

Quand les insectes se mettent au service de la Justice



Julie-Éléonore Maisonhaute, PhD

Chercheuse postdoctorale et Chargée de cours

Chercheuse associée,

Laboratoire de Recherche en Criminalistique

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières



Trois-Rivières - 10 mars 2020



1- Mise en contexte

2- Entomologie forensique : bref historique

3- Intervalle Post-Mortem

- Succession des espèces
- Développement larvaire
- Exemples d'enquête

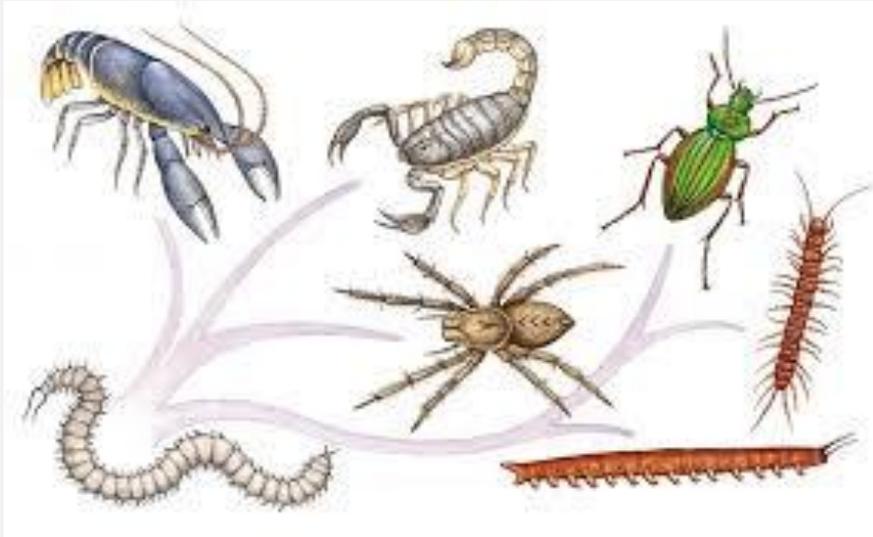
4- Cas de négligence/maltraitance

5- Trafic d'animaux sauvages

6- Projets de recherche au Québec

Entomologie

- Étude des insectes et autres arthropodes



Embranchement Arthropoda

SS-Embr. Chelicerata

Classe Arachnida

Merostomata

Pycnogonida

SS-Embr. Crustacea

Classe Malacostraca

Branchiopoda

Ostracoda

Maxillopoda

SS-Embr. Myriapoda

Classe Chilopoda

Diplopoda

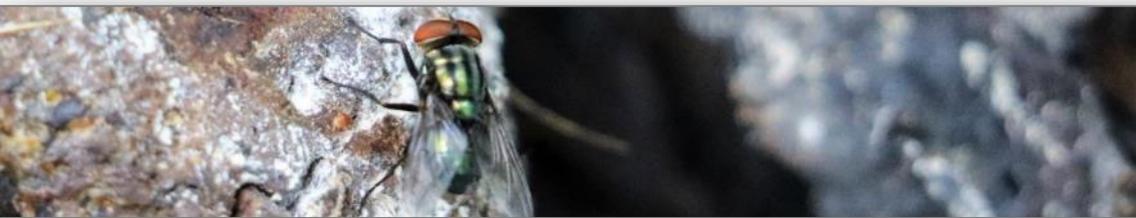
SS-Embr. Hexapoda

Classe Collembola

Diplura

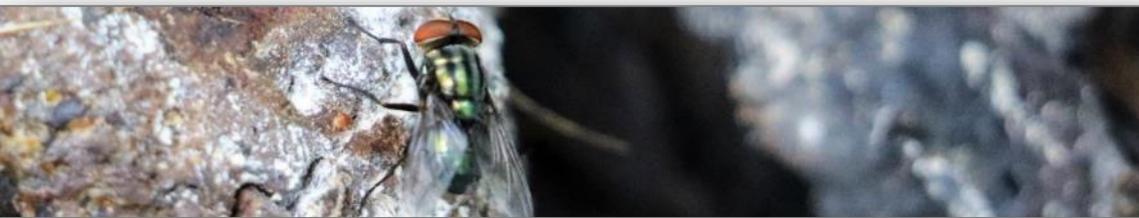
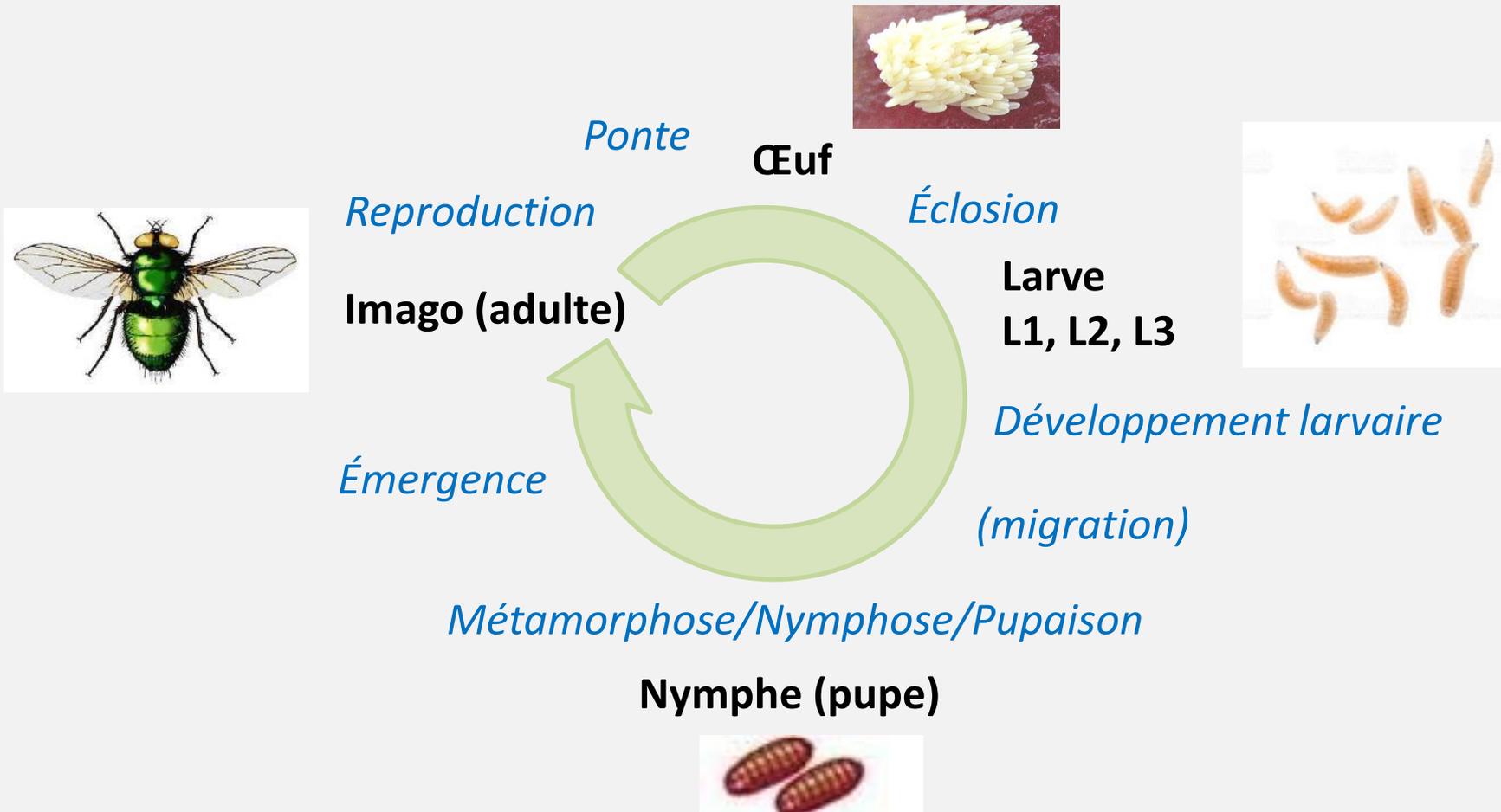
Protura

Insecta



1- Mise en contexte

Cycle biologique d'une mouche (ex. Calliphoridae)

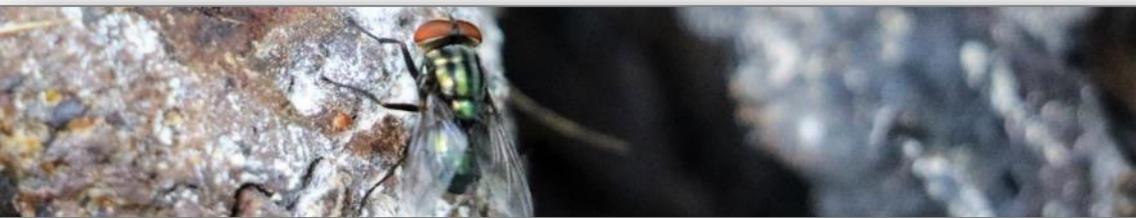


Insectes associés aux cadavres

- Décomposition de la matière organique animale
= **Services écosystémique** essentiel



- **Nécrophage** = se nourrit d'organismes morts (ne tue pas sa proie)
- **Nécrophile** = prédateur (se nourrit de nécrophages) ou parasites
- **Omnivore** = se nourrit d'organismes morts mais pas uniquement
- **Opportuniste** = recherche de refuge ou nourriture



Entomologie forensique

= Étude des arthropodes dans un contexte judiciaire

Entomologie « urbaine »

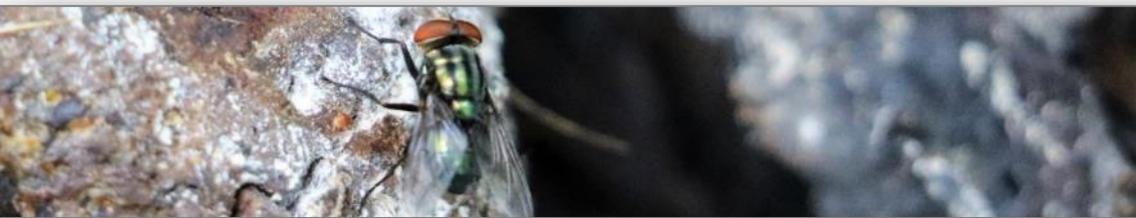
Arthropodes retrouvés dans les bâtiments (ex. coquerelles, punaises de lit, termites), associés au bétail ou affectant des personnes vivantes (cas de négligences)

Entomologie des produits entreposés

Arthropodes associés à la contamination de produits commerciaux

Entomologie (médico)-légale/criminelle

Arthropodes retrouvés sur des scènes de crime (ex. meurtre, suicide)



1- Mise en contexte

Entomologie forensique



Moment de la mort

Interval Post-Mortem (IPM)



Circonstances de la mort

Causes de la mort (ex. Blessures ante-mortem ? Insectes venimeux ?)
Habitat ? Corps déplacé ?



Toxicologie

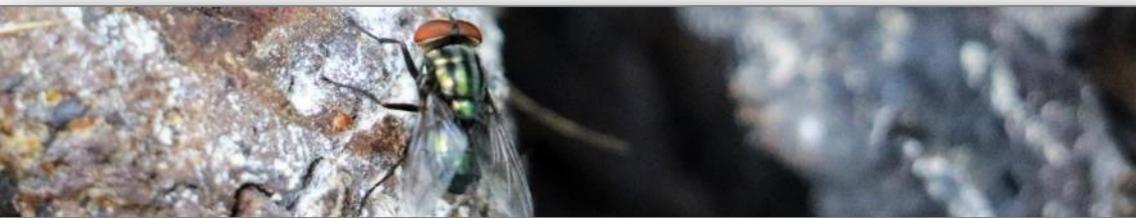
Présence de drogues ou autres substances ?



Extraction d'ADN

Identification de la victime ?

...



1- Mise en contexte

2- Entomologie forensique : bref historique

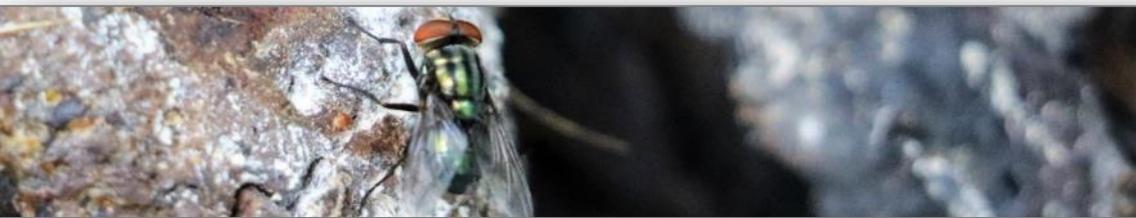


Premier cas répertorié

- 🪰 Chine, X^{ème} siècle
- 🪰 Les faits : homme mort supposément dans un incendie
- 🪰 Examen du corps révèle la présence de mouches en grande quantité au niveau de la tête
- 🪰 Autopsie révèle la présence d'un corps étranger dans le crâne
- 🪰 Conclusion de l'enquête : meurtre et non pas mort accidentelle



Réf : *Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013*



Autre exemple de cas en Chine

- 🪰 Cas rapporté en 1247
- 🪰 Les faits : fermier mort dans une rizière
- 🪰 Arme du crime : serpe
- 🪰 Tous les fermiers du village convoqués avec leur serpe
- 🪰 Une seule serpe attire les mouches
- 🪰 Conclusion de l'enquête : les restes de sang sur la serpe ont attiré les mouches, meurtrier identifié



Réf : *Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013*

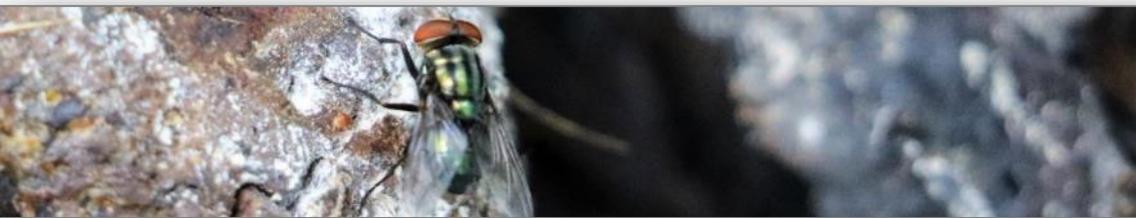


Exemple de cas en Écosse

- 🪰 Découverte de restes de corps humains près d'un ravin au sud d'Édinbourg, le 29 septembre 1935
- 🪰 Autopsie révèle qu'il s'agit de Mme Ruxton et de Mary Rogerson, la nurse de ses enfants
- 🪰 Dr. Alexander Mearns (Université de Glasgow) étudie le développement des mouches trouvées sur les restes
- 🪰 Mouches identifiées : *Calliphora vicina*
⇒ pontes le 16 septembre 1935
- 🪰 Conclusion de l'enquête : inculpation de Mr Ruxton pour crime passionnel, pendu en 1936



Réf : *Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013*



Entomologie forensique:

Moment de la mort

Interval Post-Mortem (IPM)

Circonstances de la mort

Causes de la mort (ex. Blessures *ante-mortem* ? Insectes venimeux ?)
Habitat ? Corps déplacé ?

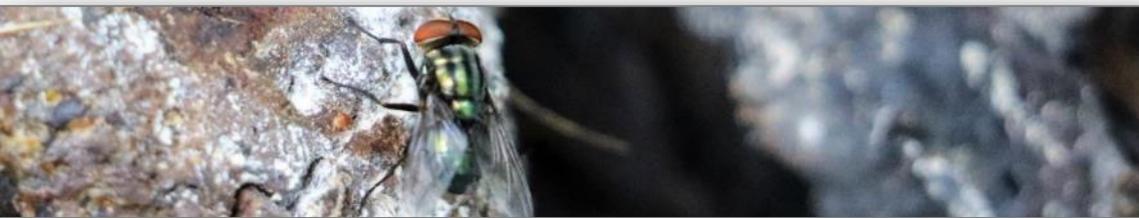
Toxicologie

Présence de drogues ou autres substances ?

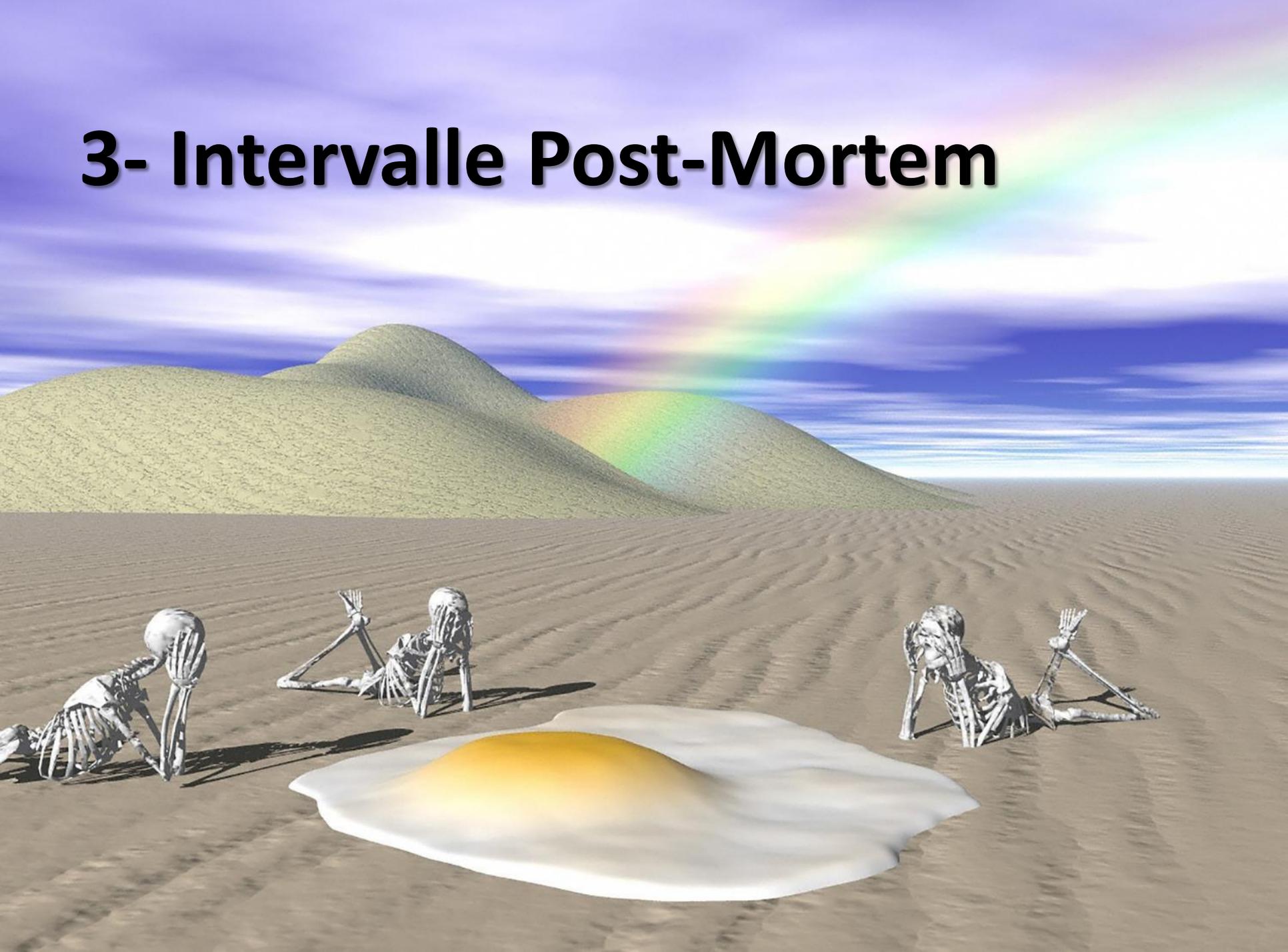
Extraction d'ADN

Identification de la victime ?

...



3- Intervalle Post-Mortem



Intervalle post-mortem (IPM)

= délai minimal depuis la mort



0 72H

8 mois

↑
Médecine légale

↑
Entomologie

↑
Anthropologie

Précision < 1 jour

± 2-3 jours
(72 H-3 mois)

± 1 semaine
(3-6 mois)

Période minimale de décès
(6-8 mois)

Réf : Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN), Paris



3- Intervalle Post-Mortem

Intervalle post-mortem (IPM)

Méthodes de calcul (Entomologie)

- Succession chronologique des espèces
- Développement larvaire
Identification des espèces et durée de développement
(températures doivent être connues)



Succession des espèces

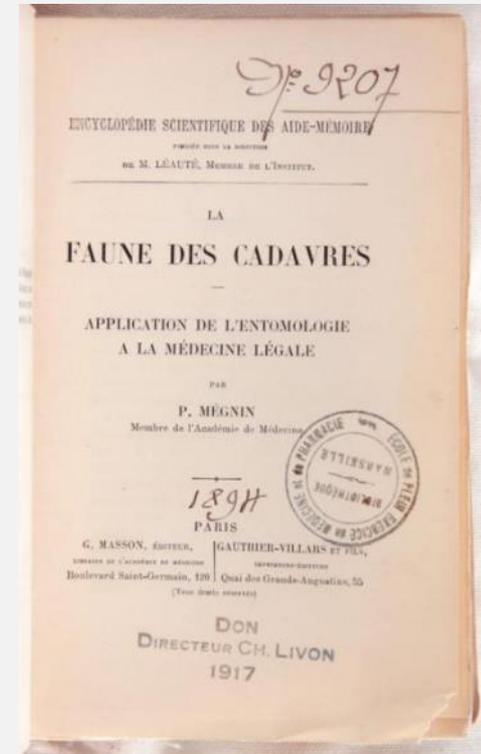
Les 8 escouades selon Mégnin (1894), revue par Leclercq (1978)

Jean-Pierre Mégnin (1828-1905)

Vétérinaire et entomologiste français

Marcel Leclercq (1924-2008)

Médecin, diptériste, parasitologue



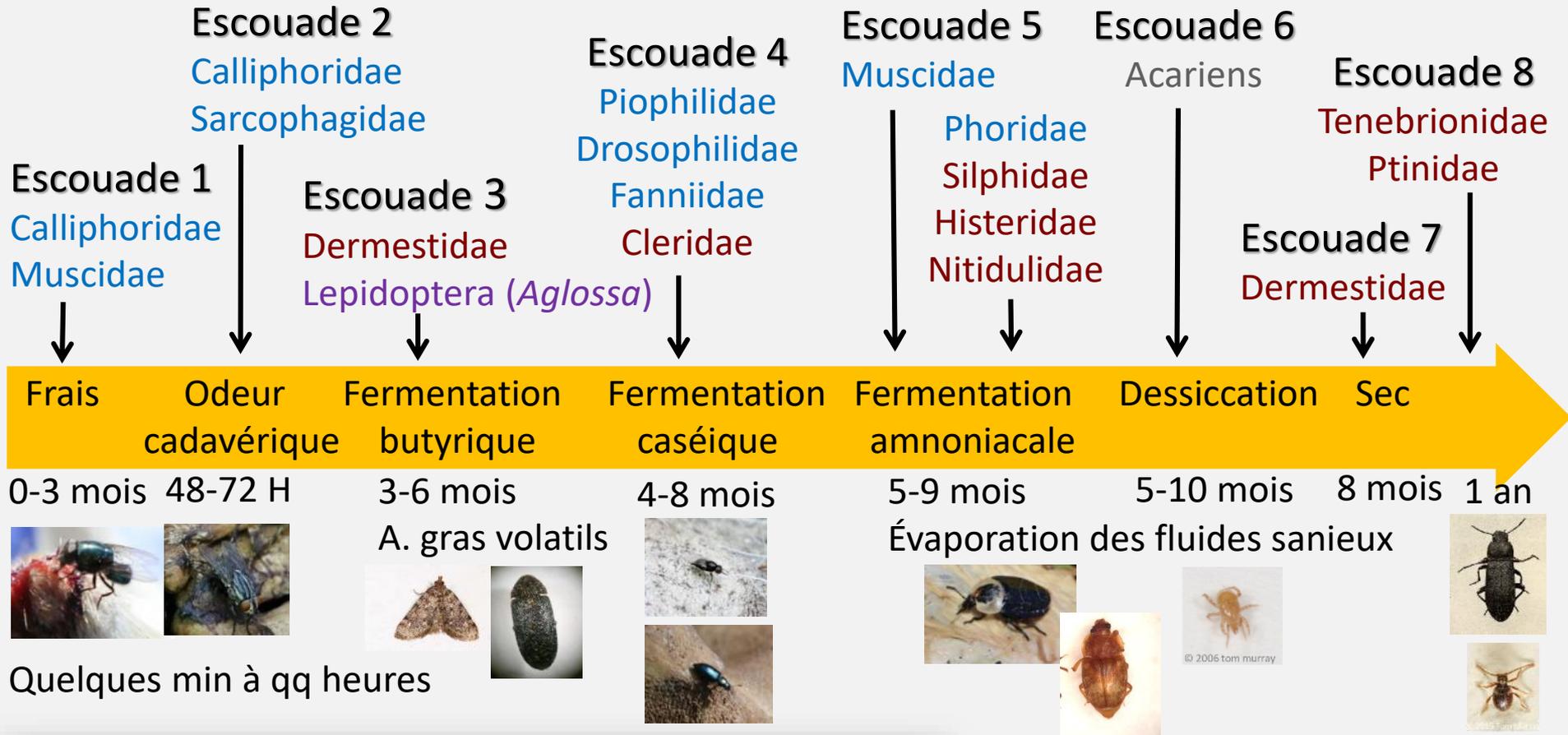
Réf : *Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013*



3- Intervalle Post-Mortem

Succession des espèces

Les 8 escouades selon Mégnin (1894), Leclercq (1978)



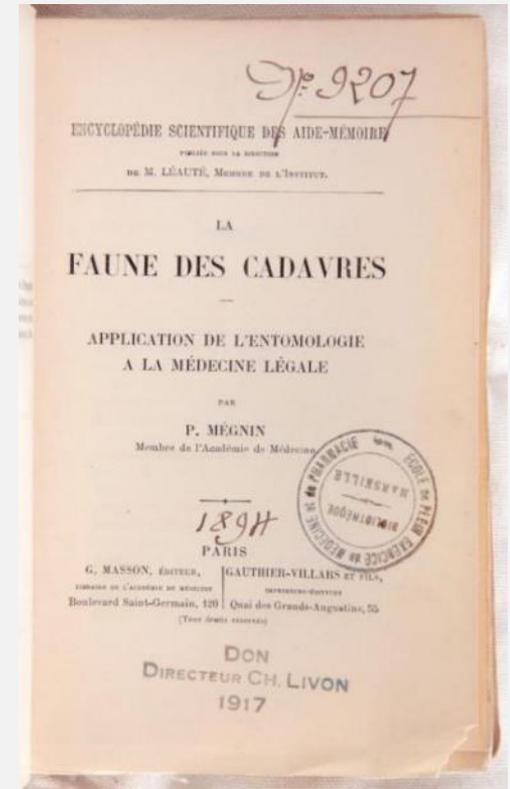
3- Intervalle Post-Mortem

Succession des espèces

Les 8 escouades selon Mégnin (1894), Leclercq (1978)

Critiques/Limites de la théorie

- Phénologie différente : Certaines espèces se retrouvent plus tôt que ce qui a été décrit initialement
- 2-3 escouades seulement ?
- À adapter selon les conditions géo-climatiques, les espèces retrouvées et la vitesse de décomposition
- Importance d'effecteur des études locales



3- Intervalle Post-Mortem

Diptères nécrophages

○ Calliphoridae

✈ Bleu-vert métallique

✈ 4-16 mm

✈ Rapide, vol bruyant

✈ Famille la plus importante en entomologie forensique. Arrivent dans les minutes ou heures suivant le décès

✈ Calliphorinae, *Calliphora* (escouade 1, 2, Mégnin)

✈ Lucilinae, *Lucilia* (escouade 2, Mégnin)



3- Intervalle Post-Mortem

Diptères nécrophages

- **Sarcophagidae**

- ✖ Mouche à damier

- ✖ 2-22 mm

- ✖ **Ovovivipares**, larves déposées dans les cavités et blessures

- ✖ Colonisation des cadavres à l'intérieur ou à l'extérieur

- ✖ Milieux secs ou humides, ombre ou soleil

- ✖ Au début du processus de décomposition comme plus tard

- ✖ **Vol possible dans des conditions défavorables donc possibilité qu'elles soient les premières à coloniser le cadavre**

- ✖ Ex. *Sarcophaga* (escouade 2, Mégnin)



3- Intervalle Post-Mortem

Autres Diptères nécrophages

○ Muscoidea

Muscidae



- 🪰 Habitats variés
- 🪰 Sur matière animale ou végétale en décomposition

Fanniidae



- 🪰 Préférence pour les milieux boisés, plus rares en milieu ouvert
- 🪰 *Fannia scalaris* = mouche des latrines, associée à la présence d'excréments et viscères exposés

Heleomyzidae



Anthomyiidae



Scathophagidae (3-11 mm)

Autres Diptères nécrophages

Phoridae



- ✈ Substance végétale ou animale en décomposition
- ✈ Présence possible sur des cadavres frais, mais surtout sur **cadavres enterrés** après plusieurs mois (« coffin fly »)
- ✈ À l'**intérieur des habitations**

Piophilidae



- ✈ Ex. *Piophila casei* = mouche des fromages
- ✈ « Skipper fly » : larves reconnaissables à leur saut

Sepsidae



Sphaeroceridae



Chloropidae



Scatopsidae (0,6-5 mm)



3- Intervalle Post-Mortem

Coléoptères nécrophages/nécrophiles

Dermestidae
(Nécrophage)



Tenebrionidae
(Nécrophage)



Nitidulidae
(Nécrophage)



Silphidae

(Nécrophage ou prédateur)



Staphylinidae
(Prédateur)



Histeridae
(Prédateur)



Cleridae

(Nécrophage ou prédateur)



Développement larvaire

- Postulats

- ✈ Arrivée des mouches dans les minutes ou heures suivant le décès (si cadavre accessible et conditions météorologiques favorables)
- ✈ Colonisation des orifices naturels (ou blessures) en premier
- ✈ Mouches généralement inactives la nuit et en-dessous d'un certain seuil de température
- ✈ Développement des mouches étroitement relié à la température
- ✈ Pas de développement quand $T^{\circ} < \text{seuil de croissance}$
- ✈ Présence de pupes pleines/vides \Rightarrow 1 cycle ou plusieurs cycles



Développement larvaire

Durée

-  Dépend des espèces
-  Dépend de la température (calcul des sommes des degrés-jours ou degrés-heures)

Espèce	Seuil inférieur de croissance	Somme de température (cycle complet)
<i>Calliphora vicina</i>	2°C	388°C
<i>C. vomitoria</i>	3 °C	472°C
<i>Lucilia sericata</i>	9°C	207°C
<i>Phormia regina</i>	11,4°C	148°C

Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple de calcul

Formule de Marchenko

- 🪰 Calcul des températures effectives: $T_{\text{eff}} = T_{\text{moy}} - T_{\text{seuil}}$
- 🪰 Addition des températures effectives jusqu'à avoir la somme des températures nécessaires pour le cycle complet
- 🪰 **Ex. 20°C, température constante**

Espèce	Seuil inférieur de croissance	Somme de température (cycle complet)	Température effective	Nb de jours requis (Œuf-Adulte)
<i>Calliphora vicina</i>	2°C	388°C	18°C	21,6
<i>C. vomitoria</i>	3 °C	472°C	17°C	27,8
<i>Lucilia sericata</i>	9°C	207°C	11°C	18,8
<i>Phormia regina</i>	11,4°C	148°C	8,6°C	17,2



Importance

...au niveau judiciaire

- Éléments de preuve (accusation, acquittement, aggravation d'une peine)
- Témoignage en Cour
- Support pour obtenir des aveux

... pour les familles de victimes

- Date du décès
- Circonstances de la mort
- Facilite le processus de deuil



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 1 - Suisse

- 26 mai, 2 corps découverts dans un boisé, près d'un manoir à Corsier
- Température extérieure de 19 °C

Pupes trouvées :	Émergence des adultes		1ères pontes
<i>Calliphora vomitoria</i>	7 juin	→ 388°C →	25 avril
<i>C. vicina</i>	31 mai	→ 472°C →	27 avril
<i>Protophormia terraenovae</i>	6 juin	→ 207°C →	25 avril
<i>Lucilia caesar</i>	6 juin	→ 148°C →	25 avril

Conclusion : Décès survenu le 25 ou 26 avril, très probablement le 25 avril
Couple aperçu pour la dernière fois le 25 avril à 11h

Réf : *Traité d'entomologie forensique. Wyss et Cherix. 2013*



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 2 – France

- 5 décembre, découverte d'un corps peu putréfié
- Température autour de 0 ° C, moyenne montagne
- Bâche recouvrant le corps
- Blessure par arme blanche
- Collecte de larves de diptères
- Conclusion de l'autopsie :
IPM estimé à 7-10 jours
soit une mort entre le 25 et 28 novembre

Réf : IRCGN, Paris



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 2 – France (suite)

- Expertise entomologique : étude des mouches sur le cadavre
Espèces identifiées :
 - Calliphora vicina*, stade L2 ⇒ Ponte le 5-8 novembre
 - C. vomitoria*, stade L2 ⇒ Ponte le 6-9 novembre
- Premières pontes estimées **5-6 novembre**
(autopsie : 25-28 novembre)
- Décomposition ralentie à cause du froid
- Meurtre commis dans la nuit du 3-4 novembre

Réf : IRCGN, Paris



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 3 – Canada

Affaire Steven Truscott : Innocenté grâce à une expertise entomologique, 50 ans après avoir été accusé de meurtre

- Les faits : 11 Juin 1959, 13h50, corps d'une fillette de 12 ans, Lynne Harper, découvert dans un boisé de Clinton (Ontario). Autopsie révèle qu'elle a été violée et tuée
- Analyse du contenu stomacal suggère une heure du décès entre 19h00 et 19h45, le 9 juin
- Steven Truscott, 14 ans vu pour la dernière fois en compagnie de Lynne, le 9 juin à 19h, lui ayant donné un lift en bicyclette. Il était en compagnie de plusieurs témoins le 9 juin à 20h00
- 13 juin, Steven accusé du meurtre de Lynne et condamné à la peine de mort (peine transformée par la suite en prison à vie)



3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 3 – Canada (suite)

- Collecte d'insectes mais données non utilisées durant le procès de 1959
- 11 juin 1959, collecte d'œufs et larves de diptères par le pathologiste
 - Visage : larves de 2 mm (scène de crime, 17h30)
 - Bas du corps (fesses + autour du vagin) : larves de 6 mm (autopsie, 20h10)
- Larves envoyées au biologiste du laboratoire du procureur general à Toronto
- Élevage des œufs et larves en laboratoire et identification
 - ⇒ larves de 2 mm (visage) = 1^{er} stade *Calliphora* (Calliphoridae)
 - ⇒ larves de 6 mm (bas du corps) = *Sarcophaga* (Sarcophagidae)



Exemple d'enquête – Cas n° 3 – Canada (suite)

- 2001 : Association de défense des personnes accusées à tort fait appel et demande à ce que le dossier soit rouvert
- 2006-2007 : 3 entomologistes canadiens appelés à se pencher sur le dossier et témoignent en Cour. 1 témoignage discrédité, les 2 autres acceptés
- Reconstitution de la scène de crime, 3 carcasses de porc de 23 kg, déposées dans les mêmes conditions qu'observées lors de la disparition de Lynne :
 - Même boisé
 - Période similaire, 17 juin 2006 à 19h30 (tombée de la nuit à 21h45)
 - Température similaire, T° = 32°C (versus 28°C le 9 juin 1959 à 19h)

Réf : VanLaerhoven & Merritt 2019

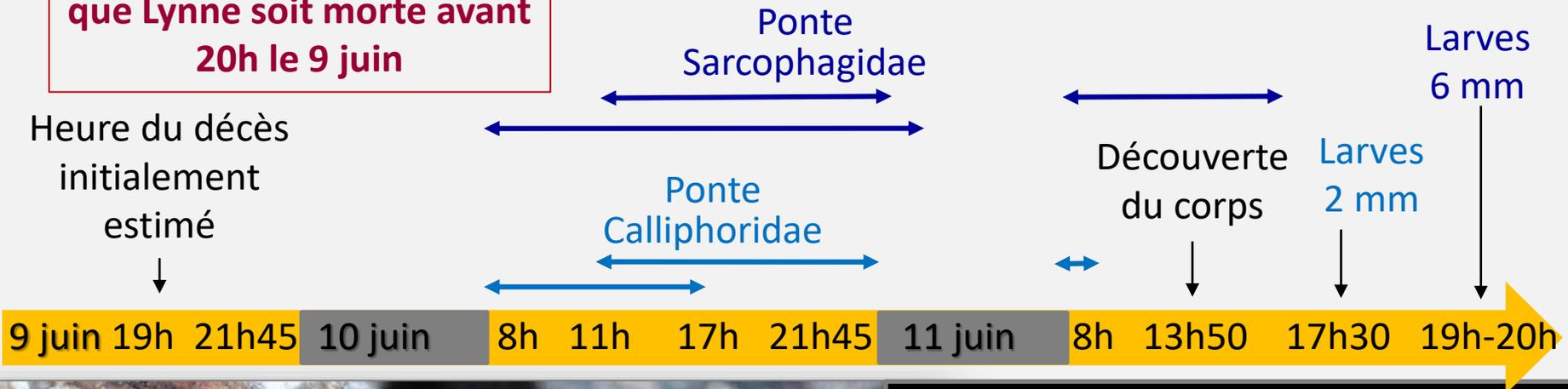


3- Intervalle Post-Mortem

Exemple d'enquête – Cas n° 3 – Canada (suite)

- Larves de 2 mm retrouvées en 1959 en accord avec L1 Calliphoridae *Calliphora vomitoria* ou *C. vicina*
 - ⇒ Ponte des œufs de jour, entre 11h00 le 10 juin et 8h00 le 11 juin
entre 23h00h le 9 juin et 17h00 le 10 juin
- Larves de 6 mm en accord avec larves de Sarcophagidae (début L2)
 - ⇒ Ponte des œufs de jour, entre 7h00 et 23h00 le 10 juin
entre 11h00 le 10 juin et 16h00 le 11 juin

**Très peu de chance pour
que Lynne soit morte avant
20h le 9 juin**



3- Intervalle Post-Mortem



4- Cas de négligence ou maltraitance

Myiases

= infection d'un animal vivant par des larves de diptères

- Larves se nourrissent de tissus malades/morts ou tissus vivants
- **Calliphoridae, Œstridae, Sarcophagidae** (parfois Muscidae, Fanniidae, Phoridae)
- Myiases cutanées (rampantes, plaies, furonculeuses) versus organiques
- Indicateur de mauvais traitement (êtres humains ou animaux)



**4- Cas de
négligence/maltraitance**

Myiases

- Détermination de la date de colonisation (DDC)
⇒ permet de savoir à partir de quand une personne (ou animal) a subi de la négligence ou maltraitance
- Ex. Cas de myiases répertoriés dans les maisons de retraite et hôpitaux (ex. bandage changé pas assez souvent)
- Ex. Cas de bébés/enfants maltraités et abandonnés (vivants ou morts)
- Si personne décédée : Colonisation ante-mortem ?
- Présence de myiases peut rendre difficile l'estimation de l'IPM (larves de différents âges)



**4- Cas de
négligence/maltraitance**

Autres indices de négligence

- Présence d'espèces de mouches ou autres insectes coprophages
- *Ex. Lucilia sericata* attirée par les odeurs d'ammoniac (ex. urine, fèces)
 - ⇒ Cas de négligence auprès de nourrissons ou personnes âgées



**4- Cas de
négligence/maltraitance**

Exemple d'enquête – Cas n° 4 – République Tchèque

- 11 Novembre 2011, femme âgée décédée dans un appartement, infestée de poux. Le Rapport médical conclut qu'elle a souffert de négligence pendant 3 à 4 semaines
- Fils et belle-fille accusés de négligence ayant mené à la mort, condamnés respectivement à 3 ans et 2 ans de prison
- Février 2013, Institut de Criminalistique de Prague reçoit une requête pour réviser le dossier :
 - Depuis combien de temps était-elle infestée de poux ?
- Analyse des photos et calcul de la date de colonisation des poux

Réf : Sulàkovà et al. 2019



**4- Cas de
négligence/maltraitance**

Exemple d'enquête – Cas n° 4 – République Tchèque

- Méthode 1 : Dénombrement des poux (*Pediculus humanus*) et estimation de la date de colonisation à partir du cycle de vie (cycle de développement : 2-3 jours, fertilité moyenne : 56 œufs/femelle, oviposition : 9 œufs/jour la première semaine, puis 5 œufs/jour, mortalité des œufs : 6-9 %, mortalité des larves : 3-9 %, sexe ratio 1:1...).
⇒ > 2 mois
- Méthode 2 : Dénombrement à partir de la pousse des cheveux (1 cm/mois), ponte des poux à 1 mm du cuir chevelu. Densité élevée de poux
⇒ formation de chaînes d'œufs. Chaînes de 2,8 à 3,5 cm observées
- Conclusion : DDC estimée à plusieurs mois (≠3-4 semaines)
- Peines des accusés alourdies (6 ans et 5 ans de prison)

Réf : Sulàková et al. 2019

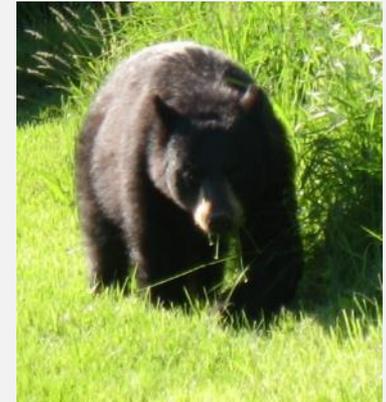


**4- Cas de
négligence/maltraitance**



5- Traffic d'animaux sauvages

Exemple d'enquête – Cas n° 5 – USA



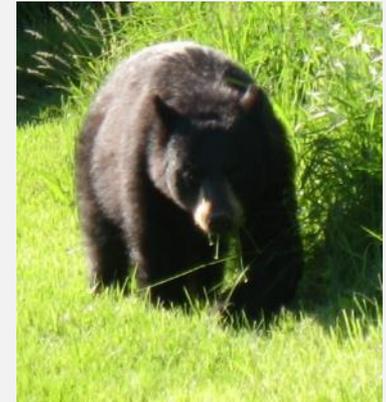
- Chasseur obtient un permis légal pour tuer un ours noir au Colorado
- L'homme tue un ours noir, mais illégalement dans l'état de New-York
- Rapporte la peau de l'ours au Colorado et enregistre sa prise auprès des autorités comme étant légale
- Agent de protection de la faune suspicieux, demande une expertise entomologique
- Tiques retrouvées sur la peau de l'ours = *Dermacentor variabilis*, espèce présente dans l'état de New-York mais pas au Colorado
⇒ homme accusé

Réf : Byrd et Tomberlin. 2020. *Forensic Entomology: The utility of arthropods in legal investigations*. 3^{ème} édition



5- Traffic d'animaux sauvages

Exemple d'enquête – Cas n° 6 – Canada



- 14 juillet, 16h00, restes de 2 jeunes ours retrouvés au Manitoba, démembrés, vésicules biliaires enlevées
- 16h45 : Collecte d'œufs de diptères sur les carcasses
- 15 juin, 7h45, 90% éclosion : *Phormia regina*, *Lucilia sericata*, *L. illustris*
- *Phormia regina* : 21,5-22,5 H pour éclore à 23°C
L. sericata : 20,9-23,5 H pour éclore à 21,4°C
T=21,5-23.3°C la veille ⇒ Ponte entre minuit et 9h00 le 14 juillet,
Ours fort probablement tués dans la nuit du 13-14 juillet
- Coïncide avec le moment où les suspects ont été vus sur les lieux
- Information utilisée pour permettre leur condamnation

Réf : Anderson. 1999. Journal of Forensic Sciences

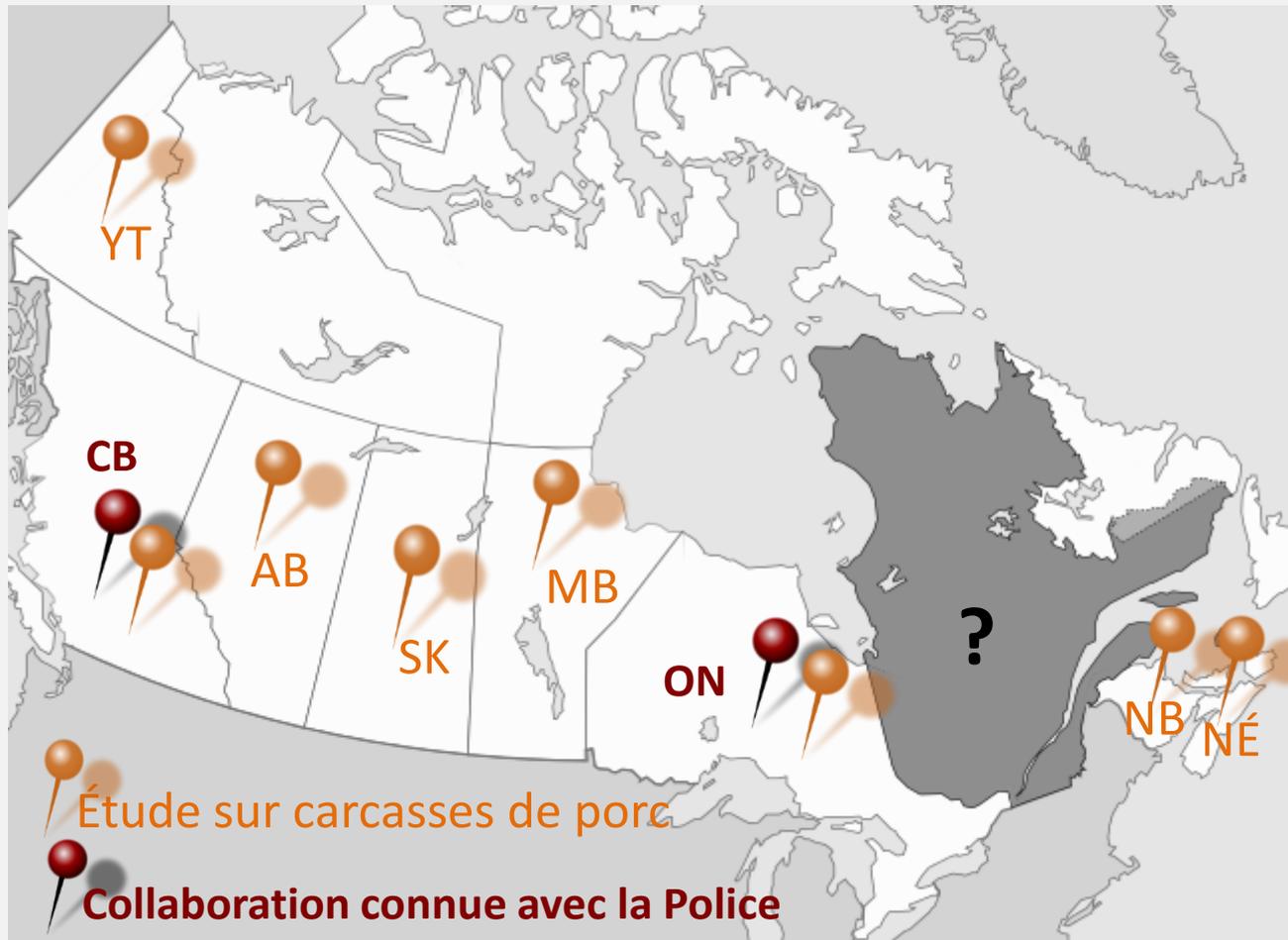


**5- Trafic d'animaux
sauvages**

6- Projets de recherche au Québec



Situation au Canada : Étude de l'entomofaune nécrophage



6- Projets de recherche au Québec

Été 2018 : Expérience sur des rats en décomposition au sein de différents paysages, UQAM

- Eric Lucas (UQAM), Geneviève Labrie (OBV), Julie-Éléonore Maisonhaute, Gemma Clemente (doctorante)
- Région de Granby (QC)



6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasses de porc, UQTR

- Fonds AUDACE du Fonds de recherche du Québec (Frank Crispino) : Approche multidisciplinaire de la mort et traces (aspect scientifique + sociologique et philosophique)
- Chaire de recherche du Canada en Thanatologie forensique (Shari Forbes)



6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasses de porc, UQTR

But de l'étude : Connaître la structure des communautés d'arthropodes nécrophages au Québec, à des fins d'utilisation en entomologie forensique

- Quelles espèces ?
- Quelles espèces selon le stade de décomposition ?
- Relation avec les variables environnementales ?
- Premiers tests avant expériences sur cadavres humains

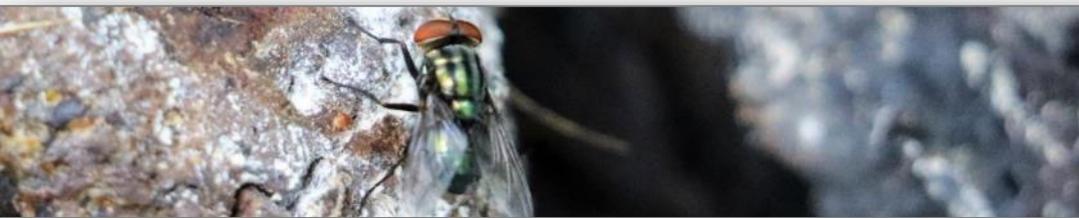


6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasses de porc, UQTR

Méthodologie

- 3 carcasses de porc ~ 90 kg, déposées le 18 juin
- Observations et collectes des arthropodes J1 à J141
- Filet entomologique
- Pièges-fosses
 - 3/porc : Tête, Corps, Arrière
- Sondes de température et humidité
 - 3/porc : tête, sous abdomen, anus



6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasse de porc, UQTR

Résultats : Stades de décomposition



6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasse de porc, UQTR

Résultats :

Cochon 1 - Jour 0 – 13h40



Cochon 2 - Jour 1 – 10h34



6- Projets de recherche au Québec

Été 2019 : Expérience sur carcasse de porc, UQTR

Résultats :

Cochon 1 - Jour 1 – 15h33



6- Projets de recherche au Québec

SSRT : Site Sécurisé de Recherche en Thanatologie

REST[ES] : site pour la Recherche En Sciences Thanatologiques [Expérimentales et Sociales]

- Chaire de Recherche du Canada 150 en Thanatologie forensique (Shari Forbes)
- Ouverture au printemps 2020 (Bécancour)
- Premier site au Canada à étudier la décomposition de corps humains



Objectif = obtenir des données de référence sur les arthropodes associés aux cadavres humains en décomposition au Québec



6- Projets de recherche au Québec

L'entomologie forensique au Québec

Le Potentiel :

- Éléments de preuve pour des enquêtes (IPM, DOC, circonstances de la mort...)
- Inculpation, aggravation d'une peine, acquittement
- Informations importantes pour les famille des victimes

Principaux défis :

- Saison hivernale
- Relevés de températures

Études futures : différents scénarios (cadavres enterrés, extérieur/intérieur, milieu aquatique, milieu rural/urbain, habillé/nu, différentes saisons...)



Merci pour votre attention !

Stagiaires
recherchés
Printemps – été
2020

Remerciements :

Frank Crispino, Shari Forbes, Gilles Bronchti, UQTR

Sophie Morel, Anne-Marie Marchand, Stagiaires

Rushali Dargan, Darshil Patel, Ariane Durand-

Guevin, Karelle Seguin, étudiants, Chaire de
recherche du Canada en Thanatologie forensique

Laboratoire de lutte biologique, UQAM

FRQ, CICC, Chaire de recherche du Canada en
Thanatologie forensique (Financement)

Site web :

https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/gscw031?owa_no_site=5615

Courriel :

julie-eleonore.maisonhaute@uqtr.ca



Instagram :

<https://www.instagram.com/abracadavra.fly/>