

*« Si l'homme lui sert de pitance,
C'est quand l'âme a quitté le corps.
Seul il n'a pas grande puissance;
Mais, avec de nombreux renforts,
Il galvaniserait des morts.
Bien qu'ils soient tous des moins ingambes,
On les a vus, dans bien des cas,
Déplacer et donner des jambes
À des objets qui n'en ont pas. »*

Eugène Désaugiers (1804-1871)

*Alors, ô ma beauté! Dites à la vermine
Qui vous mangera de baisers,
Que j'ai gardé la forme et l'essence divine
De mes amours décomposés!*

Charles baudelaire (1821-1867)

*« Que faisaient-ils là, tous ces enfiévrés de besogne ?
Ils défrichaient la mort en faveur de la vie.
Alchimistes transcendants,
avec la putridité redoutable ils faisaient produit animé, inoffensif
Ils épuisèrent le périlleux cadavre au point de le rendre aride et
sonnant ainsi qu'un reste de pantoufle tanné à la voirie
par les frimas de l'hiver et les ardeurs de l'été
Ils travaillaient au plus pressé, l'innocuité de la dépouille. »*

Jean-Henri Fabre (1823-1915)

Table des matières

Table des matières	3
Remerciements	7
Avant-propos	11
Résumé	13
Summary	17
Samenvatting	21
Liste des publications forensiques	25
Liste des abréviations	29
Chapitre 1. Introduction générale	31
1.1. Les insectes nécrophages : systématique et généralités	33
1.2. Ecologie et biologie des Calliphoridae adultes.....	36
1.2.1. Cycle de développement des diptères Calliphoridae	40
1.2.2. Substances chimiques et mécanismes de résistance larvaire	46
1.3. Méthodes analytiques.....	47
1.3.1. Détection et quantification de drogues dans les tissus entomologiques.....	48
1.3.2. Immunolocalisation de drogues	55
1.4. Problématiques et objectifs principaux.....	57
1.4.1. Choix du modèle biologique	59
1.4.2. La méthadone et son métabolisme	59
1.5. Bibliographie.....	62

Chapitre 2. Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists	73
Chapitre 3. Quantification of Methadone and its Metabolite in Third Instar Larvae of <i>Lucilia sericata</i> (Diptera: Calliphoridae) Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry	83
Chapitre 4. Methadone determination in puparia and its effect on the development of <i>Lucilia sericata</i> (Diptera, Calliphoridae)	91
Chapitre 5. Immunolocalisation de la méthadone au sein des larves de troisième stade de <i>Lucilia sericata</i> (Diptera, Calliphoridae)	99
5.1. Introduction	100
5.2. Matériel et méthodes	101
5.3. Résultats et discussion.....	104
5.4. Conclusion	106
5.5. Bibliographie.....	107
Chapitre 6. Discussion générale et perspectives.....	111
6.1. Développement et validation des techniques analytiques	112
6.2. Choix du substrat expérimental.....	114
6.3. Mécanismes de résistance de <i>Lucilia sericata</i> sur un substrat intoxiqué à la méthadone.....	116
6.3.1. Résistance comportementale	116
6.3.2. Résistance physiologique et biochimique	117
6.4. Intérêt des mécanismes de résistance pour l'expertise entomotoxicologique	126
6.5. Perspectives	132

6.6. Conclusion générale	136
6.7. Bibliographie.....	137
Annexe 1. Découverte de <i>Chrysomya albiceps</i> Wiedermann 1819 (Diptera, Calliphoridae), nouvelle espèce pour l'entomofaune nécrophage en Belgique	145
Annexe 2. COI sequence variability between Chrysomyinae of forensic interest.....	153
Annexe 3. Development Time Variability: Adaptation of Régnière's Method to the Intrinsic Variability of Belgian <i>Lucilia sericata</i> (Diptera, Calliphoridae) Population	161

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le directeur général de l'INCC, Jan de Kinder de m'avoir procuré l'opportunité de développer ce projet de doctorat en entomotoxicologie forensique.

Je tiens aussi à remercier le professeur Pierre Rasmont, mon promoteur, de m'avoir accueilli dans le laboratoire de Zoologie. Il m'a fourni son soutien scientifique et m'a offert des conseils avisés et pertinents tout au long de ma thèse.

J'exprime également mes sincères remerciements au docteur Benoit Bourel, mon co-promoteur, qui m'a fourni de très bons conseils en entomotoxicologie forensique et proposé, fort de son expérience, de nombreuses idées ou pistes de recherche.

Je remercie les docteurs Gert de Boeck et Nele Samyn, successivement chef de section drogues et toxicologie, d'avoir tout mis en œuvre pour me permettre de réaliser ce projet de thèse dans les meilleures conditions possibles.

Merci aussi aux membres de l'INCC, et particulièrement ceux:

- de la section drogues et toxicologie (Bart L., Bart V., Evy, Filip, F-X, Karen, Klaartje, Krista, Malika, Martine K., Natalie M., Pieter DJ., Pieter DG., Rhimou) et plus particulièrement Sarah, pour sa disponibilité lors des relectures des manuscrits en langue anglaise et son regard critique sur les résultats toxicologiques ; Vincent pour ses conseils techniques précieux dans la mise au point et le développement de technique analytique ;

Maria del Mar, pour sa liste de « trucs et astuces » afin d'éviter les problèmes sur HPLC, Vincent A. pour ses cours détaillés sur les interactions chimiques et enfin Marleen, pour ses conseils précieux sur les techniques analytiques avant le démarrage du projet,

- du laboratoire d'identification génétique, Stijn (partenaire de recherche en barcoding),
- du laboratoire textile (Christiaan, Fabrice, Kyra, Laurent, Tine et surtout K. de Wael pour sa bonne-humeur, ses conseils avisés et son soutien moral.

Je suis aussi très reconnaissant envers mes ex-collègues de microtraces avec qui j'ai partagé de très bons moments à l'institut mais aussi lors des expériences sur les suidés (Kathy, Tom, Yves).

Je voulais aussi remercier le Dr. Damien Charabidze, de l'IML de Lille qui grâce à nos échanges passionnés en entomologie forensique notamment sur « l'état d'activité larvaire » ont permis d'apporter des justifications aux résultats obtenus lors de ma thèse.

Merci aussi à tous les membres du laboratoire de Zoologie (Audrey, Dorothée, Thibaut), et plus particulièrement au Docteur Denis Michez qui a été à la base de ma carrière scientifique.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude au Prof. Pierre Gosset, au Prof. Aliouat El Moukhtar et à Mme Laurence Fleurisse (Institut catholique de Lille, ICL) pour leur aide lors du développement des techniques immunohistologiques ; au Prof. Edwin de Pauw et au Dr. Delphine Debois (Université de Liège, ULG) pour le développement de la technique d'imagerie par spectrométrie de masse couplée à une source MALDI.

Un grand merci à mes partenaires de jogging (Aurélie, Fabrice G. et Sébastien), à ceux avec qui je partageais la conversation sur divers sujets (Betty, Dominique, Djoël, Glenn, Laurent K., Louis-Marie, Tom H., Rabea) ou des expériences parfois dangereuses (Marc L.) ce qui me permettait de me changer les idées et de m'aérer l'esprit lors de mes journées à l'INCC.

Enfin, merci aussi à mes proches, ma famille (Daddy, Suzanne, Maman, Justine, Ophrys), et bien sûr à ma femme et mes enfants (Nathan et Benjamin) qui m'ont accompagné tout au long de ce long travail de thèse ce qui n'a pas été toujours de tout repos ...

Avant-propos

Cette thèse est le fruit d'une longue réflexion sur l'importance des insectes dans notre société actuelle et en particulier, des diptères nécrophages. Cette passion pour les insectes et plus spécifiquement pour les interactions entre les insectes et leurs milieux a commencé très tôt, principalement lors de mes voyages à l'étranger. Le processus de pollinisation par les hyménoptères et son impact sur les productions agricoles m'ont tout d'abord interpellé. Par la suite, un cours sur l'entomologie criminelle et les travaux scientifiques du Prof. M. Leclercq, entomologiste forensique belge mondialement reconnu, ont suscité ma curiosité. Les nombreuses séries américaines (Experts à Miami, NCIS) n'ont fait que décupler mon envie d'en apprendre un peu plus sur cette science. Peu de temps après, cette opportunité m'a été offerte par l'Institut National de Criminalistique et de Criminologie (INCC) en Belgique. Depuis lors, l'entomologie forensique est devenue mon principal sujet d'étude.

De tous temps, les insectes ont été utilisés par l'homme pour rendre des services non seulement en agriculture mais aussi en médecine réparatrice (« maggot-therapy ») ou en criminalistique. Pour cette dernière, ils permettent d'estimer l'intervalle post-mortem (PMI) mais aussi de diagnostiquer des cas de maltraitance chez les personnes âgées ou de négligence chez les nourrissons. Cependant de nombreux paramètres peuvent influencer ces estimations : les facteurs climatiques, la formation de masses larvaires, les interactions entre faunes d'insectes (prédation, parasitisme) et la présence de substances toxiques. Ces dernières peuvent soit retarder la colonisation du corps, soit influencer le développement ou la mortalité des insectes présents sur le cadavre.

Lors de cette thèse de nombreux tabous sont tombés surtout pour mes amis fans de séries américaines. Non, il n'est pas simple de déterminer une espèce de Phoridae à l'aide de documents photographiques ; de localiser le corps sur base d'une sous-espèce de fourmi voire d'identifier le meurtrier à partir du sang d'un moustique, surtout en quelques heures. Cependant, malgré ces difficultés, les insectes nécrophages peuvent nous apporter des informations cruciales dans une enquête criminelle. Quelle est la date de la mort ? Le cadavre a-t-il été déplacé ? Le cadavre a-t-il été intoxiqué ? C'est sur ce dernier point que je me suis penché. Pour répondre à cette question, je devais collaborer non seulement avec des entomologistes mais aussi avec des toxicologistes et des chimistes ; ce travail étant à la croisée de plusieurs domaines forensiques. Certains auteurs restent sceptiques concernant l'entomotxicologie voire considèrent celle-ci comme « une imposture scientifique ». L'une des raisons de cette mauvaise publicité est sans doute liée à l'absence justement de collaboration entre ces différents domaines forensiques. Les toxicologistes utilisent des « masses d'asticots » pour leurs analyses et les entomologistes réalisent leurs études avec le matériel et les techniques de routine présents dans le laboratoire sans étude préalable. L'autre raison est sans doute dû au fait que cette branche de l'entomologie forensique est récente, ce qui nécessite la poursuite de travaux non seulement en recherche appliquée mais aussi, et surtout, en recherche fondamentale. Seule la partie détection de drogues a été bien étudiée et est acceptée par tous les scientifiques. Les autres voies d'étude (quantification, interprétation et effets sur la physiologie) n'ont pas encore été complètement analysées. Cet ouvrage a donc pour but de faire le point sur l'état de l'art de cette science mais aussi de voir sa place et son utilité dans un processus judiciaire.

Résumé

Cette thèse est un récapitulatif des mécanismes de résistance rencontrés lors du développement de diptères nécrophages (*Lucilia sericata*) sur un substrat contaminé par une drogue opiacée, la méthadone. Une connaissance accrue de ces mécanismes est particulièrement importante pour le développement de l'entomotoxicologie forensique.

Le chapitre (1) présente l'état de l'art avant le début de la thèse et plus particulièrement la biologie, le développement et les mécanismes de résistance propres aux diptères calliphorides. Ensuite, les méthodes analytiques utilisées dans les chapitres ultérieurs sont décrites dans un cadre forensique. Enfin, l'étude des mécanismes de résistance (processus d'accumulation, de métabolisation et d'excrétion) et l'impact de la méthadone sur la physiologie de *Lucilia sericata* sont résumés en quatre objectifs principaux développés dans les chapitres suivants.

Le chapitre (2) recense les enjeux, les avancées et les limites de l'entomotoxicologie comme domaine d'expertise mais aussi et surtout les solutions et les voies d'études pouvant être traitées dans un futur proche.

(M. Gosselin et al. Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists, Forensic Science International, 208 (1-3) (2011) 1-9).

La première étape des analyses (**chapitre 3**) est donc le développement de méthodes de chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC/MS-MS) pour la détection de méthadone et de son métabolite (EDDP) dans les larves de troisième stade de *Lucilia sericata*. Les premières données sur le métabolisme mais aussi sur la bioaccumulation et l'excrétion de drogues sont obtenues lors de ces analyses.

(M. Gosselin et al. Quantification of Methadone and its Metabolite 2-Ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine in Third Instar Larvae of Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae) Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry, Journal of Analytical Toxicology. 34 (2010) 1-7).

Cependant, les larves ne sont pas les spécimens entomologiques les plus appropriés pour l'entomotoxicologie forensique (**chapitre 4**), des méthodes plus sensibles de détection (UPLC/MS-MS) ont donc été développées pour l'analyse des pupes vides. Lors de cette étude, une valeur limite chez les insectes, correspondant au seuil létal humain, a été mise en évidence et pourrait améliorer l'interprétation des résultats entomotoxicologiques. De plus, l'effet de la méthadone sur la physiologie de l'insecte et son impact sur l'estimation du PMI ont été évalués selon différents paramètres (développement, mortalité).

(M. Gosselin et al., Methadone determination in puparia and its effect on the development of Lucilia sericata (Diptera, Calliphoridae), Forensic Science International, 209 (2011) 154-159).

Le **chapitre (5)** présente la localisation de la méthadone dans les tissus d'insectes, au moyen de techniques d'immunohistochimie-fluorescence. Ce chapitre confronte ensuite les résultats immunohistochimiques avec les hypothèses élaborées pour les mécanismes de résistance physiologique chez les insectes.

Le **chapitre (6)** discute des méthodes analytiques développées et validées dans cette thèse et des mécanismes de résistance des diptères calliphorides. La description de ces mécanismes permet de mieux interpréter les résultats entomotoxicologiques lors d'une enquête forensique et ouvre de nouvelles perspectives de recherche.

Summary

This thesis gives an overview of the physiological processes observed during the development of carrion flies (*Lucilia sericata*) reared on substrates spiked with the opioid, methadone. A better knowledge of these processes is particularly important for the development of forensic entomotoxicology.

In chapter (1) a general overview of entomological and toxicological terminology is given; especially concerning the biology, development and resistance mechanisms of Diptera Calliphoridae. In addition, analytical methods applied for entomotoxicological investigations are described. Finally, in this chapter, four objectives of our researchproject are defined. These objectives concern recent entomotoxicological knowledge, resistance mechanisms (processes of accumulation, metabolism and excretion) and the impact on the physiology of *Lucilia sericata* reared on substrates spiked with methadone.

Chapter (2) identifies factors influencing drug detection in insects and reasons of current limitations in the development of entomotoxicology as area of expertise. Recommendations for future research are proposed and discussed in this chapter.

(M. Gosselin et al. Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists, Forensic Science. International, 208 (1-3) (2011) 1-9).

The first step of this research (**chapter 3**) consisted of analytical method development using liquid chromatography coupled to mass spectrometry (LC / MS-MS) for the detection of methadone and its metabolite (EDDP) in larvae of *Lucilia sericata*. In addition, preliminary data of methadone metabolism, but also on its bioaccumulation have been made.

(M. Gosselin et al. Quantification of Methadone and its Metabolite 2-Ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine in Third Instar Larvae of Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae) Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry, Journal Analytical Toxicology 34 (2010) 1-7).

However, the larvae are not the most appropriate entomological specimens for forensic entomotoxicology and therefore, a more sensitive detection method (UPLC / MS-MS) for empty puparial cases was developed (**chapter 4**). This study has enabled us to estimate interpretable lethal thresholds for methadone in forensic investigations. The effect of methadone on the physiology of the insect (development, mortality) was also monitored and its impact on PMI estimation was evaluated.

(M. Gosselin et al., Methadone determination in puparia and its effect on the development of Lucilia sericata (Diptera, Calliphoridae), Forensic Science. International 209 (2011) 154-159).

The **chapter (5)** investigates the immuno-location of methadone in insect tissues for different developmental stages by fluorescence-immunohistochemistry techniques. Then, the chapter compares the immunohistochemical results with the hypothesis on mechanisms of physiological resistance.

The final **chapter (6)** discusses the developed analytical methods during our research project and their validation. Final conclusions concerning the resistance mechanisms for Diptera Calliphoridae are drawn in this chapter. The description of these mechanisms allows a better interpretation of the results in a forensic investigation. Moreover, the obtained results open new perspectives for future research which will be discussed in this chapter.

Samenvatting

In dit doctoraatproject werden de resistentiemechanismen tijdens de ontwikkeling van bromvliegen (*Lucilia sericata*) op artificiële voedingsbodems versterkt met het opiaat methadon bestudeerd. Meer kennis van deze mechanismen is belangrijk voor de verdere ontwikkeling van de forensische entomotoxicologie.

In hoofdstuk (1) wordt een overzicht en beschrijving gegeven van de entomotoxicologische en toxicologische terminologie in het bijzonder omtrent de biologie, de ontwikkeling en de specifieke resistentiemechanismen voor Diptera Calliphoridae. Vervolgens worden de analytische technieken, die worden gebruikt in de latere hoofdstukken, beschreven. Tot slot, werden in dit hoofdstuk vier doelstellingen voor het onderzoeksproject geformuleerd. Deze zijn voornamelijk gericht op de studie van de resistentiemechanismen (processen van bioaccumulatie, metabolisme en excretie) en de impact van methadon op de fysiologie van *Lucilia sericata*.

Hoofdstuk (2) identificeert de problemen, de voortgang en beperkingen van het vakgebied entomotoxicologie. Maar nog belangrijker in dit hoofdstuk zijn de voorgestelde oplossingen voor deze problemen en het bespreken van mogelijk onderzoek in de nabije toekomst.

(M. Gosselin et al. *Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists, Forensic Science International* 208 (1-3) (2011) 1-9).

Gedurende de eerste fase in het onderzoeksproject (**hoofdstuk 3**) werden analytische methoden met een vloeistofchromatograaf massaspectrometer (LC/MS-MS) voor de detectie van methadon en zijn metaboliet (EDDP) in larven van *Lucilia sericata* ontwikkeld. Tevens werden de eerste gegevens over het methadon metabolisme, maar ook op de bioaccumulatie en excretie van dit geneesmiddel verkregen.

(M. Gosselin et al. Quantification of Methadone and its Metabolite 2-Ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine in Third Instar Larvae of Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae) Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry, Journal Analytical Toxicology 34 (2010) 1-7).

Larven zijn echter niet de meest geschikte entomologische monsters voor forensische entomotoxicologie (**hoofdstuk 4**). Analyse van de lege poppen via veel gevoeliger detectie methoden (UPLC / MS-MS) kan meer informatie verschaffen. In deze studie werd een grenswaarde in insecten, die overeenkomt met de humane letale drempelconcentratie, beschreven. Deze grenswaarde kan de interpretatie van methadone concentraties in lege poppen in forensische casussen verbeteren. Daarnaast werd het effect van methadon op de fysiologie van insecten en de impact ervan op de schatting van het post-mortem interval (PMI) geëvalueerd aan de hand van verschillende parameters (ontwikkeling, mortaliteit).

(M. Gosselin et al., Methadone determination in puparia and its effect on the development of Lucilia sericata (Diptera, Calliphoridae), Forensic Science. International 209 (2011) 154-159).

In **hoofdstuk (5)** werd getracht de locatie van methadon in de weefsels van insecten met behulp van technieken van immunohistochemie-fluorescentie te bepalen. Het hoofdstuk vergelijkt vervolgens de resultaten met immunohistochemische aannames gemaakt voor de resistentiemechanismen bij insecten.

In **hoofdstuk (6)** worden de ontwikkelde analysemethoden gebruikt in dit proefschrift en hun validaties geëvalueerd en bediscussieerd. Daarnaast worden de onderzoeksresultaten betreffende de resistentiemechanismen in Diptera Calliphoridae besproken. De beschrijving van deze mechanismen kan de interpretatie van een forensisch onderzoek verbeteren. Finaal wordt er in dit hoofdstuk een overzicht gegeven nieuwe onderzoeksperspectieven.

Liste des publications forensiques

Publications sur lesquelles est basée la thèse

M. Gosselin, M.D.M. Ramirez-Fernandez, S.M.R. Wille, N. Samyn, G.D. Boeck, B. Bourel, Quantification of Methadone and its Metabolite 2-Ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine in Third Instar Larvae of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry, *Journal of Analytical Toxicology* 34 (2010) 1-7.

M. Gosselin, V. Di Fazio, S.M.R. Wille, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Quantitative analysis of methadone and EDDP in a single puparial case of blowflies (Diptera, Calliphoridae, *Lucilia sericata*) using UPLC-MS/MS, *Toxichem Krimtech* 77 (3) (2010) 254.

M. Gosselin, S.M.R. Wille, M.D.M Ramirez Fernandez, N. Samyn, G. De Boeck, Benoit Bourel, Entomotoxicology, experimental set-up and interpretation for forensic toxicologists, *Forensic Science International* 208 (1-3) (2011) 1-9.

M. Gosselin, V. Di Fazio, S.M.R. Wille, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Methadone determination in puparia and its effect on the development of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), *Forensic Science International* 209 (1-3) (2011) 154-159.

Annexes

M. Gosselin, Y. Braet, Découverte de *Chrysomya albiceps* Wiedermann 1819 (Diptera, Calliphoridae), nouvelle espèce pour l'entomofaune nécrophage en Belgique et mise en évidence de son expansion à travers l'Europe, Bulletin de la société royale belge d'entomologie (2008) 22-28.

S. Desmyter, M. Gosselin, COI sequence variability between Chrysomyinae of forensic interest, Forensic Science International: Genetics, 3 (2009) 89-95.

M. Gosselin, D. Charabidze, C. Frippiat, B. Bourel, D. Gosset, P. Rasmont, Development Time Variability: Adaptation of Régnière's Method to the Intrinsic Variability of Belgian *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae) Population. Journal of Forensic Research (2010) 1:109.

Chapitre de livre

V. Di Fazio, M. Gosselin, Toxicologie forensique in Manuel l'enquête forensique, Boel, P., De Cloet, V., De Kinder, J., Mahieu, J. & Van Varenbergh, D., Brussel, Politeia (2011) 239-262.

Communications orales

M. Gosselin, M.D.M. Ramirez-Fernandez, S.M.R. Wille, N. Samyn, G.D. Boeck, B. Bourel, P. Rasmont, Development of an LC-MS/MS method for the quantification of methadone and its metabolite (EDDP) in developmental stages of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), 7th meeting of the European Association for Forensic Entomology (EAFE), Uppsalla, Sweden (2009).

M. Gosselin, M.D.M. Ramirez-Fernandez, N. Samyn, G.D. Boeck, B. Bourel, P. Rasmont, Entomotoxicologie : état des lieux et perspectives, 46^{ième} Congrès International Francophone de Médecine Légale (CIFML), Lille, France (2009).

M. Gosselin, V. Di Fazio, S.M.R. Wille, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Bioaccumulation of methadone in puparial cases of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), 8th meeting of the European Association for Forensic Entomology (EAFE), Murcia, Spain (2010).

M. Gosselin, M.D.M. Ramirez-Fernandez, S.M.R. Wille, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Bioaccumulation de la méthadone et de son métabolite EDDP au sein du troisième stade larvaire de *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), VII^{ième} Congrès International Francophone d'Entomologie (CIFE), Louvain-La-Neuve, Belgique (2010).

M. Gosselin, D. Debois, S. Wille, N. Samyn, E. De Pauw, Biolocalisation of methadone and its metabolite, EDDP, in third instar larvae of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), 9th annual conference of the North American Forensic Entomology Association (NAFEA), College Station (Texas), USA (2011).

Communications écrites

M. Gosselin, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Effects of methadone (opioids) in artificial foodstuff on adults of *Lucilia sericata* (Diptera, Calliphoridae), One day symposium on chemical entomology, Gembloux, Belgium (2010).

M. Gosselin, V. Di Fazio, S.M.R. Wille, N. Samyn, B. Bourel, P. Rasmont, Quantitative analysis of methadone and EDDP in a single puparial case of blowflies (Diptera, Calliphoridae, *Lucilia sericata*,) using UPLC-MS/MS, 48th Annual Meeting of the International Association of Forensic Toxicologists (TIAFT), Bonn, Germany (2010).