celui auquel les gisements d'énergie fossile nous avaient habitués. Mais sans restriction et pour l'éternité.

2/ Les ressources en métaux

Notre civilisation repose certes sur la disponibilité d'énergie, sous formes diverses, électrique en particulier, mais pour quoi faire ?

C'est, en dehors du chauffage et de l'éclairage, pour faire marcher un tas d'engins : pelles mécanique, machines agricoles, machines-outils, véhicules, matériels électrique ou électronique. Engins qui sont à la base de notre « civilisation ».

Or, cela n'est devenu possible qu'à partir du moment où l'homme a découvert les métaux, il y a plusieurs milliers d'années, et qu'il en a fait des outils à son service.

Tous nos engins (y compris ceux qui servent à extraire les combustibles fossiles ou à capter vent ou rayons du soleil) sont, eux aussi, essentiellement à base de métaux : fer, cuivre, aluminium, magnésium, platine, uranium, lithium, etc., qu'il faut extraire de gisements disséminés sur la planète. En consommant une partie de l'énergie qu'ils ont contribué à produire...

C'est d'ailleurs avec la maîtrise de ces métaux que les civilisations, rappelons-le, se sont développées. Les archéologues ne parlent-ils pas d'âge du bronze puis d'âge du fer pour caractériser les premières civilisations ?

Or, des gisements métalliques sont rares, qu'ils soient filoniens ou sédimentaires. Ils résultent d'un phénomène en deux temps : d'abord a lieu un lent travail d'érosion de la roche primaire par les précipitations atmosphériques, précipitations atmosphériques qui sont d'ailleurs une caractéristique originale de notre planète parmi les autres planètes du système solaire. Puis lorsque le produit de ces rinçages rencontre des conditions favorables il y a enfin un dépôt d'un minéral exploitable.

Mais ce lent travail d'érosion et de dissolution, suivi de précipitation sélective de certains sels métalliques lorsque le milieu traversé est favorable, n'est pas à l'échelle du siècle, mais du million d'années.

Pour l'anecdote, je citerai ce chercheur japonais du milieu du XX^e siècle, qui avait découvert que les océans contenaient de l'uranium en quantité fabuleuse. Mais il s'était rapidement rendu-compte que ces millions de tonnes d'uranium avaient demandé, pour être extraites, bien plus d'énergie que celle que ces tonnages auraient pu produire avec les meilleurs réacteurs nucléaires du monde. La teneur naturelle de l'uranium dans les océans, comme d'ailleurs partout dans la croûte terrestre, est bien trop faible.

Cet exemple est généralisable à toutes les matières premières métalliques qui sont à la base de notre civilisation.

Mais, cette fois, contrairement au cas du gaz carbonique de l'atmosphère pour lequel on peut espérer un redressement de la situation en quelques décennies, il faut raisonner en durée d'ères géologiques, c'est-à-dire en millions d'années...

Cela veut dire qu'il devient impératif de recycler tous nos objets devenus obsolètes pour en récupérer les métaux, et ne pas les disperser dans

des décharges abandonnées à elles-mêmes, où ils sont livrés à la corrosion et finalement dispersés dans la nature. Les métaux s'y retrouvent en effet irrémédiablement dilués dans la croûte terrestre ou les océans. Et ils y sont à jamais irrécupérables à notre échelle de temps.

Evidemment, politiquement parlant, c'est un sujet moins facile que la lutte contre le réchauffement climatique, où tout le monde partage la même atmosphère. En effet les états consommateurs de métaux ne sont pas, le plus souvent, les états producteurs.

Et, de plus, on est incapable de mesurer le danger de pénurie qui nous guette. On n'a pas une mesure simple comme la teneur en CO₂ de l'atmosphère !

Mais le danger est bien réel !

Et, cette fois-ci, irréparable à notre échelle de temps.

3/ Les espèces vivantes

Avant énergie et matières premières, notre humanité, explosion démographique, a besoin avant tout, pour survivre, de consommer des espèces vivantes : animaux ou végétaux.

Or inutile de rappeler ici les immenses surfaces de terres agricoles transformées en béton pour se loger ou se déplacer.

Inutile de rappeler les immenses surfaces grouillantes de vie de certains continents, transformées brutalement en terres cultivées industriellement pour un seul végétal.

L'actualité ne manque pas d'exemple : la forêt amazonienne en Amérique du sud, la forêt de certaines îles indonésiennes, ou celle de certaines régions de l'Afrique équatoriale.

Or toutes ces surfaces contenaient des espèces végétales et animales d'une richesse inestimable, qui n'ont même pas eu le temps d'être recensées avant d'être détruites à jamais.

Certes les géologues ont montré que notre planète a déjà connu des bouleversements comparables attribués à des changements très rapides de la croûte terrestre à certaines époques, changements dus soit à des modifications brutales, souvent de nature volcanique, des continents, soit à la percussive de bolides extraterrestres.

Et ces bouleversements géologiques auraient été la cause de ruptures complètes du monde vivant constatées par les paléontologues aux mêmes époques. Comme par exemple l'émblématique disparition brutale des dinosaures. Tout cela a modifié à jamais ce que les spécialistes appellent « l'Arbre du Vivant » de notre planète, sorte d'arbre généalogique de tous les êtres vivants sur la Terre.

La vie n'a certes jamais complètement disparu. Mais elle a dû s'exprimer autrement. Et de nombreuses espèces en ont donc fait les frais.

Cette fois c'est nous qui faisons le travail qu'ont fait, à trois ou quatre reprises, des bouleversements géologiques ou cosmiques. Un travail dont nous pouvons devenir les propres victimes.

Et, en la matière, ce ne sont pas forcément les êtres vivants les plus visibles qui peuvent être les plus redoutables. Certaines épidémies, comme celle du Covid, peuvent nous en donner un avant-goût.

Nous pourrions donc fort bien être les victimes d'un chambardement irréfléchi du monde vivant et de son habitat.

Qu'on en juge par quelques autres exemples récents, certes modestes, dont nous avons été les artisans inconscients :

- le charançon rouge ravage les palmiers du littoral méditerranéen. Il est arrivé en 2006 en Europe, avec des cargaisons à bas prix en provenance d'Egypte, et donc sans des précautions qui auraient été trop coûteuses,
- la bactérie *Xylella* menace les oliviers méditerranéens, ayant été importée du Costa Rica par des pépiniéristes dont le seul souci est le « business »,
- le Chancre coloré qui ravage les platanes des rives du Canal du Midi aurait été importé inconsciemment des USA, où il est pourtant connu depuis 1930 comme porteur de certaines maladies.

Est-il possible d'éviter ces désordres du monde vivant ?

L'exemple suivant est encourageant : au cours des dernières décennies du XX^e siècle un juteux commerce d'exportation vers l'Europe de la tortue du continent américain dite de « de Floride » se développe, tortues qui s'échappèrent et entrèrent en concurrence avec une tortue d'Europe, la cistude, en perturbant donc l'équilibre du monde vivant du vieux continent.

Des biologistes s'inquiétèrent de cette situation, notamment le professeur Joly qui entreprit une étude comparée des deux tortues au sein du Parc de la Fondation Pierre Vérots. Le verdict fut sans appel conduisant les Pouvoirs Publics à interdire en 1997 l'importation de la tortue de Floride en Europe.

Conclusion

On parle beaucoup, à juste titre certes, du réchauffement climatique, dans lequel tout le monde trempe ! Ce qui facilite les choses.

Mais il est urgent de savoir recycler certaines matières premières, essentiellement métalliques, sans lesquelles notre civilisation n'existerait pas. Malheureusement cela risque d'être la foire d'empoigne entre les états, les uns producteurs, les autres consommateurs. Pourtant sans outils métalliques tout s'arrête. Retour à l'âge de pierre !

Enfin ne détruisons pas aveuglément les espèces vivantes. Nous pourrions, un jour, être les victimes, définitives cette fois, de cette méconnaissance. Car l'Arbre de Vivant résulte d'un subtil équilibre entre espèces concurrentes, sans pitié les unes pour les autres.