

Dossier technique pour l'obtention d'une dérogation pour la capture et la destruction de spécimens d'Anolis de la Martinique (*Dactyloa roquet*)

2022

Rédaction : Mathieu Coulis



Table des matières

Dossier technique pour l'obtention d'une dérogation pour la capture et la destruction de spécimens d'Anolis de la Martinique (<i>Dactyloa roquet</i>).....	1
1. Introduction générale :.....	1
2. Argumentation vis-à-vis des trois règles de recevabilité d'une dérogation espèces protégées. 2	
Recherche de solutions alternatives	2
Limitation des impacts sur l'état de conservation de l'Anolis de la Martinique (<i>Dactyloa roquet</i>) 2	
Finalités de l'étude justifiant la dérogation.....	3
3. Descriptif détaillé du projet.....	4
Choix des organismes étudiés	4
Protocole de collecte <i>in situ</i>	6
Méthode analytique des contaminations du sol et de la faune.....	6
Analyses statistiques	7
4. Bibliographie.....	7
5. Présentation de l'équipe de travail	9

1. Introduction générale :

La chlordécone (CLD) a été utilisée dans les Antilles Française pour lutter contre le charançon noir du bananier *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824), un insecte se développant dans le bulbe du bananier. Aujourd'hui, plus de 25 % des terres agricoles de Martinique et de Guadeloupe sont contaminées par cette molécule classée comme cancérigène probable (Confiant *et al.* 2002). Le model WISORCH a été construit pour évaluer la contamination des sols par la CLD et a estimé qu'elle durerait entre 100 et 600 ans selon l'intensité de lixiviation et en supposant l'absence de dégradation (Cabidoche *et al.*, 2009). En 2008, les autorités françaises de sécurité sanitaire des aliments ont abaissé la limite maximale de résidus (LMR) pour la CLD, autorisée pour la consommation humaine de 200 à 20 µg/kg de poids frais. De par sa nature très persistante, la CLD se retrouve à polluer de nombreux sols de Martinique et donc de nombreuses plantations, des cours d'eau, le bétail et les ressources halieutiques consommés par la population. Cela posant des problèmes environnementaux et sanitaires graves.

La contamination des milieux aquatiques a été abondamment étudiée mettant, en évidence une contamination importante à tous les niveaux trophiques (Baudry *et al.*, 2022 ; Kermarrec 1980 ; Dromard *et al.*, 2022). De nombreuses études ont également été menées en milieu terrestre sur la contamination des produits végétaux (Clostre *et al.*, 2014 ; Clostre *et al.*, 2015) ainsi que sur les productions d'animaux d'élevage (Jondreville *et al.*, 2014 ; Fournier *et al.*, 2017 ; Lastel, 2015). Il existe également une étude sur le héron vert (*Butorides virescens*) et la tourterelle à queue carrée (*Zenaida aurita*), cette dernière étant communément chassée et consommée aux Antilles Françaises (Eraud *et al.*, 2011). Cependant, il n'existe à notre connaissance aucune donnée sur la contamination de la faune sauvage terrestre.

Les invertébrés du sol et leurs prédateurs jouent pourtant un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes naturels et cultivés. En effet, la faune du sol intervient dans de nombreuses fonctions écologiques telles que le maintien de la structure du sol, le cycle des nutriments, le stockage de carbone (Barrios 2007, Lavelle *et al.*, 2006).

Cette étude a donc pour objectif d'étudier la contamination par la CLD dans le réseau trophique du sol en allant jusqu'à l'étude d'un prédateur incontournable des invertébrés du sol qu'est le lézard Anolis de la Martinique (*Dactyloa roquet*).

2. Argumentation vis-à-vis des trois règles de recevabilité d'une dérogation espèces protégées

Recherche de solutions alternatives

Le dosage de la CLD dans les tissus demande une quantité minimale de matière allant habituellement de 10 à 100 g. Cette quantité minimale est fortement limitante pour les études sur des petits animaux ; c'est pourquoi nous avons recherché des pistes analytiques alternatives. Nous avons noué un partenariat scientifique avec un laboratoire de l'ANSES qui a mis au point une méthode pouvant doser la CLD avec moins de 1 g de matière. Cette avancée a permis de réduire la quantité de matière nécessaire (Martin *et al.*, 2020) et donc le nombre d'individus devant être prélevés.

Une piste envisagée pour doser la CLD dans les Anolis sans les tuer est de prélever leur queue, les Anolis de la Martinique ayant une capacité de régénération bien connue. Néanmoins, cette piste semble peut intéressante car selon des tests préliminaires, une queue de lézard pèse en moyenne entre 25 et 50 mg (lyophilisée) ce qui demanderait de prélever des queues sur environ 20 et 40 individus pour constituer un seul échantillon. Sachant qu'une étude robuste doit être faite sur des échantillons répétés (au moins 5 à 10 échantillons), cela représenterait entre 100 et 400 lézards dont la queue devrait être prélevée. Au-delà de la difficulté technique (c'est presque irréalisable), cette méthode pourrait également engendrer des nuisances localement importantes sur un grand nombre d'individus.

Il n'existe donc pas de solution alternative réaliste pour étudier la CLD dans les Anolis de la Martinique compte tenu des capacités analytiques actuelles.

Limitation des impacts sur l'état de conservation de l'Anolis de la Martinique (*Dactyloa roquet*)

L'étude doit se tenir sur une parcelle de banane. Il s'agit donc d'un milieu déjà très anthropisé et régulièrement soumis à de fortes perturbations (labour et destruction des parcelles) qui peuvent impacter les populations indépendamment de notre étude.

L'étude qu'il est prévue de mener serait localisée sur la parcelle expérimentale BANABIO du CIRAD située sur la station de Rivière Lézarde (Lat. : 14.6636°, Long. : -60.9966°). Cette parcelle de 6000 m², située au sein d'un domaine de 15 ha (Fig. 1) est plantée en banane depuis 2019 et abrite un dispositif de suivi de biodiversité du sol et des mesures de rendement agricole mis en place dans le cadre du dispositif écophyto DEPHY EXPE ([lien](#)). Des premières observations ont permis de mettre en évidence une importante population d'Anolis de la Martinique dans chacune des 9 placettes du dispositif. Environ un individu a été observé sur chaque pseudo-tronc de bananier. Sachant qu'il y a environ 60 bananiers par placette on peut estimer très grossièrement la population à 540 individus sur le dispositif.

Notre objectif est d'étudier uniquement 6 placettes sur 9 et de prélever 3 individus par placette soit un total de 18 individus. Même si l'estimation de la population est très grossière, il est très probable que plusieurs centaines d'individus vivent sur cette placette, on peut donc raisonnablement penser que le prélèvement de 18 individus ne nuira pas à l'état de conservation de la population d'Anolis de la Martinique de la parcelle.

De plus, cette espèce est classée « moindre préoccupation » (LC) dans les listes rouges régionales et mondiales de l'UICN. Il s'agit d'une espèce abondante et très largement répartie en Martinique où elle

occupe une grande diversité de milieux naturels et anthropisés (DEAL de la Martinique, 2020). Cette étude aura donc un impact très limité sur sa conservation.

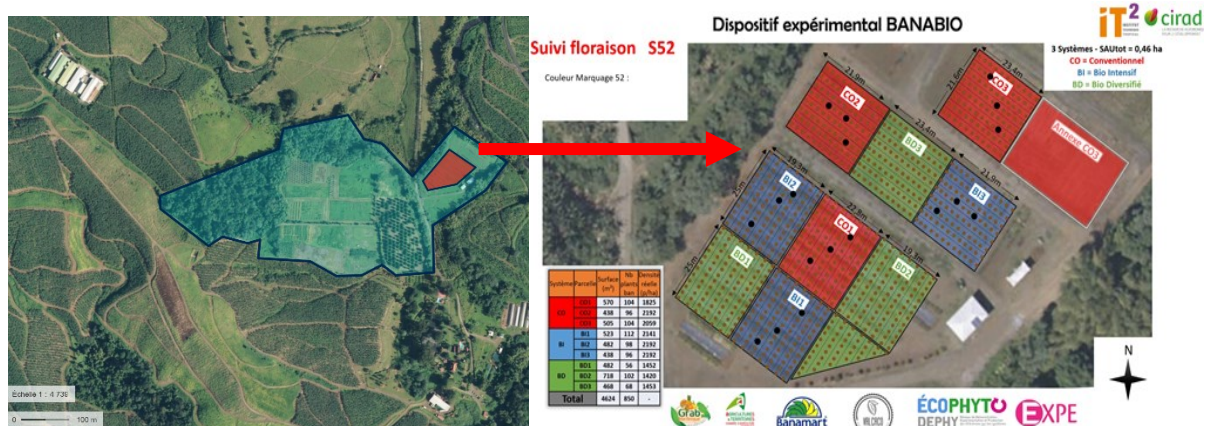


Figure 1 : plan de la station expérimentale du CIRAD de Rivière Lézarde (à gauche) et de la parcelle BANABIO (à droite) issue de photographies aériennes IGN.

Finalités de l'étude justifiant la dérogation

1. La principale finalité de cette étude est la **recherche et l'éducation** : cette action s'inscrit tout à fait dans le cadre d'activités de recherches visant à mieux comprendre la contamination des réseaux trophiques terrestres par la CLD. Les connaissances produites serviront à mieux comprendre les mécanismes de transfert et d'accumulation de CLD dans les animaux sauvages des écosystèmes naturels et cultivés terrestres de la Martinique et plus largement des Antilles Françaises.
2. Dans une moindre mesure, cette étude a pour finalité **d'aider à la protection de l'Anolis de la Martinique**. En effet, cette étude sera une des premières études sur la contamination par la CLD d'espèces terrestres sauvages de la Martinique et permettra d'avoir des éléments sur le niveau de contamination d'une espèce endémique protégée (*Dactyloa roquet*). Ces éléments pourront servir à mieux comprendre les voies de contamination potentielles (par contact direct ou par ingestion) par lesquelles *Dactyloa roquet* est contaminé par la CLD. Les données produites pourront ainsi servir indirectement à mieux cerner les menaces de contamination par cet organochloré qui pèsent sur cette espèce, notamment les populations localisées sur des sols contaminés par la CLD.
3. Enfin, cette étude aura également comme finalité **la santé et la sécurité publique**. La contamination par la CLD de l'environnement martiniquais est une préoccupation majeure pour la santé des habitants de l'île. Mieux connaître le transfert de CLD dans les réseaux trophiques permettra de mieux comprendre sa dissémination dans l'environnement et indirectement mieux appréhender le risque d'exposition pour les animaux d'élevage (poules pouvant se nourrir d'Anolis par exemple) et/ou les personnes.

3. Descriptif détaillé du projet

L'objectif général de ce projet est d'étudier la contamination par la CLD dans le réseau trophique du sol en allant jusqu'à l'étude d'un prédateur incontournable des invertébrés du sol qu'est l'Anolis de la Martinique (*Dactyloa roquet*).

Plus précisément, les objectifs opérationnels du stage sont de (i) comprendre la dynamique de la CLD présente dans des sols de bananeraie ainsi que (ii) son transfert vers la macrofaune.

La démarche entreprise durant le stage est de doser la CLD dans la matrice sol et dans la matrice macrofaune afin de mettre en relation les pressions engendrées par la contamination des sols et la bioaccumulation des polluants par ces organismes.

Choix des organismes étudiés

Grâce à des observations préliminaires, nous avons pu déterminer des espèces qui sont très abondantes sur la parcelle BANABIO et qui pourront être étudiées lors de cette étude sans nuire à la stabilité et au maintien de leur population *in situ*. Ce sont au total 7 espèces (Tableau 1) dont 6 invertébrés du sol et une espèce de reptile (*Dactyloa roquet*), ce dernier constitue le prédateur au sommet de la chaîne alimentaire du sol qui est en mesure de consommer l'ensemble des autres organismes qui seront étudiés. Selon nos estimations, à partir des données de la littérature, le prélèvement de 3 lézards serait suffisant pour effectuer une analyse CLD selon la méthode de Martin *et al.* (2020) (Tableau 1).

Tableau 1 : liste des espèces qui seront étudiées avec des estimations de la biomasse d'un individu basées sur les données de la littérature permettant d'estimer le plus précisément possible le nombre d'individus qu'il est nécessaire de collecter pour réaliser un dosage de chlordécone

Espèces	Poids sec moyen (g)	Nombre d'individus nécessaires par parcelle
<i>Pontoscolex corethrurus</i>	0.0378	27
<i>Eudrilus eugeniae</i>	0.1448	7
<i>Cosmopolites sordidus</i>	0.041	25
<i>Dactyloa roquet</i>	0.7186	3
<i>Achatina fulica</i>	1.1135	3
<i>Comptonotus sexguttatus</i>	0.0011	909
<i>Trigoniulus corallinus</i>	0.2163	5

- *Pontoscolex corethrurus* (Müller 1857) (Fig. 2A) est un ver endogé d'origine sud-américaine ayant aujourd'hui une répartition pantropicale. Ce ver est dépigmenté et mesure entre 60 et 150 mm (Taheri *et al.*, 2018). Il est lombricine et présente 8 soies par segment, régulièrement disposées sur une grande partie du corps puis irrégulières ou disposées en quinconce sur la partie antérieure.

- *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867) (Fig. 2B) est un ver épigé d'origine africaine ayant une répartition actuelle pantropicale, c'est une espèce ubiquiste souvent utilisée pour le lombricompostage. Il mesure entre 90 et 185 mm pour 4-8 mm d'épaisseur et comprend entre 161 et 211 segments. Il est de couleur brune à violet avec une pigmentation plus marquée sur la face dorsale.
- *Achatina fulica* (Férussac 1821) (Fig. 2G) ou escargot géant d'Afrique est originaire d'Afrique centrale mais on le retrouve dans de nombreux endroits du globe, notamment dans les Antilles. Il fait généralement entre 9 et 13 cm mais certains individus peuvent mesurer jusqu'à 20 cm. Les achatines sont des phytophages, la contamination peut se faire par voie externe et interne. Ses aliments préférés sont les plantes vasculaires.
- Les iules sont des détritivores généralistes et opportunistes, qui se nourrissent d'une variété de matériel végétal en décomposition colonisé par des décomposeurs microbiens (bactéries et champignons) et aussi de sol. *Trigoniulus corallinus* (Eydoux & Souleyet 1842) (Fig. 2C) présente une coloration rouge corail uniforme sur l'ensemble du corps qui permet de distinguer l'espèce en un coup d'œil (lorio *et al.*, 2020). Il a une allure d'iulomorphe typique avec un corps cylindrique.
- *Cosmopolites sordidus* (Gemar 1824) (Fig. 2D) est considéré comme un ravageur des cultures de banane. Il est de couleur brun foncé et mesure de 9 à 16 mm. C'est un parasite de par sa larve, blanche à tête brun-rouge. Avec son rostre, la femelle perce un trou dans le bulbe du bananier pour y pondre un œuf d'environ 2 mm de long. Après une semaine, la larve éclot et creuse des galeries pour se nourrir. En creusant des galeries, les larves fragilisent et augmentent très sérieusement les risques de chute des plants. Le charançon est donc une espèce phytophage.
- Les fourmis, *Camponotus sexguttatus* (Fabricius 1793) (Fig. 2F), mesurent de 4 à 10 mm. Cette espèce présente une tête et un thorax brun et rougeâtre ainsi qu'un gaster brun avec des taches jaunâtres. Ces fourmis sont omnivores. Dans une étude menée en bananeraie chez *Camponotus sexguttatus*, le contenu de l'appareil digestif a été analysé et ils y ont retrouvé différentes espèces comme *Coridius chinensis* et *Nezara viridula*, des espèces de punaises, des scolopendres, *Cosmopolites sordidus*, le charançon du bananier et autres insectes (Mollet *et al.*, 2014). Dans les parcelles de BANABIO, elles ont été trouvées principalement sur les troncs de bananier à l'intérieur des gaines.
- *Dactyloa roquet* (Lacépède 1788) (Fig. 2E) est un lézard de taille moyenne avec un museau long et spatulé. La couleur du dos varie du vert au brun, incluant toutes les variations entre ces couleurs. Les mâles mesurent entre 74 et 140 mm et les femelles entre 55 et 86 mm. Cette espèce est native de la Martinique et endémique de l'île. Une analyse de l'estomac de 340 lézards a montré qu'*Anolis opalinus* mange des arthropodes, principalement des fourmis en nombre (70 %). En volume, les fourmis ne représentent que 12 % de la masse alimentaire, les larves de lépidoptères et les orthoptères étant les principaux aliments (46 %) (Floyd 1983). *Dactyloa roquet* vivant dans le même type d'habitat et étant principalement insectivore, on peut faire l'hypothèse que son régime alimentaire sera similaire. Des comportements insectivores et frugivores ont été observés chez des anoles de la Martinique.



Figure 2 : Illustrations des espèces qui seront étudiées sur le site BANABIO

Protocole de collecte *in situ*

Pour ce faire, les lézards seront collectés durant plusieurs journées de terrain et seront placés au congélateurs à -80°C afin de les tuer le plus rapidement possible sans souffrance inutile. Ils seront ensuite lyophilisés puis broyés afin d'être analysés pour leur teneur en CLD.

Le nombre de lézard à échantillonner (3 individus par parcelle, cf. Tableau 1) est choisi de manière à couvrir le minimum requis pour analyse fiable de la molécule de CLD selon la méthode détaillée ci-dessous afin de limiter l'intensité de la perturbation pour l'espèce.

Méthode analytique des contaminations du sol et de la faune

Pour les sols, les échantillons sont homogénéisés, séchés et tamisés à 2 mm. Ensuite, la méthode analytique qui consiste en une extraction sous pression à chaud (PFE) puis un dosage par chromatographie en phase liquide à haute performance couplée à la spectrométrie de masse (HPLC-MS) pour la CLD et par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) pour le glyphosate. Les analyses de sol ont été réalisées par un prestataire, le Laboratoire Départemental d'Analyses de le Drôme (LDA26), qui détient l'accréditation du COFRAC.

Pour les analyses de faune, une méthode de chromatographie liquide à haute performance et de spectrométrie de masse à haute résolution (HPLC-HRMS) pour le repérage et la quantification simultanés a été utilisée. L'avantage de cette méthode est que la résolution plus élevée des

instruments utilisés permet d'obtenir la masse exacte de chaque composé et de mettre en œuvre un dépistage ciblé ou non ciblé des molécules. Les analyses de faune ont été réalisées par l'ANSES, un partenaire scientifique, sous la supervision de Julien Parinet. L'intégralité du protocole utilisé ici est décrit dans l'article de Martin *et al.* (2020).

Analyses statistiques

Une fois les données acquises, elles seront traitées grâce au logiciel R (R Development Core Team 2012). La méthode d'analyse sera décrite ultérieurement pendant le stage.

Les données seront analysées par des outils statistiques classiques (analyse de variance, logiciel R) permettant de tester si la concentration en CLD dans les *Dactyloa roquet* est significativement différente de la concentration en CLD dans le sol et les différentes proies consommées. Ainsi cela nous permettra de déterminer si l'Anolis de la Martinique bio-amplifie ou bioaccumule la CLD.

Cette étude va déboucher sur la publication d'un article scientifique qui sera publié dans une revue internationale. La publication ainsi qu'un résumé en français des résultats sera communiqué à la DEAL.

4. Bibliographie

- Barrios, E. 2007. « Soil biota, ecosystem services and land productivity ». *ECOLOGICAL ECONOMICS* 64 (2): 269-85. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.03.004>.
- Baudry, Thomas, Eric Gismondi, Jean-Pierre Goût, Alexandre Arqué, Juliette Smith-Ravin, et Frédéric Grandjean. 2022. « The invasive crayfish *Cherax quadricarinatus* facing chlordecone in Martinique: Bioaccumulation and depuration study ». *Chemosphere* 286: 131926.
- Boutrin, Louis, et Raphaël Confiant. 2007. *Chronique d'un empoisonnement annoncé: le scandale du chlordécone aux Antilles françaises, 1972-2002*. Editions L'Harmattan.
- Cabidoche, Y. -M., R. Achard, P. Cattan, C. Clermont-Dauphin, F. Massat, et J. Sansoulet. 2009. « Long-Term Pollution by Chlordecone of Tropical Volcanic Soils in the French West Indies: A Simple Leaching Model Accounts for Current Residue ». *Environmental Pollution, Special Issue Section: Ozone and Mediterranean Ecology: Plants, People, Problems*, 157 (5): 1697-1705. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.12.015>.
- Clostre, Florence, Philippe Cattan, Jean-Marie Gaude, Céline Carles, Philippe Letourmy, et Magalie Lesueur-Jannoyer. 2015. « Comparative fate of an organochlorine, chlordecone, and a related compound, chlordecone-5b-hydro, in soils and plants ». *Science of the Total Environment* 532: 292-300.
- Clostre, Florence, Philippe Letourmy, Baptiste Turpin, Céline Carles, et Magalie Lesueur-Jannoyer. 2014. « Soil type and growing conditions influence uptake and translocation of organochlorine (chlordecone) by Cucurbitaceae species ». *Water, Air, & Soil Pollution* 225 (10): 1-11.
- Dromard, Charlotte R., Jean-Pierre Allenou, Nathalie Tapie, Hélène Budzinski, Nicolas Cimmaterra, Pauline De Rock, Salim Arkam, Sébastien Cordonnier, Jean-Louis Gonzalez, et Yolande Bouchon-Navaro. 2022. « Temporal variations in the level of chlordecone in seawater and marine organisms in Martinique Island (Lesser Antilles) ». *Environmental Science and Pollution Research* 29 (54): 81546-56.
- ERAUD, C, MASTAIN, O, LAFFITTE, D, et BERNY, P. 2011. « Imprégnation biologique des populations d'oiseaux de la Martinique par la Chlordécone ».
- Floyd, Henry B., et Thomas A. Jenssen. 1983. « Food habits of the Jamaican lizard *Anolis opalinus*: resource partitioning and seasonal effects examined ». *Copeia*, 319-31.

- Fournier, Agnès, Cyril Feidt, Marie-Laure Lastel, Harry Archimede, Jean-Pierre Thome, Maurice Mahieu, et Guido Rychen. 2017. « Toxicokinetics of chlordecone in goats: implications for risk management in French West Indies ». *Chemosphere* 171: 564-70.
- IORIO, Étienne, et Mathieu COULIS. 2020. « Étude des myriapodes de Martinique », 80.
- Jondreville, Catherine, Anaïs Lavigne, Stefan Jurjanz, Christophe Dalibard, Jean-Marie Liabeuf, Florence Clostre, et Magalie Lesueur-Jannoyer. 2014. « Contamination of free-range ducks by chlordecone in Martinique (French West Indies): a field study ». *Science of the total environment* 493: 336-41.
- Kermarrec, A. 1980. « Niveau actuel de la contamination des chaînes biologiques en Guadeloupe : pesticides et métaux lourds, 1979-1980 ». INRA.
- Lastel, Marie-Laure. 2015. « Chlordécone et filières animales antillaises: de la distribution tissulaire aux stratégies de décontamination chez les ruminants ». PhD Thesis, Université de Lorraine.
- Lavelle, Patrick, T. Decaëns, M. Aubert, Sébastien Barot, Manuel Blouin, F. Bureau, P. Margerie, Philippe Mora, et J.-P. Rossi. 2006. « Soil invertebrates and ecosystem services ». *European Journal of Soil Biology* 42: 3-15.
- Martin, Deborah, Fiona Lobo, Gwenaëlle Lavison-Bompard, Thierry Guérin, et Julien Parinet. 2020. « Effect of Home Cooking Processes on Chlordecone Content in Beef and Investigation of Its By-Products and Metabolites by HPLC-HRMS/MS ». *Environment International* 144 (novembre): 106077. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106077>.
- DEAL de la Martinique, 2020. « La liste rouge pour la faune de Martinique ». DEAL de la Martinique. 23 avril 2020. <https://www.martinique.developpement-durable.gouv.fr/la-liste-rouge-pour-la-faune-de-martinique-a1427.html>.
- Mollot, Gregory, Pierre-François Duyck, Pierre Lefeuvre, Françoise Lescourret, Jean-François Martin, Sylvain Piry, Elsa Canard, et Philippe Tixier. 2014. « Cover cropping alters the diet of arthropods in a banana plantation: a metabarcoding approach ». *PloS one* 9 (4): e93740.
- Taheri, S., S. James, V. Roy, T. Decaëns, B.W. Williams, F. Anderson, R. Rougerie, et al. 2018. « Complex Taxonomy of the 'Brush Tail' Peregrine Earthworm *Pontoscolex Corethrurus* ». *Molecular Phylogenetics and Evolution* 124 (juillet): 60-70. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.02.021>.

5. Présentation de l'équipe de travail

Cette étude sera menée dans le cadre du projet « Territoires Durables » en Martinique. Ce projet propose de développer et mettre en œuvre avec les acteurs des territoires (exploitants agricoles, organisations de producteurs, instituts techniques, chambres d'agriculture et autres utilisateurs du territoire) une démarche de conception de systèmes innovants visant à l'arrêt des pesticides en considérant les différentes échelles (parcelle, exploitation agricole, bassin versant).

L'équipe de travail qui va réaliser cette étude sera principalement composée de deux chercheurs du CIRAD basés sur le Campus Agro-Environnemental Caraïbe (CAEC) du Lamentin :

- Mathieu Coulis, chercheur en écologie du sol, travaillant dans le domaine de l'écologie des invertébrés du sol dans les milieux méditerranéens et tropicaux. Expert sur la biodiversité des invertébrés du sol dans les petites Antilles (Voir CV ci-joint).
- Lai Ting Pak, chercheure agro-hydrologue.