

UNIVERSITE DE GENEVE  
FACULTÉ DE MEDECINE



CENTRE UNIVERSITAIRE ROMAND DE MEDECINE LEGALE



PARCOURS : CERTIFICATE OF ADVANCY STUDIES (CAS) EN DROIT, MEDECINE  
LEGALE ET SCIENCE FORENSIQUE EN AFRIQUE

**ESTIMATION DE LA CIRCONSTANCE ET DE LA DATE DU DECES A PARTIR  
D'UNE LECTURE TAPHONOMIQUE D'ELEMENTS PHOTOGRAPHIQUES :  
ETUDE DE FAISABILITE**

Présenté par Kouakou Jérôme KOUADIO

Sous la Direction du Docteur VINCENT VARLET

Année académique 2021-2022

## Table des matières

RESUME.....	4
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUCTION .....	6
2. CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU CURML.....	11
2. 1. Historique du CURML .....	11
2. 2. Fonctionnement du CURML .....	12
2. 2. 1. Unité Romande de Médecine Forensique .....	13
2. 2. 2. Unité d’Imagerie et d’Anthropologie Forensiques .....	14
2. 2. 3. Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy (SHIFT) .....	16
3. CHAPITRE II : STAGE TECHNO-OBSERVATIONNEL.....	18
3. 1. Objet et durée du stage .....	18
3. 2. Activités du stage.....	18
4. CHAPITRE III : PHOTOGRAPHIE POST-MORTEM ET MESURE DES PARAMETRES D’IDENTIFICATION CADAVERIQUE .....	22
4. 1. Photomarqueurs cadavériques .....	22
4. 2. Méthode de réalisation d’une image forensique d’un cadavre .....	24
4. 2. 1. Identification des photoécobiomarqueurs .....	24
4. 2. 2. Maîtrise du cadavre et de son écosystème .....	25
4. 2. 3. Spécification des photoécobiomarqueurs.....	25
4. 2. 4. Choix du Matériel photographique et constitution de base de données de cadavres .....	26
5. CHAPITRE IV : APPLICATION DE L’ECHELLE DE MESURE DE GALLOWAY POUR L’INTERPRETATION DES CHRONOMODIFICATIONS CADAVERIQUES A PARTIR DE PHOTOS.....	29
5.1. Photographies de cadavres des crashes d’avion .....	29
5. 1. 1. Première photographie et identification des signes taphonomiques .....	29
5. 1. 2. Deuxième photographie et identification des signes taphonomiques .....	30
5. 2. Photographies de cadavres de pendaison.....	31

5. 2. 1. Troisième photographie de cadavre et identification des biomarqueurs taphonomiques .....	31
5. 2. 2. Quatrième photographie de cadavre et identification des biomarqueurs taphonomiques .....	32
6. CONCLUSION.....	34
7. REFERENCES .....	36

## **RESUME**

L'étude des paramètres d'identification médico-légaux semble s'effectuer très souvent directement par le maniement de l'objet à identifier, en l'occurrence le cadavre ou le squelette. La possible exploration indirecte de ceux-ci est loin d'être suffisamment questionnée. Le présent travail se propose d'examiner la faisabilité de l'estimation de la circonstance et de la date de décès par une lecture des éléments taphonomiques observables sur une photographie de cadavre.

Il s'est structuré en deux exercices : un stage d'observation au sein du Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy (SHIFT) du Centre Universitaire Romand de Médecine Légale (CURML) et une étude de faisabilité de l'hypothèse sous-jacente. Le séjour au SHIFT a mis en évidence une existence instrumentale forensique susceptible d'être utilisée pour une photoidentification du cadavre à travers les marqueurs taphonomiques perceptibles. L'analyse de ces marqueurs a permis de caractériser ceux extrinsèques et intrinsèques au cadavre pouvant être considérés dans l'identification forensique virtuelle. A l'issue de ce double exercice, il s'avère que l'approche de documentation taphonomique et d'estimation du délai postmortem minimal et des circonstances de décès devient valide si l'on dispose d'un outil photographique approprié à la prise d'images compatible avec le travail forensique et que l'on est en mesure de maîtriser les biais méthodologiques qui y sont inhérents.

Mots-clés : Taphonomie – Identification – Photographie - Cadavre

## **ABSTRACT**

The study of forensic identification parameters seems to be carried out very often directly by handling the object to be identified, in this case the cadaver or the skeleton. The possible indirect exploration of these is far from being sufficiently questioned. The present work aims to examine the feasibility of estimating the circumstance and date of death by reading the taphonomic elements that can be observed on a photograph of a cadaver.

The present work was structured in two exercises: an internship at the Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy (SHIFT) of the University Centre of Legal Medicine (CURML) and a feasibility study of the underlying hypothesis. The stay at SHIFT brought to light a forensic instrumental existence that could be used for a photoidentification of the corpse through the perceptible taphonomic markers. The analysis of these markers has made it possible to characterise those extrinsic and intrinsic to the corpse that can be considered in the virtual forensic identification. At the end of this twofold exercise, it is concluded that the study of the suggested scientific object is feasible, if we have an appropriate forensic photographic tool and if we are able to control the methodological biases inherent in it.

**Keywords:** Cadaver - Identification - Photography - Taphonomy

## 1. INTRODUCTION

L'individu qui subit une mort intrinsèquement planifiée ou extrinsèquement proactivée s'inscrirait dans un processus d'acquisition d'un nouvel état. Il passerait d'un être à un non-être ou d'un vivant à un non-vivant, un cadavre. Cette transformation ou mutation biocorporelle est loin de se produire ponctuellement ou en une seule fois. Elle tend à se réaliser progressivement, séquentiellement. La transition cadavérique marquerait une durée de situation, de condition du cadavre. Celle-ci est susceptible de révéler la circonstance de décès ou le temps passé par l'individu dans l'état de cadavre. En fonction du stade de la thanatomorphose, l'on pourrait attribuer une circonstance de décès ou un, deux, trois jours ou un mois à un cadavre.

Le travail forensique cherche à approximer la circonstance de la mort, de l'âge du cadavre, à estimer la situation de décès et l'ancienneté du cadavre. L'estimation de la circonstance de décès d'un individu se réfère à l'identification de l'événement qui a précédé la mort de cet individu (Taussig, 2016). Elle est l'action d'approcher la cause initiale ayant déclenché l'évolution morbide entraînant directement au décès de l'individu (Organisation Mondiale de la Santé, 1969). L'estimation de la circonstance de décès de l'individu serait la mise en évidence de la probable situation, notamment pathologique, traumatique, accidentelle, catastrophique ou violente ayant été à l'origine du déclenchement des mécanismes ayant entraîné la mort de l'individu. La circonstance de décès apparaît comme un facteur susceptible d'influencer le processus cadavérique. Selon la situation de décès, la transformation du cadavre, notamment le rythme d'effondrement des tissus, des organes, pourrait prendre une trajectoire particulière. Cette corrélation entre le contexte de la mort de l'individu et la cadence de morcellement de son cadavre pourrait révéler en substance le temps de décès, c'est-à-dire l'ancienneté de la mort.

Celle-ci renvoie à la mesure approchée du temps écoulé depuis sa mort (Knight, 1996). Elle est une approximation de l'intervalle temporel entre l'état de cadavre et le changement opéré par celui-ci (Galloway, 1997). Elle se réfère ainsi à l'évaluation de la vitesse de modification du cadavre de l'individu (Mann et al., 1990). En clair, l'estimation de l'ancienneté du cadavre de l'individu serait la datation relative du cadavre à travers l'examen du processus cadavérique, c'est-à-dire sa décomposition. La circonstance de décès de l'individu et l'âge du cadavre de celui-ci s'obtiendraient par l'observation des mécanismes qui caractérisent la décomposition du cadavre, en l'occurrence les biomarqueurs.

Un biomarqueur est une caractéristique objective identifiée comme un indicateur d'un processus biologique normal, pathologique ou une réponse biologique de l'individu à un stimulus (Shehabi et Seppelt, 2008). Il est un changement moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique observable et / ou mesurable qui révèle l'exposition présente ou passé d'un individu à au moins un élément chimique ou bioenvironnemental (Amiard et Amiard-Triquet, 2008). Un biomarqueur serait un caractère biologique observable et mesurable qui résulte de la modification de l'organisme d'un individu sous des pressions biochimiques ou bioécologiques.

Ainsi, un biomarqueur cadavérique est un caractère biologique, physiologique, physique qui décrit la décomposition du cadavre d'un individu, notamment la pâleur, la lividité, la rigidité, au dessèchement, au décollement de la peau, à la perte des cheveux, des poils, la coloration verte de l'abdomen du gonflement, à la rupture de l'abdomen, au relâchement des tissus mous, à l'exposition osseuse (Galloway et al., 1989.). Il correspond également au ballonnement, à la marbrure de la peau, à l'éclatement des vésicules, à la dilation des yeux, à la liquéfaction et au noircissement de la peau du cadavre (Rutty, 2005). L'activité des bactéries, celle des insectes nécrophages, nécrophiles, l'apparition des organes internes du cadavre ou sa squelettisation ou sa momification constituent autres biomarqueurs du processus cadavérique (Amendt et al., 2004 ; Fitzgerald et Oxenham, 2009 ; Janjua et Rogers, 2008). Le biomarqueur cadavérique serait l'ensemble des caractères et des agents biologiques, physiologiques, physiques observables durant la décomposition du cadavre humain. Il serait susceptible d'être visible ou se prêter à la vue, à la lumière, c'est-à-dire d'être imagé ou photographié.

En d'autres termes, le caractère ou l'agent biologique, physiologique ou physique cadavérique pourrait être un photobiomarqueur cadavérique. Celui-ci renvoie à un caractère physique ou à un organe du cadavre de l'individu que l'on obtient par une image précise sous l'action de la lumière (Bayard cité par Sur, 29 janvier 2016). Il est une représentation ou image fidèle des traits physiques post-mortem de l'individu (Mignacca, 2014). Un photobiomarqueur du cadavre serait une image exacte ou reproductible d'un caractère ou un agent biologique, physique ou physique qui décrit le cadavre d'un individu. Cette image fidèle ou reproductible serait le reflet de la lumière projetée sur le biomarqueur cadavérique.

La lumière est un processus d'émission, de propagation d'énergie et de perturbation ou de mouvement produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques du milieu (Grandchamps, 2005). Elle serait une création ou une représentation de

l'environnement. Ainsi, l'énergie ou l'onde lumineuse projetée, par exemple, sur un biomarqueur cadavérique, telle la lividité ou la coloration verdâtre de l'abdomen, par un milieu empreint, par exemple, d'humidité, de fraîcheur, créerait une image de ce biomarqueur qui serait moins fidèle que celle du décollement de la peau, de la rupture de l'abdomen réalisée par une onde de lumière propulsée dans un environnement chaud et sec.

Ainsi, le niveau de réalisation possible de l'estimation de la circonstance et de l'âge d'un biomarqueur et, par ricochet d'un cadavre, serait le résultat de la réceptivité de ce biomarqueur à l'onde lumineuse. La photoestimation appropriée de la circonstance et de la date de décès impliquerait la mesure effective sur la photographie du cadavre des écobiomarqueurs cadavériques. L'estimation, à partir des photoécobiomarqueurs du cadavre, de la circonstance de décès et l'âge de ce cadavre requiert une opération préalable d'objectivation, de validation de ces éléments taphonomiques photographiés, c'est-à-dire une étude de faisabilité. Celle-ci est considérée comme une étude préalable qui questionne l'action qui peut être faite, celle qui devrait être faite et la manière de la réaliser (Eldrige et al., 2016). Un examen possible des photoécobiomarqueurs pourrait créer des conditions pour une description plus juste du cadavre. La caractérisation de celui-ci serait moins valide, si l'évaluation des photoécobiomarqueurs est loin d'être faisable. La facilité de lecture et le pouvoir discriminant des écobiomarqueurs photographiés conditionneraient la description appropriée du cadavre de l'individu, notamment l'estimation de la circonstance et de la date de décès de celui-ci.

La relation entre les conditions taphonomiques et l'estimation de la circonstance, la date de décès d'un individu a fait l'objet de plusieurs travaux. Le Garff (2018) a questionné le lien entre le micro-Scan en fonction de l'espace de conservation, et l'évaluation de l'intervalle post-mortem à partir du substrat osseux. Il observe une influence du milieu physique sur l'exploration du tissu osseux considéré dans l'estimation de la circonstance ou de la date de décès. Un résultat comparable est obtenu à travers l'exploration photographique d'une série de dents de cadavres immergés et putrifiées (Boedi, 2020). L'observation effectuée par Bhuyan et al. (2020) semble étayer l'effet de la structuration du milieu sur la photographie des biomarqueurs estimateurs de la circonstance et de la date de décès de l'individu. La netteté de la visualisation microscopique de la pulpe dentaire de cadavres humains est variable en fonction de la chrono-thermie du processus taphonomique. Celle-ci est à l'origine de la différence de score obtenue par Cecilason et al. (2021) dans l'examen microscopique des modifications qui s'opèrent dans les structures tissulaires et cellulaires des corps morts.



Les recherches évoquées ont procédé à l'examen de l'estimation de la circonstance de décès ou de l'ancienneté du cadavre humain en mettant l'accent sur les procédés de visualisation des écobiomarqueurs. Il semblerait que la mesurabilité des éléments taphonomiques n'ait pas été suffisamment interrogée en tant que variable susceptible d'influencer l'estimation de la circonstance de décès et de l'ancienneté du cadavre. Cette préoccupation est la question à laquelle la présente étude se propose d'apporter des éléments de réponse. L'objectif de celle-ci est donc d'examiner la faisabilité de l'estimation de la circonstance et ou de la date de décès d'un individu à partir de la mesure des écobiomarqueurs photographiés. La réalisation de cet objectif se structure en deux parties.

La première partie du présent mémoire porte sur la présentation de la structure d'accueil (Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy) et des unités opérationnelles au sein du Centre Universitaire Romand de Médecine Légale (CURML) qui a permis de construire le Projet de Recherche. La deuxième partie est focalisée sur le Projet de Recherche et porte sur l'examen des écobiomarqueurs cadavériques photographiés et leur contribution à l'estimation de la circonstance et/ou de la date de décès d'un individu.

## PREMIÈRE PARTIE : STAGE

## **2. CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU CURML**

Les instituts universitaires suisses de médecine légale des Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG, Canton de Genève) et du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV, Canton de Vaud) ont fusionné en un centre universitaire public bipartite. Celui-ci est dénommé Centre Universitaire Romand de Médecine Légale (CURML). Cette nouvelle structure de médecine légale est le résultat d'un processus de collaboration entre des entités et des chercheurs du domaine forensique des deux cantons suisses.

### ***2. 1. Historique du CURML***

Les médecins et les personnels médicaux des établissements sanitaires cantonaux somatiques, psychiatriques, des instituts sanitaires, des écoles cantonales de formation aux professions de la santé du Canton de Vaud collaborent régulièrement depuis 1960. La réalisation des actions de soins et de formations collectives, communes durant trois décennies par ces spécialistes de santé vaudois a entraîné le regroupement par le conseil d'Etat des centres et instituts hospitalo-universitaires vaudois en 1990 en une cité hospitalière (Centre hospitalier universitaire vaudois, 24 juin 2021). La nouvelle unité créée est appelée le service des Hospices cantonaux.

L'expansion des échanges sanitaires vaudois aux professionnels de santé des hôpitaux publics serait à l'origine de la création en 1993 d'un cadre légal d'échanges plus structurant. Cet espace de co-construction et d'amélioration réciproque des compétences des professionnels de santé des deux cantons est appelée l'association Vaud-Genève (Isler, 2015). Sous l'influence de cette association, les huit hôpitaux publics du canton de Genève sont regroupés en 1995 en une seule entité hospitalière que l'on a appelé les Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG).

La restructuration des centres de soins genevois inspire l'élargissement du service des Hospices cantonaux du Canton de Vaud. La région vaudoise, se référant aux HUG, soumet ainsi ses établissements hospitalo-universitaires de santé à une direction unique en 2005. Le Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV) créé, trois ans plus tard, conforte cette unicité des centres sanitaires vaudois (Centre hospitalier universitaire vaudois, 24 juin 2021).

La mutualisation progressive des forces, des compétences et des ressources des deux pôles hospitalo-universitaires romands, dans le cadre des activités de l'association, amène la

fusion des Instituts universitaires de médecine légale en une unité commune le 1<sup>er</sup> octobre 2007. Celle-ci est désignée sous le vocable de Centre Universitaire Romand de Médecine Légale (CURML) (Isler, 2015). Le CURML se révèle être un pôle de triple statut régional, national et international.

## *2. 2. Fonctionnement du CURML*

Le CURML est un établissement de sciences forensiques commun aux deux structures hospitalières cantonales genevoises et vaudoises et également communes aux deux structures universitaires cantonales à travers son affiliation à la Faculté de médecine de l'Université de Genève (UNIGE) et à la Faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne (UNIL).

Ce centre est soumis, du point de vue administratif, à une direction publique dont le premier directeur nommé par les Conseils d'Etats vaudois et genevois fut le Professeur Patrice Mangin, médecin légiste. Ce dernier a géré le CURML Lausanne-Genève durant une vingtaine d'années environ (Verdan, 01 mars 2016). La direction du CURML est, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, sous la responsabilité de la Professeure Silke Grabherr. Celle-ci est Professeure ordinaire à la Faculté de biologie et médecine de Lausanne, et à la Faculté de médecine de l'Université de Genève. Médecin légiste de formation, La Professeure Grabherr s'est spécialisée dans l'imagerie forensique. Elle a acquis une notoriété dans ce domaine à travers le développement de l'angiographie post-mortem. Cette méthode d'angiographie post-mortem ou d'autopsie virtuelle est la plus utilisée durant les dernières années (Isler, 2015, Kottelat, 11 novembre 2020). La directrice est assistée dans la réalisation de ses tâches administratives par le Professeur Tony Fracasso, médecin légiste, responsable de l'unité romande de médecine forensique. La direction actuelle du CURML Lausanne-Genève collabore avec 220 à 230 personnes de formation forensique et d'origine diverse.

Les activités des collaborateurs s'exercent au sein d'unités spécialisées des sciences forensiques. Le CURML est constitué de douze unités de sciences forensiques structurant ce pôle hospitalo-universitaire incluant notamment la médecine forensique, l'imagerie et l'anthropologie forensiques, la médecine et la psychologie du trafic. La médecine des violences, la psychiatrie légale, le droit médical et la médecine légale humanitaire sont également des unités fondatrices du CURML. Celui-ci porte aussi des unités de génétique forensique, de toxicologie et de chimie forensiques. D'autres unités spécialisées y sont intégrées. L'on note, dans ce sens, le laboratoire suisse d'analyse de dopage, l'unité facultaire

de toxicologie, l'unité facultaire d'anatomie et de la morphologie. Le Swiss human institute of forensic taphonomy est également une composante du CURML (Grabherr et al., 2019 ; Isler, op. cit.).

L'ensemble de ces unités pourrait se subdiviser en trois catégories selon la nature du questionnement et de l'objet forensique d'intérêt. Le laboratoire d'analyse de dopage et l'unité facultaire d'anatomie et de la morphologie sont orientés vers la caractérisation différentielle du fonctionnement et de la structure biophysique de l'individu essentiellement vivant. L'unité de droit médical et de médecine légale humanitaire, celle de médecine et de psychologie du trafic, celle de médecine des violences et l'unité de psychiatrie légale quant à elles, questionnent et cherchent à apporter des réponses adaptées, ajustées aux souffrances humaines individuellement, collectivement, conformément aux devoirs, aux principes normatifs, déontologiques, éthiques d'humanité ou d'humanisation. La troisième catégorie tend à regrouper les unités de médecine forensique, d'imagerie et d'anthropologie forensiques et le Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy (SHIFT).

Ces trois dernières unités semblent se distinguer des autres par l'intérêt particulier sur l'investigation, l'identification médico-légale post-mortem. Le matériel manipulé est le cadavre frais, en décomposition ou en état de squelette. Que ce matériel soit examinable directement ou indirectement, notamment par l'intermédiaire de l'imagerie forensique, l'objectif de ces opérations serait d'identifier le cadavre et sa cause de décès ainsi que l'estimation des circonstances et de la date de décès. Etant donné que le Projet de Recherche s'intéresse aux caractères d'identification à travers la mesure d'éléments taphonomiques photographiques, un stage au sein du SHIFT en lien avec les deux autres unités d'identification post-mortem, se révèle particulièrement bien adapté à la problématique examinée.

### **2. 2. 1. Unité Romande de Médecine Forensique**

L'Unité Romande de Médecine Forensique (URMF) est une des deux sous-sections de la Section Médecine et Imagerie Forensique (SMIF). Elle est localisée sur deux sites (Lausanne et Genève) et comprend le laboratoire d'histopathologie et d'immunohistochimie forensiques. Dans le cadre d'une convention avec le Canton Valais, une antenne de médecine légale a été ouverte à Sion au sein de l'Hôpital du Valais en avril 2012. L'URMF s'étend au canton de Neuchâtel, où elle collabore depuis plus de 20 ans avec un médecin légiste. Cette unité multisite est dirigée actuellement par le Professeur Tony Fracasso. Celui-ci est

Professeur ordinaire de médecine légale à la Faculté de biologie et médecine de Lausanne, et à la Faculté de médecine de l'Université de Genève

Celui-ci collabore avec six médecins de la Fédération des Médecins Helvétiques, six Médecins assistants, trois préparateurs, cinq secrétaires, concernant le site de Genève. Sur le site Lausanne, l'URMF est portée par cinq médecins FMH, six médecins internes, quatre préparateurs, un gestionnaire de morgue, trois histopathologistes et trois secrétaires. L'URMF, à travers cette équipe pluridisciplinaire, contribue, à travers la réalisation d'expertises médico-légales, à la résolution d'enquêtes pénales ou civiles. Elle est, de ce point de vue, un canal de collaboration systématique entre l'univers médical et celui de la justice (Grabherr et al., 2019).

Le savoir-faire de l'URMF est également offert à des particuliers, des avocats, à des institutions nationales ou internationales. L'Unité apporte son expertise à l'identification des victimes de catastrophes de masse d'origine naturelle (glissement de terrain, tsunami) ou humaine (accident de transport, incendie, conflit, guerre). Par exemple, l'URMF a été sollicitée en qualité d'experte dans le cadre du Tribunal pénal international pour l'Ex-Yougoslavie de 1998 à 2000. La tragédie de l'accident du car à Sierre en mars 2012 dans le canton de Valais en Suisse, les affaires relatives aux décès du Président Yasser Arafat (2012-2013) et de la Princesse Lady Diana, France (1997) ont été traitées par l'URMF (Grabherr, 14 avril 2016 ; Isler, 2015).

Généralement, l'expertise proposée dans ce cadre par l'URMF consiste en des examens thanatologiques directs (autopsies), cliniques ou indirects par l'analyse de dossier des victimes, des cadavres.

## 2. 2. 2. Unité d'Imagerie et d'Anthropologie Forensiques

L'Unité d'Imagerie et d'Anthropologie Forensiques (UIAF) est la deuxième sous-section de la Section Médecine et Imagerie Forensique (SMIF). Elle est localisée sur deux sites (Lausanne et Genève) et comprend deux sous-unités. Celles-ci sont l'Imagerie Forensique (IF) et l'Anthropologie Forensique (AF) (Grabherr et al., 2019). Elle est administrée également par le Professeur Tony Fracasso, assisté de deux responsables opérationnels dont l'un à Lausanne et l'autre à Genève. Les trois chefs de l'UIAF collaborent avec une équipe de spécialistes forensiques ou de personnes de disciplines connexes.

L'UIAF est également composée de deux médecins légistes, un médecin radiologue, deux anthropologues biologiques, six techniciens en radiologie médicale (TRM), trois

secrétaires, deux ingénieurs spécialistes en scanner de surface tridimensionnelle, un balisticien et des radiologues externes. L'UIAF coopère également avec des stagiaires, des chercheurs invités. Ainsi, durant des périodes variables selon la nature de la demande, des étudiants en médecine, en anthropologie, en radiologie médicale, des médecins étrangers sont reçus pour des sessions d'apprentissage pratique ou de recherches technico-opérationnelles. Ce cadre d'échange réciproque est aussi proposé aux anthropologues post-gradués, aux TRM qui envisagent se spécialiser en imagerie forensique (Grabherr et al., op. cit. ; Isler, 2015.).

Le recrutement d'une telle équipe de forensiques et une relation avec l'extérieur forensique seraient imputables aux activités qu'offre l'UIAF. En effet, celle-ci réalise deux catégories d'activités : l'imagerie forensique et l'anthropologie forensique. L'imagerie forensique se structure en imagerie thanatologique et en imagerie radiologique clinique interprétée ou réinterprétée par des soins dans le cadre d'expertises médico-légales. L'utilisation de cette double technique de visualisation des caractères biophysiques humains permet la réalisation de bilans lésionnels, la détermination des causes de la mort, l'identification de personnes, la modélisation tridimensionnelle et l'estimation de l'âge de décès (Grabherr et al., op. cit.). L'Unité d'imagerie et anthropologie forensique procure ainsi une documentation digitalisée radiographique du corps mort dans le cadre de l'étude d'un double objet fondamental (circonstance, cause du décès). L'opération d'exploration par imagerie du cadavre permet d'y visualiser les éventuelles anomalies pathologiques ou post-traumatiques en réalisant une sorte d'autopsie virtuelle précédant celle conventionnelle. Sous cet angle, la pré-autopsie virtuelle constitue ainsi un outil et une source de renseignements importants pour la médecine forensique et le médecin légiste.

Cet examen radiologique régulier peut être améliorée par une investigation radiologique spécifique, l'angiographie. Celle-ci se propose d'apporter des informations essentielles sur l'état du système vasculaire du cadavre. L'on cherche donc à mesurer les autres éléments taphonomiques nécessaires à une identification certaine du cadavre. De ce point de vue, la décomposition ou la squelettisation, par exemple, du cadavre nécessiterait le recours à une autre technique ou expertise, celle de l'anthropologie forensique. L'anthropologie forensique renvoie à l'application de l'anthropologie biologique, physique et de l'archéologie à l'examen de problématiques ou de cas médico-légaux. Elle s'exerce principalement à la découverte, à l'exhumation et à l'analyse des restes humains (Beauthier, 2008 ; Delabarde et Ludes, 2014). Elle a pour objet, dans une perspective forensique, la distinction entre des ossements humains et animaux, la détermination des profils biologiques

de restes humains inconnus et la caractérisation des changements taphonomiques (Quatrehomme, 2015).

L'ensemble de ces opérations radiologiques ou anthropologiques se réalisent par l'utilisation d'outils identiques adaptés à l'examen des objets précédemment indiqués. Le Computer Tomography-scanner (CT-scan), l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM), le scanner tridimensionnel (3D), l'angio-CT post-mortem et la photogrammétrie sont les outils utilisés actuellement, fréquemment pour ces explorations et opérations d'identification médico-légale post-mortem. Le contrôle des conditions ou éléments taphonomiques se révèle nécessaire à la réalisation de ces mesures forensiques. C'est dans ce contexte que le SHIFT du CURML offre des compétences techniques, pédagogiques et opérationnelles pour la pratique de l'observation instrumentalisée de ces phénomènes d'altération cadavérique.

### 2. 2. 3. Swiss Human Institute of Forensic Taphonomy (SHIFT)

Le Swiss Human Institute of forensic Taphonomy (SHIFT) est l'une des douze unités forensiques du CURML. Le SHIFT est placé sous la responsabilité administrative et opérationnelle du Docteur Vincent Varlet, docteur en biochimie analytique et toxicologie. Il a commencé ses activités le 1<sup>er</sup> janvier 2019. A l'instar des unités précédentes, le SHIFT apparaît comme une sorte de conglomérat de spécialités forensiques du CURML susceptibles de contribuer à l'examen des processus ou phénomènes post-mortem (figure 1).

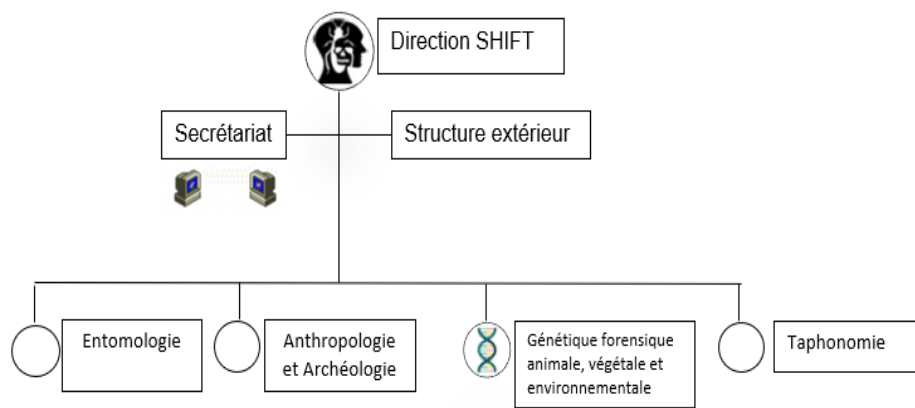


Figure 1 : Organigramme du SHIFT (source : site web du CURML : <https://www.curml.ch/swiss-human-institute-forensic-taphonomy-shift>).



La taphonomie forensique est l'étude des processus biologiques et biochimiques qui sous-tendent la transformation du cadavre (Pokines, 18 mars 2016). Elle s'intéresse à la structure du cadavre, à la décomposition de celui-ci en lien avec les mécanismes biochimiques, environnementaux et à sa localisation, sa détection, son identification (Bemilli, 2018 ; Huchet, 2014). En conséquence, au sein du SHIFT, l'imbrication des connaissances et des savoir-faires de la taphonomie se déclinent en dialoguant avec des disciplines variées que sont l'entomologie, la génétique, l'anthropologie, l'archéologie, la médecine légale, l'imagerie, l'histopathologie, la physiologie, la micro / microbiologie et l'anatomie dans la réponse aux problématiques cadavériques médico-légales. La toxicologie, la biologie moléculaire, la chimie, la physique, l'écologie, la géologie y apportent leurs expertises. Les aspects éthiques, socio-culturels, humanitaires et juridiques sont également pris en compte dans le processus par lequel la taphonomie oriente ses recherches (Grabherr et al., 2019).

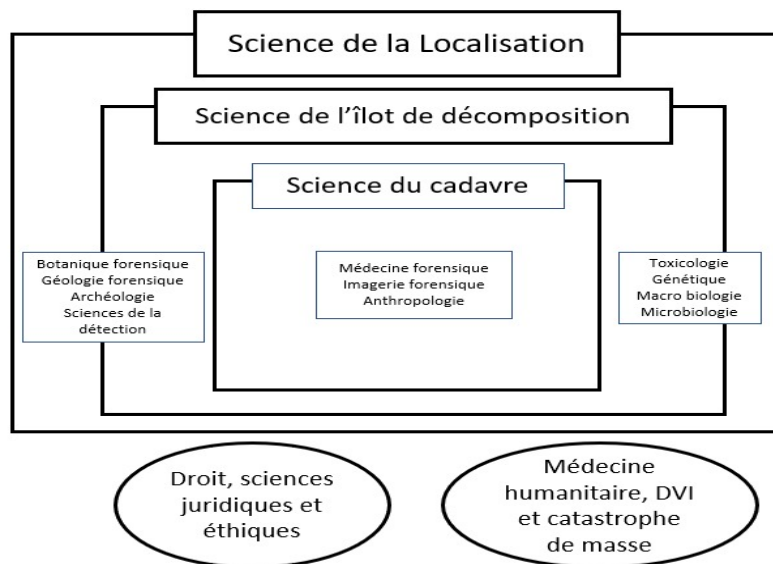


Figure 2 : Structure disciplinaire de la taphonomie forensique (source : site web du CURML : <https://www.curml.ch/swiss-human-institute-forensic-taphonomy-shift>)

Le SHIFT se propose ainsi, à travers sa plateforme d'interdisciplinarité ou de transdisciplinarité forensique, d'examiner les processus chimiques, physiques et biologiques de la décomposition du corps humain en lien avec les facteurs écologiques et géologiques. L'objectif des activités du SHIFT est d'améliorer les protocoles d'enquêtes et d'investigations médico-légales existants ou d'en construire de nouveaux plus adaptés à l'analyse de traumatismes ante-mortem, à l'estimation des circonstances, des causes, de la date de décès

ou de l'intervalle post-mortem et la localisation du cadavre. En somme, un tel institut offre un cadre idéal pour l'examen de la faisabilité d'une étude portant sur l'estimation de la circonstance et de la date de décès à partir d'éléments taphonomiques photographiés. Un stage d'exploration des possibilités techno-opérationnelles de recherche a été réalisé au SHIFT en lien avec cette problématique.

### **3. CHAPITRE II : STAGE TECHNO-OBSERVATIONNEL**

L'on s'intéresse à la possibilité d'estimation la circonstance et la date de décès d'un individu à partir de la mesure d'éléments taphonomiques photographiés. L'essai d'analyse de la question a nécessité un stage d'observation et d'apprentissage.

#### ***3. 1. Objet et durée du stage***

Le stage s'est proposé de questionner les possibilités théoriques, technico-matérielles et méthodologiques pour une étude sur l'estimation de la circonstance et de date de décès d'un individu en observant les photographies post-mortem. L'analyse, l'identification et la caractérisation des conditions, des outils de mesure de ces objets se sont réalisées au SHIFT au sein de la session CURML de Lausanne du 6 au 20 octobre 2021. Ce stage a été effectué sous la direction du Docteur Vincent Varlet responsable du SHIFT. Celui-ci a identifié et établi le chronogramme des différentes activités qui ont structuré ce moment d'apprentissage.

#### ***3. 2. Activités du stage***

Trois activités nous ont été proposées en lien avec les dispositions et les outils à considérer dans l'exploration et la mesure des mécanismes biochimiques et environnementaux nécessaires à l'estimation du délai post-mortem. La première activité était celle de la présentation par le Maître de stage du CURML et du SHIFT, ses unités opérationnelles, les objectifs, les missions et les buts de ces unités. L'encadrant a mis l'accent sur l'expertise forensique développée au sein SHIFT, les projets de recherche, les missions d'enseignement, de formation, les interventions dans les problématiques policières, judiciaires. L'exposé de l'encadrant m'a offert un aperçu du creuset d'interactions des sciences forensiques que représente la taphonomie forensique par le truchement du SHIFT. La confrontation factuelle

avec ce panel de spécialités outillées dans le questionnement des situations post-mortem a été celle de la seconde activité de stage.

Ce second temps d'apprentissage était structuré en deux séances ou opérations de repérage et de fixation spatialement, matériellement du pôle disciplinaire de la taphonomie forensique au sein du CURML. Ainsi, deux visites guidées relatives à ce système disciplinaire forensique nous ont permis de découvrir l'imagerie forensique, d'identifier clairement des outils de visualisation interne et externe, notamment des phénomènes cadavériques. Par exemple, nous avons assisté durant deux fois 30 minutes à la manipulation, à la démonstration du fonctionnement des appareillages d'IRM, du CT-scan, du scanner tridimensionnel (3D), de l'angio-CT post-mortem et de la photogrammétrie.

Cet exercice pratique, technico-orienté, empreint d'explications, de questions-réponses et de mise en situation nous ont révélé les possibilités d'observer visuellement les modifications des systèmes vasculaires, tissulaires, organiques qui s'opèrent au cours de la décomposition. Ce faisant, l'on a noté les spécificités, les qualités métrologiques, l'efficacité et la pertinence de l'appareillage forensique. Nous avons obtenu auprès de l'ingénieur 3D l'information selon laquelle la technique photogrammétrique offre l'occasion d'établir la chronologie d'un événement en combinant les images de différentes sources. L'on peut aussi, à partir de l'appareil photogrammétrique, relever de scènes d'accidents ou de crimes pour obtenir des mesures tridimensionnelles sur les images prises. La photographie se révèle être un outil d'identification des éco et biomarqueurs estimateurs de la circonstance ou la date de décès. Une illustration a été faite dans le cadre de la réalisation de la troisième activité du stage.

Structuré en trois sessions, l'autre moment du stage a été d'observer et d'identifier sous l'orientation, l'accompagnement de l'entomologiste forensique du SHIFT, les insectes nécrophages qui colonisent le cadavre humain durant la décomposition. Dans ce cadre, un substitut humain, en l'occurrence un cadavre de porc, encagé et déposé dans une forêt située à deux kilomètres du CURML Lausanne, a été examiné sous l'encadrement dudit entomologiste, le Docteur Jiri Hodecek. Nous avons pu identifier et décrire directement ou au moyen d'un microscope optique différents ordres, familles, larves, pupes d'insectes nécrophages, notamment les diptères (calliphoridae, muscidae, sarcophagidae) et les coléoptères suivant les stades de décomposition cadavérique. Cette opération de description, de nomination des insectes a procuré des données nécessaires à la réalisation d'un exercice portant sur l'estimation de l'intervalle post-mortem. Celle-ci a été effectuée en considérant les

éco-chronobiomarqueurs spécifiques, en l'occurrence la température, les insectes, les périodes ou le nombre de jours de développement de ceux-ci.

Une ultime activité subsidiaire, c'est-à-dire l'examen d'un article écrit en anglais pour la Revue 'International Journal of Legal Medicine', a offert un cadre illustratif du fonctionnement de ces marqueurs. L'analyse de ce manuscrit intitulé « taphonomic model of decomposition in province of barcelona, catalonia, Spain », a permis de vérifier, d'interroger la méthodologie qu'implique l'utilisation de ces marqueurs pour l'estimation de l'intervalle post-mortem. La participation à un séminaire en ligne portant sur la décomposition du corps carbonisé et la déprédation cadavérique a été une autre activité réalisée durant notre stage. Il faudrait, toutefois, noter que les responsabilités multiples du maître de stage ou de son substitut ne m'ont pas permis de bénéficier suffisamment de temps d'exercices pratiques relatifs à l'utilisation de l'appareillage forensique et à l'étude des phénomènes taphonomiques.

En dehors de cette difficulté, l'ensemble de ces exercices a généré des effets considérables sur mes connaissances et mes approches dans le champ des sciences forensiques. Le séjour d'exploration et d'apprentissage au sein du SHIFT a été d'autant bénéfique qu'il a permis la précision de notre objet de recherche dans le cadre du travail de fin de formation. La version améliorée obtenue de cet objet est : « Eléments taphonomiques photographiques et estimation de la circonstance, de la date de décès : étude de faisabilité ».

## DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL DE RECHERCHE

## **4. CHAPITRE III : PHOTOGRAPHIE POST-MORTEM ET MESURE DES PARAMETRES D'IDENTIFICATION CADAVERIQUE**

Le cadavre humain est considéré comme un être particulier. Sous ce statut, il doit être traité dans le respect et la dignité (Comité International de la Croix-Rouge, 20 avril 2020). Tous les peuples cherchent à rendre hommage à leurs défunts. Ils ont tendance à ritualiser la mort et à accorder une sépulture au cadavre humain (CCNE, 17 avril 2020). La relation étroite que l'humanité a construit avec le cadavre humain semble être plus accentuée chez quelques groupes humains, notamment de l'Afrique subsaharienne.

Dans cette région, le cadavre humain ne peut être explorée, manipulé. Le cadavre moins ordinaire, pathologique, accidenté, violenté est plus protégé ou caché (Timtchueng et al., 2020). Toute opération d'identification médico-légale d'un tel cadavre est systématiquement rejetée a priori ou confrontée à une forme de résistance socio-culturelle a posteriori. Par exemple, des propositions d'opérations d'autopsie créent très souvent des conflits tant entre le corps médical et les familles africaines qu'entre celles-ci et la législation (Timtchueng et al., 2020).

L'utilisation d'un procédé permettant d'identifier un cadavre humain sans que l'ait besoin de "tripatouiller" le cadavre pourrait être plus acceptable. Ce procédé serait d'autant plus approprié que l'identification à réaliser ne porte que sur des paramètres dont l'estimation peut s'effectuer indirectement ou à distance à travers des indices taphonomiques visuels ou photographiques. L'on est tenté de supposer que l'examen d'une photographie prise du cadavre n'est pas loin d'être cette technique alternative.

### ***4. 1. Photomarqueurs cadavériques***

Le cadavre d'un individu mort d'une manière violente, brusque ou suspecte est souvent soumis à un exercice consistant généralement à garder ou sauvegarder aussi longtemps que possible la structure contextuelle de ce corps mort. L'un des moyens susceptibles de capter ou mémoriser plus ou moins la condition du cadavre 'forensique' demeure la photographie post-mortem. Celle-ci se réfère à une image permettant de garder une trace du positionnement, des lésions, des blessures du cadavre, de relever des indices, des

preuves pour mener une enquête et étayer un procès (Neimon, 2015). Elle est donc une image composée qui informe sur l'environnement, le déroulement d'activités et la présence de personnes ou d'objets en lien avec le cadavre (Milliet, 2017). La photographie forensique post-mortem serait l'image prise d'un cadavre et des éléments bioenvironnementaux qui lui sont liés. Elle constituerait un support visuel des caractéristiques biophysiques du cadavre et celles du milieu dans lequel il a été trouvé. Ces écobiomarqueurs cadavériques ou taphonomiques se révèlent nécessaires à l'estimation de la date de décès du cadavre (Galloway, 1997 ; Charabidze et al., 2012).

Une photographie du cadavre exploitable, dans le cadre de l'estimation de la circonstance et / ou la date de décès, serait celle qui met en évidence la pâleur, la lividité, la rigidité, d'un cadavre au stage frais. Le gonflement ou la rupture de la paroi abdominale, le décollement de la peau, le tannage de celle-ci, la perte des cheveux, des poils, la décoloration du corps sont ces marqueurs à photographier, lorsque le cadavre est en phase de décomposition précoce. Le relâchement des tissus, l'effondrement de la cavité abdominale, les restes de tissus mous, humides, l'activité des nécrophages, l'exposition osseuse ou la momification du cadavre sont les biomarqueurs à fixer photographiquement au stade de la décomposition avancée. Les biomarqueurs dont la photographie doit obtenir une image correcte pour un cadavre squelettisé sont des os couverts de substances graisseuses, des os secs revêtus de peu de substances graisseuses, la fissure longitudinale sur la diaphyse.

Le nombre de biomarqueurs à photographier est certes important, mais la photographie du cadavre à considérer est celle sur laquelle l'on peut identifier suffisamment et distinctivement les marqueurs. Par exemple, un décollement de la peau est un bon indicateur mais il ne faudrait pas le confondre avec celui produit par la prédation animale. Il est aussi important de savoir que ce chronobiomarqueur apparaît plus rapidement sur des victimes minces en milieu chaud. L'on doit pouvoir identifier ces biomarqueurs taphonomiques sur la photographie, en ce sens que selon, Mégnin (1894), Galloway (op. cit.), ces marqueurs cadavériques sont des chronoindicateurs. Ceux-ci fournissent une hypothèse sur le temps écoulé après le décès de l'individu. Les altérations du cadavre de celui-ci, les nécrophages susceptibles d'être visibles sur l'image prise de ce cadavre, sont le résultat de l'action de l'alternance du jour et de la nuit, du temps passé depuis le décès (Charabidze et al., 2012 ; Mann et al., 1990). Selon que l'on est mesure de percevoir, d'identifier clairement ces éléments taphonomiques, l'on pourrait suggérer le contexte de mort et /ou proposer un

nombre de jours post-mortem. Une approximation appropriée de ceux-ci se révélerait difficile, si l'on est suffisamment loin de discriminer visuellement les éléments taphonomiques.

D'autres marqueurs taphonomiques importants que la photographie du cadavre doit pouvoir présenter sont des écomarqueurs. L'ensoleillement, l'ombre, l'humidité du sol qui caractérisent l'environnement du cadavre seraient les principaux. La photographie du cadavre doit rendre visibles ces marqueurs environnementaux, car ceux-ci apportent des informations sur le climat, la température, considérés par des auteurs (Galloway et al., 1989 ; Fitzgerald et Oxenham, 2009) comme exerçant une influence significative sur le processus taphonomique.

Le niveau visibilité ou d'expressivité de ces écobiomarqueurs taphonomiques se révèle être un facteur qui influencerait différemment donc l'estimation, de la circonstance et de la date du décès. L'on doit pouvoir réaliser une photographie de cadavre de qualité.

#### ***4. 2. Méthode de réalisation d'une image forensique d'un cadavre***

L'étude se propose d'examiner la faisabilité de l'estimation de la circonstance et de la date de décès d'un individu en considérant les marqueurs estimateurs perceptibles sur son cadavre photographié. La mesure de ces paramètres d'identification implique la recherche de photomarqueurs taphonomiques permettant d'obtenir des informations, des données nécessaires à l'estimation de ces variables. Elle nécessite aussi l'analyse du cadavre et de son écosystème, l'identification et la description des marqueurs taphonomiques contextuels, le choix du matériel photographique. Ces opérations pourraient être les quatre étapes déterminantes dans l'approximation du contexte et de la date de décès.

##### **4. 2. 1. Identification des photoécobiomarqueurs estimateurs**

L'estimation de la circonstance et / ou de la date de décès, selon Hédouin et Gosset (2014) consiste à estimer le contexte qui a précédé la mort et le temps écoulé depuis le décès de l'individu. La réalisation de cette double opération implique, dans la majorité des situations, l'examen visuel des caractéristiques physiques extérieurs du cadavre, c'est-à-dire les photoécobiomarqueurs taphonomiques. Selon Galloway (1997), le processus de décomposition du cadavre se réalise en cinq étapes distinctives et interreliés. L'on note les stades Frais, de décomposition précoce, de décomposition avancée, de squelettisation et de décomposition extrême. Chaque stade correspond à des jours, semaines, mois ou années passés depuis le décès et se différencie de l'autre par des photoécobiomarqueurs spécifiques



dont l'essentiel de ces éléments a été évoqué précédemment. Ainsi, il faudrait pouvoir identifier et sélectionner a priori ces marqueurs taphonomiques correspondant à chacun des stades avant toute opération photographique du cadavre.

#### 4. 2. 2. Maîtrise du cadavre et de son écosystème

La mesure du processus taphonomique nécessaire à l'estimation de la circonstance et/ou de la date de décès se réalise en tenant compte des caractéristiques individuels du cadavre. Dans ce cadre, l'âge, le sexe, la morphologie sont considérés par Pinheiro (2006), Urzel (2014) comme des biomarqueurs intrinsèques qui créent des différences concernant le rythme de décomposition. La cadence de cette modification est suffisamment influencée, comme l'indique (Rutty, 2005) par l'environnement physique, en l'occurrence la température, l'ensoleillement, l'hygrométrie. Ainsi, selon la situation géographique du cadavre, les écomarqueurs présentent des valeurs particulières. Si l'on doit réaliser, par exemple une photographie d'un cadavre d'une personne obèse, exposé à un ensoleillement important, l'on serait amené à tenir compte du volume du corps et de la lumière du jour pour une prise de photographie ajustée du cadavre. Les informations sur le profil écobiologique du cadavre permettent de le catégoriser, le spécifier.

#### 4. 2. 3. Spécification des photoécobiomarqueurs

Un cadavre se caractérise par des photoécobiomarqueurs singuliers. Les caractéristiques biophysiques propres et les conditions de décès peuvent influencer l'expressivité des marqueurs taphonomiques (Charabidze et Gosselin, 2014). Par exemple, si l'on est confronté à un cadavre accidenté, l'on ne pourrait pas mettre l'accent sur les mêmes photoécobiomarqueurs qu'un cadavre non accidenté. Les photoécobiomarqueurs à considérer seraient également variables si l'on est amené à réaliser des photographies de cadavres mélanodermes, leucodermes ou xanthodermes. Dans ces conditions, les photobiomarqueurs susceptibles d'être pris en compte chez le cadavre mélanoderme à un stade frais sont la rigidité la formation de bulles. La lividité, la tâche verte abdominale ne sont pas, en revanche, des photobiomarqueurs pertinents pour ce cadavre de couleur noire. Ces marqueurs seraient plus adaptés à un cadavre blanc.

La capture, la cartographie ou l'étendue des éléments matériels, de preuve, par exemple des écobiomarqueurs du processus cadavérique, directement observables,

conditionneraient la justesse de l'estimation de la circonstance et de l'intervalle post-mortem. Une approximation de ces paramètres d'identification pourrait être plus fiable, si les marqueurs taphonomiques se prêtent suffisamment à mesure. Elle ne saurait se réaliser dans des conditions photographiques qui ne permettent pas d'effectuer une lecture taphonomique ces marqueurs. Le crédit accordé aux valeurs estimatives de la circonstance de décès et de l'intervalle post-mortem serait lié à la mesurabilité des éléments taphonomiques estimateurs photographiés. Le choix d'un matériel photographique de qualité est la quatrième opération du processus photographique.

#### 4. 2. 4. Choix du Matériel photographique et constitution de base de données de cadavres

L'estimation de la circonstance et de la date de décès à partir d'une photographie de cadavre nécessite une disponibilité de ce support. Celui-ci est généralement acquis par l'utilisation d'un outil de capture d'image, en l'occurrence un appareil photographique. L'on définit celui-ci comme une technique permettant d'obtenir une image permanente par l'action de la lumière sur une surface sensible (photo argentique) ou par mémorisation de signaux numérisés provenant de la conversion des rayons lumineux captés des cellules photosensibles (photo numérique) (Madhoui et Belarbi, 2013). L'appareil photographique serait un arsenal de visualisation d'une étendue plane, d'une matière, d'un corps. L'on pourrait, à travers cet outil, créer une image d'un espace, d'un corps photorécepteur, notamment celle du cadavre d'un individu.

Selon que celui-ci émet des rayons lumineux appropriés, on obtient une image nette de la structure externe du cadavre et du substrat sur lequel il est posé ou immergé. La lumière projetée, lorsque l'instrument de visualisation est adéquat, est également en mesure de traverser partiellement le corps et exposer quelques organes (Selb, 01 décembre 2005). Une photographie issue de cet appareil photographique adapté à l'écosystème cadavérique apporterait des images pouvant être suffisamment exploitables dans le cadre d'une investigation forensique. Cette image de cadavre produite est d'autant utilisable que selon Milliet et al. (2014), Milliet (2017), les éléments taphonomiques sont clairement observables.

En revanche, un appareil photographique moins en mesure d'émettre de la lumière correspondante à la température sous laquelle un élément taphonomique est photosensible ne pourrait revêtir une dimension forensique. Par exemple, le corps humain ne produit l'essentiel

de sa lumière infrarouge, c'est-à-dire vers 10 micromètres de longueur d'onde, qu'à une température de surface égale à environ 25 degrés (Lehoucq, 04 janvier 2021). Un appareil photographique serait approprié pour obtenir une image forensique de ce corps, si l'énergie lumineuse émise n'est pas en deçà ou au-delà de la valeur thermique qui caractérise ce corps. La photographie du cadavre pourrait également être de qualité selon que le niveau de zoom, la profondeur de champ, la résolution du matériel photographique s'ajustent à la spécificité des marqueurs taphonomiques.

La prise en compte des caractéristiques, de la spécificité des marqueurs taphonomiques d'un corps par un appareil offre la possibilité de réaliser des images mesurables, par ricochet, de constituer des données médico-légales. L'ensemble des données de cette nature peut être conservé et exploité selon les problématiques forensiques à résoudre.

En clair, si l'on utilise des appareils capables de produire des images qui exposent visiblement, le cadavre ou le fragment de cadavre dans ses marqueurs taphonomiques distinctifs, mesurables, alors, l'on pourrait tenter d'estimer, à partir d'une base de données photographiques de cadavre, la circonstance et la date de décès. Les appareils photographiques de type Reflex (nikon D5300), bridge (mamiya 645) sont considérés comme ceux pouvant proposer des images permettant une lecture taphonomique (Hallmann, 01 juillet 2015).

Cet exercice taphonomique ne pourrait s'effectuer dans des situations où la base de données photographiques n'est composée que d'images floues, dégradées, blanches, noires. Une base de données comprenant des photographies de cadavres inexploitable ne saurait être forensique. L'on s'attend en substance que l'on puisse identifier sur les photographies constituées une série de écomarqueurs taphonomiques spécifiques, notamment la température, la quantité d'ensoleillement ou de lumière reçue par le cadavre, la vitesse du vent. La possibilité de discriminer de tels écomarqueurs taphonomiques sur les photographies est d'autant forensique que ces facteurs influencent, dans la perspective de Mégnin (1894), Fitzgerald et Oxenham (2009) et Rutty (2005), la décomposition cadavérique, et, conséquemment, la démarche d'estimation de la circonstance et de la date de décès.

Or, l'inférence de ces éléments taphonomiques sur une photographie de cadavre ne serait pas moins d'être hypothétique ou aléatoire. La mesure des deux paramètres d'identification, en l'occurrence la circonstance et l'intervalle post-mortem, à travers une lecture taphonomique d'une photographie de cadavre, se révèle être une opération délicate, difficile. La réussite éventuelle de celle-ci nécessite qu'elle soit inscrite dans une approche

longitudinale contrôlée. Cet exercice consisterait à réaliser chronologiquement une base de données structurée de photographies de couleur de cadavres humains ordinaires ou donnés à la science ou de cadavres d'animaux selon les contextes. Le cadavre doit être photographié dans son environnement à une distance variant de 10 à 5 mètres en extérieur, puis en plan taille humaine. Un zoom est utilisé concernant les lésions ou les marqueurs cadavériques spécifiques. L'orientation géographique (Nord, Sud, Est, Ouest) de la photographie doit être faite. Les informations portant sur la valeur de la température, la date, l'heure doivent y être indiquées. Si le cadavre est en intérieur, il faudrait réaliser la photographie de celui-ci dans ce lieu et de l'espace qu'il occupe. Dans le cas d'un cadavre habillé ou non, l'on réalise une photographie qui présente la situation concernée.

L'on pourrait ainsi disposer, à travers la réalisation et la compilation de ces images de cadavres multiples, diverses par catégorie, une sorte de base de données de photocadavres ou photonecrobody data. Une telle base de données, si elle est complète, pourrait être une source d'informations permettant de concevoir des algorithmes d'intelligence artificielle. Celui-ci serait en mesure de classer des photographies de cadavres et réaliser un machine learning. Dans ce sens, une série de photographies de cadavres empruntée d'une base de données permet d'examiner ce procédé d'estimation de la circonstance et / ou de la date décès

## **5. CHAPITRE IV : APPLICATION DE L'ECHELLE DE MESURE DE GALLOWAY POUR L'INTERPRETATION DES CHRONOMODIFICATIONS CADAVERIQUES A PARTIR DE PHOTOS.**

Le cadavre, à travers ses marqueurs taphonomiques, a tendance à fournir des informations sur l'anamnèse qui lui est rattachée ainsi que le temps passé dans cet état. L'examen ou l'estimation de ces paramètres sur une photographie consiste à rechercher visuellement sur cette image du cadavre ces estimateurs produits par la situation de décès et le temps post-mortem. Cette exploration de ces biomarqueurs estimateurs des paramètres cadavériques indiqués pourrait se réaliser en utilisant l'échelle de mesure de Galloway (1997). Cet outil permet de dater les différentes chronomodifications du cadavre suivant la structure organique du corps.

Concernant la tête du cadavre, le changement vasculaire dans les yeux, le dessèchement de la cornée, la perte des cheveux, la décoloration des oreilles, du nez sont les biomarqueurs à rechercher sur la photographie, et à dater. Se référant à ces marqueurs corporels taphonomiques, nous avons tenté, à partir de quelques photographies de cadavres d'individus décédés d'un crash d'avion, ou de pendaisons, d'estimer l'intervalle post-mortem (IPM) de ces cadavres.

Les premières photographies sont issues de la base de données de l'Unité Française d'Identification de Victimes de Catastrophes (UNIVC). Cette base comprend les images des cadavres de l'écrasement du Vol YH 708 de la compagnie aérienne colombienne le 16 août 2005 à Maracaibo (Venezuela) et de celui de la Germanwings le 24 mars 2015 à Prads-Haute-Bléone (France). Les secondes sont relatives aux cadavres de pendaison provenant de la base de données de la Police scientifique d'un pays africain.

### *5.1. Photographies de cadavres des crashes d'avion*

#### **5. 1. 1. Première photographie et identification des signes taphonomiques**

L'on observe sur la présente photographie de cadavre une décoloration grise à verte et persistance de tissus mous et frais (=> IPM entre 2 à 7 jours). L'on n'observe aucune activité entomologique sur la face, alors qu'il y a des lésions (région non accessible : tête dans l'eau).

La couleur foncée de la peau du cadavre ne permet pas de distinguer clairement d'autres biomarqueurs taphonomiques, notamment la décoloration de la peau du cadavre.

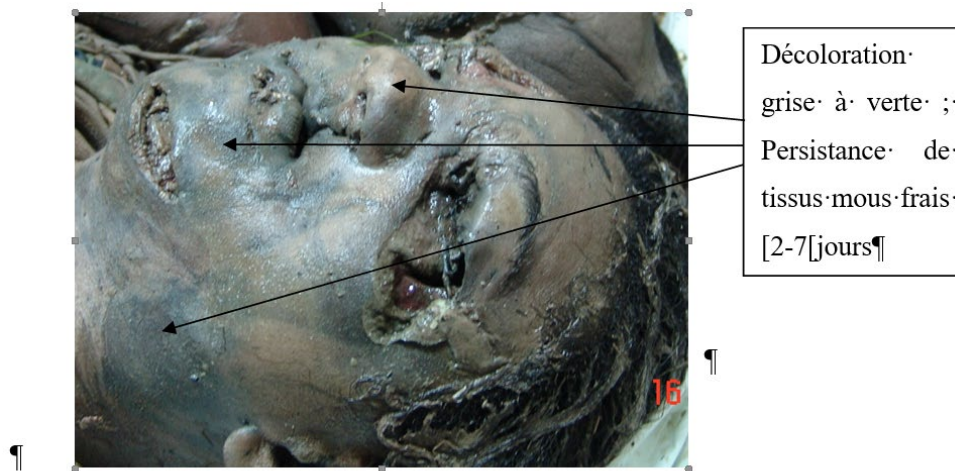


Figure 3 : PhotoEstimation de l'IPM à partir de la tête du cadavre

Des indications plus précises sur les conditions taphonomiques permettraient d'estimer plus précisément l'IPM. La température de l'eau et du milieu extérieur peuvent nuancer l'IPM, de même que la connaissance de l'écologie nécrophage du site pour comprendre la colonisation des lésions et la prédation du cadavre.

### 5. 1. 2. Deuxième photographie et identification des signes taphonomiques

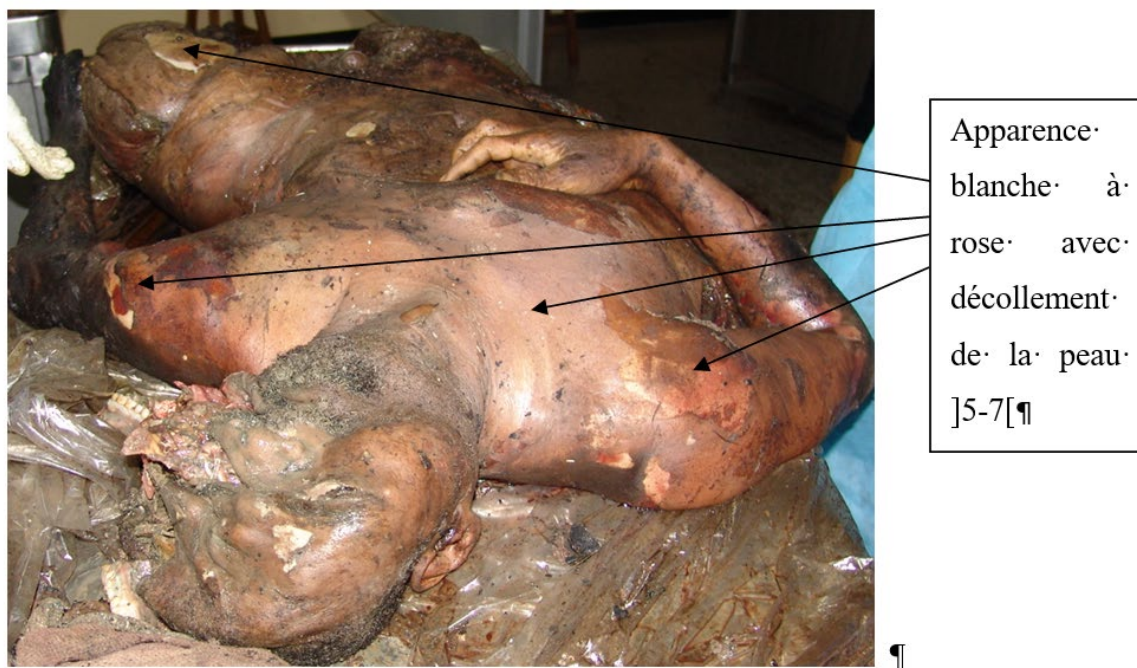


Figure 4 : PhotoEstimation de l'IPM à partir du tronc du cadavre

L'on note une apparence blanche à rose avec décollement de la peau (=> IPM entre 5 à 7 jours). L'activité entomologique sur la face n'est pas réalisée, alors qu'il y a des lésions dans la région de la tête. L'examen de la photographie ne révèle pas d'information sur le lieu de la prise de cette image. Le décollement de la peau observée ne pourrait pas être directement liée au processus taphonomique. L'écrasement de l'avion pourrait être une cause probable. Encore une fois, la lecture photographique permet de documenter précisément l'état extérieur du corps mais il faudrait mettre en place un protocole de relevage photographique du site afin d'appréhender la taphonomie du corps et de préciser / discriminer la survenue des signes taphonomiques en lien avec les éléments extérieurs pour affiner l'IPM.

## 5. 2. Photographies de cadavres de pendaison

### 5. 2. 1. Troisième photographie de cadavre et identification des biomarqueurs taphonomiques

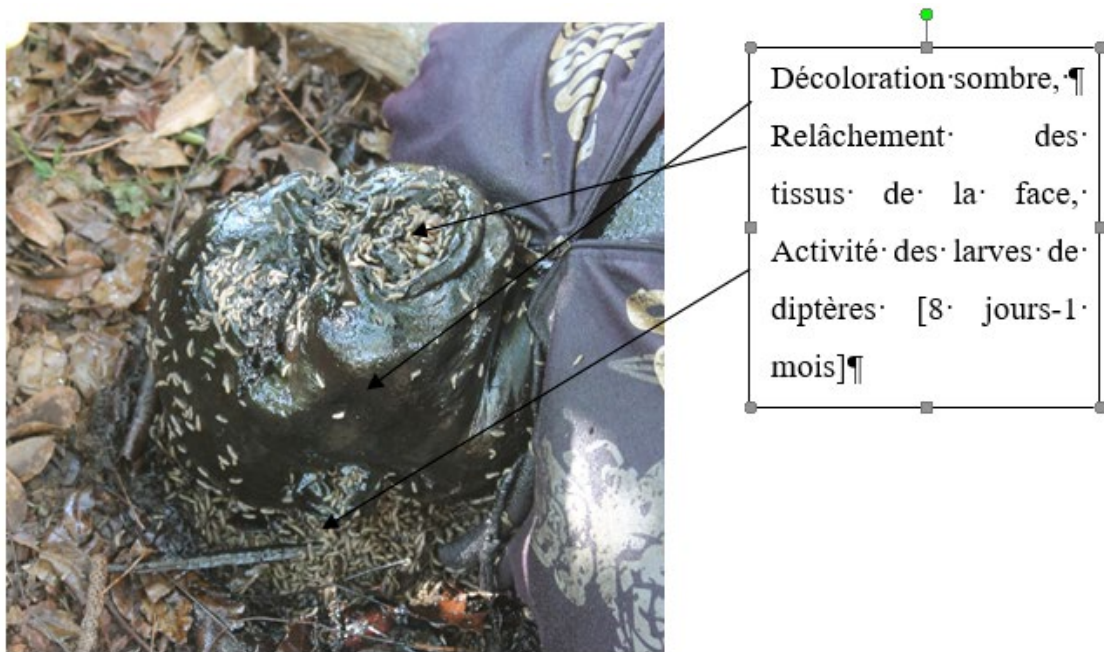


Figure 5 : PhotoEstimation de l'IPM à partir de la tête du cadavre

L'exploration de la présente image de cadavre fait observer une décoloration sombre de la tête. L'on note une colonisation importante du cadavre par des larves d'insectes nécrophages, notamment des diptères. Un relâchement des tissus de la face est perceptible. L'on pourrait

estimer à 8 jours l'IPM. Toutefois, le vêtement ne permet d'observer les autres biomarqueurs taphonomiques pouvant être concernés.

Des grossissements sur l'activité de l'entomofaune nécrophage ainsi que des images des environs, couplées aux relevés de température, constituent des éléments précieux dont il faudrait disposer pour affiner plus précisément l'IPM.

### 5. 2. 2. Quatrième photographie de cadavre et identification des biomarqueurs taphonomiques

L'analyse de la photographie du cadavre (figure 6), l'on constate une rigidité du corps, un début de la décoloration de la peau. L'on note des modifications relatives des yeux. L'IPM pourrait être estimé à moins d'un jour. Cependant, il manque des informations thermiques ainsi que d'autres photographies pour appréhender une estimation plus fine de l'IPM.

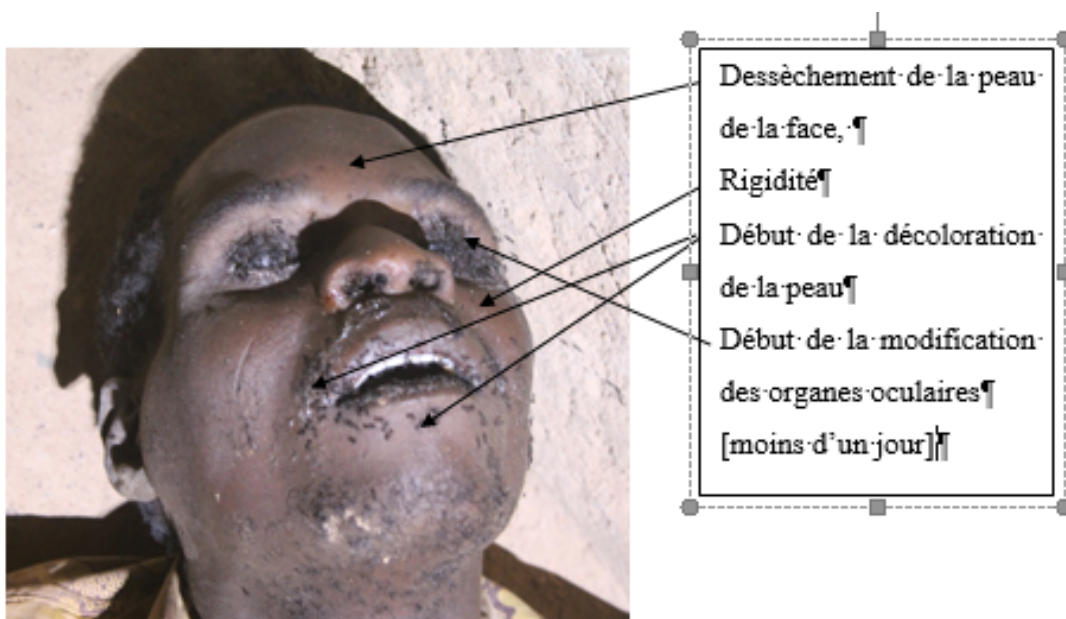


Figure 6 : PhotoEstimation de l'IPM à partir de la face de la tête du cadavre

L'utilisation des marqueurs taphonomiques évoqués a permis d'effectuer des approximations de l'IPM des quatre cadavres à partir de leur photographie. Nous notons toutefois qu'un nombre de marqueurs n'ont pas pu être pris en compte. Par exemple, les écomarqueurs, notamment la température atmosphérique, l'humidité du sol, la quantité de l'insolation liés à l'environnement des cadavres examinés sont difficilement accessibles. Les biomarqueurs



intrinsèques aux cadavres sont encore moins disponibles. Les informations sur le sexe, l'âge, l'indice de masse corporelle de ces cadavres ne sont identifiables. La non prise en compte de ces éco et biomarqueurs pourrait être une source de biais non négligeable préjudiciable à l'estimation des paramètres d'identification choisis.

En effet, l'un de ces marqueurs considérés comme influençant la taphonomie du cadavre est l'âge de l'individu au décès. L'étude réalisée par Pinheiro (2006) montre, par exemple, que la décomposition est plus rapide chez les enfants que chez les adultes. L'âge de l'individu au décès exercerait une influence sur le rythme de décomposition du cadavre. L'âge s'isole comme un élément qui créerait des différences, en ce qui concerne les processus cadavériques. La prise en compte de ce marqueur permet d'évaluer son effet supposé suivant les autres marqueurs du cadavre photographié, notamment son sexe. Le sujet féminin présente quantitativement plus de lipides que le sujet masculin (Urzel, 2014). Le processus de décomposition du cadavre de celui-ci pourrait emprunter une allure moins équivalente à celle du cadavre féminin. L'écosystème bioendogène de l'individu n'est pas loin d'entraîner un pourrissement particulier de son cadavre.

Une relation comparable pourrait s'établir entre le processus de décomposition entre la dépouille du sujet et son écosystème bioexogène, en l'occurrence son origine ethnogéographique et les circonstances de décès. L'effet de ces marqueurs sur les phénomènes cadavériques ont été indiqués dans les analyses de Urzel (op. cit.). Ainsi, l'on note une variabilité probable de la décomposition du corps en fonction de son poids et de sa taille. Par exemple, la taille des femmes est inférieure en moyenne à celle des hommes. Elles sont aussi plus légères que les hommes, et leur corpulence ou masse corporelle est moins importante que celle des hommes (Saint Pol, 2006). Cette différence morphologique interindividuelle apparaît comme un élément discriminant, concernant les processus cadavériques.

Henßge et Madea (2004) font état, dans cette optique, d'une corrélation négative entre le refroidissement du cadavre et ses valeurs staturale et pondérale. Plus celles-ci sont élevées, plus lent est le refroidissement du cadavre (Henßge et Madea, op. cit.). Le processus de décomposition, c'est-à-dire de l'autolyse et de la putréfaction du cadavre, serait assujéti aux effets différentiels des stimulations internes créées par les marqueurs biodémographiques de l'individu décédé. En d'autres termes, tout comme l'environnement extrinsèque, l'environnement intrinsèque du cadavre tend à réguler ou façonner la trajectoire de l'autolyse et de la putréfaction de ce corps.

L'environnement extrinsèque du cadavre pourrait aussi contribuer à la variabilité de sa chronomodification cellulaire et tissulaire. L'on note qu'une température ambiante et une humidité élevées accélèrent le processus de décomposition cadavérique. En revanche, une pression environnementale et une hygrométrie basses, ou un climat extrême (sec, aride, glacial ou glaciaire) facilitent moins la décomposition du cadavre (Haglund et Sorg, 1997b ; Beauthier, 2011). Un constat semblable est fait, lorsque l'on compare le rythme de décomposition du cadavre dans un milieu où le potentiel hydrogène (pH) du sol, la pression partielle en oxygène sont plus élevés à celui de la dépouille issue d'un milieu qui se caractérise par une densité moindre de ces éléments biochimiques (Gill-King, 1997 ; Sledzik, 1998).

Tous ces marqueurs taphonomiques seraient difficilement identifiables et évaluables sur une photographie de cadavre. Une étude qui se proposerait d'estimer la circonstance et la date de décès d'un individu serait amené à réaliser des exercices préalables. Le premier serait de constituer d'une base de données de photographies de cadavres prenant en compte plusieurs marqueurs taphonomiques biointrinsèques et extrinsèques de ces corps morts. Le second serait de construire des outils adaptés à la mesure de ces éléments sur une photographie. Ce faisant, l'on créerait des conditions pour minimiser les distorsions méthodologiques et rendre faisable une estimation acceptable des paramètres d'identification forensique.

## **6. CONCLUSION**

La recherche s'est interrogée sur la faisabilité d'une estimation de la circonstance et de la date de décès à partir de l'examen des marqueurs taphonomiques identifiables sur une photographie de cadavre. Ce questionnement est sous-tendu par l'hypothèse selon laquelle la photographie de cadavre est un outil pour améliorer les méthodes d'identification forensique.

L'exercice s'est focalisé sur l'analyse dialectique de deux préalables fondamentaux, que sont le matériel photographique forensique à utiliser et les marqueurs taphonomiques à considérer sur la photographie de cadavre. L'on a montré qu'il faille recourir à un arsenal photographique adapté aux marqueurs taphonomiques : éco et biomarqueurs cadavériques. Ceux-ci devraient s'avérer suffisamment discriminants et identifiables sur les photographies de cadavres quel que soit le matériel utilisé et l'expert qui examine la photographie. Toutefois, la difficulté à obtenir l'image de quelques écomarqueurs taphonomiques sur une

photographie de cadavre amène à une prudence, une rigueur méthodologique dans la construction et la réalisation de ce projet scientifique. Des biais, notamment de sélection, de mesure, de confusion, sont susceptibles d'y être intégrés. L'estimation de la circonstance et de la date de décès sur une photographie de cadavre pourrait donc se révéler possible, si l'on est à mesure d'exercer un contrôle suffisant sur ces erreurs méthodologiques. Une étude ultérieure portant sur la mesure de ces paramètres forensiques à travers l'examen d'un nombre de photographies de cadavres et en collaboration avec des spécialistes du retraitement d'image permet de conforter ou non l'hypothèse de recherche.

## 7. REFERENCES

- Adlam, R. E., & Simmons, T. (2007). The effect of repeated physical disturbance on soft tissue decomposition - Are taphonomic studies an accurate reflection of decomposition ? *Journal of Forensic Sciences*, 52 (5), 1007-1014.
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91 (2), 51-65.
- Amiard, J.-C., & Amiard-Triquet, C. (2008). Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques. Edition Techniques & Documentation.
- Bayard, H. (2006). Noyade. In F Sur (Ed.), Cours d'ouverture du collégium Lorraine-INP : Petit cours de photographie numérique (p. 10). Ecole des Mines de Nancy. <https://members.loria.fr/FSur/enseignement/ouvertureLINP/>.
- Beauthier, J.-P. (2008). *Traité de médecine légale*. Editions de Boeck Université.
- Beauthier, J.-P. (2011). *Traité de médecine légale*. De Boeck.
- Bemilli, C. (2018). Petit rappel de taphonomie. In M. Christensen, N. Goutas, C. Bemilli, A. Chevallier & J. Lacarriere et al. (Eds), *La fracturation lato sensu de l'os et du bois de cervidé : un bref historique des recherches. " À coup d'éclats ! " La fracturation des matières osseuses en Préhistoire : discussion autour d'une modalité d'exploitation en apparence simple et pourtant mal connue* (pp. 25-26). Société préhistorique française.
- Bhuyan, L., Behura, S. S., Dash, C. K., Mishra, P., Mahapatra, N., Panda, A. (2020). Characterization of histomorphological and microbiological changes in tooth pulp to assess post-mortem interval : an observational study. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 10 (19). <https://doi.org/10.1186/s41935-020-00193-4>.

Boedi, M. R. (2020). Post-mortem dental profiling in Palu earthquake and tsunami victims-procedures and limitations. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 54 (1), 100-107. DOI : [10.1080/00450618.2020.1805013](https://doi.org/10.1080/00450618.2020.1805013).

Ceciliason, A. S., Andersson, M. G., Nyberg, S., Nyberg, S., Sandler, H. (2021). Histological quantification of decomposed human livers: a potential aid for estimation of the post-mortem interval? *International Journal of Legal Medicine*, 135, 253-267. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02467-x>.

Centre hospitalier universitaire vaudois (2021, 24 juin). 1960 à aujourd'hui. Chuv.ch. <https://www.chuv.ch/fr/chuv-home/en-bref/historique/1960-a-aujourd'hui>.

Charabidze, D., & Gosselin M. (2014). *Insectes, Cadavres & Scènes de crimes*. De Boeck.

Charabidze, D., Hedouin, V., Gosset, D. (2012). Que font les mouches en hiver ? Étude des variations hebdomadaires et saisonnières des populations d'insectes nécrophages. *La Revue de Médecine Légale*, 3 (3), 120-126.

Comité Consultatif National d'Éthique (CCNE 2020, 17 avril). *Position du Comité consultatif national d'éthique (CCNE) sur le Décret n° 2020-384 du 1er avril 2020*. CCNE.

Comité International de la Croix-Rouge (CICR 2020, 20 avril). *Le traitement des morts selon le droit islamique*. Genève : CICR.

De Saint Pol, Th. (2006). Le dîner des Français : un synchronisme alimentaire qui se maintient. *Economie et statistique*, (400), pp. 45-69. [http://www.persee.fr/doc/estat\\_0336-1454\\_2006\\_num\\_400\\_1\\_7111](http://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_2006_num_400_1_7111).

Delabarde, T., & Ludes, B. (2014). *Manuel pratique d'anthropologie médico-légale*. Editions Eska.

Djembi, R. Y. (2015). *Représentation du corps humain et cultures en milieu Bantu : l'enseignement de l'anatomie au Gabon*. [Thèse de doctorat en sciences de la vie et de la

santé, Université de Bourgogne]. [Représentation du corps humain et cultures en milieu Bantu: l'enseignement de l'anatomie au Gabon \(archives-ouvertes.fr\)](#)

Eldridge, S. M., Lancaster, G. A., Campbell, M. J., Thabane, L., Hopewell, S., Coleman, C. L., & Bond, C. M. (2016). Defining Feasibility and Pilot Studies in Preparation for Randomised Controlled Trials : Development of a Conceptual Framework. *PloS one*, *11*(3), e0150205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150205>.

Fitzgerald, C. M., & Oxenham, M. (2009). Modelling time-since-death in Australian temperate conditions. *Australian Journal of Forensic Sciences*, *41* (1), 27-41. DOI : [10.1080/00450610902935981](https://doi.org/10.1080/00450610902935981)

Galloway, A., Birkby, W. H., Jones, A. M., Henry, T. E., & Parks, B. O. (1989). Decay rates of human remains in an arid environment. *Journal of Forensic Sciences*, *34* (3), 607-616.

Galloway, A. (1997). The process of decomposition: a model from the Arizona-Sonoran desert. In W. D. Haglund & M. H. Sorg (Eds.), *Forensic taphonomy : The postmortem fate of human remains* (pp. 139-150). CRC Press.

Gill-King, H. (1997). Chemical and ultrastructural aspects of decomposition. In W. D. Haglund & M. H. Sorg (Eds.), *Forensic taphonomy : The postmortem fate of human remains* (pp.93-108). CRC Press.

Glaymann, D. (2015). Quels effets de l'inflation des stages dans l'enseignement supérieur ? *Formation emploi*, *129*, pp. 5-22. Retrieved from [www.cairn.info/revue-formation-emploi-2015-1-page-5.htm](http://www.cairn.info/revue-formation-emploi-2015-1-page-5.htm).

Grabherr S., Augsburger, M., Burkhardt, S., Castella, V. Chapatte, J.-P., Chaupond, A., Elger, B., Favrat, B., Fracasso, T., Genet, P., Hornung, J.-P., Lambert, J. S., Jotterand, M., Kuuranne, T., Niveau, G., Glassey, R. N., Sabatasso, S., Selz, R., Thomas, A., & Varlet, V. (2019). *Centre universitaire romand de médecine légale*. Université de Lausanne, Université de Genève. Curml.ch.

<https://www.curml.ch/sites/default/files/fichiers/documents/PLUSDINFO/Brochure%20CURML%20FR%20Web.pdf>.

Grabherr, S. (2016, 14 avril). L'imagerie médicale donne une seconde vie à la médecine légale. *Le journal de l'UNIGE*, (115), pp. 2-3.

Grabherr, S. (2020). *La mort n'est que le début... de l'enquête du médecin légiste*. Editions Favre.

Grandchamps, A. (2005). *Formation des personnes-ressources en science et technologie : La lumière*. Centre de développement pédagogique pour la formation générale en Science et en Technologie.

Haglund, W. D., & Sorg, M. H. (1997b). *Forensic taphonomy : The postmortem fate of human remains*. CRC Press.

Hallmann, J. (2015, 01 juillet). *Identité judiciaire : la preuve par l'image*. Les numériques. <https://www.lesnumeriques.com/photo/identite-judiciaire-la-preuve-par-l-image-pu101473.html>.

Hédouin, V., Gosset, D. (2014). Médecine légale et datation du décès. In D. Charabidzé & M Gosselin (Eds.), *Insectes, cadavres et scènes de crime* (pp. 39-42). De Boeck supérieur.

Henßge, C., & Madea, B. (2004). Estimation of the time since death in the early post-mortem period. *Forensic Science International*, 144 (2-3), 167-175.

Huchet, J.-B. (2014). Approche ichnologique et taphonomique des altérations ostéolytiques dues aux insectes en contexte archéologique. In Ch. Denys & M. Patou-Mathis (Eds.), *Manuel de taphonomie* (pp. 185-207). Edition Errance, Collection "Archéologiques".

Isler, J. (2015). *Centre universitaire romand de médecine légale, site de la Vulliette - Chalet-à-Gobet – Lausanne : Présentation de projet – Relocalisation*. Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité.

Janjua, M. A., & Rogers, T. L. (2008). Bone weathering patterns of metatarsal v. femur and the postmortem interval in Southern Ontario. *Forensic Science International*, 178 (1), 16-23.

Knight, B. (1996). *Forensic pathology*, 2nd ed. Arnold Publishing.

Kottelat, Ph. (2020, 11 novembre). *Silke Grabherr, la mort dans tous ses états...* Société. <https://lausannecites.ch/le-journal/societe/silke-grabherr-la-mort-dans-tous-ses-etats>

Le Garff, E. (2018). Taphonomie osseuse humaine au micro-scanner. Médecine humaine et pathologie [Thèse de doctorat en Biologie Santé, Université de Lille]. Tel. Archives-ouvertes. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02153443/documentLille>.

Lehoucq, R. (2021, 04 janvier). *Le rayonnement thermique et les longueurs d'onde*. Futura Sciences. <https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/biologie-vision-viennent-superpouvoirs-superman-1566/page/2/>

Leterme, Ch. (2020, 24 mars). Le guide complet du projet de recherche scientifique. Scribbr. <https://www.scribbr.fr/article-scientifique/projet-de-recherche-scientifique/>.

Madhoui, M., & Belarbi, S. (2013). *La photographie en architecture. Cours n° 1 : Généralités*. Univ-biskra.dz. [http://univbiskra.dz/enseignant/madhoui/cours\\_photographie\\_1.pdf](http://univbiskra.dz/enseignant/madhoui/cours_photographie_1.pdf).

Mann, R.W., Bass, W. M., & Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body : variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35 (1), 103-111.

Mégnin, J.-P. (1894). *La Faune des cadavres : application de l'entomologie à la médecine légale*. Masson.

Mignacca, S. (2014). *Photographies commémoratives post mortem américaines du XIXe siècle : mises en scène et mises en sens du cadavre* [Mémoire de Maîtrise en Histoire de l'Art, Université du Québec à Montréal]. Archipel.uqam. <https://archipel.uqam.ca/6464/1/M13457.pdf>



Milliet, Q. (2017). *Développement d'une méthodologie d'exploitation des images témoins en science forensique*. [Thèse de doctorat en Science Forensique, Université de Lausanne]. Unil.ch.

[https://www.unil.ch/files/live/sites/esc/files/Fichiers%202019/The%CC%80se\\_Milliet.pdf](https://www.unil.ch/files/live/sites/esc/files/Fichiers%202019/The%CC%80se_Milliet.pdf)Lausanne.

Milliet, Q., Delémont, O., & Margot, P. A. (2014). Forensic science perspective on the role of images in crime investigation and reconstruction. *Science and Justice*, 54 (6), 470-80. Doi : 10.1016/j.scijus.2014.07.001.

Neimon, D. (2015). *Photographie post mortem : évolution d'une tradition picturale du XIXème siècle à nos jours*. Lassurance Obsèques.fr <https://www.lassurance-obseques.fr/photographie-post-mortem-evolution-dune-tradition-picturale/>.

Organisation Mondiale de la santé. (1969). *Manuel de la classification statistique internationale des maladies, traumatismes et causes de décès : fondé sur les recommandations de la Conférence pour la huitième révision (1965) et adopté par la Dix-neuvième Assemblée mondiale de la santé*. Organisation Mondiale de la Santé. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/70933>.

Pinheiro, J. (2006). Introduction to Forensic Medicine and Pathology. In A. Schmitt, E. Cunha & J. Pinheiro (Eds.), *Forensic Anthropology and Medicine* (pp. 13-37). Humana Press. [https://doi.org/10.1007/978-1-59745-099-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-099-7_2).

Pokines, J. (2016, 18 mars). La taphonomie : une science méconnue. Crime expertise. <http://www.crime-expertise.org/la-taphonomie-une-science-meconnue/#>

Quatrehomme, G. (2015). *Traité d'Anthropologie médico-légale*. Editions de Boeck Université.

Rutty, N. G. (2005). The estimation of the time Since Death Using Temperatures Recorded From the external Auditory Canal Part II : Using single temperatures from this Site to estimate the time since death with consideration of environmental or body “factors” that could

affect the estimation. *Forensic Science Medicine and Pathology*, 1 (2), 113-123. doi: 10.1385/FSMP:1:2:113.

Selb, J. (2005, 01 décembre). *Sonder les profondeurs avec la lumière diffuse*. Pour la Science. <https://www.pourlascience.fr/sd/technologie/sonder-les-profondeurs-avec-la-lumiere-diffuse-3063.php>.

Shehabi Y., & Seppelt, I. (2008). Pro/Con debate : is procalcitonin useful for guiding antibiotic decision making in critically ill patients ? *Critical Care Medicine*, 12 (3), 1-5.

Sledzik, P. S. (1998). Forensic Taphonomy : Postmortem Decomposition and Decay. In J. K. Reichs (Ed.) & W. M. Bass (Fd.), *Forensic Osteology : Advances in the Identification of Human*, 2nd edition (pp. 109-119). Charles C Thomas Pub Ltd.

Taussig, S. (2016). La sagesse du droit : mort naturelle, mort violente, mort suspecte. *Le Philosophoire*, 45, 73-83. <https://doi.org/10.3917/phoir.045.0073>.

Timtchueng, M., Mapa-Tassou, Cl., Gnintedem, L. J. P., Sontang, T. M. H., Ndoungue, M., Meli, V., Zambou, R. H., Siméon Pierre Choukem, S. P. (2020). Gestion sécurisée des dépouilles de personnes décédées de la COVID-19 en Afrique sub-Saharienne : et si on laissait les familles enterrer leurs morts ? *Pan African Medical Journal*, 35(2), 148. 10.11604/pamj.suppl.2020.35.148.25253.

Urzel, V. (2014). Apport de la résonance magnétique nucléaire des solides à la caractérisation chimique et à la datation des os en anthropologie médico-légale. [Thèse de doctorat en Sciences et environnements, spécialité anthropologie biologique, Université de Bordeaux]. Tel. Archives-ouvertes. [https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01154494/file/URZEL\\_VANESSA\\_2014.pdf](https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01154494/file/URZEL_VANESSA_2014.pdf).

Verdan, N. (2016, 01 mars). *Patrice Mangin, la star romande de la médecine légale*. Générations plus.ch. <https://www.generations-plus.ch/?q=magazine/actualit%C3%A9s/personnalit%C3%A9s/patrice-mangin-la-star-romande-de-la-m%C3%A9decine-l%C3%A9gale>.