

**Développement d'un protocole de reconditionnement et de
consultation pour une collection de lépidoptères du Muséum
d'histoire naturelle de Neuchâtel**

Mémoire présenté par :

González Díaz Ingrid Libertad

Pour l'obtention du

Bachelor of Arts HES-SO en Conservation
Objets archéologiques et ethnographiques

Année académique 2021-2022

Remise du travail : 18.07.2022

Jury : 22.08.2022

Nombre de pages : 133

Corrigendum 20.10.2022

p. 14. Puisque cette collection nous aide à mieux comprendre l'histoire même de la collecte et de la conservation des insectes en papillotes, on peut également leur attribuer une valeur historique illustrative. De plus, les papillotes, fabriquées en papier journal et en papier réutilisé, lient directement les spécimens à une époque et à son contexte.

p. 22. Les papillons sont conservés secs, ce qui signifie que seule l'enveloppe protéinique est conservée. La matière a perdu sa souplesse d'origine, elle est devenue assez rigide et susceptible de se casser. Les articulations, notamment, sont susceptibles de se casser plus facilement due à la perte de la mobilité d'origine. De plus, le matériau est très fin, donc ces spécimens sont très fragiles en soit.

Engagement

« J'atteste que ce travail est le résultat de ma propre création et qu'il n'a été présenté à aucun autre jury que ce soit en partie ou entièrement. J'atteste également que dans ce texte toute affirmation qui n'est pas le fruit de ma réflexion personnelle est attribuée à sa source et que tout passage recopié d'une autre source est en outre placé entre guillemets. »

Ingrid Libertad González Díaz

Neuchâtel, le 18 juillet 2022

Remerciements

Je souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué et m'ont soutenu dans la réalisation de ce projet de diplôme. Je tiens à remercier spécialement à

Mme Jessica Litman, conservatrice de la collection entomologique du Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel, pour son accueil toujours chaleureux, sa disponibilité, sa confiance et son investissement dans ce projet. Son aide précieuse et nos nombreuses conversations m'ont permis de mener à bien ce travail.

Mme Louise Robert, assistante de collection au Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel, conservatrice-restauratrice, pour sa gentillesse, son précieux soutien, sa confiance, son partage de connaissances, et pour m'avoir fourni les moyens nécessaires à la réalisation de ce projet.

Mme Lucile Ruynat, assistante adjointe de collection au Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel, conservatrice-restauratrice, pour sa patience, son soutien, son partage d'expérience, son suivi attentif, ses avis et ses conseils avisés qui ont énormément contribué à alimenter ma réflexion.

M. Ludovic Maggioni, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel pour sa gentillesse et pour avoir rendu ce projet possible. Ainsi comme à tout le personnel du Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel pour son accueil chaleureux et son soutien.

M. Max Caspers, responsable de la collection de libellules et d'insectes et Mme Monica Guimaraes Cruz, responsable du projet de reconditionnement des papillons au Naturalis Biodiversity Center aux Pays-Bas, pour leur disponibilité, leur partage des connaissances et leurs précieux conseils dans la mise en œuvre de la méthode de conditionnement des papillons.

M. Hannes Baur, conservateur de la collection entomologique du Musée d'histoire naturelle de Berne, pour sa disponibilité, ses précieux conseils et le temps qu'il a pris pour répondre à mes questions.

M. Maarten Bijleveld, fondateur de la Fondation Papiliorama et de l'International Tropical conservation Fondation (ITCF), pour sa gentillesse et pour avoir partagé l'histoire de la collection von Schmieder.

Mme Laure Jeannotat, cheffe de service suppléante de la Bibliothèque nationale suisse, conservatrice — restauratrice, pour sa gentillesse, sa disponibilité pour répondre à mes questions et ses précieux conseils dans la conservation du papier.

M. Yannick Chittaro, entomologiste d'InfoSpecies, Centre suisse d'informations sur les espèces, pour avoir partagé ses connaissances et pour son excellente démonstration de la méthode traditionnelle de préparation des papillons étalés.

M. Tobias Shenkel, le référent de ce travail de Bachelor, pour ses conseils avisés, sa disponibilité et son suivi tout au long de ce projet.

Le Collège de diplôme, Dr Régis Bertholon, M. Thierry Jacot et M. Valentin Boissonnas, pour leur disponibilité, la mise à disposition des outils, leurs conseils avisés et leurs avis dans la conception de ce travail de diplôme.

Mme Hélène Carrel, collaboratrice du Fablab, pour sa gentillesse, sa patience et pour m'avoir formé à l'utilisation des découpeuses laser.

Pour leur relecture et commentaires attentifs, un grand merci à Mmes Jessica Litman et Lucile Ruynat et à MM. Rémi Schupbach et Pierre Schupbach.

Merci à tous les étudiants en conservation-restauration de la HE Arc pour leur soutien, leur patience et leur fraternité tout au long de ces trois années de Bachelor.

Un immense merci à ma famille et à mes amis pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements, leur confiance et leur patience.

Table des matières

Résumé.....	8
Abstract.....	9
1. Introduction	10
2. Méthodologie.....	11
3. Contexte patrimonial.....	12
3.1. Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel	12
3.2. Présentation de la collection étudiée	13
4. Valeurs attribuées	13
5. Description de la collection étudiée	14
5.1. Origine géographique	15
5.2. Description anatomique	16
6. Conditions actuelles de stockage	17
6.1. Cadres entomologiques.....	17
6.1.1. Test A-D Strips.....	18
6.2. Papillotes	19
6.2.1. Test pH	19
7. Étude de la collection	19
7.1. Constat d'état général de conservation	20
7.1.1. Type d'altérations.....	21
7.2. Diagnostic.....	22
7.3. Pronostic.....	23
7.4. Impact des emballages originaux sur les spécimens.....	24
8. Nettoyage de surface	25
9. Remise en forme	26
9.1. Lépidoptères	26
9.2. Papillotes	27
10. Proposition de conditionnement	28
10.1. Rappel du mandat	28
10.2. Réflexion des problématiques	28
10.3. État de l'art	29
10.4. Conception du conditionnement.....	30
10.4.1. Lépidoptères	30
10.4.2. Papillotes	32
11. Réalisation du conditionnement	32
11.1. Choix des matériaux	32
11.2. Méthode de fabrication	33
11.3. Budget provisionnel	35
12. Protocole de reconditionnement.....	36
12.1. Choix de rangement.....	36
13. Protocole de consultation.....	37

14. Recommandations.....	37
15. Discussion des résultats.....	39
16. Conclusion.....	40
17. Glossaire.....	41
18. Références bibliographiques.....	45
19. Sources auxiliaires.....	49
20. Liste des figures.....	50
21. Liste des tableaux.....	52
22. Liste de schémas.....	52
23. Liste de graphiques.....	53
24. Liste de plans.....	53
25. Liste des fiches techniques.....	53
26. Crédits photographiques.....	53
27. Annexes.....	55
27.1. Présentation de la collection étudiée.....	55
27.2. Valeurs attribuées.....	56
27.3. Description de la collection étudiée.....	56
27.4. Conditions actuelles de stockage.....	65
27.4.1. Test A-D Strips.....	66
27.4.2. Test pH.....	69
27.5. Étude de la collection.....	76
27.5.1. Constat d'état général de conservation.....	76
27.5.2. Types des altérations.....	81
27.5.3. Test pH.....	83
27.6. Nettoyage de surface.....	87
27.7. Remise en forme.....	88
27.7.1. Expérience pour ramollir et préparer les lépidoptères.....	89
27.7.2. Expériences pour remis à plat les papillotes.....	91
27.8. Réalisation du conditionnement.....	93
27.8.1. Choix des matériaux.....	93
27.8.2. Méthode de fabrication.....	94
27.8.3. Budget provisionnel.....	97
27.9. Protocoles.....	100
27.9.1. Instructions pour la fabrication du reconditionnement.....	100
27.9.2. Protocole de reconditionnement.....	110
27.9.3. Protocole de consultation.....	119
27.9.4. Fiches techniques.....	126

Résumé

Entre 2005 et 2006, le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN) a reçu en donation une collection de lépidoptères et de coléoptères exotiques rassemblés par M. von Schmieder. Conservés dans des papillotes, c'est-à-dire des petits morceaux de papier pliés en forme de triangle, entassés dans des cadres entomologiques et non enregistrés dans la base de données institutionnelle, les papillons ont peu à peu été oubliés.

Les conditions de stockage de cette collection peuvent poser un problème de conservation à long terme. Les spécimens risquent de se dégrader en raison de la superposition des papillotes et de la friction causée par la manipulation. De plus, ce type d'emballage fait de rebuts de papier ou de journaux est un véritable problème pour la consultation, car le fait de ne pas voir ni savoir quels spécimens se trouvent à l'intérieur rend ces collections presque inutilisables pour les scientifiques. Une évaluation des informations contenues dans les papillotes a conduit le musée à les conserver et à les laisser associer avec leurs spécimens.

En conséquence, l'institution a exprimé son intérêt à trouver un protocole de conditionnement pour améliorer les conditions de stockage et assurer la conservation à long terme des spécimens et leurs papillotes. Ainsi que définir une méthodologie de travail pour garantir l'enregistrement des papillons et des informations associées dans la base de données du musée.

La partie de la collection qui fait l'objet de ce travail correspond à 530 lépidoptères stockés à l'intérieur d'une boîte entomologique. Cet échantillon permettra réaliser le protocole de conditionnement afin de servir d'exemple pour le reproduire dans le reste de cette collection.

Les principaux problèmes pour le conditionnement de cette collection sont sa fragilité physique et sa sensibilité aux éléments environnementaux, notamment la lumière et les ravageurs. En tenant compte de l'état de conservation de la collection, des besoins en termes de conservation et des contraintes et besoins de l'institution, un système alternatif dans des cadres entomologiques a été choisi.

Le protocole de reconditionnement est une adaptation de la méthode utilisée par le Naturalis Biodiversity Center. Il consiste à stocker les papillons dans sa morphologie actuelle, sans traitement supplémentaire, avec les ailes repliées vers l'arrière, placés à l'intérieur d'une enveloppe en papier translucide non acide avec une fiche en carton de conservation et placés verticalement dans une boîte en carton non acide. Cette méthode utilise la moitié de l'espace requis par la méthode de préparation traditionnelle avec les ailes étalées et permet un accès facilité sans mettre les spécimens en danger.

Ce travail présentera les aspects théoriques et pratiques qui ont été développés afin de proposer le protocole de conditionnement, y compris les considérations sur la compatibilité des matériaux utilisés pour assurer la conservation à long terme des spécimens et de leurs enveloppes originales.

Abstract

Between 2005 and 2006, the Neuchâtel Natural History Museum received a donation of a collection of exotic lepidopterans and coleopterans. They are kept in papillotes, i.e. folded triangular paper envelopes, and not registered in the institutional database. They had been practically overlooked on the museum's reserve.

The storage conditions of this collection pose a concern for its long-term conservation. Specimens are at risk of degradation due to the disordered superimposition of papillotes as well as the friction during handling. Moreover, this type of packaging made of used paper or newspapers is a real problem for consultation, as not being able to see or know what specimens are inside makes these collections almost useless for researchers. An assessment of the information contained in the papillotes had led the museum to decide to keep them as part of the collection.

Therefore, the institution expressed interest in finding a conditioning protocol to improve the storage conditions and ensure the long-term preservation of the specimens and their papillotes. As well as defining a workflow to guarantee the registration of specimens and collecting data in the museum's database.

The part of the collection which is the subject of this work corresponds to 530 lepidopterans stored inside an entomological box. This sample will be used to establish the conditioning protocol so that it can be reproduced in the rest of the collection.

The main problems for the packaging of this collection are its physical fragility and its sensitivity to environmental elements, notably light and pests. Considering the state of conservation of the collection, the conservation needs and the constraints and needs of the institution, an alternative system for entomological boxes has been chosen.

The reconditioning protocol is an adaptation of the method used by the Naturalis Biodiversity Center. It consists of storing the butterflies in its current form with the wings folded upwards, placed inside a glassine paper envelope with an index card and placed vertically in a cardboard box. This method uses half of the space required by the traditional preparation method with the wings spread and allows easy access without putting the specimens at risk.

This paper will present the theoretical and practical aspects that were developed in order to propose the conditioning protocol, including considerations on the compatibility of the materials used to ensure the long-term conservation of the specimens and their original envelopes.

1. Introduction

Le Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel (MHNN) abrite une collection de lépidoptères et de coléoptères exotiques qui lui a reçu en donation entre 2005 et 2006. Conservés dans des papillotes, c'est-à-dire de petits morceaux de papier pliés en forme de triangle, les spécimens n'avaient jamais été sortis de leur emballage d'origine ni enregistrés dans la base de données institutionnelle.

Ce type d'emballage fabriqué à partir de papier récupéré ou de journaux est un véritable problème pour la consultation. De plus, les spécimens risquent de se détériorer davantage en raison de l'irrégularité des papillotes et de qu'ils sont entassés et compactés dans des cadres, ce qui, à long terme, peut entraîner une perte d'éléments.

Par conséquent, l'institution a exprimé son désir de trouver un protocole de reconditionnement pour améliorer les conditions de stockage et de conservation à long terme de cette collection. La définition d'une méthode de travail pour assurer l'enregistrement des spécimens et les informations sur leur récolement dans la base de données du MHNN, ainsi que leur numérisation pour améliorer l'accessibilité et la visibilité de cette collection font partie de ce protocole.

Bien que la proposition initiale prévoyait le réaménagement d'une partie des collections de lépidoptères et de coléoptères, lorsque nous avons commencé l'évaluation de la collection, nous nous sommes rapidement rendu compte que l'institution n'avait malheureusement aucune documentation sur la collecte de la plupart des coléoptères. Cela impacte très largement leur intérêt scientifique, c'est pourquoi, en concertation avec la conservatrice de la collection, Mme Jessica Litman, il a été décidé de concentrer l'étude de ce travail de Bachelor sur la collection de lépidoptères.

Ainsi, la partie de la collection qui fait l'objet de ce travail correspond à 530 lépidoptères stockés dans un cadre entomologique qui servira d'échantillon pour élaborer le protocole de reconditionnement et qui pourra être reproduit sur le reste de cette collection et lors de tous travaux similaires.

Le présent document présentera les différentes étapes et réflexions qui ont conduit à la conception et à la réalisation de ce protocole de reconditionnement. De la contextualisation de cette collection et l'étude de ses valeurs culturelles, à l'analyse de la matérialité et de l'état général de conservation des spécimens. Ainsi que, la sélection de matériaux compatibles avec la nature physique et chimique des spécimens. Un calcul des coûts et du temps nécessaire sera présenté.

Enfin, en tenant compte des facteurs de dégradation qui peuvent affecter cette collection, une série de recommandations pour son stockage, sa conservation et sa consultation seront formulées.

2. Méthodologie

Les différentes étapes développées dans ce travail sont une combinaison d'aspects théoriques et pratiques concernant la conservation de la collection de papillons sélectionnée pour ce travail. L'étude de l'origine et du contexte des spécimens nous permettront de mieux comprendre la collection et son histoire, tel que la raison de son entrée dans le musée.

Une première étape consistera à élaborer un formulaire d'état de conservation et une base de données afin de remplir les champs requis par l'institution pour enregistrer les informations sur les spécimens et leur état général de conservation. Par la suite, un compte rendu de l'état des spécimens et de leurs papillotes sera fait. Cela nous permettra d'établir un diagnostic des causes possibles des altérations et de pronostiquer leur évolution dans le temps. Il sera important d'identifier le type d'informations présentes sur les papillotes et d'évaluer leur pertinence pour la collection.

Afin de favoriser une réflexion sur les éventuels éléments nocifs présents dans le conditionnement actuel, une deuxième étape pratique consistera à la réalisation des tests pH pour mesurer le taux d'acidité des papillotes. Pour les boîtes entomologiques, une étude de la présence de composés organiques volatils sera réalisée à l'aide d'A-D strips®. L'utilisation de boîtes entomologiques et leur éventuelle émission de composés organiques volatils seront discutées.

Une troisième partie sera consacrée à la conception du nouveau système de conditionnement et à la définition d'une méthode de travail à suivre pour l'enregistrement des données, la documentation et le reconditionnement. La recherche de différentes méthodes de stockage de ce type de collection permettra de réaliser des tests pour définir un prototype le plus adéquat.

Enfin, une fois que le prototype de reconditionnement aura été mis au point, la mise en œuvre du protocole sera effectuée sur une partie de la collection. L'application, l'efficacité et la sécurité de ce protocole sur la collection seront évaluées. L'analyse des résultats obtenus permettra de conclure ce travail et d'évaluer si les objectifs sont atteints et les perspectives qui pourront être développées dans les recherches futures.

3. Contexte patrimonial

3.1. Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

Le musée est né de la donation du cabinet d'histoire naturelle du général Charles-Daniel de Meuron (1748-1806) à la ville de Neuchâtel en 1795. À l'époque, l'institution ne disposait pas d'un espace muséal en tant que tel¹. Ce n'est qu'en 1835, sous l'impulsion du naturaliste Louis Coulon (1804-1894) et du célèbre biologiste et zoologiste Louis Agassiz (1807-1873) qu'un musée permanent est ouvert au Collège latin, où se trouve l'actuelle Bibliothèque publique et universitaire de Neuchâtel². Les collections ont été rapidement enrichies par des dons et des échanges avec de nombreux musées européens.

Le musée a déménagé dans son bâtiment actuel dans la rue des Terreaux en 1981, sous la direction de Christophe Dufour. Les transformations du bâtiment se sont poursuivies pendant vingt ans jusqu'à ce qu'il revête son aspect actuel en 2000³. Depuis octobre 2016, le musée est sous la direction de M. Ludovic Maggioni.

Les collections du musée rassemblent des spécimens de tous les continents. Ils sont principalement regroupés dans les départements d'entomologie, de géologie, de mollusques et de vertébrés. Le musée abrite également une collection d'archives et d'artefacts composée notamment de manuscrits, d'imprimés, de photographies et de vidéos liés à des spécimens, de collections spécifiques liées à des personnalités ou à la recherche, ainsi que d'artefacts scientifiques et éducatifs ayant une valeur patrimoniale⁴.



Figure 1: Vue panoramique du Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

En 2023, le musée entamera une nouvelle étape dans la conservation et le stockage de ses collections avec le déménagement dans les nouvelles réserves du Pôle muséal de conservation à Tivoli Nord⁵. Le projet approuvé et financé par le Conseil général de la ville de Neuchâtel a pour objectif de regrouper sur un même site l'ensemble des collections actuellement dispersées dans des locaux externes et garantir leur conservation à long terme⁶. Cet espace sera partagé avec les collections du Musée d'art et d'histoire (MAHN), du Musée d'ethnographie (MEN) et du Jardin botanique.

¹ Dufour et Haenni, 1985, p. 9.

² Ibid, p. 10.

³ Muséum d'histoire naturelle, 2022a [En ligne].

⁴ Muséum d'histoire naturelle, 2022b [En ligne].

⁵ Rapport du Conseil communal, 2020, p. 1.

⁶ Ibid, p. 8.

3.2. Présentation de la collection étudiée

La collection von Schmieder comprend 13 cadres entomologiques de lépidoptères*⁷ conservés fermés dans des papillotes (morceaux en papier pliés* en forme de triangle)⁸, et 9 cadres entomologiques de coléoptères* conservés dans des petits sachets en papier et en plastique. Elle a été donnée au musée en 2005-2006 par M. Maarten Bijleveld⁹.



Figure 2 : Lépidoptères de la collection von Schmieder emballés en papillotes

La collection a été rassemblée par M. Wolfgang von Schmieder, un agronome milliardaire allemand, passionné par les papillons et la nature en général, qui a consacré une partie de sa vie à des activités bénévoles pour le World Wildlife Fund (WWF) en Suisse et la fondation neuchâteloise International Tropical Conservation Fondation (ITCF)¹⁰.

Bien que la collection semble avoir été achetée à des collecteurs locaux, les conditions d'acquisition ne sont pas connues avec précision. La collection d'insectes que M. von Schmieder a rassemblée est répartie en deux, une partie montée et une autre partie qui n'a pas été étudiée et se trouve dans son emballage d'origine. La collection montée est restée dans la famille von Schmieder et son emplacement actuel est inconnu. La partie non encore analysée se trouve dans les réserves du MHNN. Depuis son entrée au musée, cette collection n'a pas été classée, préparée ou inventoriée.

4. Valeurs attribuées

En ce qui concerne l'attribution des valeurs culturelles associées aux objets culturels, elle se fait au cas par cas, en analysant toutes les significations qu'ils ont pour notre société et leur fonction au sein d'une collection¹¹. Il faut souligner que l'attribution des valeurs peut changer dans le temps, puisque leur attribution se fait par rapport à un moment et à un contexte donné¹².

Les musées d'histoire naturelle ont longtemps été d'importants centres de recherche, des lieux où étaient menées des recherches en sciences naturelles. Aujourd'hui, ce rôle continue de se développer en collaboration avec les universités et les centres de recherche. La mission du Muséum d'histoire naturelle comprend la perpétuation des connaissances scientifiques, l'éducation, la conservation et la diffusion des connaissances du vivant, et notamment par l'organisation d'expositions didactiques.

⁷ Les mots suivis d'un astérisque sont définis au sein du Glossaire, p. 41.

⁸ Cf. Annexes : Figure 3 à 8, p. 55.

⁹ Fondateur de la Fondation Papiliorama, établie dans le canton de Neuchâtel en 1988 et depuis 2003 transférée à Kerzers, Suisse.

¹⁰ Entretien avec M. Maarten Bijleveld.

¹¹ Bertholon, 2012, p. 12.

¹² *Ibidem*.

En nous basant sur les catégories de valeurs proposées par Barbara Appelbaum¹³ en corrélation avec la mission et les valeurs primordiales du MHNN, nous avons pu attribuer quatre valeurs¹⁴ principales à cette collection d'insectes. L'une des plus significatives est la valeur de recherche ; les collections du MHNN sont à disposition des scientifiques. Cette valeur a augmenté dans les collections d'histoire naturelle, car le monde a connu de forts changements environnementaux ainsi que la disparition d'espèces au cours des dernières décennies¹⁵. Certains des spécimens de la collection ne disposent pas des informations complètes (date et lieu de récolte) dont les scientifiques ont besoin pour les étudier et pour créer des liens dans l'évolution de ces espèces, ce qui diminue fortement la valeur de recherche de ces spécimens et leur statut au sein de la collection.

Puisque cette collection nous aide à mieux comprendre le passé de ces espèces au moment de leur collecte, on peut également leur attribuer une valeur historique. Avec l'apparition de nouvelles techniques de recherche, il est possible de découvrir davantage de détails environnementaux à partir de collections bien conservées¹⁶. Cette collection est également liée à l'histoire même de la collecte et de la conservation des insectes en papillotes. Les papillotes, fabriquées en papier journal et en papier réutilisé, lient directement les spécimens à une époque et à son contexte.

La valeur esthétique est également une valeur importante dans cette collection, car il y a toujours eu un intérêt particulier pour l'esthétique des collections entomologiques, notamment en raison de la diversité de leurs formes et de leurs couleurs. De fait, l'une des motivations qui ont poussé M. von Schmieder à créer cette collection était l'aspect esthétique, principalement des spécimens exotiques provenant d'autres parties du monde. Il a monté ses collections des papillons dans d'élégantes boîtes conçues pour leur valeur esthétique.

Finalement, la collection entomologique du musée remplit également une fonction éducative. Des étudiants d'âges divers fréquentent le musée et ses collections. Nous pouvons donc estimer que cette collection, une fois reconditionnée et intégrée à la collection du musée, a une potentielle valeur pédagogique.

5. Description de la collection étudiée

Selon l'évaluation des priorités avec la conservatrice Jessica Litman, ce travail se concentre sur la collection des lépidoptères. Ainsi, nous avons sélectionné un cadre entomologique représentatif de la collection von Schmieder pour établir des protocoles reproductibles sur le reste de la collection.

¹³ Appelbaum, 2007, p. 95.

¹⁴ Cf. Annexes : Tableau 1, p. 56.

¹⁵ National significance of natural history collections in Switzerland, 2019 [En ligne].

¹⁶ *Ibidem*.

La série d'échantillons qui se trouve dans le cadre entomologique sélectionné se compose de 530 papillons. Il s'agit de 31 espèces différentes¹⁷ de papillons et d'une espèce non identifiée. Trois espèces principales constituent plus de 80 % des échantillons : 43 % sont des *Papilio hesperus*; 28 % des *Papilio mackinnoni*; et 15 % des *Graphium gudenusi*.

Les dates de collecte enregistrées se situent entre 1976 et 1977. Le seul nom de collecteur enregistré se trouve sur dix spécimens et c'est celui de M. Stephen Kamalabe. Ces spécimens sont déjà séchés avec les ailes repliées. Les mesures de ces papillons dans leur position actuelle varient entre 3,5 cm et 8 cm de longueur ; avec une largeur entre 3,5 cm et 6 cm ; et entre 0,4 x 0,7 cm d'épaisseur.



Figure 9 et 10 : Cadre entomologique sélectionné pour le travail de Bachelor et exemple de papillon

5.1. Origine géographique

L'origine géographique de la collection est variée. Et, pour certains individus, elle n'est pas renseignée. Cependant, on peut corroborer que la partie de la collection de lépidoptères qui fait l'objet de ce travail provient de cinq régions : les forêts de Kayonza et de Ruhizha en Ouganda, qui font partie du Parc National de Bwindi Impénétrable (BINP), inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO comme l'un des écosystèmes les plus riches d'Afrique¹⁸ ; la réserve forestière de Budongo en Ouganda, une forêt importante d'Afrique de l'Est, car elle est particulièrement bien étudiée¹⁹ avec des références



Figure 41 : Carte avec la localisation des forêts d'origine des papillons

bibliographiques détaillées ; le parc national de Semuliki en Ouganda, qui est l'une des forêts les plus anciennes et les plus riches en biodiversité d'Afrique, l'une des rares à avoir survécu à la dernière période glaciaire²⁰ et, enfin, la forêt de Gede sur la côte du Kenya, qui fait partie du grand écosystème forestier Arabuko Sokoke du département de Kilifi, riche en espèces rares et endémiques²¹.

¹⁷ Cf. Annexes : Tableau 2, p. 56.

¹⁸ Bwindi Impenetrable National Park, 2022 [En ligne].

¹⁹ Budongo Conservation Field Station, 2022 [En ligne].

²⁰ Semuliki National Park, 2022 [En ligne].

²¹ Kenya Forest Service, 2021 [En ligne].

5.2. Description anatomique

Les lépidoptères sont d'insectes ailés à métamorphose complète. Par conséquent, ils changent radicalement de morphologie et de forme de vie au cours de leur existence²². Leur cycle de vie comprend quatre étapes²³ : l'œuf, la larve (chenille), la nymphe (chrysalide) et l'imago (papillon)²⁴.

Les lépidoptères se caractérisent par la présence d'une trompe, de deux paires d'ailes et d'écailles. Le corps est divisé en une série de segments et regroupé en trois régions distinctes ou tagmata : la tête, le thorax et l'abdomen²⁵. Les parois cellulaires sont constituées de chaînes de chitine, enchâssées dans une matrice protéique. La chitine est principalement constituée de monomères du sucre N-acétylglucosamine²⁶. Les principaux caractères utilisés pour identifier les lépidoptères adultes proviennent des ailes : nervation, mode d'attache des ailes, forme des ailes et des écailles.

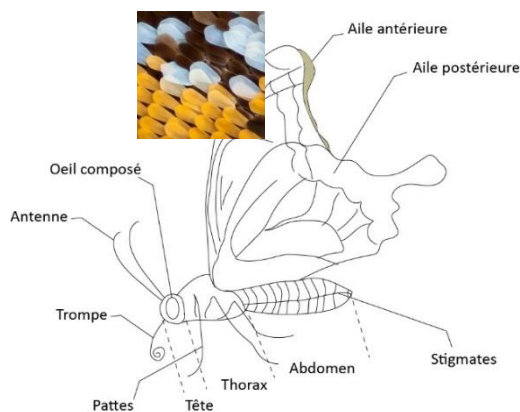


Schéma 1 : Anatomie du papillon et des écailles vues au microscope.

Les ailes et la majeure partie du corps et des pattes sont recouvertes d'écailles. Les écailles sont de petites plaques pigmentées formées de chitine. Ces écailles sont des soies transformées et peuvent avoir deux structures²⁷ : soit de simples « bulles » contenant un ou plusieurs pigments et c'est la juxtaposition des écailles qui donne aux papillons leur ornementation ; soit des écailles finement nervurées qui provoquent une décomposition de la lumière, donnant les couleurs vertes, bleues et tous les couleurs ou reflets métalliques des espèces dites « changeantes ». Il est très fréquent qu'il y ait une combinaison des deux types de structure, donnant une base colorée, modifiée par des reflets métalliques.

Les pigments des lépidoptères peuvent être classés en trois catégories selon leur origine²⁸ : le blanc provient de l'accumulation d'acide urique dans les écailles ; les jaunes et rouges vifs proviennent de la transformation de molécules proches des b-caroténoïdes ingérées par la chenille ; les noirs, bruns, jaunes et rouges plus ou moins forts sont dus à l'accumulation de mélanines²⁹.

²² Cf. Annexes : Schéma 2, p. 64.

²³ Cf. Annexes : Schéma 3, p. 64.

²⁴ Triplehorn et Johnson, 2005. p. 46.

²⁵ Ibid, p. 5.

²⁶ Ibid, p. 6.

²⁷ Duprez, 2009, p.30.

²⁸ Ibid, p. 31.

²⁹ Ibidem.

6. Conditions actuelles de stockage

La collection entomologique du Muséum est stockée dans des armoires métalliques de type compactus® et des étagères en métal fixes³⁰ conçues sur la base des dimensions standard des boîtes entomologiques (42 cm L x 51 cm l x 6 cm h). Ces armoires se caractérisent par la présence de rails de guidage avec un espacement de 7,5 cm, de sorte que plusieurs boîtes peuvent être placées dans chaque armoire. La collection est classée selon leur nomenclature par ordre d'espèces. Le nouveau dépôt de la collection MHNN conservera le même système.

La collection de spécimens étudiée dans le présent travail est conservée dans une boîte entomologique en bois. Chaque spécimen est conservé dans une papillote en papier, la plupart du temps en papier journal. Cette collection a été abandonnée pendant des années et les papillons n'ont jamais été intégrés à la base de données du musée, ni sortis de leur emballage d'origine.

6.1. Cadres entomologiques

Les boîtes entomologiques utilisées par le musée sont faites en bois de différentes essences, les plus récentes sont en aulne clair. Le couvercle est en verre de 2 mm d'épaisseur qui permet une première observation à l'intérieur de la boîte sans avoir besoin de l'ouvrir. Le fond est constitué d'un panneau de fibres* enduit solidement collé et agrafé. Le grand avantage de ces boîtes et quelles sont suffisamment hermétique pour limiter l'accès aux insectes ravageurs, l'un des principaux problèmes de conservation du musée.



Figure 46 : Exemple de cadre entomologique en bois

En contrepartie, certaines essences de bois ou certains additifs utilisés dans la fabrication ou le collage des boîtes émettent des composés organiques volatils (COV)*³¹. Ces composés sont des polluants qui peuvent provoquer des réactions chimiques avec les composants d'un objet et provoquer des effets nocifs³².

Jusqu'à présent, dans la littérature sur la conservation des collections d'insectes, il n'y a pas eu d'étude liant le dégagement de COV des boîtes entomologiques à des effets nocifs observables sur les collections. Cependant, on sait que tous les bois émettent des niveaux variables d'acides organiques³³.

³⁰ Cf. Annexes : Figure 42 à 45, p. 65.

³¹ Tétreault, 2021a [En ligne].

³² Dans un musée, les polluants* atteignent les objets et les détériorent selon trois modes d'action : soit ils proviennent de l'atmosphère, soit ils sont transférés par contact entre deux matériaux, soit ils sont intrinsèques, dans le sens où le polluant existe déjà et fait partie des matériaux dont l'objet est constitué. Tétreault, 2021a [En ligne].

³³ Thickett et Lee, 2004, p. 6.

Le bois étant un matériau naturel et hétérogène, il est difficile d'être précis quant aux propriétés de dégazage de certaines essences ou de certains produits. Dans le cas du contreplaqué et les panneaux de fibres à densité moyenne (MDF), ils sont des matériaux composites à base de bois et de colle, dans lesquelles on trouve souvent de formaldéhyde (CH_2O)³⁴, de l'acide acétique (CH_3COOH) et l'acide formique (CHOOH)³⁵. Ainsi, afin d'évaluer l'éventuelle libération de COV, nous avons décidé de tester la présence d'acidité dans l'environnement à l'intérieur de la boîte entomologique en utilisant des A-D Strips.

6.1.1. Test A-D Strips

Les A-D Strips ont été développées originellement pour mesurer la présence d'acide acétique et évaluer la détérioration des films d'acétate, mais elles ont aussi donné des résultats fiables pour détecter la contamination par les acides volatils³⁶. Les A-D Strips sont constituées d'indicateur vert de bromocrésol (tétrabromo-m-crésolsulfonephthaléine ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$)) pour les titrages acide/base³⁷. Elles sont sensibles à tous les acides, donc leur utilisation doit être limitée aux conditions où seuls les acides organiques, principalement acétique mais aussi formique et des traces d'autres organiques volatiles sont présents³⁸.

Le manuel d'utilisation indique qu'une mesure d'un ou deux jours à température ambiante, selon l'emplacement et l'humidité, est suffisante pour obtenir des résultats pour l'acide acétique. Dans le cadre de notre étude, nous cherchons à détecter toutes les vapeurs acides présentent dans les conteneurs, c'est pourquoi la mesure a été étendue à 7 jours.

Les A-D Strips ont été placés dans neuf boîtes d'âges différents, vides ou contenant des insectes³⁹. Normalement, l'émanation la plus élevée de COV a lieu lorsque les produits sont neufs ou récemment fabriqués et, au fil du temps, la quantité de COV tend à diminuer et se stabiliser⁴⁰. Les résultats ont montré un niveau d'acide acétique entre 1 et 1,5. Les niveaux les plus élevés ont été observés dans les boîtes les plus récentes. Afin de tenter de réduire ce taux d'acidité, nous avons effectué une seconde mesure en incluant une interface de film Mylar® transparent dans le but d'isoler le fond de la boîte en panneau dur aggloméré. Le niveau d'acidité n'a pas évolué et cette option a été abandonnée. En cas de forte contamination, une autre expérience pourrait être menée en appliquant de la peinture acrylique transparente sur la surface des boîtes.

³⁴ Thickett et Lee, 2004, p. 6.

³⁵ *Ibidem*.

³⁶ Hackney, 2016, p. 56.

³⁷ *Ibidem*.

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ Cf. Annexes : Tableaux 3 et 4, p. 66 à 68.

⁴⁰ Tétreault, 2021c [En ligne].

6.2. Papillotes

Les papillotes ont été un moyen pratique de transporter les papillons lors de la collecte, en attendant de les préparer dans une boîte entomologique dans un second temps. Cette deuxième phase de travail n'a pas toujours été effectuée et le stockage temporaire en papillote devient alors un conditionnement à long terme. Ils sont généralement marqués à la main avec le nom de l'espèce, le sexe du spécimen, la date et le lieu de collecte et le nom de la personne qui l'a collecté.

La collection de lépidoptères présentée ici comporte cinq types différents de papier de papillotes : papier journal, papier semi-transparent, papier de livre, papier de cahier, papier de reçu (bleu-vert). Ces papiers ne sont pas adaptés à la conservation, car leur forte teneur en pâte de papier moulue acide les rends instables : ils jaunissent, se fragilisent avec le temps et sont source d'acidité⁴¹.



Figure 48 : Exemples de types de papillotes trouvés dans la collection étudiée

6.2.1. Test pH

Afin d'identifier le niveau d'acidité des papillotes et évaluer leur impact sur les spécimens, un test de pH a été effectué à l'aide d'un indicateur de pH MQuantr® du 4 -7 pH. Ces indicateurs ont l'avantage de ne pas déteindre et donc effectuer une mesure à la surface du papier sans laisser de marques. Cette méthode est non destructive et elle ne nécessite pas de prélèvement d'échantillon. Elle est également facilement accessible et suffisamment précise pour les besoins du présent travail. Il faut cependant tenir compte de la marge d'erreur dans l'interprétation de la couleur obtenue.

Pour obtenir un échantillonnage représentatif des papiers, trois échantillons de chaque type de papier ont été sélectionnés et le pH a été mesuré dans trois zones différentes : une première zone qui était en contact direct avec le spécimen, une deuxième zone à une extrémité et une troisième zone sur le côté opposé du papier à une extrémité. Le pH de l'eau déminéralisée et du papier journal neuf a été mesuré comme référence. Les résultats obtenus⁴² indiquent que le pH des papiers varie entre 4,7 et 7, avec une moyenne de 5,2, ce qui peut être considéré comme acide.

7. Étude de la collection

L'étude de la collection implique une évaluation de l'état général de conservation de la collection à présent et une description du type d'altérations. Cela nous permettra d'établir un diagnostic sur les

⁴¹ Institut canadien de conservation, 2018 [En ligne].

⁴² Cf. Annexes : Tableau 5, p. 70.

causes possibles des altérations et un pronostic sur leur évolution dans le temps. En ce sens, on pourra mieux comprendre la collection et ses parties les plus fragiles, dont il faudra tenir compte dans la conception du nouveau conditionnement.

7.1. Constat d'état général de conservation

Les constats d'état ont été faits en avril 2022. Parallèlement à l'évaluation de l'état de conservation général des spécimens, des informations ont été enregistrées dans une base de données avec les champs nécessaires à leur identification dans l'inventaire. Le modèle de ces deux documents spécifiques au musée est présenté à l'annexe 27.5.⁴³. Dans ce chapitre, nous présenterons un résumé de l'état de conservation général des spécimens et de leur emballage d'origine trouvés dans la boîte entomologique retenue pour ce travail.

Sur les 530 papillons enregistrés⁴⁴, 268 spécimens n'ont pas d'information de collecte (date et lieu). 81 % des spécimens sont en bon état, sans altérations ou alors avec de très légères altérations, 7 % sont en état moyen, avec plusieurs altérations, mais malgré lesquelles le spécimen est presque complet et 12 % sont en mauvais état avec des pertes significatives du spécimen, principalement dues à des attaques d'insectes ravageurs.

Pour les spécimens en très mauvais état, deux critères pour leur déclassement ont été établis en accord avec la conservatrice Mme Jessica Litman. Premièrement, l'état du spécimen doit être très endommagé, avec plus de la moitié du spécimen lacunaire. Deuxièmement, il doit s'agir d'un spécimen répété et donc avoir un autre spécimen de la même espèce en bon état dans la collection, avec une date et un lieu de collecte similaires. Si ce dernier critère n'est pas respecté, tout doit être fait pour préserver le spécimen.



Figure 52 : Papillon en mauvais état de conservation

Sur 69 spécimens correspondant à 13 % du nombre total de spécimens analysés, des traces d'insectes nuisibles non actives, principalement des restes des attagènes et des antrènes, ont été observées⁴⁵. Ceux-ci ont causé des dommages importants à 65 spécimens au moins. Comme traitement préventif, et pour limiter les risques de reprise d'activité de l'infestation, la conservatrice-restauratrice Louise Robert a indiqué que tous les spécimens de nos études seront congelés* une fois le conditionnement terminé et une isolation et surveillance de ces spécimens ont été effectuées pendant tout le temps de notre travail.

⁴³ Cf. Annexes : Tableau 6, p. 78.

⁴⁴ Cf. Annexes : Tableau 7, p. 79.

⁴⁵ Cf. Annexes : Tableau 8, p. 80.

Parmi les traitements de désinfestation, la congélation présente l'avantage d'être totalement non toxique et de ne laisser aucun résidu nocif. Elle ne nécessite pas d'équipement très spécialisé ou coûteux et le temps nécessaire à la réalisation du traitement est généralement bien inférieur à celui de l'anoxie⁴⁶. Il a été démontré que la quantité d'eau des spécimens d'histoire naturelle est suffisamment négligeable pour qu'il n'y ait aucun impact lors de la congélation⁴⁷.

Le risque de condensation* peut se produire si la température augmente rapidement pendant la décongélation, ce qui provoque des marques d'eau et fournit de l'humidité qui permet les réactions chimiques non désirées. Ce phénomène peut être évité en minimisant le volume d'air entourant l'objet traité en le plaçant dans un sac hermétiquement fermé⁴⁸. Il existe des matériaux qui ne doivent pas être congelés, car ils peuvent subir des contraintes mécaniques dues au choc thermique et provoquer des fissures⁴⁹. Les matériaux tels que le papier et le bois ne subissent aucun dommage. Les papillons en bon état non plus⁵⁰.

7.1.1. Type d'altérations

Les altérations⁵¹ superficielles constatées sur certains spécimens sont la perte des écailles des ailes et du corps. Les altérations structurelles comprennent des cassures* des ailes, des pattes, de la trompe et de l'antenne, ainsi que des trous* et des lacunes ou pertes de matière*, principalement dans le thorax, l'abdomen, la tête, les pattes et des ailes postérieures. Une pulvérulence* a également été constatée chez plusieurs spécimens.

Quant aux papillotes, elles sont dans un état de conservation moyen⁵². La plupart présentent des altérations superficielles telles que les taches*, la poussière* et la perte de souplesse. Sur le plan structurel, elles présentent des altérations, notamment des trous et des plis qui deviennent des zones plus fragiles ayant tendance à se briser*. Dans les altérations chimiques, la plupart présentent notamment de jaunissement*.

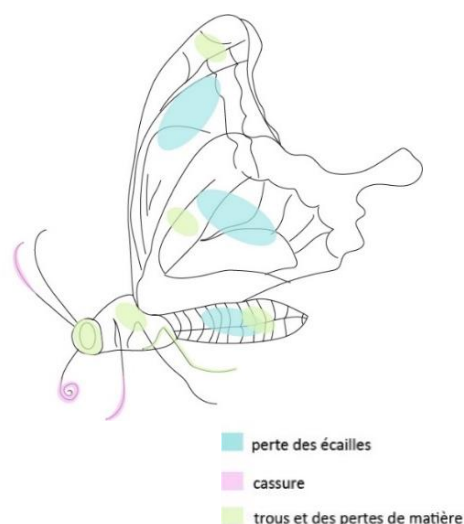


Schéma 5 : Principales altérations observées dans des papillons

⁴⁶ Beiner et Ogilvie, 2005, p. 6.

⁴⁷ Ibid, p. 7.

⁴⁸ Ibidem.

⁴⁹ Strang, 1997, p. 3.

⁵⁰ Beiner et Ogilvie, 2005, p. 16.

⁵¹ Cf. Annexes : Tableau 9, p. 81.

⁵² Cf. Annexes : Tableau 9, p. 82.



Schéma 4 : Principales altérations observées des papillotes

7.2. Diagnostic

Les papillons sont conservés secs avec leurs ailes repliées. De nombreuses altérations des spécimens peuvent être attribuées à la fragilité des spécimens et aux conditions de conservation pendant leur période de stockage. Les altérations les plus importantes ont été causées par les larves des attagènes (*Attagenus pello*), des ptinidae (*Ptinus fur*) et des anthrènes (*Anthrenus verbasci* [?]). Ces insectes se nourrissent de matières protéiques que l'on trouve dans les ailes et le corps des papillons⁵³. Cela a provoqué la perte de matière, les trous et la pulvérulence des spécimens.

La perte d'écaillés et les cassures sont probablement dues au frottement entre le spécimen et la papillote lors du transport ou de la manipulation. En effet, la plupart des fragments cassés ont été trouvés à l'intérieur des papillotes. Il convient de rappeler que ces papillons étaient emballés de manière très compacte dans une seule boîte entomologique. De plus, pour observer le papillon, il est nécessaire de déplier la papillote, ce qui peut provoquer des frottements sur les parties les plus délicates du papillon comme les pattes, la trompe et les antennes.

En ce qui concerne les altérations des papillotes, elles sont probablement liées aux caractéristiques des fibres et aux additifs utilisés dans leur fabrication. Lorsque de la pâte de bois est utilisée, le papier contient des fibres plus courtes et, dans certains cas, de la lignine*, qui peut favoriser le jaunissement du papier⁵⁴. Cependant, l'état physique du papier dépend principalement de l'intégrité structurelle des chaînes de cellulose qui le composent⁵⁵. Le polymère de cellulose* est sujet à une détérioration chimique et physique qui affaiblit le réseau de fibres à une échelle microscopique⁵⁶. Le papier commence alors à perdre sa résistance mécanique et peut devenir jaune.

⁵³ Renaissance West Midlands, 2020 [En ligne].

⁵⁴ Institut canadien de conservation, 2018 [En ligne].

⁵⁵ Guild, 2018 [En ligne].

⁵⁶ *Ibidem*.

7.3. Pronostic

L'évolution des altérations représente un risque pour les spécimens. Principalement en présence d'une infestation, les larves peuvent réapparaître et poursuivre leur processus de croissance, se nourrissant d'autres individus et provoquant une perte partielle ou totale. Le dessèchement a également affaibli la structure moléculaire des membres, des ailes et de l'abdomen du papillon, ce qui peut entraîner des déchirures*, cassures ou une perte supplémentaire de matière lors de la manipulation. Cependant, malgré leur fragilité, l'étude des plus anciennes collections d'insectes remontant au XVIIe siècle a permis de corroborer le fait que les spécimens préservés secs, à l'abri de la lumière et des attaques de ravageurs survivent pendant au moins 300 ans avec une détérioration minimale⁵⁷.

Les zones contenant des trous dans les spécimens restent fragiles et instables, il y a donc un risque de nouvelles déchirures dues à des contraintes ou à des frictions supplémentaires. Pour les fragments déjà cassés, il existe une possibilité de les perdre et de les dissocier* du spécimen lors de la manipulation des papillotes. Si les papillons sont exposés à la lumière visible* et ultraviolette*, une oxydation* liée à la lumière peut se produire au fil du temps, ce qui pourrait affaiblir davantage les spécimens. Ces types d'altérations affectent considérablement l'intérêt scientifique et esthétique.

Quant aux papillotes, elles peuvent devenir plus fragiles sous l'influence de la température et de l'humidité relative*. Les deux principaux processus de détérioration chimique du papier sont l'hydrolyse catalysée* par les acides et l'oxydation⁵⁸. Plus le papier est acide, ou plus l'humidité relative ambiante est élevée, plus le processus d'hydrolyse acide est rapide. D'autre part, le processus d'oxydation est accéléré en présence de polluants*, de résidus de blanchiment issus du processus de fabrication ou sous l'influence de la lumière⁵⁹. Ces détériorations chimiques entraînent une diminution de la résistance physique du papier et une détérioration de son aspect. Il faut rappeler que l'étude du pH réalisée sur les papillotes a montré une acidité de 5,2, ce qui est à la limite d'une acidité faible, de sorte que le processus de dégradation et d'oxydation peut être accéléré si les niveaux d'humidité relative sont supérieurs à 60 % et si la température dépasse 21 °C⁶⁰.

L'évolution des altérations des spécimens causées par leur stockage actuel affectera leurs valeurs culturelles (de recherche, historique, esthétique et pédagogique), car ils se dégraderont progressivement jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de les étudier ou de les consulter.

⁵⁷ Carter et Walker, 1999, p. 37.

⁵⁸ Guild, 2018 [En ligne].

⁵⁹ *Ibidem*.

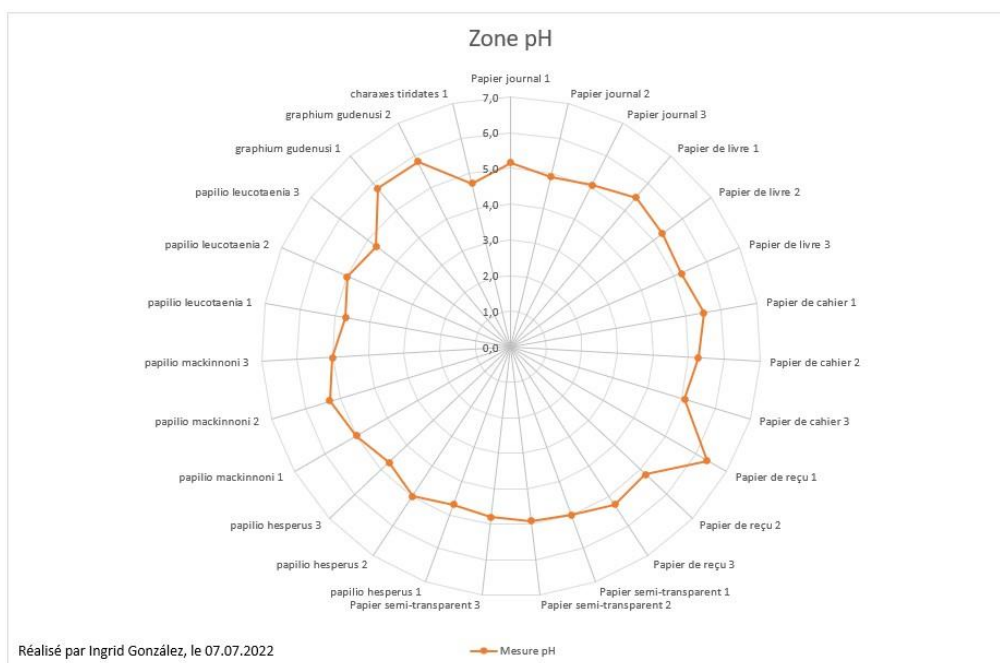
⁶⁰ Institut canadien de conservation, 2019 [En ligne].

7.4. Impact des emballages originaux sur les spécimens

Les papillotes étant en contact direct avec les spécimens, le facteur principal qu'a été examiné était le niveau d'acidité du papier qui peut libérer des composants acides et générer un environnement acide autour du spécimen. En général, les produits acides sont inacceptables, car l'acidité indique l'instabilité inhérente du matériau, par exemple les papiers acides⁶¹.

Afin d'évaluer dans quelle mesure l'acidité du papier des papillotes peut impacter et détériorer les papillons, il est impératif d'également effectuer des mesures pH des spécimens et de considérer la différence et les possibles interactions. Pour assurer la reproductibilité de l'étude, 3 échantillons de *papilio hesperus*, 3 échantillons de *papilio mackinnoni*, 3 échantillons de *papilio leucotaenia*, 2 échantillons de *graphium gudenusi* et 1 échantillon de *charaxes tiridates* ont été sélectionnés⁶². Seuls les spécimens en très mauvais état et pulvérulents qui ne se seraient pas conservés dans la collection ont été utilisés.

Les résultats de l'étude⁶³ ont montré un pH des spécimens compris entre 4,7 et 5,8 avec une moyenne de 5,2. La comparaison des deux valeurs de pH montre que les papillotes et les spécimens ont un niveau d'acidité similaire, ce qui signifie qu'ils peuvent trouver un état d'équilibre chimique où les risques que l'acidité de l'un affecte l'autre sont beaucoup plus faibles. Cela nous a permis de déterminer qu'une interface en carton non acide avec un pH de 7 et une pochette en polyester assureront une bonne conservation à long terme, grâce à une isolation du papier journal et du spécimen dans la même enveloppe.



Graphique 1 : Comparaison des zones de pH obtenues à partir des tests de pH des papillons et des papillotes

⁶¹ Tse, 2007, p. 14.

⁶² Cf. Annexes, Test pH, p. 83.

⁶³ Cf. Annexes, Tableau 10, p. 84.

8. Nettoyage de surface

Le nettoyage est une intervention irréversible et il existe un risque de dommage lors de la manipulation et du nettoyage de l'objet. C'est pourquoi il est important de faire un test qui nous permet de sélectionner la technique et les matériaux adaptés aux besoins et aux sensibilités de l'objet. Certains objets sont plus difficiles à nettoyer que d'autres, comme les ailes de papillon qui sont des surfaces poudreuses avec des écailles qui se détachent très facilement au contact et perdent leur coloration. Il faut donc prendre une décision qui mette en balance les avantages et inconvénients potentiels liés au nettoyage de la surface. En effet, un nettoyage chimique n'est absolument pas envisageable, car cela mènerait à la destruction des spécimens.

Le nettoyage à sec est une technique de nettoyage mécanique utilisée pour réduire la poussière, la saleté, la crasse, les excréments d'insectes, les accumulations ou autres dépôts* sur les surfaces sans utiliser de solvants* organiques comme l'acétone ou l'éthanol. L'objectif est de réduire les risques de dommages en éliminant les matières étrangères qui peuvent être abrasives, acides, hygroscopiques* dégradantes⁶⁴ ou servir de nourriture aux insectes ravageurs. C'est aussi utilisé pour des raisons esthétiques et parfois pour rétablir la visibilité de l'objet ou des informations qu'il contient.

Compte tenu de la fragilité des papillons et du fait que les papillons qui n'ont pas été endommagés par les insectes ravageurs sont généralement en bon état, il n'est pas nécessaire de nettoyer la surface. Seulement si nécessaire, la poire soufflante sera utilisée pour retirer la poussière et les particules volatiles afin de toucher le moins possible les ailes. Lors de l'utilisation de la poire soufflante, il faut veiller à ne pas perdre les fragments cassés du papillon.

En ce qui concerne les papillotes, un nettoyage à sec sera effectué. Après avoir testé des pinceaux de différentes duretés, une éponge en latex poreux, une éponge en silicone souple et une poire à souffler, les meilleurs résultats⁶⁵ ont été obtenus en combinant la poire à souffler, le pinceau doux et l'éponge en silicone souple. Lors du nettoyage, il est également nécessaire de retirer tous les restes d'insectes ravageurs avec une pincette et de les conserver dans un sachet en polyéthylène transparent avec fermeture à glissière pour une identification ultérieure.

⁶⁴ American Institute for Conservation (AIC), 2021 [En ligne].

⁶⁵ Cf. Annexes : Tableau 11, p. 87.

9. Remise en forme

9.1. Lépidoptères

La forme de stockage d'insectes la plus courante est celle des boîtes entomologiques où les spécimens sont étalés et montés avec des épingles. Cette méthode permet aux scientifiques d'avoir une vision complète des spécimens et de facilement pouvoir les étudier. Comme la préparation de tous les spécimens de cette collection prendrait un espace considérable dans la réserve et que cela serait un travail considérable et chronophage, la remise en forme n'a été envisagée que comme une option lorsqu'un spécialiste détermine que le spécimen doit être préparé pour être étudié.

Puisque les spécimens de la collection sont secs et cassants, une remise en forme nécessite leur ramollissement temporaire, le temps du traitement. Pour cela, une option couramment mise en œuvre pour la remise en forme de matériaux organique consiste à apporter progressivement de la vapeur d'eau qui agit comme un plastifiant temporaire jusqu'à son évaporation. Cette technique a l'avantage de ne pas apporter un produit qui restera sur le long terme à cœur du matériau traité, mais si l'apport d'eau n'est pas très bien contrôlé, il y a des risques de condensation, formation d'auréoles, et de développement de moisissure lorsque l'humidité relative est élevée. Pour éviter ce type de désagréments nous avons souhaité tester une méthode utilisée au Musée d'histoire naturelle de Berne⁶⁶, et jamais mis en œuvre au MHNN. Un échantillon de quatre spécimens de *papillus hesperus* en bon état et sans données de collecte, ce qui leur donne une valeur de recherche moindre par rapport au reste des spécimens, a été choisi pour réaliser cette technique et évaluer son efficacité et ses inconvénients.

La technique est basée sur l'utilisation des feuilles du laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*)⁶⁷. Cette plante est une espèce de la famille des *Rosaceae*. C'est un arbuste que l'on trouve souvent dans les jardins à des fins ornementales. Les feuilles sont toxiques en raison de leur teneur en hétérosides cyanogénétiques, formés par des composés de prulaurasine et d'amygdaline qui, lorsqu'ils sont hydrolysés, donnent naissance à l'aldéhyde benzoïque volatile et à un acide cyanhydrique toxique⁶⁸. Cette composition chimique est ce qui donne l'odeur des amandes amères lorsque les feuilles sont écrasées⁶⁹. Il faut mentionner que cette toxicité est très relative et dépend de la partie de la plante et de la quantité ingérée, les graines et les feuilles sont les plus toxiques⁷⁰.



Figure 64 : Feuilles du laurier-cerise

⁶⁶ Entretien avec M. Hannes Baur, conservateur de la collection entomologique du Muséum d'histoire naturelle de Berne.

⁶⁷ Cf. Annexes : Tableau 12, p. 88.

⁶⁸ Cf. Annexes : Fiche 1, p. 127

⁶⁹ Gire, 2001, p. 49.

⁷⁰ Hofer et Rauber-Lüthy, 2016 [En ligne].

L'avantage de cette plante est, d'une part, qu'elle est facilement accessible et, d'autre part, que ses composants chimiques ramollissent non seulement le spécimen, mais seront également efficaces contre le développement de bactéries et de moisissures dans la boîte où le spécimen est ramolli. Les détails du processus de cette expérience sont présentés dans les annexes⁷¹. Une fois le spécimen ramolli, la préparation est effectuée avec des épingles couramment utilisées pour étaler et fixer les papillons⁷². En raison de leurs composants toxiques, les feuilles écrasées ne doivent pas être inhalées et l'ouverture du récipient doit se faire dans une hotte d'aspiration ainsi que dans un espace ventilé, et avec des gants.

Les résultats obtenus avec cette technique ont été satisfaisants, aucune moisissure n'a été constatée et les spécimens étaient ramollis au bout de quatre jours. Parmi les inconvénients de cette méthode figurent les vapeurs nocives qui peuvent être inhalées par la personne qui effectue la préparation et qui peuvent constituer un danger pour la santé. De plus, le contact direct des spécimens avec les feuilles peut provoquer un risque d'altération de la couleur ou une formation de taches. Cependant, aucun effet de dégradation n'a été observé dans cette étude. Au bout de quelques jours, les spécimens se rigidifient à nouveau.

9.2. Papillotes

En ce qui concerne les papillotes en papier, la meilleure façon de les préserver est à plat. Les papillotes peuvent être ouvertes et dépliées par manipulations, car le papier est encore suffisamment souple, cependant, il reste des plis marqués et le papier ne peut pas être complètement aplani s'il n'est pas contraint à le rester ou s'il n'est pas traité. À cet effet, deux méthodes ont été testées pour les maintenir dépliées : mise sous poids à sec durant 48 heures ou dans une chambre humide. Une description de ces deux méthodes est présentée dans les annexes⁷³.

La méthode à sec a permis une amélioration, mais les plis n'ont pas été complètement aplatis, le papier est resté irrégulier et bombé. Quant à la méthode humide, le résultat a été favorable, le papier a été aplati, sans dommage visible. Une analyse des risques liés à l'utilisation de ces méthodes nous a permis de déterminer que, dans le cas particulier de cette collection, le fait de séparer les papillotes des spécimens implique un risque élevé de dissociation*, ce qui peut affecter la fiabilité des données des spécimens et les rendre inutilisables. Il a donc été décidé que les papillotes seraient uniquement nettoyées et stockées à plat dans une enveloppe transparente associée avec le spécimen qui permet de les conserver suffisamment à plat sans avoir à effectuer de traitements supplémentaires.

⁷¹ Cf. Annexes : Expérience pour ramollir et préparer les lépidoptères, p. 89.

⁷² Cf. Annexes : Tableau 13, p. 90.

⁷³ Cf. Annexes : Expériences pour remis à plat les papillotes, p. 91.

10. Proposition de conditionnement

Une des demandes de l'institution est la réalisation d'un prototype de reconditionnement qui puisse être mis en œuvre sur les papillons de la collection von Schmieder pour leur conservation et leur stockage à long terme. Il est également souhaité de proposer un conditionnement qui puisse être utilisé pour le traitement de collections similaires.

10.1. Rappel du mandat

Le mandat consiste à élaborer un prototype de reconditionnement qui améliore et assure la bonne conservation physique et chimique des spécimens et qui facilite leur étude. L'institution souhaite que l'emballage respecte les contraintes suivantes :

- Il doit être conforme au système de rangement actuel avec des armoires type compactus® conçues sur la base des dimensions standard des boîtes entomologiques ;
- Il doit tenir compte de l'importance des données notées sur les emballages originaux et les inclure dans le nouveau mode de conditionnement ;
- Il doit permettre de repérer facilement les spécimens et de comprendre immédiatement sa position ;
- Il doit permettre leur consultation individuelle ;
- Il doit permettre le transport des spécimens ;
- Il doit respecter un volume spatial limité (place limitée dans le dépôt) ;
- Il doit être fermé afin de limiter l'exposition à la poussière des spécimens et l'accès aux insectes ravageurs et pouvoir subir des traitements d'IPM⁷⁴ (congélation).

10.2. Réflexion des problématiques

Trois problématiques principales peuvent être mises en évidence en ce qui concerne le conditionnement actuel de cette collection. Tout d'abord, en termes de conservation et d'accessibilité. En effet, les papillons sont très fragiles et chaque manipulation représente un risque majeur d'altération, mais le conditionnement actuel implique plusieurs étapes de manipulations pour avoir accès aux spécimens. En termes d'accessibilité, les papillotes sont stockées de manière désordonnée : les formes triangulaires et les tailles irrégulières rendent difficile leur recherche et leur localisation. De plus, le fait de ne pas pouvoir voir à l'intérieur des papillotes est un problème pour la consultation.

Une deuxième problématique se situe au niveau de l'espace et du temps. Si l'on considère le nombre de papillons de la collection von Schmieder d'environ 3 500 spécimens, le traitement selon la pratique

⁷⁴ Integrated Pest Management

courante, soit l'épingleage et l'étalement des spécimens, représenterait environ 112 cadres entomologiques (environ 161.2 m³). Sans compter le temps nécessaire, qui impliquerait de ramollir chaque spécimen afin de le remettre en forme avant montage. Pour ramollir chaque spécimen, il faut le laisser pendant au moins quatre jours dans une chambre humide. Étant donné que l'espace, le temps et le budget sont des ressources limitées, il est nécessaire de trouver une alternative qui permet une bonne gestion et une bonne conservation de la collection.

Une troisième problématique réside dans la nécessité de garder l'intégrité du conditionnement d'origine. Après une analyse des informations fournies par les papillotes, le musée a décidé de conserver l'emballage d'origine et il est donc nécessaire d'envisager leur stockage dans le nouveau système de reconditionnement. De plus, il est nécessaire d'intégrer l'étape de documentation et de trouver une méthode adéquate pour assurer la numérisation de cette collection en saisissant les données dans une base de données et en évitant tout risque de dissociation des papillotes, des étiquettes et des spécimens correspondants.

10.3. État de l'art

Dans le contexte de la conservation des insectes, comme mentionné précédemment, les boîtes entomologiques constituent l'une des principales formes de conservation, mais il existe également des pratiques alternatives adoptées par les musées. Depuis le XVIII^e et le XIX^e siècle, les méthodes et les matériaux de stockage des papillons ont évolué, passant du collage au séchage des spécimens dans des livres au stockage entre des plaques de verre et à la conservation dans un liquide ou à la congélation⁷⁵.

La méthode de stockage des spécimens non étalés est devenue populaire en 1963 avec la publication de George H. et Alice F. Beatty⁷⁶ de la méthode dans des enveloppes en cellophane accompagnées d'une carte contenant des informations sur la récolte et l'identification. Cette méthode avait été conçue dès les années 1930 par J.G. Needham avant de se répandre dans les musées, principalement dans les collections d'odonates⁷⁷. Par exemple, à partir de 1980, le Royal British Columbia Museum de Victoria, au Canada, a commencé à conserver sa collection d'odonates dans des enveloppes de cellophane, stockées verticalement. Ils ont ensuite modifié la méthode en utilisant une enveloppe en polyéthylène transparente refermable⁷⁸.

Une variante de cette méthodologie est l'utilisation d'enveloppes en papier translucide. Depuis 2016, le Naturalis Biodiversity Center aux Pays-Bas a développé et a largement utilisé cette méthode⁷⁹ dans sa collection de lépidoptères et d'odonates. Ce type de papier est non acide, semi-transparent et

⁷⁵ Caspers et al., 2019, p. 3 et 4.

⁷⁶ Beatty et Beatty, 1963.

⁷⁷ Blades et al., 2017, p. 15.

⁷⁸ Ibid. p. 21.

⁷⁹ Caspers et al., 2019, p. 3.

n'accumule pas de charge statique. Les enveloppes en papier translucide peuvent également être rangées verticalement l'une après l'autre. Le stockage des papillons non étalés permet de gagner de l'espace par rapport à un montage classique, d'améliorer l'accessibilité et l'organisation par rapport au simple stockage dans des papillotes entassées.

10.4. Conception du conditionnement

Après une analyse des problématiques et une mise en perspective des avantages et des inconvénients des différentes méthodes de conditionnement, le conditionnement qui a été retenu consiste en une adaptation de la méthode des enveloppes en papier translucide développé par le Naturalis Biodiversity Center. Les papillons seront stockés verticalement, dans leur morphologie actuelle de séchage, sans remise en forme ou ouverture des ailes. La papillote sera stockée dans la même enveloppe que le papillon.

Cette disposition est très avantageuse en matière d'occupation de l'espace. Comme indiqué précédemment, pour préparer les spécimens de cette collection avec la méthode traditionnelle de stockage à ailes ouvertes, il faudrait environ 112 tiroirs entomologiques (environ 161.2 m³), alors que la technique de stockage sous enveloppes verticales ne nécessite que la moitié de cet espace. Une description détaillée du processus de conception des emballages sera présentée ci-dessous.

10.4.1. Lépidoptères

En conservant les papillons à la verticale, la force de gravité provoque leur glissement vers la partie la plus basse de l'enveloppe, celle où l'espace est le plus restreint, et ils risquent d'être aplatis ou de s'effondrer. Pour l'éviter, nous avons testé plusieurs calages pour maintenir le papillon au milieu de l'enveloppe. Nous nous sommes rendu compte, qu'aussi fin soit le système de support, il génère des contraintes sur le spécimen qui risque de se casser en cas de frottement ou de déplacement lors d'un mouvement inapproprié.

Nous avons conclu que les risques d'altérations d'un papillon calé par un support sont beaucoup trop importants. D'autant que le poids d'un papillon est minime est qu'il y a finalement peu de risque qu'il vienne à glisser jusqu'en bas de l'enveloppe et s'effondrer sous son poids. Ceci a également été confirmé par l'expérience vécue par les entomologistes de Naturalis Biodiversity Center⁸⁰; le fait que l'espace intérieur des enveloppes est restreint permet de maintenir les spécimens en position sans qu'ils se déplacent.



Figure 71 : Papillon dans l'enveloppe translucide

⁸⁰ Entretien avec M. Max Caspers et Mme Monica Guimaraes Cruz, entomologistes du Naturalis Biodiversity Center.

Pour soutenir les papillons et éviter qu'ils soient pliés, un carton suffisamment rigide doit être inclus à l'intérieur des enveloppes. Le grammage le plus approprié a été considéré entre 360 et 410 g/m². Ce carton permet également de créer une interface de séparation entre le papillon et la papillote, et de pouvoir sortir le spécimen de l'enveloppe sans le saisir directement. Le carton contiendra l'étiquette avec les informations sur la collecte, le numéro d'inventaire et un code QR qui permettra d'établir le lien numérique avec la base de données.

Pour maintenir ces enveloppes en position verticale et éviter le contact et la friction entre les papillons, nous avons imaginé une façon de les disposer en maintenant un espacement approprié. Ce système permettra d'entrer et de sortir chaque enveloppe sans difficulté et sans endommager les enveloppes voisines. Pour maintenir un espacement régulier entre les enveloppes, nous avons conçu des boîtes avec des rails de guide sur les faces latérales et qu'ils couvrent le moins d'espace possible, surtout la partie centrale des enveloppes où les spécimens sont normalement conservés, pour ne pas risquer de les altérer.

Enfin, une étiquette sur l'extérieur de la boîte sera placée avec les numéros d'inventaire des spécimens se trouvant à l'intérieur. La boîte avec les enveloppes sera placée à l'intérieur d'une boîte entomologique en bois comme protection finale contre les insectes ravageurs et pour les ranger plus pratiquement dans le compactus®. La boîte entomologique doit également être marquée à l'extérieur pour faciliter son identification.

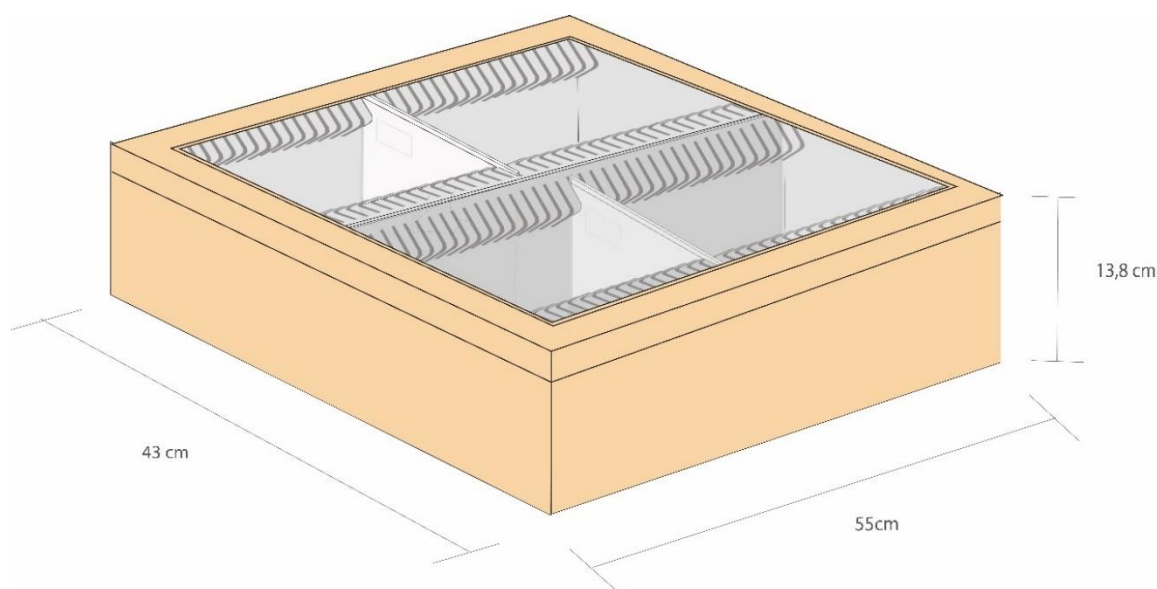


Schéma 6 : Proposition de conditionnement avec la boîte externe

10.4.2. Papillotes

Les papillotes sont conservées à plat dans la même enveloppe que les spécimens. Le fait de garder la papillote à plat permet de mieux conserver le papier, d'examiner les informations sans avoir besoin de la déplier. Pour protéger le papier, on a décidé d'utiliser une enveloppe transparente en polyester qui permet de l'examiner des deux côtés sans avoir besoin de le toucher directement. Cela permet également au papier de reposer à plat et d'avoir un meilleur support pour la manipulation. De plus, comme le papier est isolé entre deux feuilles de plastique, l'encapsulation atténue les effets des variations de l'humidité relative et réduit les interactions de contact entre matériaux instables.



Figure 72: Papillote dans sa pochette en polyester

11. Réalisation du conditionnement

La réalisation du conditionnement a requis la sélection d'un matériau approprié pour la conservation des papillons et des papillotes. Les mesures exactes ont été déterminées et des plans ont été élaborés afin que la boîte puisse être découpée au laser. L'objectif de ce prototype est de pouvoir le reproduire pour l'ensemble de la collection de lépidoptères von Schmieder et pour tous les projets de reconditionnement similaires.

11.1. Choix des matériaux

Plusieurs principes guident la sélection de produits adaptés à la conservation préventive des objets patrimoniaux, en fonction non seulement de leur stabilité physique et chimique sur le long terme, mais aussi du contexte et de la façon dont ils sont utilisés⁸¹. Cela signifie que les matériaux constitutifs de l'objet ne doivent pas être réactifs ou sensibles aux produits avec lesquels ils sont en contact ou dans le même environnement⁸².

Ces matériaux ne doivent pas libérer de composés organiques volatils (COV) qui pourraient présenter un risque pour l'objet. Bien que les tests effectués sur la boîte entomologique aient révélé la présence de COV, ceux-ci étaient à des niveaux faibles. En considérant que jusqu'à présent ces boîtes n'ont pas montré des impacts négatifs vérifiables sur les spécimens, et qu'au contraire elles offrent une protection contre les insectes nuisibles, il a été considéré que le risque de ne pas utiliser ce type de boîte était plus grand que celui de la présence d'une certaine acidité à l'intérieur de la boîte. En outre, ce format s'adapte parfaitement aux compactus, donc si elles n'étaient pas réutilisées il faudrait trouver une méthode pour pouvoir ranger les nouvelles boîtes dans les compactus et donc ça veut dire du temps, du matériel, des

⁸¹ Tétreault, 2021c [En ligne].

⁸² Cf. Annexes : Tableau 14, p. 93.

moyens en plus. En termes de stabilité physique, il faut également tenir compte du fait que les matériaux ne sont pas abrasifs ou susceptibles de laisser des traces sur la surface de l'objet.

11.2. Méthode de fabrication

Conditionnement interne

Pour réaliser la boîte de rangement des papillons, l'utilisation d'une découpeuse laser est recommandée. Les différents tests effectués pour la fabrication de la boîte ont montré qu'une découpe manuelle laisse des zones irrégulières dans les parties les plus fines qui peuvent rendre difficile l'entrée et la sortie des enveloppes. La découpeuse laser permettra d'obtenir des découpes régulières et nettes et de gagner environ 15 fois le temps de fabrication. Pour ce travail, la machine Trotec Speedy 400 du laboratoire FabLab⁸³ a été utilisée⁸⁴. La découpeuse laser permet non seulement de réaliser la découpe, mais aussi le marquage qui permettra de réaliser les plis de la boîte. Un fichier Illustrator au format ai. a été conçu avec les caractéristiques nécessaires⁸⁵. Les paramètres et une procédure à suivre pour la fabrication de la boîte seront fournis à l'institution et peuvent être consultés dans les annexes⁸⁶.

La boîte est fabriquée en carton cannelé de conservation de 1,8 mm. Elle est conçue⁸⁷ pour contenir 57 spécimens, avec un espace 6 mm entre chaque spécimen. Les rails de guidage mesurent 2 mm de profondeur, 2 cm de largeur et 4 cm de hauteur. Le système de rails doit permettre l'entrée et la sortie des enveloppes sans difficulté. Un guide de numérotage pour chaque 10 spécimens sera placé sur les côtés pour faciliter la recherche des spécimens. Une fois la boîte découpée, assemblée et collée, ses dimensions sont : 46 x 19 x 12,5 cm.

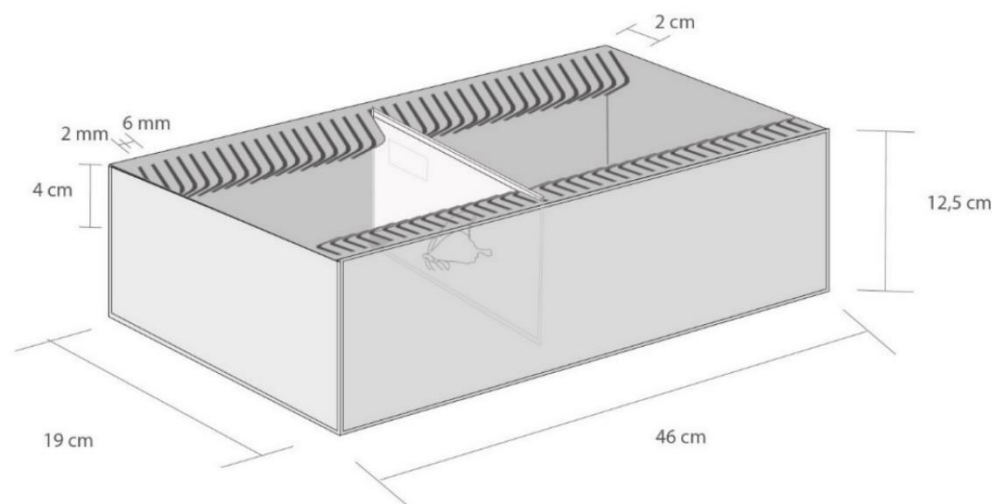


Schéma 7 : Prototype de conditionnement interne

⁸³ Le MHNN compte déjà plusieurs utilisateurs enregistrés dans les laboratoires du FabLab qui peuvent faire un usage régulier de ses machines de découpe.

⁸⁴ Cf. Annexes : Figure 73 à 76, p. 94.

⁸⁵ Cf. Annexes : Plan 1, p. 95.

⁸⁶ Cf. Annexes : Instructions pour la fabrication du reconditionnement, p. 100.

⁸⁷ Cf. Annexes : Plan 2, p. 96.

Éléments de conditionnement des papillons

Pour le conditionnement des papillons, il est nécessaire de découper les cartes en carton de conservation au format 16,5 x 11,4 cm. Ces cartes supporteront les papillons à l'intérieur des enveloppes. Chaque spécimen sera identifié par une étiquette que nous avons imprimée sur du papier de conservation autocollant, et découpée. Chaque étiquette mesure 4 x 8 cm.

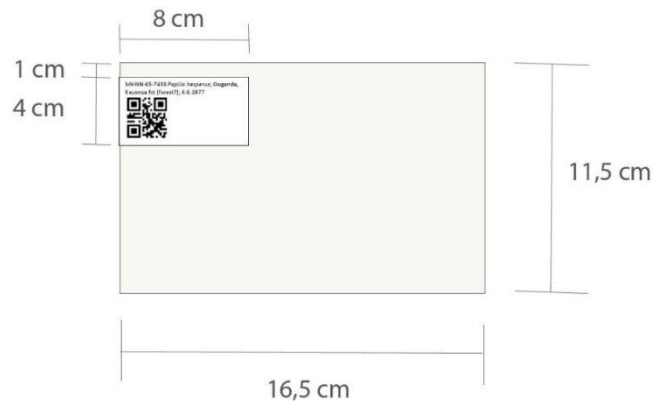


Schéma 8 : Schéma de la carte avec l'étiquette du papillon

Conditionnement externe

Les boîtes en carton ont été conçues de manière qu'elles puissent être placées par deux à l'intérieur d'une boîte entomologique en bois préfabriquée. Les dimensions de la boîte entomologique sont : 55 x 43 x 13.8 cm.

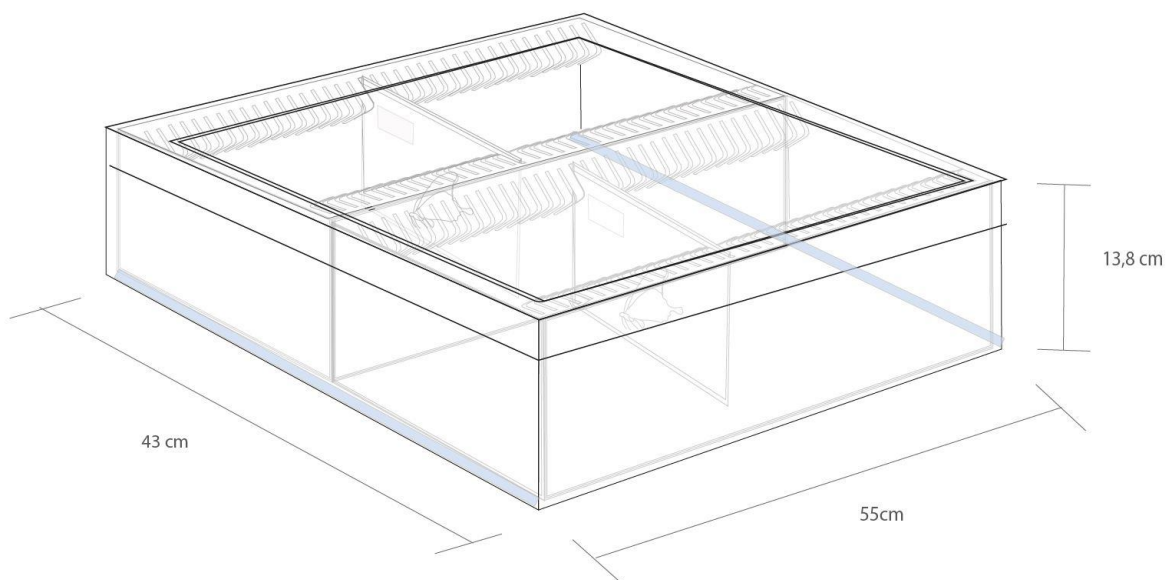


Schéma 9 : Schéma du conditionnement avec la mousse en polyéthylène pour caler les boîtes à l'intérieur

11.3. Budget provisionnel

L'estimation du coût de reconditionnement de la collection a été calculée sur une boîte entomologique contenant 114 spécimens conditionnés. Ceci afin de pouvoir calculer le budget nécessaire pour reconditionner le reste de la collection et proposer un ordre de grandeur à une personne qui souhaiterait entamer un travail de même type.

Ce budget prévisionnel comprend les coûts des matériaux⁸⁸ pour la fabrication de la boîte intérieure, des éléments de conditionnement des papillons et de la boîte extérieure. Une estimation du temps nécessaire à la fabrication des boîtes et au reconditionnement des spécimens, y compris l'enregistrement des données et la documentation, est également présentée. Cette estimation est basée sur une expérience pratique de reconditionnement implémenté sur une partie de cette collection. Les détails du calcul sont présentés dans les annexes⁸⁹.

Les entreprises auxquelles les matériaux ont été commandés sont Klug Conservation, Oekopac Conservus AG et Gerstaecker Suisse SA. Les boîtes entomologiques étaient déjà disponibles au musée. Ils ont été achetés à l'entreprise Tischlerei dieter schunke. Une liste détaillée des matériaux choisis est disponible dans les annexes⁹⁰.

Le coût total des matériaux pour la production d'une boîte entomologique complète est estimé à 229 CHF. Une estimation du temps nécessaire au reconditionnement d'une boîte entomologique complète de 114 spécimens est de 17 heures. Si l'on considère que la collection totale de papillons est estimée à 3 500 papillons, le coût total du matériel pour leur reconditionnement est de 7'000 CHF. Et le temps nécessaire sera de 525 heures (environ trois mois et demi).

Tableau 19 : Calcul de coûts des matériaux et du temps nécessaire à la fabrication des conditionnements

Calcul de coûts des matériaux et du temps nécessaire			
Reconditionnement	Par papillon	Par conditionnement de 114 papillons	Par conditionnement de 3 500 papillons
Matériaux de conditionnement*	2 CHF	229 CHF	7 000 CHF
Temps nécessaire	9 min	17 heures	525 heures

*Incluant le coût d'utilisation des machines de découpe dans les laboratoires du FabLab

⁸⁸ Cf. Annexes : Tableau 15, p. 97.

⁸⁹ Cf. Annexes : Tableau 16, p. 97.

⁹⁰ Cf. Annexes : Tableau 17 et 18, p. 98 et 99.

12. Protocole de reconditionnement

Le reconditionnement de la collection de lépidoptères de von Schmieder doit suivre une méthodologie de travail défini pour assurer la numérisation et la documentation photographique dans la base de données du MHNN. Nous avons développé la méthodologie selon l'adaptation de celle développée par Naturalis Biodiversity Center. Elle se décompose en quatre étapes :

La première phase consiste à saisir les spécimens dans une base de données et à les regrouper par espèce et par date de récolte. Une deuxième phase, spécifique à la manière de faire du MHNN, consiste à déterminer l'état de conservation (bon, moyen, mauvais) et, si nécessaire, à proposer l'élimination éventuelle d'un spécimen à la conservatrice de la collection.

Une troisième phase consiste à nettoyer les papillotes et à les placer dans des enveloppes transparentes, puis de réaliser une documentation photographique et enfin à stocker les papillons et les papillotes dans de nouvelles enveloppes en papier translucide. Ces trois phases peuvent être réalisées par un étudiant en conservation-restauration ou des bénévoles non experts et sensibilisés à la fragilité des collections d'insectes.



Figure 77 : Exemple de documentation photographique

La quatrième phase post-reconditionnement, comprenant le renommage des fichiers photographiques à l'aide d'un programme d'identification par QR code et leur emplacement dans l'inventaire, l'emplacement définitif de la collection dans la réserve et un traitement de congélation, sera à la charge des responsables de la collection. Une description de chaque étape est fournie dans le Protocole de reconditionnement⁹¹.

12.1. Choix de rangement

La collection entomologique du MHNN est stockée selon l'ordre, la famille et l'espèce. Cependant, afin de pouvoir suivre un ordre avec ce type particulier de conditionnement, il a été décidé de ranger les enveloppes dans un ordre séquentiel selon le numéro d'inventaire. Le fait de conditionner chaque spécimen individuellement donnera la possibilité à l'avenir de réordonner les enveloppes par famille et par espèce.

⁹¹ Cf. Annexes : Protocole de reconditionnement, p. 110.

13. Protocole de consultation

Les papillons dans leur nouvel emballage nécessitent une manipulation particulière. Afin d'indiquer les principales caractéristiques de la façon dont l'objet doit être manipulé, un protocole de consultation a été élaboré. Il est destiné au personnel du musée, mais aussi aux chercheurs et aux étudiants qui peuvent potentiellement avoir accès à cette collection.

Le protocole de consultation vise à sensibiliser aux aspects les plus délicats qu'il faut prendre en compte et aux altérations les plus courantes rencontrées sur les spécimens. Il montrera principalement comment sortir et remettre les spécimens dans les enveloppes et indiquera les conditions climatiques idéales lors de leur consultation pour leur conservation. Le document est accompagné d'images et de schémas, avec des directives générales. On trouvera ces indications en annexe⁹².

14. Recommandations

Les recommandations ont pour but de contribuer à la conservation à long terme des papillons entreposés dans la réserve. Il existe des facteurs externes, outre le conditionnement, qui joueront un rôle important dans la conservation de la collection. Nous pouvons distinguer principalement les forces physiques, les conditions climatiques, l'exposition à la lumière et les insectes ravageurs.

Forces physiques

Les collections entomologiques sont très fragiles et peuvent facilement se briser si elles ne sont pas manipulées correctement. Il faut également considérer que les papillons sont couverts d'écailles qui se détachent facilement lorsqu'on les touche directement. La manipulation doit donc se faire avec des gants et très soigneusement. Le spécimen doit être retiré et placé dans l'enveloppe à l'aide du carton situé à l'intérieur de l'enveloppe, en évitant tout contact avec les bords d'ouverture de l'enveloppe.

Température et humidité relative

L'humidité relative (HR) affecte rarement les spécimens entomologiques directement⁹³. Idéalement, il faut maintenir une HR stable. L'HR de l'air est indissociable de la température. Les changements de température entraînent des fluctuations rapides de l'HR qui sont considérées comme nuisibles, car elles impliquent des variations brusques d'absorption et de désorption d'eau par les différents matériaux constitutifs, ce qui provoque aussi une variation de leurs dimensions et donc des dommages mécaniques peuvent se produire par l'accumulation de contraintes de fatigue dans le matériau⁹⁴. Idéalement, il est conseillé de maintenir une HR entre 45-55 % avec une fluctuation journalière maximale de 5 % et une

⁹² Cf. Annexes : Protocole de consultation, p. 120.

⁹³ Crepeau et Thunberg, 2005, p. 2.

⁹⁴ Michalski, 2021 [En ligne].

température entre 13 – 15 °C avec une fluctuation journalière de 2 à 3 °C⁹⁵. Idéalement en dessous de 16 °C pour empêcher la plupart des cycles de reproduction⁹⁶. Cependant, le maintien de ces températures est très coûteux et des températures allant jusqu'à 17°C sont toujours adéquates et considérablement moins coûteuses à long terme. Toutefois, il faut toujours garder à l'esprit que les insectes ravageurs se développent entre 22°C et 25°C et une humidité relative supérieure à 60%⁹⁷.

Lumière

La lumière*, en particulier la lumière ultraviolette*, peut provoquer une décoloration des spécimens. L'énergie produite par la lumière entraîne une photodégradation dans laquelle des réactions chimiques peuvent être initiées ou accélérées⁹⁸. Il est important de garder à l'esprit que l'effet cumulatif de l'exposition à la lumière au fil du temps est plus néfaste que la luminosité à un moment donné⁹⁹.

La lumière, tant naturelle qu'artificielle, doit être réduite au maximum. Les collections ne doivent pas avoir de fenêtres et l'éclairage artificiel doit être éteint lorsque la collection n'est pas utilisée¹⁰⁰. Il est conseillé de maintenir un taux de 50 lux, ce qui, en théorie, permet encore aux travailleurs de voir toutes les couleurs¹⁰¹, tandis que l'exposition aux UV doit être maintenue à des niveaux inférieurs à 75 µW/ lm¹⁰².

Prévention des attaques de ravageurs

Les insectes nuisibles constituent l'une des menaces biologiques les plus courantes pour les collections entomologiques. Le degré d'infestation peut varier d'un niveau léger, relativement facile à contrôler, à un niveau critique qui peut détruire des collections entières¹⁰³. Il est recommandé de mettre les spécimens en quarantaine avant de les réintégrer dans la réserve de la collection.

Comme mentionné dans ce travail, la présence de restes d'insectes a été constatée lors de l'évaluation de la collection, un traitement de désinfestation sera donc nécessaire. L'institution a décidé de mettre en œuvre la méthode de la congélation. Dans le cas particulier de cette collection, bien que le risque de condensation puisse être réduit en utilisant un sac en plastique fermé, étant donné que l'emballage est un conditionnement dans un autre conditionnement, le risque de créer un microclimat et de provoquer de la condensation est toujours présent. Il est recommandé de congeler progressivement la collection tout en surveillant les réactions éventuelles des matériaux et des spécimens.

⁹⁵ Frick et Greeff, 2021, p. 96.

⁹⁶ Ibid, p. 95.

⁹⁷ *Ibidem*.

⁹⁸ Crepeau et Thunberg, 2005, p. 2.

⁹⁹ Frick et Greeff, 2021, p.94.

¹⁰⁰ Ibid, p. 93.

¹⁰¹ *Ibidem*.

¹⁰² Frick et Greeff, 2021, p. 94.

¹⁰³ Ibid, p. 105.

Pour surveiller la réapparition des parasites, il est conseillé de vérifier régulièrement au moins une fois par an la présence de restes d'insectes et de dépôts de poussière sur les spécimens¹⁰⁴. Les pièges doivent également être contrôlés pour évaluer la présence et le développement d'infestations biologiques dans la réserve. Des inséctrons sont présents dans les réservoirs du NMHN, de sorte qu'en cas d'explosion du nombre d'insectes ravageurs piégés, il est nécessaire de réagir rapidement pour les éliminer et empêcher leur propagation.

Si des insectes nuisibles sont détectés, ils doivent être identifiés afin de déterminer les mesures de désinsectisation nécessaires. Les collections entomologiques sont régulièrement attaquées par des larves de dermestidés des genres *Anthrenus* (*A. verbasci*, *A. scrophulariae*, *A. museorum*) et *Attagenus* (*A. pelloi*, *A. smirnovi*), communément appelés coléoptères des musées et des tapis¹⁰⁵.

15. Discussion des résultats

En suivant le flux de travail établi, 178 papillons ont été reconditionnés, numérisés et documentés en toute sécurité. Les conditions de conservation des papillons et de leurs papillotes ont été améliorées et le risque de dissociation de la papillote et de son spécimen a été limité avec les protocoles qu'on a mis en place.

Le nouveau conditionnement permet d'accéder facilement aux papillons et de les localiser. Il garantit également leur préservation et permet de gagner de la place par rapport au conditionnement par montage traditionnel.

L'enregistrement des spécimens dans la base de données était satisfaisant, mais plusieurs contrôles ont dû être effectués pour réduire la marge d'erreur dans le comptage et l'enregistrement des données. Il était important de la noter dans les remarques en cas de doute sur la date et les éléments manuscrits.

Un certain degré de complexité réside dans la recherche du spécimen avec les données marquées sur l'étiquette attribuée ; dans les cas où il y avait plusieurs spécimens de la même espèce et avec la même date de récolte, il a été nécessaire de



Figure 78 : Reconditionnement final des papillons



Figure 79 : Conditionnement final interne des papillons

¹⁰⁴ Frick et Greeff, 2021, p. 107.

¹⁰⁵ *Ibidem*.

corroborer les étiquettes à l'aide des remarques indiquées dans la base de données.

Le processus de photographie de chaque spécimen s'est déroulé sans problème, mais pourrait être amélioré avec un trépied pour tenir l'appareil photo à l'horizontale et avoir deux sources de lumière sur les côtés. Cela permettrait d'obtenir une image avec une meilleure luminosité et de meilleurs contrastes.

L'idéal serait d'avoir un banc de reproduction qui est couramment utilisé dans ce type de prise de vue à plat.

Avec une manipulation soigneuse, le nombre de cassures est minime. Il est difficile de déterminer si des cassures se sont produites avant le transport ou à un moment donné pendant l'ouverture des papillotes. Le protocole de consultation et le manuel de reconditionnement permettront d'éviter des cassures dans les spécimens.



Figure 80 : Détail du conditionnement final interne des papillons

16. Conclusion

La demande de l'institution était de concevoir un protocole de reconditionnement qui améliorerait et assurerait une bonne conservation des lépidoptères de la collection von Schmieder à long terme, mais aussi de garantir la numérisation de cette collection pour contribuer à en améliorer la visibilité et l'accessibilité. Une évaluation des informations contenues dans les emballages d'origine (papillotes) a conduit le musée à décider de les conserver et de les inclure dans le nouveau conditionnement.

Afin de répondre à cette demande, nous avons travaillé avec un échantillon de la collection dans l'intention de réaliser un prototype de reconditionnement qui pourrait être reproduit dans le reste de cette collection et pour toutes les collections du même type. Après avoir évalué l'état général de conservation des spécimens, leurs fragilités physiques et chimiques, ainsi que les limites et les contraintes exigées par l'institution, un concept de conditionnement a été présenté, basé sur l'utilisation d'enveloppes en papier translucide développées par le Naturalis Biodiversity Center.

Cette méthode consiste à stocker les papillons avec les ailes repliées en arrière, placées à l'intérieur d'une enveloppe en papier translucide avec un support en carton et placées verticalement dans une boîte en carton. Elle utilise la moitié de l'espace requis par la méthode de préparation par étalement des ailes, permet d'accéder facilement aux papillons et garantit leur conservation à long terme.

Pour répondre aux exigences de conservation des spécimens et des papillotes, des matériaux physiquement et chimiquement stables ont été sélectionnés. Dans ces conditions, la collection ne devrait pas subir de dommages affectant l'intégrité des spécimens. Le protocole de manipulation fourni à l'institution permettra de consulter le spécimen en toute sécurité lorsqu'il sera retiré de son emballage.

Comme résultat de ce travail, un prototype de reconditionnement avec les caractéristiques souhaitées par l'institution a pu être réalisé. Une évaluation de l'état général de conservation de l'échantillon sélectionné de la collection de lépidoptères de von Schmieder a également été réalisée, les données ont été enregistrées dans la base de données du musée et une campagne photographique a été menée. Enfin, des protocoles de fabrication, de reconditionnement, de consultation et de manipulation dans leur nouvel emballage ont été élaborés.

Ce projet a été l'occasion de mettre en pratique les connaissances et les sujets abordés en cours lors des trois années de Bachelor et d'apprécier la valeur de la conservation préventive au sien d'une collection. La recherche et les différentes expériences réalisées ont été très enrichissantes. L'échange d'idées avec les spécialistes et les discussions qui ont guidé le développement de ce travail ont été une expérience précieuse sur le plan personnel et professionnel. Il a été très gratifiant de contribuer à la conservation, à l'accessibilité et à la revalorisation de cette collection. Et peut-être ce travail pourra-t-il également servir de référence à d'autres musées ayant des collections et des problèmes similaires.

17. Glossaire

Anoxie : le principe de l'anoxie est de priver les insectes d'oxygène (l'air en contient 21 %) et de les faire mourir de déshydratation. Ceux-ci étant extrêmement résistants, il faut maintenir la concentration d'oxygène à 0,1 % maximum pendant 3 semaines. Il est possible pour cela, d'utiliser des absorbeurs d'oxygène dont la réaction est exothermique, ou un balayage à l'azote¹⁰⁶.

Cassure (Bris) : fracture complète qui sépare un objet en éléments distincts¹⁰⁷.

Cellulose : est le constituant principal des cellules végétales telles que le coton, le lin ou le bois. Polymère naturel, blanc et sans saveur, la cellulose est constituée de longues chaînes linéaires et fait partie du groupe des glucides. Il existe trois types de cellulose : l'alpha (α) — cellulose, la bêta (β) — cellulose et le gamma (γ) — cellulose¹⁰⁸.

Coléoptères : ils sont le plus grand ordre d'insectes. La plupart des coléoptères ont quatre ailes, la paire avant étant épaissie, coriace ou dure et cassante¹⁰⁹.

Composés organiques volatils (COV) : sont issus de nombreuses sources, dont le secteur des solvants qui contribue pour la moitié de leur production. Ils comprennent des substances telles que le benzène, le formaldéhyde et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (benzo-a-pyrène et autres). Ces molécules étant volatiles, elles se retrouvent dans l'air ambiant et contribuent à polluer

¹⁰⁶ Parchas, 2019, p. 9.

¹⁰⁷ Gouvernement du Québec, 2014a [En ligne].

¹⁰⁸ Gouvernement du Québec, 2014b [En ligne].

¹⁰⁹ Triplehorn et Johnson, 2005, p. 365.

l'environnement des musées ou des réserves. Certains COV sont toxiques (cancérogènes) pour l'humain, tandis que d'autres sont dommageables pour les biens culturels¹¹⁰.

Condensation : phénomène physique de changement d'état de la matière d'un état gazeux à un état condensé solide ou liquide, généralement sur une surface qui est plus froide que le gaz adjacent. Une substance se condense lorsque la pression exercée par sa vapeur dépasse la pression de vapeur de la phase liquide ou solide de la substance à la température de la surface où se produit la condensation¹¹¹.

Congélation : le principe de cette méthode est de surprendre les insectes pour les empêcher de se mettre en léthargie en les congelant brutalement à des températures très basses — 25 °C à — 40 °C au cœur de l'objet. La congélation fait éclater les cellules des insectes, des larves, et des œufs¹¹².

Déchirure : rupture faite dans un matériau souple comme un tissu, un cuir ou un papier, laissant les bords irréguliers et effilochés.¹¹³

Dépôt : accumulation superficielle de matériaux exogènes formant une couche peu cohérente et d'épaisseur variable¹¹⁴.

Dissociation : c'est un agent de détérioration qui résulte de la tendance naturelle des systèmes ordonnés à se désorganiser au fil du temps. La dissociation peut entraîner la perte d'objets ou de données liées aux objets, ou nuire à la récupération et à l'association des objets et des données¹¹⁵.

Humidité relative (HR) : rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air, ou humidité absolue (HA), et la quantité maximale, ou saturation, de vapeur d'eau que ce même volume peut contenir, à la même température (S) : $HR \% = (HA/S) \times 100$ ¹¹⁶.

Hydrolyse : est la réaction d'un sel avec de l'eau pour produire une solution acide ou basique. En matière de conservation, elle est la décomposition chimique d'un corps par l'intermédiaire de l'eau (ou de l'humidité). La présence d'un acide permet cette réaction qui aboutit à des coupures sur les chaînes de polymères et de macromolécules¹¹⁷.

Hygroscopiques : propriété des matériaux organiques, tels que le bois, le papier, les fibres naturelles et le cuir, qui captent la vapeur d'eau, la retiennent et la relâchent en tentant d'établir un équilibre entre

¹¹⁰ Gouvernement du Québec, 2014b [En ligne].

¹¹¹ Encyclopedia Britannica, 2022 [En ligne].

¹¹² Parchas, 2019, p. 8.

¹¹³ Gouvernement du Québec, 2014a [En ligne].

¹¹⁴ Vergès-Belmin (éd.), 2008, p. 44.

¹¹⁵ Waller et Cato, 2019 [En ligne].

¹¹⁶ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹¹⁷ Gouvernement du Québec, 2014b [En ligne].

leur taux d'humidité interne et celui de leur environnement proche. Les matériaux minéraux (céramique, verre, métaux) sont en général moins hygroscopiques¹¹⁸.

Jaunissement : altération d'un matériau qui prend une teinte jaunâtre¹¹⁹.

Lacune : perte locale à la suite d'un incident ou d'une détérioration¹²⁰.

Lépidoptères : sont un ordre d'organismes du règne animal de la branche des arthropoda, de la classe insecta, l'un des principaux groupes d'insectes également connus sous le nom de « papillons »¹²¹.

Lignine : important composant des cellules du bois, la lignine est une matière naturelle peu polymérisée dont la rigidité est à l'origine de la dureté des fibres du bois. Extrêmement sensible à l'oxydation due, notamment, aux rayons ultraviolets (UV) de la lumière, la lignine est la cause principale de l'acidification des papiers manufacturés à base de pâtes de bois¹²².

Lumière ultraviolette : rayonnement électromagnétique invisible qui s'étend sur le spectre de la lumière à partir de 400 nm jusqu'à 4 nm. Ce rayonnement peut être très dommageable pour les artefacts et les œuvres d'art. Les principales sources de rayons ultraviolets sont la lumière solaire, les lampes à vapeur de mercure, les lampes fluorescentes, les tubes au néon ainsi que les ampoules halogènes¹²³.

Lumière visible : correspond aux rayons perceptibles par l'œil humain. Il ne représente qu'une petite partie du spectre électromagnétique et sa longueur d'onde est comprise entre 380 nm (bleu) et 780 nm (rouge)¹²⁴.

Odonates : ordre d'insectes hémimétaboles terrestres à l'état adulte, aquatiques à l'état larvaire, connus sous le nom de libellules et demoiselles¹²⁵.

Oxydation : phénomène naturel qui accompagne le vieillissement des matériaux. Présents dans la pollution atmosphérique, l'ozone, les peroxydes de même que les acides forts, tels que l'acide nitrique et l'acide sulfurique, sont des agents oxydants susceptibles de détériorer les biens culturels. Aussi, certaines réactions d'oxydation sont provoquées par la lumière¹²⁶.

¹¹⁸ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹¹⁹ Gouvernement du Québec, 2014a [En ligne].

¹²⁰ *Ibidem*.

¹²¹ Global Biodiversity Information Facility, 2021 [En ligne].

¹²² Gouvernement du Québec, 2014b [En ligne].

¹²³ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹²⁴ Suva, 2022 [En ligne].

¹²⁵ Triplehorn et Johnson, 2005, p. 193.

¹²⁶ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

Panneau de fibres de bois : panneau fabriqué à partir de fibres lignocellulosiques, en appliquant une pression à une température élevée, la cohésion étant assurée soit par le feutrage des fibres et leurs propriétés adhésives intrinsèques, soit par un adhésif synthétique qui est ajouté aux fibres¹²⁷.

pH : abréviation de potentiel d'hydrogène, le pH donne la concentration en ions hydrogène d'une solution aqueuse. Sur une échelle de 0 à 14, un pH de 7 indique la neutralité de la solution. Les valeurs inférieures à ce seuil de neutralité indiquent que la solution est acide. Cette acidité est d'autant plus forte si la valeur est éloignée du seuil de neutralité (pH 7). Les valeurs supérieures à un pH de 7 indiquent que la solution est alcaline¹²⁸.

Pli : déformation d'une matière souple rabattue sur elle-même¹²⁹.

Polluant : en conservation, substance présente dans l'environnement (dans l'eau et l'air, en particulier) et susceptible d'avoir des effets nocifs sur les œuvres ou les objets. Les plus courants des polluants gazeux présents dans l'air sont le dioxyde d'azote et les composés sulfurés. D'autres polluants gazeux peuvent émaner de matériaux tels que le bois, les plastiques, les peintures et les solvants¹³⁰.

Pulvérulence : état d'un matériau qui se réduit facilement en poudre¹³¹.

Poussiéreux : accumulation de particules fines et légères, en suspension dans l'air, qui se déposent à la surface d'un objet¹³².

Solvant : liquide capable de dissoudre une substance sans la modifier. Dans le domaine de la conservation, les solvants sont des liquides volatils (eau, acétone, white spirit, alcools, etc.) qui permettent de retirer un corps d'une surface (nettoyage, dévernissage) ou de mieux faire pénétrer un produit épais, voire solide, au sein d'un autre (imprégnation, consolidation) ou de dissoudre une résine¹³³.

Trou : ouverture pratiquée dans un matériau¹³⁴.

Tache : altération, dépôt accidentel d'une matière étrangère à la surface, laissant une marque d'une couleur différente de celle de l'original¹³⁵.

¹²⁷ ISO, 2016 [En ligne].

¹²⁸ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹²⁹ Gouvernement du Québec, 2014 [En ligne].

¹³⁰ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹³¹ Gouvernement du Québec, 2014 [En ligne].

¹³² *Ibidem*.

¹³³ Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne].

¹³⁴ Gouvernement du Québec, 2014 [En ligne].

¹³⁵ *Ibidem*.

18. Références bibliographiques

American Institute for Conservation (AIC), 2021 [En ligne] : *BPG Surface Cleaning* [En ligne].

American Institute for Conservation (AIC), 2021 [consulté le 5 mai 2022]. https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Surface_Cleaning

Appelbaum, 2007 : Appelbaum, Barbara. *Conservation Treatment Methodology*. Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2007.

Beatty et Beatty, 1963 : Beatty, G. H. et Beatty, A. F. *Efficiency in caring for large Odonata collections. Proceedings of the North Central Branch*. Entomological Society of America, 1963.

Beiner et Ogilvie, 2005 : Beiner, Gali et Ogilvie, Tica M.A. « Thermal methods of pest eradication: Their effect on museum objects ». *The Conservator*, Vol. 29, 2005.

Bertholon, 2012 : Bertholon, Régis. « Documentation des valeurs culturelles : le rôle du conservateur — restaurateur ». In *Cahier Technique*, N° 19, ARAAFU, Paris, 2012.

Blades et al., 2017 : Blades, David et al. « An efficient storage system for adult odonatan specimens, with application for other museum collections ». *Collection Forum*. Society for the Preservation of Natural History Collections. Vol. 31, 2017.

Budongo Conservation Field Station, 2022 [En ligne] : *The Budongo Forest* [En ligne]. Budongo Conservation Field Station, 2022 [consulté le 18 mai 2022]. <http://www.budongo.org/explore/the-budongo-forest/>

Bwindi Impenetrable National Park, 2022 [En ligne] : Bwindi Impenetrable National Park [En ligne]. 2022 [consulté le 12 mai 2022]. <https://ugandawildlife.org/tours/bwindi/>

Carter et Walker, 1999 : Carter, D. et Walker, A. K. *Care and Conservation of Natural History Collections*. Butterworth Heinemann, Oxford, 1999.

Caspers et al., 2019 : Casper, Max et al. *Butterflies in bags: permanent storage of Lepidoptera in glassine envelopes* [En ligne]. Naturalis Biodiversity Center, 2019 [consulté le 10 mars 2022]. <http://zoobank.org/57F76D0B-B215-4673-84ED-8E8AB0C76922>

Crepeau et Thunberg, 2015 : Crepeau, M et Thunberg, J. *Care of Entomology Collections*. Federation of Museums and Art Galleries in Wales, 2015.

Dufour, 1985 : Dufour, Christophe et Haenni, Jean-Paul. *Musée d'histoire naturelle de Neuchâtel*. Editions Gilles Attinger, Hauterive, 1985.

Duprez, 2009 : Duprez, Jean-Noël. « Mélanisme : formes et aberrations chez les lépidoptères ». *Le bulletin d'Arthropoda* n° 39, 2009, Belgique.

Encyclopedia Britannica, 2022 [En ligne]: «condensation» [En ligne]. In *Encyclopedia Britannica*, 2022 [consulté le 11 juillet 2022]. <https://www.britannica.com/science/condensation-phase-change>

Frick et Greeff, 2021 [En ligne]: Frick, Holger et Greeff, Michael. *Handbook on natural history collections management – A collaborative Swiss perspective* [En ligne]. Swiss Academies Communications 16, 2021 [consulté le 30 novembre 2022]. https://api.swiss-academies.ch/site/assets/files/22287/handbook_collections.pdf

Gire, 2001 : Gire, Loïc. *Guide des baies toxiques des jardins et des campagnes*. Delachaux et Niestlé. Paris, 2001.

Global Biodiversity Information Facility, 2021 [En ligne]: *Lepidoptera*. GBIF Backbone Taxonomy. Global Biodiversity Information Facility, 2021 [consulté le 10 mai 2022]. <https://www.gbif.org/species/797>

Gouvernement du Québec, 2014a [En ligne] : *Glossaire visuel des altérations sur les œuvres d'art et les objets de musées* [En ligne]. Gouvernement du Québec, 2014 [consulté le 5 juillet 2022]. <https://www.ccq.gouv.qc.ca/index-id%3d90.html>

Gouvernement du Québec, 2014b [En ligne] : *Lexique* [En ligne]. Préserve Art, gouvernement du Québec, 2014. [consulté le 5 juillet 2022]. <https://preservart.ccq.gouv.qc.ca/LexiqueFiche.aspx?ID=355>

Gouvernement du Québec, 2018 [En ligne] : *Lexique* [En ligne]. Gouvernement du Québec, 2018. [consulté le 5 juillet 2022]. <https://www.ccq.gouv.qc.ca/index-id%3d90.html>

Guild, 2018 [En ligne] : Guild, Sherry. *Le soin des objets de papier* [En ligne]. Institut canadien de conservation, 2018. [consulté le 20 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/conservation-preventive/lignes-directrices-collections/objets-papiers.html>

Hackney, 2016: Hackney, Stephen. « Colour measurement of acid-detector strips for the quantification of volatile organic acids in storage conditions ». *Studies in Conservation*, Vol. 61, London, 2016.

Hamilton, 1853 : Hamilton, Edward. *The flora homoeopathica; Or Illustrations and descriptions of the medicinal plants used as homoeopathic remedies*. London, 1853.

Hofer et Rauber-Lüthy, 2016 [En ligne] : Hofer, Katharina et Rauber-Lüthy, Christine. *Les baies du laurier-cerise sont-elles toxiques ?* [En ligne]. Tox Info Suisse, 2016 [consulté le 10 juin 2022]. <https://www.toxinfo.ch/les-baies-du-laurier-cerise-sont-elles-toxiques>

Institut canadien de conservation, 2018 [En ligne] : *Soins de base — Documents papier et coupures de journaux* [En ligne]. Institut canadien de conservation, 2018 [consulté le 15 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/soin-objets/papier-livres/soins-base-documents-coupures-journaux.html>

Institut canadien de conservation, 2019 [En ligne] : *La mise en réserve des œuvres sur papier* [En ligne]. Notes de l'Institut canadien de conservation 11/2, Ottawa, 2019. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/notes-institut-canadien-conservation/mise-reserve-oeuvres-papier.html>

ISO, 2016 [En ligne] : *Panneaux à base de bois — Panneaux de fibres, panneaux de particules et panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) — Vocabulaire*, ISO, 2016 [consulté le 11 juillet 2022]. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17064:ed-2:v1:fr>

Kenya Forest Service, 2021 [En ligne] : Kenya Forest Service [En ligne]. 2021 [consulté le 12 mai 2022]. <http://www.kenyaforestservice.org/index.php/2021/12/29/gede-sokoke-and-jilore-forest-stations-cfa-elections/>

Michalski, 2021 [En ligne] : Stefan Michalski. *Agent de détérioration : Humidité relative inadéquate* [En ligne]. Institut canadien de conservation. 2021 [consulté le 30 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/humidite.html>

Muséum d'histoire naturelle, 2022a [En ligne] : *Historie* [En ligne]. Muséum d'histoire naturelle, 2022 [consulté le 15 juin 2022]. <https://www.museum-neuchatel.ch/histoire/>

Muséum d'histoire naturelle, 2022b [En ligne] : *Collections* [En ligne]. Muséum d'histoire naturelle, 2022 [consulté le 18 juin 2022]. <https://www.museum-neuchatel.ch/collections/>

National significance of natural history collections in Switzerland, 2019 [En ligne] : *National significance of natural history collections in Switzerland* [En ligne]. Swiss Academies of Arts and Sciences (SCNAT), Vol. 14, No 2, 2019 [consulté le 30 mai 2022]. https://archive-ouverte.unige.ch/files/downloads/0/0/1/1/3/0/8/8/unige_113088_attachment01.pdf

New Zealand Plant Conservation Network, 2022 [En ligne] : *Prunus laurocerasus* [En ligne]. New Zealand Plant Conservation Network, 2022 [consulté le 10 juillet 2022]. <https://www.nzpcn.org.nz/flora/species/prunus-laurocerasus/>

Rapport du Conseil communal, 2020 : *Rapport du Conseil communal au Conseil général concernant une demande de crédit pour la création d'un Pôle muséal de conservation à Tivoli Nord*. Neuchâtel, 2020.

Semuliki National Park, 2022 [En ligne] : *Semuliki National Park* [En ligne]. 2022 [consulté le 12 mai 2022]. <https://ugandawildlife.org/tours/semuliki/>

Strang, 1997 : Strang, Thomas J. K. *Lutte contre les insectes par exposition au froid*. Notes de l'Institut canadien de conservation 3/3, Ottawa, 1997.

Suva, 2022 [En ligne] : *Rayonnement visible* [En ligne]. Suva, 2022 [consulté le 10 juillet 2022]. <https://www.suva.ch/fr-CH/materiel/fiche-thematique/rayonnement-visible#>

Tétreault, 2021a [En ligne] : Tétreault, Jean. *Agent de détérioration : Polluants* [En ligne]. Institut canadien de conservation, 2021 [consulté le 30 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/polluants.html>

Tétreault, 2021b [En ligne] : Tétreault, Jean. *Lutte contre les polluants dans les musées et les archives* [En ligne]. Institut canadien de conservation. Bulletin technique 37, 2021 [consulté le 30 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/bulletins-techniques/polluants-musees-archives.html>

Tétreault, 2021c [En ligne] : Tétreault, Jean. *Produits utilisés en conservation préventive* [En ligne]. Institut canadien de conservation. Bulletin technique 32, 2021 [consulté le 30 mai 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/publications-conservation-preservation/bulletins-techniques/produits-utilises-conservation-preventive.html>

Thickett et Lee, 2004 : Thickett, D et Lee, L. R. *Selection of Materials for the Storage or Display of Museum Objects*. Occasional Paper No. 111, British Museum Press, London, 2004.

Triplehorn et Johnson, 2005 : Triplehorn, Charles et Johnson, Norman. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thomson Brooks, 2005.

Tse, 2007 : Tse, Season. *Lignes directrices pour la mesure du pH en conservation*. Institut canadien de conservation, Ottawa, 2007.

Parchas, 2019 : Parchas, Marie-Dominique. *Manuel. Lutte contre les insectes responsables de la dégradation des collections d'archives*. Service interministériel des Archives de France (SIAF), 2019.

Pelloté, 2019 : Pelloté, Fabrice et al. *Principales espèces exotiques envahissantes en Bretagne : écologie, histoire, impacts*. Observatoire de l'environnement en Bretagne, 2019.

Renaissance West Midlands, 2020 [En ligne] : *What's Eating Your Collection?* [En ligne]. Renaissance West Midlands, 2020 [consulté le 30 mai 2022]. <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify>

Vergès-Belmin (éd.), 2008 : Vergès-Belmin, V (éd.). *Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre*. ICOMOS, France, 2008.

Waller, Robert et Cato, Paisley, 2019 [En ligne] : *Agent de détérioration : Dissociation* [En ligne]. Institut canadien de conservation, 2019 [consulté le 11 juillet 2022]. <https://www.canada.ca/fr/institut-conservation/services/agents-deterioration/dissociation.html>

Walker et Crosby, 1988 : Walker, Annette et Crosby, Trevor. *The preparation and curation of insects*. Department of Scientific and Industrial Research, New Zealand, 1988.

19. Sources auxiliaires

Baur, 2022 [Entretien] : Baur, Hannes. Avis sur les différentes techniques de conditionnement des papillons. [Entretien]. Bern, 5 mai 2022.

Bijleveld, 2022 [Entretien] : Bijleveld, Maarten. Conversation sur les origines de la collection et l'histoire de M. von Schmieder. [Entretien]. Neuchâtel, 4 mai 2022.

Caspers et Guimaraes, 2022 [Entretien] : Caspers, Max et Guimaraes, Monica. Entretien sur l'expérience acquise avec l'utilisation du système des enveloppes translucides pour stocker les papillons de la collection de Naturalis Biodiversity Center. [Entretien]. Via Zoom, 30 mai 2022.

Chittaro, 2020 [Entretien] : Chittaro, Yannick. Démonstration de la méthode d'épinglage et d'étalage des papillons. [Entretien]. Neuchâtel, 16 mai 2022.

Jeannotat, 2022 [Courriel] : Jeannotat, Laure. Recommandations sur la conservation du papier. [Courriel] réception du courriel le 3 et 4 mai et 2 juin 2022.

20. Liste des figures

Figure 1 : Vue panoramique du Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel	12
Figure 2 : Lépidoptères de la collection von Schmieder emballés en papillotes.....	13
Figure 3 : Collection des lépidoptères de la collection von Schmieder	55
Figure 4 : Mode de pliage des papillotes pas 1	55
Figure 5 : Mode de pliage des papillotes pas 2	55
Figure 6 : Mode de pliage des papillotes pas 3	55
Figure 7 : Mode de pliage des papillotes pas 4	55
Figure 8 : Mode de pliage des papillotes pas 5	55
Figure 9 et 10 : Cadre entomologique sélectionné et exemple de papillons dans l'échantillonnage	15
Figure 11 : <i>Amauris niavius</i> . Vue dorsale	56
Figure 12 : <i>Charaxes acuminatus</i> . Vue dorsale. Male.....	56
Figure 13 : <i>Charaxes ameliae</i> . Vue dorsale. Male	57
Figure 14 : <i>Charaxes bipunctatus</i> . Vue dorsale. Male	57
Figure 15 : <i>Charaxes brutus</i> . Vue dorsale. Femelle.....	57
Figure 16. <i>Charaxes castor</i> . Vue dorsale. Femelle.....	57
Figure 17 : <i>Charaxes cithaeron</i> . Vue dorsale. Male.....	58
Figure 18 : <i>Charaxes Cynthia</i> . Vue dorsale	58
Figure 19 : <i>Charaxes druceanus</i> . Vue dorsale. Femelle	58
Figure 20 : <i>Charaxes opinatus</i> . Vue dorsale.....	58
Figure 21 : <i>Charaxes tiridates</i> . Vue dorsale	59
Figure 22. <i>Charaxes viola picta</i> . Vue dorsale	59
Figure 23 : <i>Charaxes xiphars</i> . Vue dorsale. Male	59
Figure 24 : <i>Cymothoe egesta</i> . Vue dorsale. Male	59
Figure 25 : <i>Cymothoe lurida</i> . Vue dorsale. Male.....	60
Figure 26 : <i>Danaus limniace</i> . Vue dorsale. Femelle ?.....	60
Figure 27 : <i>Euphaedra neophron</i> . Vue dorsale.....	60
Figure 28 : <i>Euxanthe eurinome</i> . Vue dorsale. Male	60
Figure 29 : <i>Graphium antheus</i> . Vue dorsale.....	61
Figure 30 : <i>Graphium gudenusi</i> . Vue dorsale. Male	61
Figure 31 : <i>Graphium philonoe</i> . Vue dorsale. Male	61
Figure 32 : <i>Graphium polistratus</i> . Vue dorsale. Femelle	61
Figure 33 : <i>Papilio charopus</i> . Vue dorsale.....	62
Figure 34 : <i>Papilio constantinus</i> . Vue dorsale. Femelle	62
Figure 35 : <i>Papilio demodocus</i> . Vue dorsale	62
Figure 36 : <i>Papilio hesperus</i> . Vue dorsale. Male	62

Figure 37 : <i>Papilio leucotaenia</i> Vue dorsale. Male.....	62
Figure 38 : <i>Papilio lormieri</i> . Vue dorsale. Male	63
Figure 39 : <i>Papilio mackinnoni</i> . Vue dorsale. Male.....	63
Figure 40 : <i>Papilio mechowii</i> . Vue dorsale	63
Figure 41 : Carte avec la localisation des forêts d'origine des papillons	15
Figure 42 : Réserve de la collection d'insectes du MHNN	65
Figure 43 : Réserve de la collection d'insectes du MHNN	65
Figure 44 : Stockage type compactus®	65
Figure 45 : Stockage de la collection von Schmieder dans des étagères en métal fixes.....	65
Figure 46 : Exemple de cadre entomologique en bois.....	17
Figure 47 : Boîtes entomologiques testées et résultats A-D Strips	66
Figure 48 : Exemples de types de papillotes trouvées dans la collection étudiée.....	19
Figure 49 : Exemple de test de pH d'une papillote	69
Figure 50 : Résultat de mesure avec un indicateur pH.....	69
Figure 51 : résultats des indicateurs pH	70
Figure 52 : Papillon en mauvais état de conservation	20
Figure 53 : <i>Attagenus pellio</i> adulte vue au microscope.....	80
Figure 54 : <i>Attagenus pellio</i> larva vue au microscope	80
Figure 55 : <i>Ptinus fur</i> adulte	80
Figure 56 : <i>Anthrenus verbasci</i> [?] reste de peau de la larve.....	80
Figure 57 : Détails des altérations	81
Figure 58 : Exemple des échantillons des papillons	83
Figure 59 : Mesure d'acidité d'un papillon avec un indicateur pH.....	83
Figure 60 : résultats des indicateurs pH	84
Figure 61 : Outils retenus pour le nettoyage.....	87
Figure 62 : Papillons Expérience de ramollir les papillons avec les feuilles du laurier-cerise.....	89
Figure 63 : Papillons dans un récipient hermétique avec des feuilles de laurier-cerise	89
Figure 64 : Feuilles du laurier-cerise	26
Figure 65 : <i>Prunus laurocerasus</i>	88
Figure 66 : Étapes pour préparer un papillon épinglé aux ailes étalés	90
Figure 67 : Méthode de sous pression du papier à sec	92
Figure 68 : Méthode pour humidifier indirectement les papillotes dans une chambre humide.....	92
Figure 69 : Papillotes après 48 heures sous presse à sec.....	92
Figure 70 : Papillotes humides après 24 heures sous presse	92
Figure 71 : Papillon dans l'enveloppe translucide	30
Figure 72 : Papillote dans sa pochette en polyester.....	39
Figure 73 : Prototype de la boîte interne découpée à la main.....	94

Figure 74 : Prototype de la boîte interne découpée à la main.....	94
Figure 75 : Découpeuse laser Trotec Speedy 400	94
Figure 76 : Détail de découpe fin avec la découpeuse laser	94
Figure 77 : Exemple de documentation photographique	36
Figure 78 : Reconditionnement final des papillons	39
Figure 79 : Conditionnement final interne des papillons.....	39
Figure 80 : Détail du conditionnement final interne des papillons	40

21. Liste des tableaux

Tableau 1 : Définitions des valeurs culturelles selon Barbara Appelbaum	56
Tableau 2 : Liste des espèces des papillons qui se trouvent dans la collection étudiée	56
Tableau 3 : Résultats de test pour mesurer la présence des acides volatils	66
Tableau 4 : Interprétation des A-D Strips selon le manuel d'emploi	68
Tableau 5 : Résultats du test pour mesurer le pH dans les papillotes.....	70
Tableau 6 : Modèle de la base de données pour réaliser la saisie des informations des papillons.....	78
Tableau 7 : Récapitulatif de l'état de conservation des papillons	79
Tableau 8 : Insectes observés dans la collection étudiée	80
Tableau 9 : Récapitulatif des altérations	81
Tableau 10 : Test pour mesurer le pH des papillons.....	84
Tableau 11 : Outils et techniques retenues pour le nettoyage à sec des papillotes.....	87
Tableau 12 : Caractéristiques du laurier-cerise (<i>Prunus laurocerasus</i>).....	88
Tableau 13 : Méthode de préparation des papillons	90
Tableau 14 : Caractéristiques des matériaux retenus pour la fabrication des conditionnements.....	93
Tableau 15 : Calcul des coûts du matériel nécessaire à la fabrication des conditionnements	97
Tableau 16 : Calcul de temps nécessaire à la fabrication des conditionnements.....	97
Tableau 17 : Liste de produits pour la fabrication du conditionnement.....	98
Tableau 18 : Liste des fournisseurs	99
Tableau 19 : Calcul de coûts des matériaux et du temps nécessaire	35

22. Liste de schémas

Schéma 1 : Anatomie du papillon et des écailles vues au microscope.	16
Schéma 2 : Schéma du développement des lépidoptères.....	64
Schéma 3 : Cycle de vie des lépidoptères.....	64
Schéma 4 : Principales altérations observées des papillons.....	21
Schéma 5 : Principales altérations observées dans des papillotes	21
Schéma 6 : Proposition de conditionnement avec la boîte externe.....	31
Schéma 7 : Prototype de conditionnement interne.....	33

Schéma 8 : Schéma de la carte avec l'étiquette du papillon 34

Schéma 9 : Schéma du conditionnement avec la mousse en polyéthylène 34

23. Liste de graphiques

Graphique 1 : Comparaison des zones de pH obtenues à partir des tests de pH des papillons et des papillotes..... 24

24. Liste de plans

Plan 1 : Plan de découpe pour le conditionnement interne à réaliser avec une découpeuse laser 95

Plan 2 : Plan du conditionnement interne..... 96

25. Liste des fiches techniques

Fiche 1 : Fiche toxicologique du Cyanure d'hydrogène 126

Fiche 2 : Fiche technique Acril 33..... 129

Fiche 3 : Fiche technique carton cannelé 130

Fiche 4 : Fiche technique enveloppes en papier translucide 131

Fiche 5 : Fiche technique pochettes polyester SECOL P1 131

Fiche 6 : Fiche technique papier autocollante à étiquette..... 133

26. Crédits photographiques

Toutes les figures ainsi que les plans et schémas sont crédités : © González Díaz, He-Arc, MHNN, 2022.

À l'exception des figures et schémas suivants :

Figure 1 : © Société Suisse de Systématique 2020.

Figure 11 : © Thacien Hahenimana, iNaturalist 2022.

Figure 15, 16, 19, 24, 26, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39 : © AUREUS butterflies & insects 2022.

Figure 12, 13, 14, 17, 18, 23, 28 : © Smithsonian National Museum of Natural History 2022.

Figure 20 : © NSG group 2022.

Figure 21, 35 : © Leeds Museums & Galleries 2022.

Figure 22, 27 : © Field Museum of Natural History (Zoology) Insect 2022.

Figure 25 : © Research Collection of Thierry Bouyer 2010.

Figure 29 : © Museum Zoologicum Bogoriense 2022.

Figure 30, 32 : © ABRI Collection 2022.

Figure 40 : © Museum für Naturkunde 2022.

Figure 41 : © The Africa Adventure Company 2022.

Figure 46 : © MaunaKea 2022.

Figure 65 : © Hamilton, Edward, Plate XXXIX 1853.

Schéma 1 : Écailles vues au microscope © Esprit papillon 2022.

Schéma 2 : © Amit Singh 2007.

Schéma 3 : © Observatoire Agricole de la Biodiversité 2022.

27. Annexes

27.1. Présentation de la collection étudiée



Figure 3 : Collection des lépidoptères de la collection von Schmieder



Figure 4 : Mode de pliage des papillotes pas 1



Figure 5 : Mode de pliage des papillotes pas 2



Figure 6 : Mode de pliage des papillotes pas 3



Figure 7 : Mode de pliage des papillotes pas 4



Figure 8 : Mode de pliage des papillotes pas 5



27.2. Valeurs attribuées





Tableau 1 : Définitions des valeurs culturelles selon Barbara Appelbaum





Définition des valeurs culturelles associées à la collection M. von Schmieder <i>Barbara Appelbaum, Conservation Treatment Methodology, 2007</i>	
Valeur culturelle	Définitions
De recherche	Attribuée lorsque l'objet peut délivrer des informations pour la recherche.
Historique	Attribuée lorsque l'objet a un lien authentique avec un événement historique ou une période donnée.
Esthétique	Attribuée lorsque l'objet est apprécié pour son apparence. L'esthétique fait référence à la beauté au sens large de l'attrait visuel.
Pédagogique	Attribuée lorsque l'objet peut transmettre visuellement des informations ou des idées.





27.3. Description de la collection étudiée





Tableau 2 : Liste des espèces des papillons qui se trouvent dans la collection étudiée





Espèces des papillons dans la collection étudiée		
Nom scientifique	Nombre d'individus	Image de référence
<i>Amauris niavius</i>	1	 <p>Figure 11 : <i>Amauris niavius</i>. Vue dorsale</p>
<i>Charaxes acuminatus</i>	2	 <p>Figure 12 : <i>Charaxes acuminatus</i>. Vue dorsale. Male</p>






<i>Charaxes ameliae</i>	4	 <p>Figure 13 : <i>Charaxes ameliae</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Charaxes bipunctatus</i>	1	 <p>Figure 14 : <i>Charaxes bipunctatus</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Charaxes brutus</i>	1	 <p>Figure 15 : <i>Charaxes brutus</i>. Vue dorsale. Femelle</p>
<i>Charaxes castor</i>	2	 <p>Figure 16. <i>Charaxes castor</i>. Vue dorsale. Femelle</p>




<i>Charaxes cithaeron</i>	2	 <p>Figure 17 : <i>Charaxes cithaeron</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Charaxes Cynthia</i>	4	 <p>Figure 18 : <i>Charaxes Cynthia</i>. Vue dorsale</p>
<i>Charaxes druceanus</i>	1	 <p>Figure 19 : <i>Charaxes druceanus</i>. Vue dorsale. Femelle</p>
<i>Charaxes opinatus</i>	2	 <p>Figure 20 : <i>Charaxes opinatus</i>. Vue dorsale</p>

<i>Charaxes tiridates</i>	8	 <p>Figure 21 : <i>Charaxes tiridates</i>. Vue dorsale</p>
<i>Charaxes viola picta</i>	1	 <p>Figure 22. <i>Charaxes viola picta</i>. Vue dorsale</p>
<i>Charaxes xiphares</i>	9	 <p>Figure 23 : <i>Charaxes xiphares</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Cymothoe egesta</i>	1	 <p>Figure 24 : <i>Cymothoe egesta</i>. Vue dorsale. Male</p>

<i>Cymothoe lurida</i>	3	 <p>Figure 25 : <i>Cymothoe lurida</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Danaus limniace?</i> / <i>Tirumala limniace</i>	1	 <p>Figure 26 : <i>Danaus limniace</i>. Vue dorsale. Femelle ?</p>
<i>Euphaedra neophron</i>	1	 <p>Figure 27 : <i>Euphaedra neophron</i>. Vue dorsale</p>
<i>Euxanthe eurinome</i>	1	 <p>Figure 28 : <i>Euxanthe eurinome</i>. Vue dorsale. Male</p>

<i>Graphium antheus</i>	1	 <p>Figure 29 : <i>Graphium antheus</i>. Vue dorsale</p>
<i>Graphium gudenusi</i>	82	 <p>Figure 30 : <i>Graphium gudenusi</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Graphium philonoe</i>	1	 <p>Figure 31 : <i>Graphium philonoe</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Graphium polistratus</i>	3	 <p>Figure 32 : <i>Graphium polistratus</i>. Vue dorsale. Femelle</p>

<i>Papilio charopus</i>	1	 <p>Figure 33 : <i>Papilio charopus</i>. Vue dorsale</p>
<i>Papilio constantinus</i>	1	 <p>Figure 34 : <i>Papilio constantinus</i>. Vue dorsale. Femelle</p>
<i>Papilio demodocus</i>	1	 <p>Figure 35 : <i>Papilio demodocus</i>. Vue dorsale</p>
<i>Papilio hesperus</i>	227	 <p>Figure 36 : <i>Papilio hesperus</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Papilio leucotaenia</i>	14	 <p>Figure 37 : <i>Papilio leucotaenia</i> Vue dorsale. Male</p>

<i>Papilio lormieri</i>	1	 <p>Figure 38 : <i>Papilio lormieri</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Papilio mackinnoni</i>	148	 <p>Figure 39 : <i>Papilio mackinnoni</i>. Vue dorsale. Male</p>
<i>Papilio mechowii</i>	3	 <p>Figure 40 : <i>Papilio mechowii</i>. Vue dorsale</p>

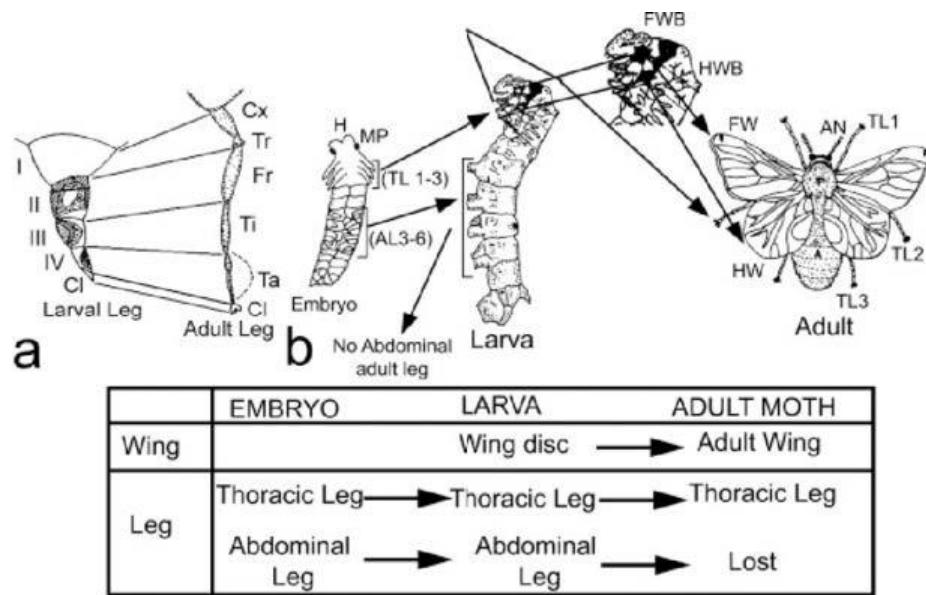


Schéma 2 : Schéma du développement des lépidoptères

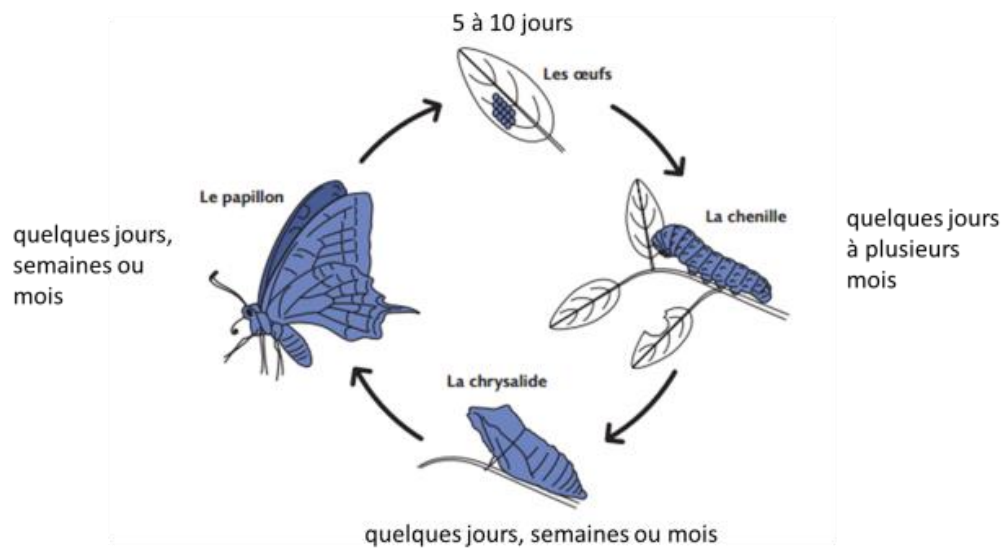


Schéma 3 : Cycle de vie des lépidoptères

27.4. Conditions actuelles de stockage



Figure 42 : Réserve de la collection d'insectes du MHNN



Figure 43 : Réserve de la collection d'insectes du MHNN



Figure 44 : Stockage type compactus®






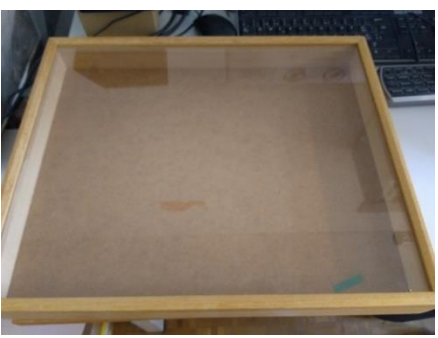






Figure 45 : Stockage de la collection von Schmieder dans des étagères en métal fixes

27.4.1. Test A-D Strips

Tableau 3 : Résultats de test pour mesurer la présence des acides volatils

Test des acides volatils				
Type de support	A-D Strips		Photos	
	Mesure	Diagnostic		
Boîte ancienne avec spécimens échantillon 1	1	Satisfaisant		
Boîte ancienne avec spécimens échantillon 2	1	Satisfaisant		
Boîte ancienne avec spécimens échantillon 3	1	Satisfaisant		
Boîte ancienne avec spécimens échantillon 4	1	Satisfaisant		

Boîte relativement récente avec spécimens	1	Satisfaisant		
Boîte relativement récente avec mousse	1.5	Point auto catalytique du processus d'altération		
Boîte relativement récente vide	1.5	Point auto catalytique du processus d'altération		
Boîte récente avec spécimens	1	Satisfaisant		
Boîte récente vide	1.5	Point auto catalytique du processus d'altération		



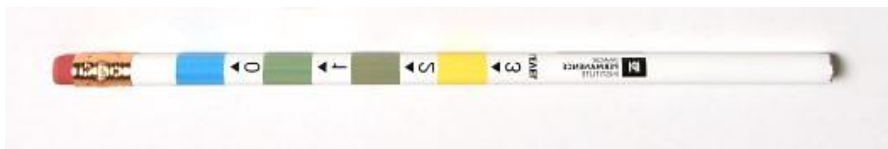
Boîte récente vide avec Mylar	1	Satisfaisant		
-------------------------------	---	--------------	---	--

Tableau 4 : Interprétation des A-D Strips selon le manuel d'emploi

Interprétation A-D Strips		
		
Niveau	État de conservation	Recommandations
0	Bon - Pas d'altération détectable	Stockage à basse température
1	Satisfaisant - Début d'altération	Stockage à basse température, contrôle périodique
1.5	Point autocatalytique du processus d'altération	Stockage à basse température
2	Mauvais - Altération rapide	Congélation, reproduction conseillée
3	État critique. Rétraction et déformation du support imminentes ; manipulation pouvant entraîner des altérations	Congélation et reproduction

27.4.2. Test pH

Déroulement

La méthode utilisée est celle proposée par l'Institut canadien de conservation¹³⁶, qui consiste à placer un film Mylar® sous le papier pour contenir l'humidité et protéger le papier, puis à tremper la bande d'indicateur de pH dans de l'eau déminéralisée pendant 3 secondes, à secouer doucement la bande pour éliminer l'excès d'eau et à la placer sur la zone de papier à mesurer. Une deuxième feuille Mylar® a été placée sur l'indicateur de pH et une pression uniforme a été appliquée avec le doigt pendant 2 minutes à la suite desquelles, la lecture du pH a été effectuée à l'aide de l'échelle de couleur de référence.

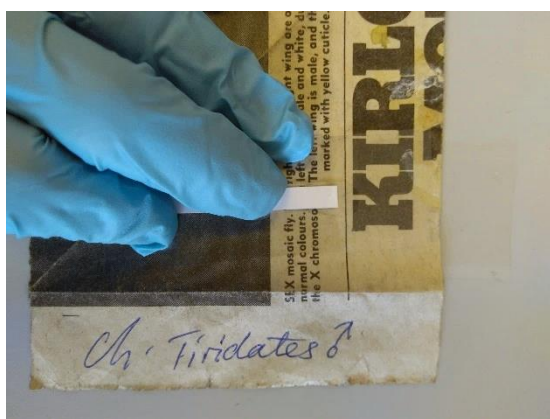


Figure 49 : Exemple de test de pH d'une papillote

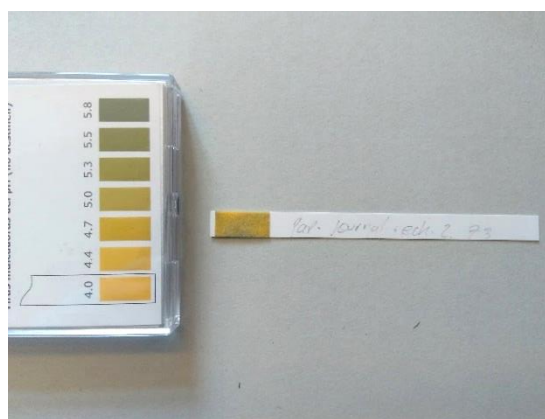


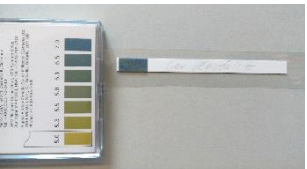
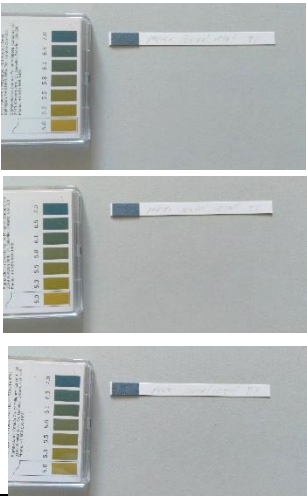
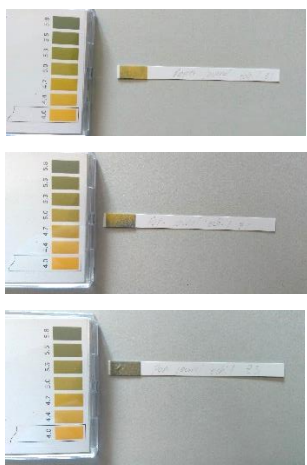
Figure 50 : Résultat de mesure avec un indicateur pH

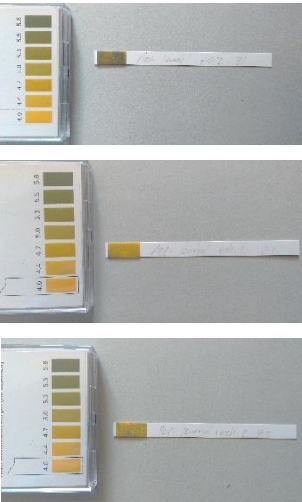
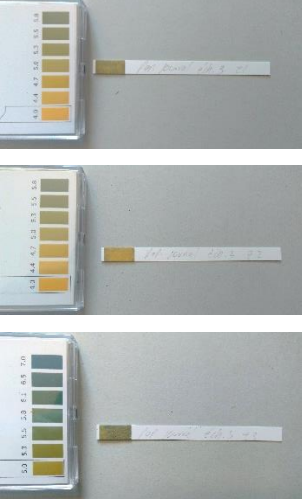
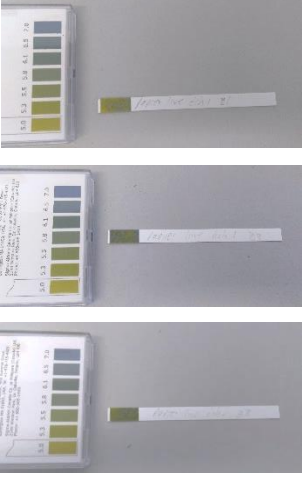
Résultats

Les résultats obtenus indiquent que le pH des papiers varie entre 4,7 et 7, avec une moyenne de 5,2, ce qui peut être considéré comme acide.

¹³⁶ Tse, 2007, p. 8.

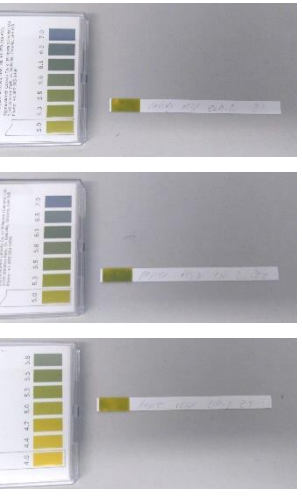
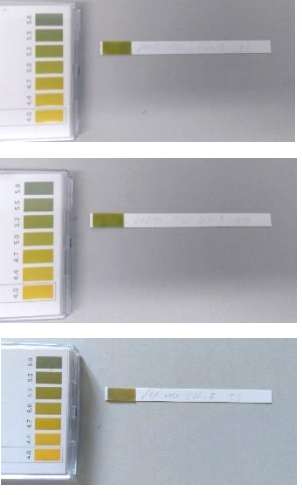
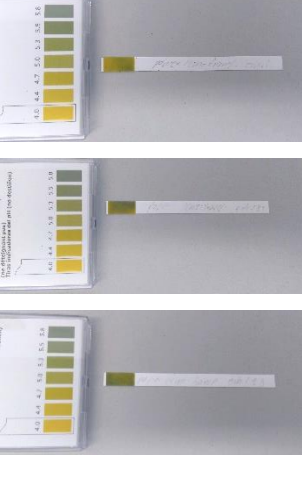
Tableau 5 : Résultats du test pour mesurer le pH dans les papillotes

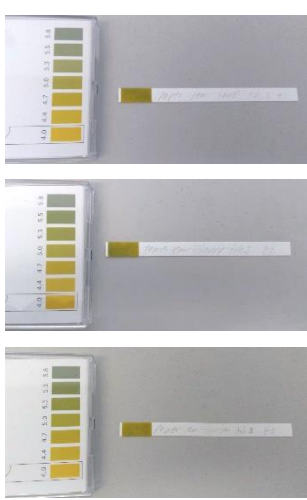
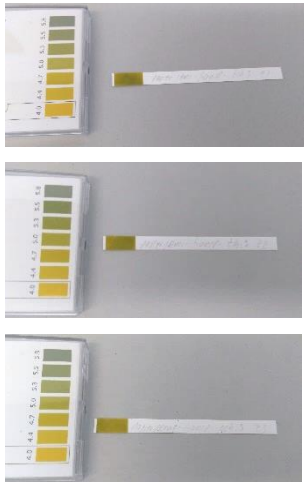
Type de papier	Résultats du papier indicateur pH			Photos <i>Figure 51 : résultats des indicateurs pH</i>
	Zone 1 Intérieur en contact avec le spécimen	Zone 2 Intérieur à une extrémité	Zone 3 Extérieur à une extrémité	
Eau déminéralisée	6.1	-	-	
Papier journal actuel échantillon test	7 (sans encre)	7 (avec encre noire)	7(avec encre couleur)	
Papier journal échantillon 1	4.7	5	5.8	

Papier journal échantillon 2	5.3 – 6.5	4.7	4.7	
Papier journal échantillon 3	5	4.7	5.5	
Papier de livre échantillon 1	5.3	5.3	5.8	

Papier de livre échantillon 2	5.3	5.3 – 6.1	5.3	
Papier de livre échantillon 3	5.3	5.3	5	
Papier de cahier échantillon 1	5.5	5.5	5.5	

Papier de cahier échantillon 2	5.3	5.5	5	
Papier de cahier échantillon 3	5 – 5.5	5.3 – 5.5	5	
Papier de reçu (vert-bleu) échantillon 1	6.5	6.5	6.1	

Papier de reçu (vert-bleu) échantillon 2	5.3	5.3	4.7 - 5	
Papier de reçu (vert-bleu) échantillon 3	5.3	5.3	5.3	
Papier semi-transparent échantillon 1	4.7 - 5	5.3	5	

Papier semi-transparent échantillon 2	4.7 - 5	5	4.7 - 5	
Papier semi-transparent échantillon 3	4.7 - 5	5	4.7	

27.5. Étude de la collection





27.5.1. Constat d'état général de conservation

Constat d'état général			
Date : 20.04.22	Responsable : Ingrid González		
Localisation :	Réserve insectes - MHNN		
Provenance :	Coll. Von Schmieder. Don M. Bijleveld		
Dénomination générale :	Papilio hesperus (lépidoptère)		
Dénomination scientifique :	<i>Papilio hesperus</i> Westwood, 1843		
Famille :	Papilionidae		
Date et lieu de récolte :	Gade fst, Coast Kenya, Damaus? / 14.03.1977 Kayonza forest, Uganda / 30.05.1977 Kayonza fst / 04.06.1977 (2) Kayonza fst / 06.06.1977 Kayonza fst, Uganda / 13.06.1977 (3) Kayonza forest, Uganda / 30.06.1977 Kayonza fst / 01.07.1977 (5) Kayonza forest, Uganda / 04.07.1977 (10) (-3) Kayonza forest, Uganda / 06.07.1977 (3) Kayonza fst / 07.07.1977 Kayonza fst / 09.07.1977 (7) (-1) Kayonza forest, Uganda / 13.07.1977 (3) (-1) Kayonza forest, Uganda / 14.07.1977 (4) (-1) Kayonza forest, Uganda / 15.07.1977 (4) Kayonza forest, Uganda / 16.07.1977 (3) Kayonza forest, Uganda / 18.07.1977 (4) (-1) Kayonza fst/ 20.07?.1977 (1) (-1) ...		
Dimensions (L x l x ep) (cm) : 7 x 6 x 0.7		Nombre des spécimens : 234	
Parerga : Papillotes en papier journal, papier cahier, papier livre, papier compte (vert-bleu) Dimensions (L x l x h) (cm) : 15 x 9.8 (à plat) / 10 x 10 (plié en triangle) Type d'information : Papier journal : photos (légendes), édition (nom journal), avertissements, fragment des articles, date, avis d'occasion (date et lieux), lieu (Nairobi), compétition. Papier cahier : carte, noms, texte Papier reçu (vert-bleu) : liste des papillons [?]			
Papier journal	Papier livre	Papier cahier (rayé)	Papier compte (vert-bleu)
État général : Moyen	État général : Moyen	État général : Moyen	État général : Moyen
Jaunissement	Jaunissement	Jaunissement	Jaunissement
Taches	Brunissement	Brunissement	Taches
Empoussiérée	Taches	Taches	Empoussiérée
Trous (insectes)	Empoussiérée	Empoussiérée	Plissement
Poudreux (insectes)		Encre rouge et bleue	Encre bleue
Plissement			

État général	
Excellent, pas de traitement nécessaire : 150	Traitement d'urgence nécessaire : Désinfestation
Bon : 31	
Moyen : 17	
Mauvais : 36	
En danger, instable : 37	
Maintenir sous contrôle, monitoring : 28	
Remarques : Mangé par les insectes	

Altérations physiques/ mécaniques	
État de la surface	
Bon :	181
Moyen :	17
Mauvais :	36
En danger, instable :	30

Encrassement/Encroûtement, dépôts, concrétions			
Aucun, propre : 161	Léger/Modéré : 22	Moyen : 15	Fort : 35
Dépôt poudreux : 72			

Altérations	Détail et localisation	Report schéma
Cassure	Au niveau des ailes, pattes, trompe, antenne	
Lacune	Au niveau du thorax, abdomen, tête, perte des pâtes et aile postérieure	
Trous	Au niveau du thorax et aile postérieure	
Perte d'écailles	Au niveau des ailes postérieures	

Altérations biologiques	
Insectes	Adultes, larves, exuvies : 37
Pulvéulence	Due à infestation : 37
Trous d'insectes	28

Localisation des altérations/ schéma

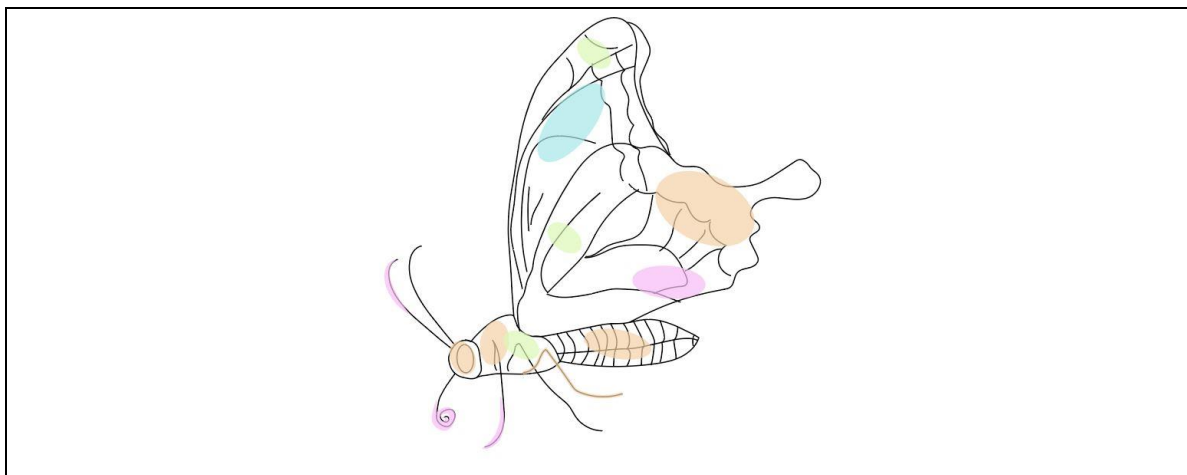






Tableau 6 : Modèle de la base de données pour réaliser la saisie des informations des papillons

genre	espece	Auteur, annee	pays	region	canton_prov	localite	station	altitude	jour	mois	annee	legs	coll. vieux	sex	nb_total	nb_fem	nb_males	remarques	conservation_restoration
Papilio	hesperus	Westwood, 1843		Coast Kenya		Gede fst [forest?]			14	3	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			30	5	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			4	6	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			4	6	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Ruhizha fst [forest?]			6	6	1977		Collection W. von Schmied		1			Double info. Kayonza forest / 04.07.1977	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			13	6	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			13	6	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			13	6	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			1	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			1	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			1	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			1	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Date pas claire	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			1	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Date pas claire	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Double date 14.05.1977	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Double date 06.06.1977	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			4	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Double date 04.06.1977	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			6	7	1977		Collection W. von Schmied		1			Date pas claire	Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			6	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			6	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			7	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza fst [forest?]			9	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			13	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			13	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			13	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			14	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			14	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			14	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			15	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			15	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di
Papilio	hesperus	Westwood, 1843	Uganda			Kayonza forest			15	7	1977		Collection W. von Schmied		1				Spécimen reconditionné di

Tableau 7 : Récapitulatif de l'état de conservation des papillons





Récapitulatif de l'état de la conservation des spécimens											
Denomination	Bon etat		Moyen etat		Mauvais etat		Nb_avec info	Nb_sans info	Nb_total	% total	
	Nb_avec date et lieu	Nb_sans date et lieu	Nb_avec date et lieu	Nb_sans date et lieu	Nb_avec date et lieu	Nb_sans date et lieu					
Papilio hesperus	56	118	4	13	10	26	70	157	227	43%	
Papilio mackinnoni	81	38	4	4	15	6	100	48	148	28%	
Graphium gudenusi	39	37	0	4	2	0	41	41	82	15%	
Charaxes xiphares	5	2	1	0	0	1	6	3	9	2%	
Charaxes castor	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0.4%	
Charaxes tiridates	5	2	0	0	0	1	5	3	8	2%	
Papilio leucotaenia	8	0	2	0	4	0	14	0	14	3%	
Graphium polistratus	3	0	0	0	0	0	3	0	3	1%	
Papilio lormieri	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.2%	
Papilio mechowi	1	2	0	0	0	0	1	2	3	1%	
Papilio charopus	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.2%	
Charaxes cynthia	2	1	0	1	0	0	2	2	4	1%	
Charaxes ameliae	1	3	0	0	0	0	1	3	4	1%	
Charaxes opinatus	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0.4%	
Charaxes cithaeron	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0.4%	
Charaxes druceanus	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Charaxes acuminatus	2	0	0	0	0	0	2	0	2	0.4%	
Charaxes brutus	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Charaxes bipunctatus	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Charaxes viola picta	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Graphium philonoe	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Graphium antheus	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Euxanthe eurinome	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.2%	
Euphaedra neophron	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Papilio rex	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.2%	
Cymothoe lurida	0	3	0	0	0	0	0	3	3	1%	
Cymothoe egesta	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Papilio constantinus	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Amauris niavius	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Danaus limniace?/ Tiru	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
Papilio demodocus	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
non identifié	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0.2%	
31 + 1 non identifié	219	211	12	23	31	34	262	268	530	100%	


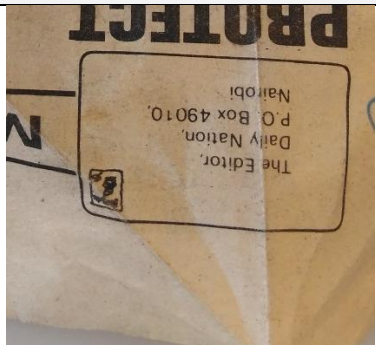
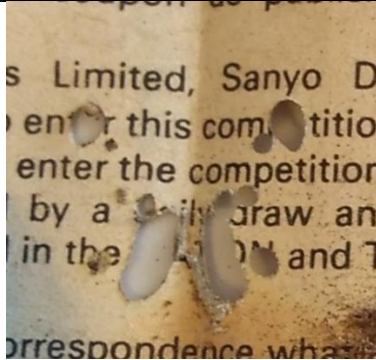

Tableau 8 : Insectes observés dans la collection étudiée

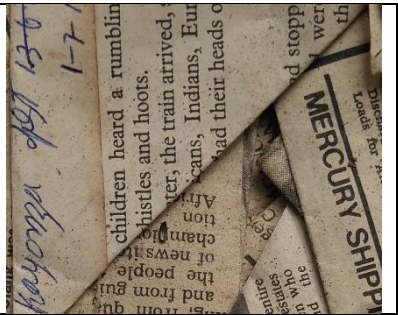
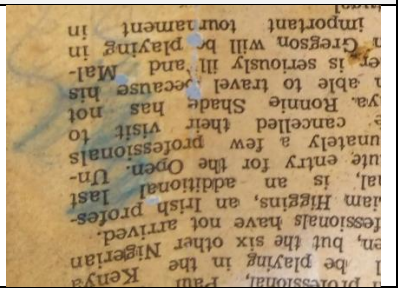
Insectes ravageurs observés		
Dénomination	Caractéristiques	Photos
<i>Attagenus pellio</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taille adulte : 4-8 mm Forme : ovale. Couleur : noir avec deux taches blanches sur les ailes. Antennes : longues massues. Les larves se nourrissent d'insectes morts, mais sont également des parasites de la laine, de la fourrure, des plumes et d'autres protéines animales. Ils sont plus fréquents dans les maisons historiques que dans les musées. 	 <p>Figure 53 : <i>Attagenus pellio</i> adulte vue au microscope</p>  <p>Figure 54 : <i>Attagenus pellio</i> larva vue au microscope</p>
<i>Ptinus fur</i>	<ul style="list-style-type: none"> La femelle adulte est plus foncée et plus arrondie que le mâle. Taille : 3-4 mm Forme : thorax rond, corps rond. En forme d'araignée. Couleur : Marron foncé avec des poils blancs Antennes : Longues, sans massue Les larves sont des charognards de : nourriture séchée, plantes séchées. On les trouve souvent sur : les nids d'oiseaux, les animaux et les insectes morts. 	 <p>Figure 55 : <i>Ptinus fur</i> adulte</p>
<i>Anthrenus verbasci</i> [?]	<ul style="list-style-type: none"> Taille adulte : 2-4mm Forme : arrondie Couleur : écailles panachées de blanc, noir et or. Antennes : petite massue serrée. Signes distinctifs : les écailles sont en forme de pétales. Les larves sont un parasite de la laine, de la fourrure, des plumes et d'autres protéines animales. 	 <p>Figure 56 : <i>Anthrenus verbasci</i> [?] reste de peau de la larve</p>

27.5.2. Types des altérations

Tableau 9 : Récapitulatif des altérations

Récapitulatif des altérations		
Altération	Description	Exemple visuel <i>Figure 57 : Détails des altérations</i>
Papillon		
Altérations structurelles		
Cassure	Plusieurs papillons ont des fragments cassés, principalement sur les ailes, les pattes, la trompe et les antennes. Ce sont les parties les plus fragiles des papillons. Ces ruptures peuvent être causées par des contraintes physiques ou par des manipulations humaines. Il existe un risque important de dissociation des éléments brisés.	
Trous	Les zones où se trouvent les trous sont principalement le thorax, l'abdomen, la tête, les pattes et les ailes. Ces trous sont causés par des larves des insectes nuisibles. Ces zones sont fragiles et instables.	
Lacune	Plusieurs papillons présentent des pertes importantes de matière dans les ailes, le thorax, l'abdomen, la tête et les pattes. Ces dommages sont causés par les larves d'insectes nuisibles. Dans certains cas, il y a perte totale du papillon.	
Pulvérisation	Nous avons trouvé des papillons dont une partie du corps était réduite en poudre. Principalement sur le thorax, l'abdomen, la tête et les ailes. Ces dégradations sont causées par les larves d'insectes ravageurs.	

Altérations de surface		
Perte des écailles	Les ailes et certaines parties du corps des papillons sont recouvertes d'écailles. Ces écailles ont tendance à se détacher facilement au contact, ce qui entraîne une perte de la coloration de la surface. Il est possible que la perte des écailles ait été causée par la friction entre les papillons ou par la manipulation humaine.	
Papillote		
Altérations structurelles		
Plis	Pour fabriquer les papillotes, il faut plier le papier en triangle. Avec le temps, ces déformations du papier deviennent plus sensibles aux déchirures.	
Trous	Les trous sont produits par les larves des insectes ravageurs. Ces dommages modifient l'apparence de la papillote. Les zones avec des trous risquent de se briser avec des forces fiasques supplémentaires.	
Altérations de surface		
Taches	Nous avons trouvé des taches sur la surface des papillotes. Il s'agit de marques de différentes couleurs d'une matière étrangère. Celles-ci peuvent être dues au contact avec les papillons ou à l'action humaine.	

Poussière	La majorité des papillotes présentent une accumulation de particules fines. Certaines d'entre elles proviennent de la poudre des papillons.	
Altérations chimiques		
Jaunissement	Le jaunissement des papillotes peut être dû au vieillissement des composants du papier. Il s'agit d'une altération qui représente un affaiblissement du matériau et modifie son apparence.	

27.5.3. Test pH

Déroulement

La méthode choisie était la micro-extraction qui est une méthode invasive en soi, mais qui permet de mesurer le pH de la matière de l'échantillon. La méthode consistait à ajouter une quantité proportionnelle d'eau déminéralisée à la poudre et de fragments de chaque échantillon. On l'a laissé reposer pendant 24 heures, puis on a mesuré le pH avec du papier pH MQuantr® d'une gamme étroite du 4 -7 pH.



Figure 58 : Exemple des échantillons des papillons



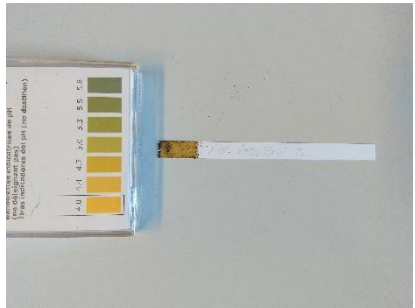








Figure 59 : Mesure d'acidité d'un papillon avec un indicateur pH


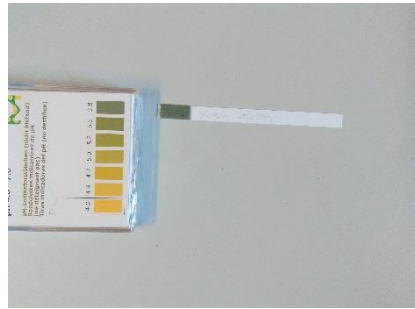

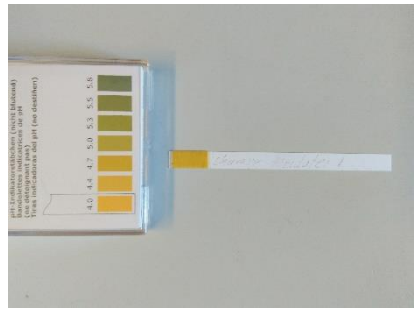
Résultats

Les résultats de l'étude ont montré un pH des spécimens compris entre 4,7 et 5,8 avec une moyenne de 5,2. Ce qui peut être considéré comme acide.

Tableau 10 : Test pour mesurer le pH des papillons




Test pH des papillons		
Type d'échantillon	Papier pH	Photos <i>Figure 60 : résultats des indicateurs pH</i>
Eau déminéralisée	6.1	
Poudre de spécimen papilo <i>hesperus 1</i>	4.7	
Poudre de spécimen papilo <i>hesperus 2</i>	4.7 - 5	
Poudre de spécimen papilo <i>hesperus 3</i>	4.7	

Poudre de spécimen papilio <i>mackinnoni</i> 1	4.7 - 5	
Poudre de spécimen papilio <i>mackinnoni</i> 2	5 – 5.3	
Poudre de spécimen papilio <i>mackinnoni</i> 3	5	
Poudre de spécimen papilio <i>leucotaenia</i> 1	4.7	
Poudre de spécimen papilio <i>leucotaenia</i> 2	4.7 - 5	

Poudre de spécimen papilio <i>leucotaenia</i> 3	4.7	
Poudre de spécimen graphium <i>gudenusi</i> 1	5.8	
Poudre de spécimen graphium <i>gudenusi</i> 2	5.8	
Poudre de spécimen charaxes <i>tiridates</i> 1	4.7	


27.6. Nettoyage de surface

Tableau 11 : Outils et techniques retenues pour le nettoyage à sec des papillotes

Nettoyage à sec du papier <i>Cowan, Janet et Guild, Sherry. Techniques de nettoyage à sec du papier, ICC, 2001</i>		
Outil	Technique	Photos <i>Figure 61 : Outils retenus pour le nettoyage</i>
Poire à souffler	Pour éliminer les saletés légères et non adhérentes, utilisez la poire à souffler en dirigeant de petites bouffées d'air directement sur les zones à nettoyer.	
Pinceau doux	Utiliser une brosse plate et large. Travailler sur une surface propre et lisse. Commencer par nettoyer le recto. Puis retourner l'objet, le déposer sur une surface ne contenant aucun résidu de poussière et traiter le verso. Maintenir l'objet en place pendant le nettoyage. Nettoyer toujours l'objet du centre vers les bords.	
Éponge en silicone souple	Une fois les saletés libres éliminées, on peut nettoyer la saleté superficielle, qui est plus difficile à enlever, à l'aide d'une éponge en silicone souple. L'éponge est délicatement passée sur la surface en effectuant un mouvement de tapotage doux. Il faut faire particulièrement attention aux bords et aux coins. Toujours travailler dans une seule direction et du centre vers les bords.	

27.7. Remise en forme

Tableau 12 : Caractéristiques du laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*)

<p><i>Prunus laurocerasus</i> Laurier-cerise Famille des <i>Rosaceae</i> <i>New Zealand Plant Conservation Network, 2022</i></p>	
<p>Généralités : Arbuste ou arbre à feuilles persistantes, larges et étalées, jusqu'à 10 m de haut.</p> <p>Feuilles : épaisses, cireuses, ovales allongés, avec un bord légèrement dentelé. 10 à 15 cm de long.</p> <p>Fleurs : Blanches, avec cinq pétales. 2-5 mm. Elles poussent en grappes de 20-30. La floraison a lieu d'août à septembre.</p> <p>Fruits : Ressemblent à des cerises noires, mais poussent en grappes comme des raisins. La fructification a lieu de novembre à janvier.</p> <p>Toxicité : Des hétérosides cyanogènes sont présents en grande quantité dans les feuilles et surtout dans la graine des fruits verts avant maturité. L'intoxication par l'acide cyanurique se traduit, dans le meilleur des cas, par l'angoisse, une gêne respiratoire (dyspnée), des céphalées, des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et des vertiges. Lorsque l'empoisonnement est sévère, on note une hypersalivation, une sensation de sécheresse de la gorge, une hypothermie, une faiblesse musculaire provoquant une ataxie, une cyanose de la peau, des contracteurs des mâchoires, un état de stupeur puis des convulsions avec perte de conscience (Guirre, 2001, p. 49).</p>	 <p>Figure 65 : <i>Prunus laurocerasus</i></p>

27.7.1. Expérience pour ramollir et préparer les lépidoptères

Déroulement

La méthode consiste à couper les feuilles en petits morceaux et à les placer dans un récipient hermétique. La couche de feuilles doit être de 2-3 cm. Le spécimen est placé en contact direct avec les feuilles et laissé dans le récipient fermé pendant 4 jours. Une fois le spécimen ramolli, la préparation est effectuée avec des épingles couramment utilisées pour étaler et fixer les papillons.



Figure 62 : Expérience de ramollir les papillons avec les feuilles du laurier-cerise





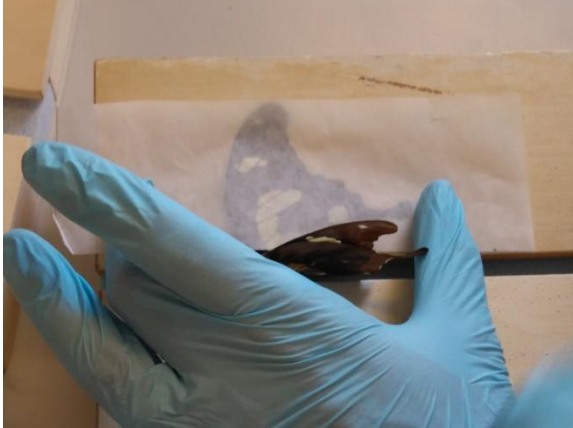




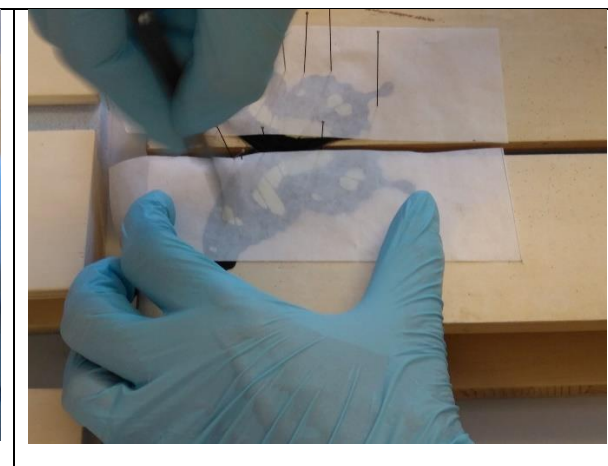
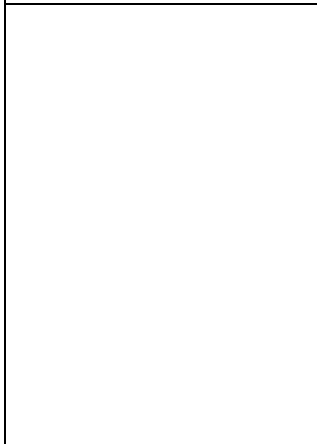
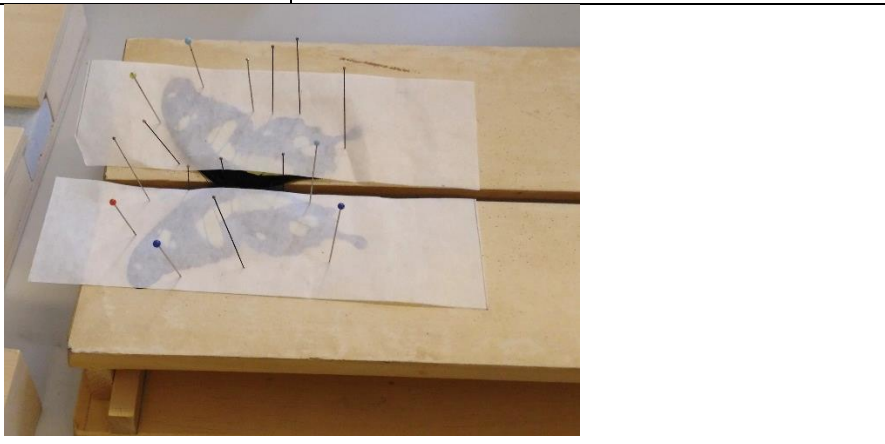
Figure 63 : Papillons dans un récipient hermétique avec des feuilles de laurier-cerise

Résultats

Les résultats obtenus avec cette technique ont été satisfaisants, aucune moisissure n'a été constatée et les spécimens étaient ramollis au bout de quatre jours. Les spécimens ne présentaient aucun dommage ni aucune tache due au contact avec les feuilles.

Tableau 13 : Méthode de préparation des papillons

<p>Processus de préparation des papillons <i>Avec la guide de M. Yannick Chittaro, entomologiste / Walker et Crosby, 1988</i> <i>Figure 66 : Étapes pour préparer un papillon épinglé aux ailes étalées</i></p>	
	
<p>1. Préparation du matériel nécessaire : un bloc d'épingleage, des forceps, des épingles, du papier soie</p>	<p>2. Retirez le spécimen du récipient et vérifiez qu'il est suffisamment ramolli.</p>
	
<p>3. Épinglez le papillon verticalement sur le corps par le thorax entre les bases des ailes antérieures. Montez le spécimen à environ 25 mm au-dessus de la pointe de l'épingle.</p>	<p>4. Placez le papillon sur la planche d'étalement, le corps au ras de la surface.</p>
	
<p>5. Les ailes du spécimen peuvent être maintenues en place par des bandes en papier soie.</p>	<p>6. Commencez par l'aile avant d'un côté. L'aile est saisie avec un forceps souple et positionné doucement suffisamment loin vers l'avant pour que le bas de l'aile soit en angle droit avec le thorax.</p>

	
<p>7. L'aile arrière doit ensuite être écartée de manière à ce que la base de l'aile soit ouverte. Il y a un léger chevauchement entre les ailes antérieures et postérieures. Fixez la position des ailes avec des épingles autour des alliés.</p>	<p>8. Répétez le même processus pour l'autre cote. Veillez à ce que les extrémités des ailes soient couvertes, car elles ont tendance à se recourber lors du séchage.</p>
	
<p>9. Laisser sécher pendant une nuit à 30°C, ou pendant 2 semaines à température ambiante. Assurez-vous que les données de collecte sont conservées avec le spécimen.</p>	

27.7.2. Expériences pour remis à plat les papillotes

Déroulement

La méthode à sec a consisté à placer les papillotes entre deux cartons non acides et, avec du papier de soie comme séparateur, des poids ont été placés dessus et laissés pendant 48 heures. Pour la méthode humide, on a tenu compte du fait que le papier journal est généralement de mauvaise qualité, très acide et donc très sensible à l'eau. Donc, il est préférable de les humidifier indirectement. Le journal a été placé dans une chambre humide jusqu'à ce que l'humidité relative atteigne 50-70% pendant 48 heures, puis le papier a été placé entre deux couches de papier absorbant, une planche en bois et un poids ont été placés dessus pour exercer une pression pendant 24 heures.

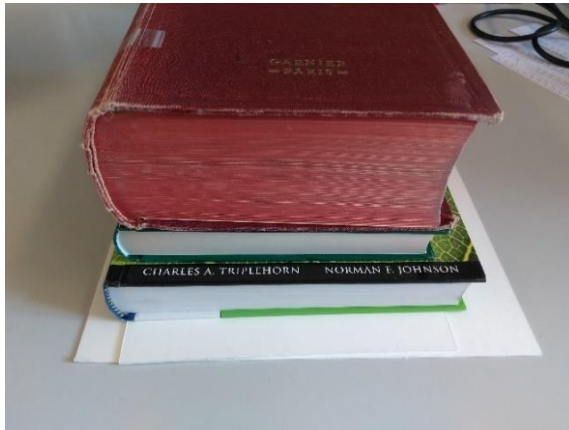


Figure 67 : Méthode de sous pression du papier à sec

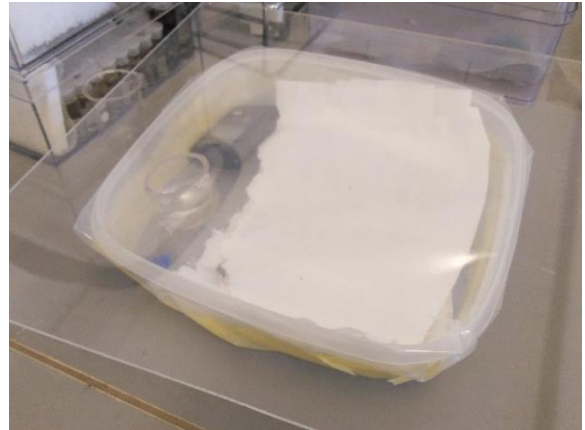


Figure 68 : Méthode pour humidifier indirectement les papillotes dans une chambre humide

Résultats

La méthode à sec a permis une amélioration, mais les plis n'ont pas été complètement aplatis, le papier est resté irrégulier et bombé. Quant à la méthode humide, le résultat a été favorable, le papier a été aplati, sans dommage visible.

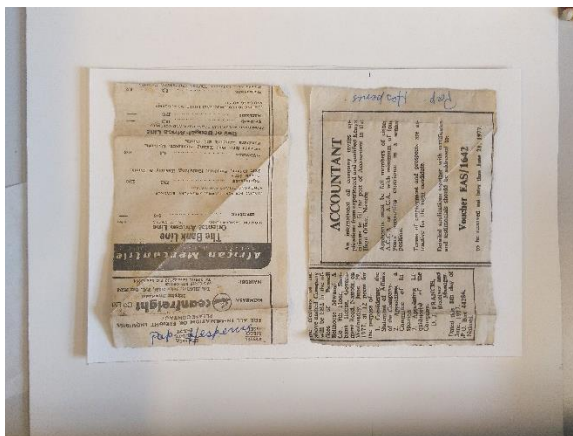


Figure 69 : Papillotes après 48 heures sous presse à sec



Figure 70 : Papillotes humides après 24 heures sous presse

27.8. Réalisation du conditionnement

27.8.1. Choix des matériaux

Tableau 14 : Caractéristiques des matériaux retenus pour la fabrication des conditionnements

Matériaux retenus pour la fabrication des conditionnements		
Matériel	Caractéristiques	Fournisseur
Carton cannelé de conservation de 1,8 mm	Sans acide, renforcé d'une couche de carton d'archivage de 130 g/m2 avec réserve alcaline.	Klug-conservation
Enveloppes en papier d'archivage translucide	Ils sont exempts de soufre, d'acides, de lignine et de plastifiants. Ce type de papier a l'avantage de ne pas accumuler de charge statique qui pourrait endommager les spécimens.	Klug-conservation
Pochettes en polyester Secol P1 ©	Sans acide. Pour conserver les emballages originaux en papier. De manière à les protéger et à leur donner la visibilité nécessaire, sans qu'il soit nécessaire de retirer le papier pour les consulter.	Oekopack
Carton de conservation	Sans acide, 100 % cellulose, grammage de 410 g/m2, 80 x 120 cm et ép. de 0,6 mm. Ce type de carton est suffisamment épais et dense pour assurer le soutien et la protection du spécimen dans l'enveloppe en papier translucide.	Gerstaecker
Acril 33®	Cette colle est une résine 100 % acrylique, a une bonne stabilité chimique, peut être congelée, a un pH stable et a un grand pouvoir de collage.	C.T.S.®
Boîte entomologique en bois	Essence d'aulne clair de 55 x 43 x 13.8 cm. Vitre de 2 mm d'épaisseur, inséré dans un mastic élastique. Sol de la boîte avec un panneau de fibres dur enduit et agrafé.	Tischlerei Dieter Schunke
Mousse en polyéthylène réticulé à cellules fermées avec surface lisse	Isolant thermique, chimiquement stable et imperméable. Protection contre les chocs.	Angst + Pfister
Étiquetés en papier	Papier recyclé 100 % sans chlore. Un test de pH a montré que leur surface a un niveau d'acidité de 7. L'utilisation de papier autocollant Klug est aussi prévue.	Avery Zweckform / Klug-conservation

27.8.2 Méthode de fabrication



Figure 73 : Prototype de la boîte interne découpée a la main



Figure 74 : Prototype de la boîte interne découpée a la main

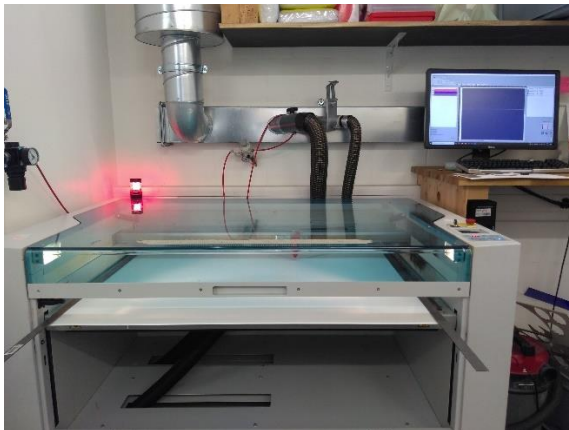


Figure 75 : Découpeuse laser Trotec Speedy 400

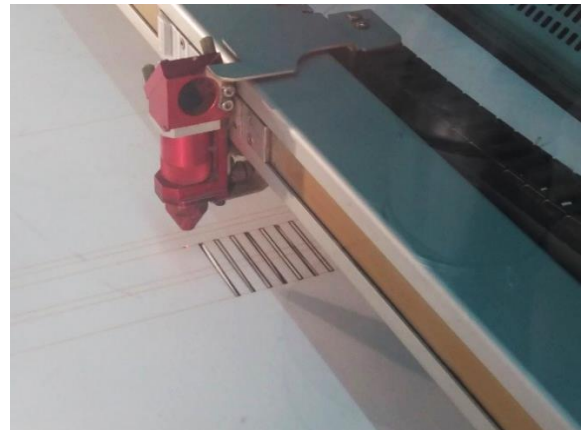


Figure 76 : Détail de découpe fin avec la découpeuse laser

Plan 1 : Plan de découpe pour le conditionnement interne à réaliser avec une découpeuse laser

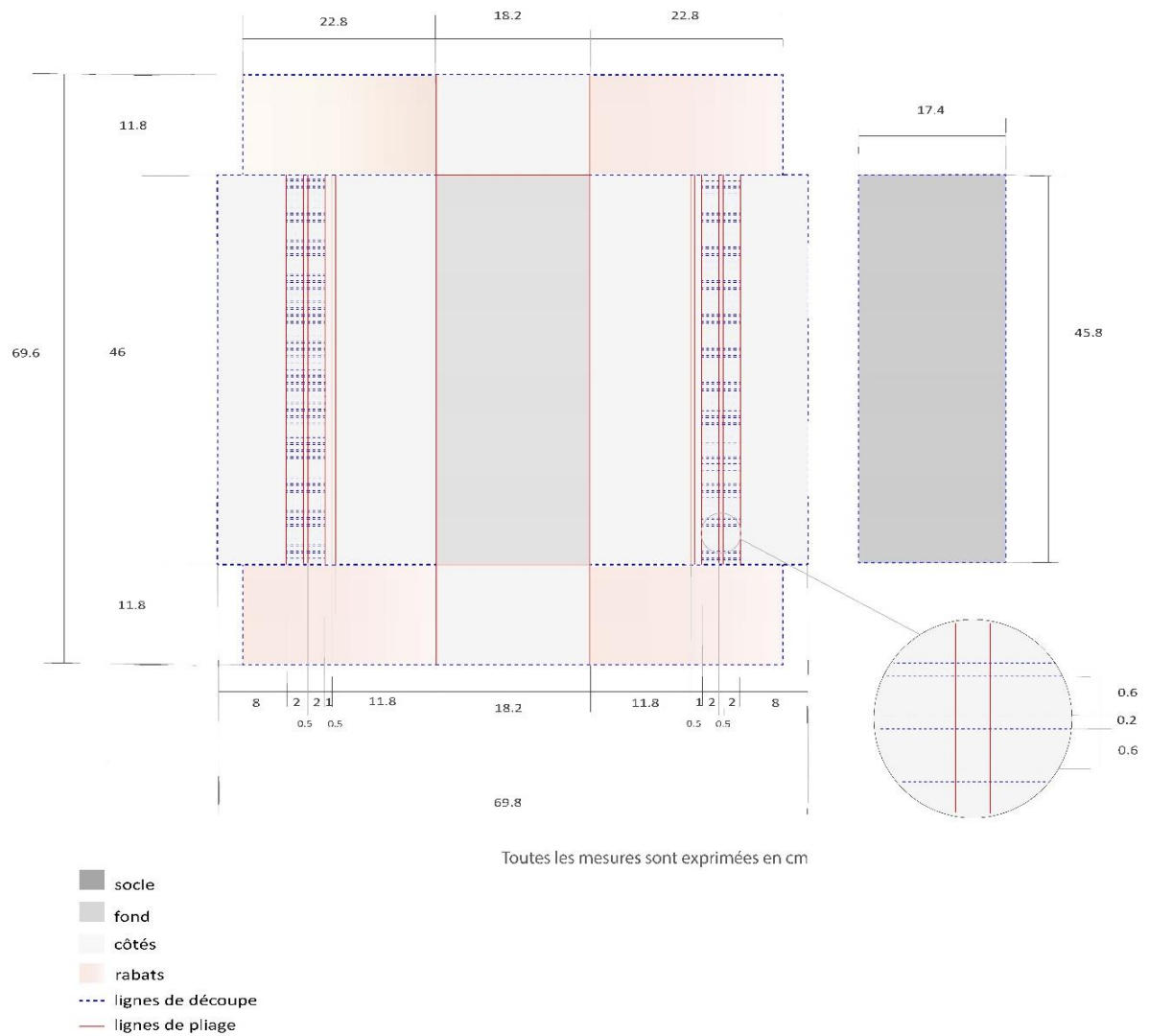
Plan de découpe à réaliser dans une découpeuse laser



- Lignes de pliage
- Lignes de découpe fine
- Lignes pour la découpe du contour extérieur

Plan 2 : Plan du conditionnement interne

Plan de la boîte du conditionnement interne



27.8.3. Budget provisionnel

Tableau 15 : Calcul des coûts du matériel nécessaire à la fabrication des conditionnements

Calcul de coûts des matériaux en CHF		
Conditionnement	Par papillon	Par conditionnement de 114 papillons
Boîte de conditionnement interne	0.26	29.64
Cartes	0.33	37.62
Enveloppes translucides	0.16	18.24
Étiquettes	0.02	2.20
Pochettes Secol®	0.95	108.3
Boîte entomologique	0.22	25.20
Découpe laser au FabLab	0.07	8
Total	2 CHF	229 CHF

Tableau 16 : Calcul de temps nécessaire à la fabrication des conditionnements

Calcul de temps de fabrication			
Tache	Par papillon	Par conditionnement de 57 papillons	Par conditionnement de 114 papillons
Fabrication de la boîte de conditionnement interne	1 min 35 sec	77 min	153 min
Découpe des cartes	1 min 6 sec	91 min	182 min
Mise en nouveau conditionnement (nettoyage des papillotes, coupe et collage des étiquettes et documentation photographique)	6 min	342 min	684 min
Total	9 min	8h 30min	17 heures

Tableau 17 : Liste de produits pour la fabrication du conditionnement

Article	Caractéristiques	Référence	Fournisseur	Prix / pce. (CHF)
Cartons cannelés	Grammage 730 g/m ² , épaisseur 1,8 mm, 100 x 172 cm	021148	Klug conservation	14.70
Pochettes en U – en papier translucide	Épaisseur 0,7mm, 12 x 16,5 cm	1214	Klug conservation	0.16
Papier étiquettes	A4, 105g/m ² , 500 feuilles	00991054	Klug conservation	115.53
Papier étiquettes Avery	A4, 100 feuilles Model.3478	58620	Brack.ch	39.00
Ssouffleur Blasebalg	15 cm x 5.2 cm	242288	Brack.ch	16.45
Pochettes en polyester Secol P1.	115 mm x 155 mm (A6)	P1A6Y75	Oekopack Conservus AG	0.95
Carton de conservation Canson	Grammage 410 g/m ² , épaisseur 0,6 mm, 80 x 120 cm	08-14322	Gerstaecker Suisse SA	15.90
Acril 33®	Résine acrylique 100% pure en dispersion aqueuse. 1kg	01143901	CTS France	10.90
Boîte entomologique en bois	Essence d'aulne clair de 55 x 43 x 13.8 cm.	–	Tischlerei Dieter Schunke	25.20
Mousse en polyéthylène réticulé à cellules fermées	10 mm	8000067331	Angst + Pfister	43.70
Éponges en PU - sans latex, haute densité	127 x 76 x 25 mm. 40 mini éponges	2269300	Deffner & Johann GmbH	4.00
Brosse à éventail Tiziano	Taille 8	3831008	Deffner & Johann GmbH	4.40

Tableau 18 : Liste des fournisseurs

Fournisseur	Adresse et tél.	E-mail	Site web
Angst + Pfister	Thurgauerstrasse 66 CH-8052 Zürich +41 44 306 61 11	ch@angst-pfister.com	https://www.angst-pfister.com
<i>Brack.ch</i>	Av. des Baumettes 9 CH-1020 Renens +21 633 07 07	mail@brack.ch	https://www.brack.ch/
CTS France	26 passage Thiere 75011 Paris +43 55 60 44	ventes.france@ctseurope.com	https://www.ctseurope.com
Klug conservation	Zollstrasse 2 87509 Immenstadt Allemagne +49 (0)8323 9653 30	info@klug-conservation.fr	www.klug-conservation.fr
Gerstaecker Suisse SA	Engelbergstrasse 41 CH-4600 Olten +41 62 20 60 006	info@gerstaecker.ch	https://www.gerstaecker.ch
Oekopack Conservus AG	Industriestrasse 18 CH-3700 Spiez +41 33 655 90 55	infoecag.ch	https://www.oekopack.ch
Tischlerei Dieter Schunke	Teichgasse 158, 06542 Allstedt Allemagne +49 34652 612	dieter@schunke-tischlerei.de	https://shop.schunke-tischlerei.de
Deffner & Johann GmbH	Mühlackerstraße 13 DE-97520 Rödthlein Allemagne +49 (0) 9723 9350-0	shop@deffner-johann.de	https://deffner-johann.de

27.9. Protocoles

27.9.1. Instructions pour la fabrication du reconditionnement

Instructions pour la fabrication du reconditionnement des
lépidoptères de la collection von Schmieder

Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid

Juillet 2022

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

Table des matières

1. Introduction 2

2 Boîte interne..... 2

 2.1 Matériel et outils nécessaires 2

 2.2 Instructions de fabrication 2

3. Éléments d'emballage internes..... 4

 3.1 Matériaux et outils..... 4

 3.2 Instructions de fabrication 4

4. Plans 5

5. Fournisseurs 8

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

1. Introduction

La collection de lépidoptères von Schmieder est conservée dans de petits morceaux de papier pliés en triangle, appelés papillotes, et rangée dans des boîtes entomologiques. Afin d'améliorer leurs conditions de stockage, d'assurer leur conservation à long terme et d'améliorer sa visibilité et accessibilité, un nouveau conditionnement a été conçu. Les instructions pour sa fabrication sont données ci-dessous. Il est censé être réalisé sur une découpeuse laser. Ainsi, ce document est accompagné du plan en format .ai. Les étapes à suivre pour la mise en œuvre du système de reconditionnement se trouvent dans le *Protocole de reconditionnement*.

2. Boîte interne

2.1 Matériel et outils nécessaires

Matériel	Dimensions	Quantité
Carton cannelé 1,8 mm	100 x 172 cm	1
Ficelle en coton	90 cm	2
Mousse PE 3 cm	8 x 7 cm	5
Mousse PE 3 cm	11 x 7 cm	5
Colle Acril 33®	-	50 ml
USB	-	1

Liste des outils
Découpeuse laser Trotec Speedy 400
Cutter
Crayon à papier
Règle métallique
Spatule/ciseau/outil de pliage
Serre-joint

2.2 Instructions de fabrication

Étape 1. Découpage de la boîte interne

1. Découpez le carton cannelé à une taille de 100 x 72 cm. Mettez de côté un morceau de carton supplémentaire d'environ 12 x 20 cm pour faire des essais de découpage.
2. Coupez le papier gris qui dépasse des bords du carton.
3. Sauvegardez le fichier numérique du plan de la boîte sur une clé USB. <Plan boîte lepidopteres_MHNN_FabLab.ai>. Voir le plan pour la découpeuse laser (*Plan 1*).
4. Réservez la machine Trotec Speedy 400 sur le site du FabLab¹.
5. Préparer les paramètres de coupe avec la machine Speedy 400 de Trotec.

Couleur	Process	Puissance	Vitesse	PPI/Hz		Auto	Passage	Ass d'air	Z-Offset	Direction	Avancé
1	Sans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Découpe	15,00	3,00	1000	Hz		1	Marche	0,00	-	Par Défaut
3	Découpe	100,00	2,00	1000	Hz		1	Marche	0,00	-	Par Défaut
4	Découpe	100,00	2,00	1000	Hz		1	Marche	0,00	-	Par Défaut

¹ Une formation de base fournie par l'équipe du FabLab doit être suivie afin de pouvoir utiliser les machines.
<https://contact.fablab-neuch.ch/>

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

6. Placez l'échantillon de carton cannelé et mettez au focus le laser.
7. Faites des essais de coupe pour vous assurer que les paramètres sont corrects.
8. La machine peut couper le format maximum de 100 x 60 cm, ce qui signifie que le carton dépassera de la zone de coupe. C'est pourquoi vous devez laisser le compartiment inférieur de la zone de coupe ouvert et placer le **bloqueur d'alarme** de la machine.
9. Placez la planche légèrement au-dessus du bord de la zone de découpe et ajoutez **deux plaques métalliques** sur les côtés pour faire du poids et empêcher le pompage de la planche.

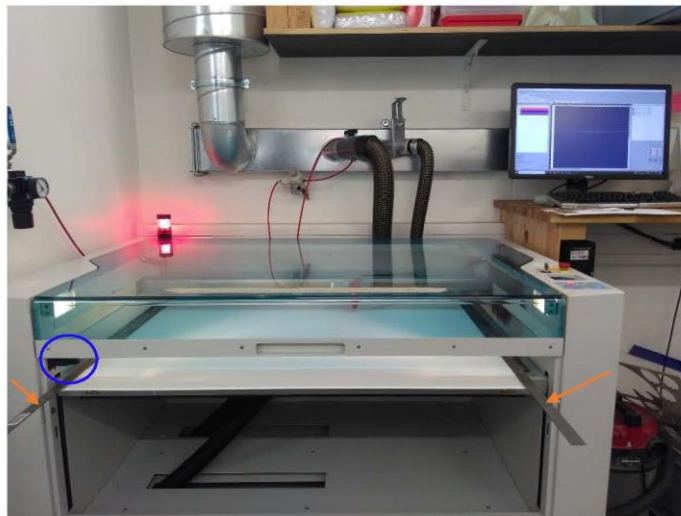


Figure 1: Découpage en cours sur la machine Trotec Speedy 400

10. Veillez à ce que le laser ne passe pas au-dessus des plaques métalliques.
11. Positionnez le laser et lancez la découpe.
12. Comme la découpeuse laser ne pourra pas découper complètement la boîte, une partie de la boîte doit être découpée à la main. Voir le plan de la boîte (*Plan 2*).

Étape 2. Pliage de la boîte

1. Commencez à plier de l'intérieur de la boîte vers l'extérieur. Faites les plis vers l'intérieur ou l'extérieur comme indiqué sur le plan de pliage (*Plan 3*)
2. Utilisez un outil de pliage pour accentuer le pliage dans les zones les plus fines.

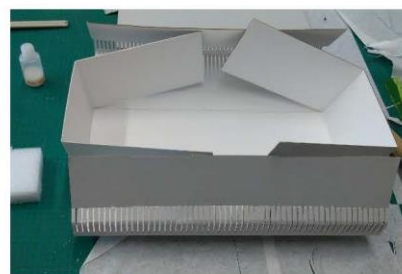


Figure 2: Boîte pliée

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

Étape 3. Collage de la boîte

1. Assemblez la boîte et placez la colle Acril 33® dans tous les espaces de contact à l'intérieur de l'une des faces latérales.
2. Placez les serre-joints avec une mousse PE pour éviter le contact direct avec la boîte.
3. Placez un **cordon de coton** autour des deux extrémités pour faciliter le collage de cette zone.



Figure 3 et 4: Collage de la boîte avec serre-joints

4. Laissez sécher pendant 12 heures.
5. Placez le socle de la boîte et assemblez l'autre côté de la boîte.
6. Répétez les étapes 1 à 4 pour coller l'autre côté.

3. Éléments d'emballage internes**3.1 Matériaux et outils**

Matériel	Dimensions	Quantité
Carton de conservation ep.0.6 mm, 410 g/m ²	80 x 120 cm	1
Papier pour étiquettes	A4	1

Liste des outils
Cutter
Crayon à papier
Règle métallique
Imprimante

3.2 Instructions de fabrication**Étape 1. Découpage d'éléments d'emballage internes**

1. Découpez le carton de conservation en cartes 16,5 x 11,5 cm. Pour chaque plaque de 80 x 120, on obtient 47 cartes.
2. Demandez les étiquettes avec les numéros d'inventaire au responsable de la collection. Paramètres: Police Calibri (Corps), taille 11, QR code 2,5 cm. Chaque étiquette mesure 4 x 8 cm.
3. Découpez les étiquettes



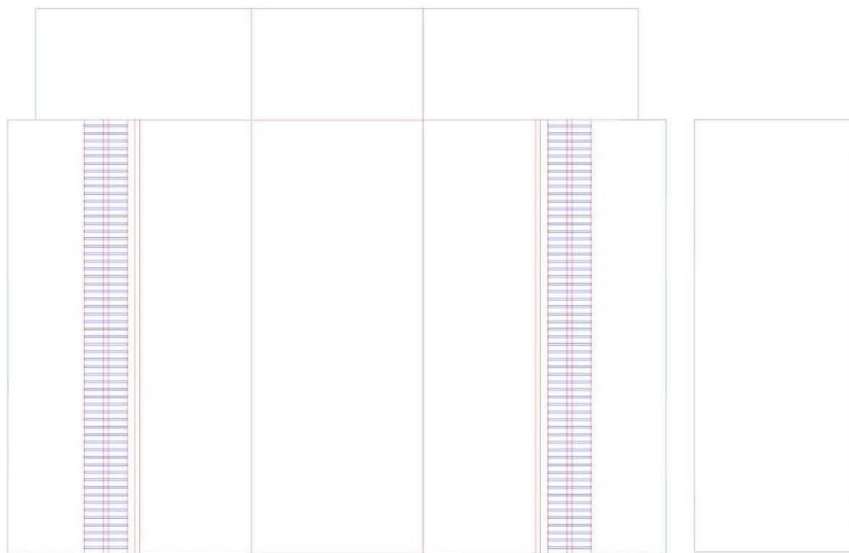
Figure 5: Exemple d'étiquette

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

4. Plans

Plan de découpe pour être réalisé avec une découpeuse laser



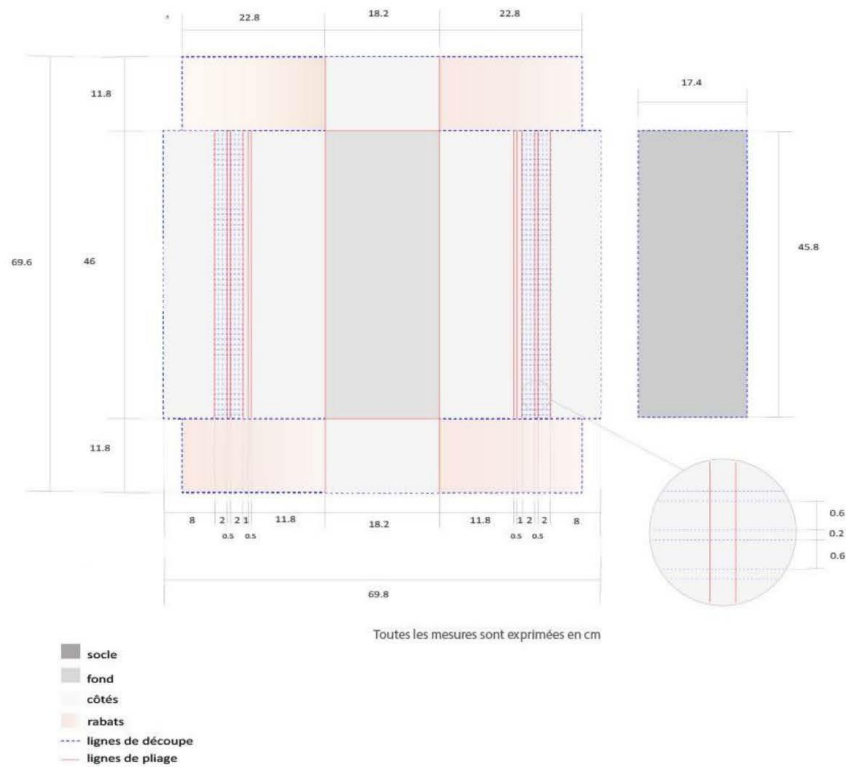
- Lignes de pliage
- Lignes de découpe fine
- Lignes pour la découpe du contour extérieur

©González Ingrid, He-Arc, MHNN, 2022

Plan 1 : Plan de découpe de la boîte du conditionnement interne avec la découpeuse laser Trotec Speedy 400

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

Plan de la boîte du conditionnement interne

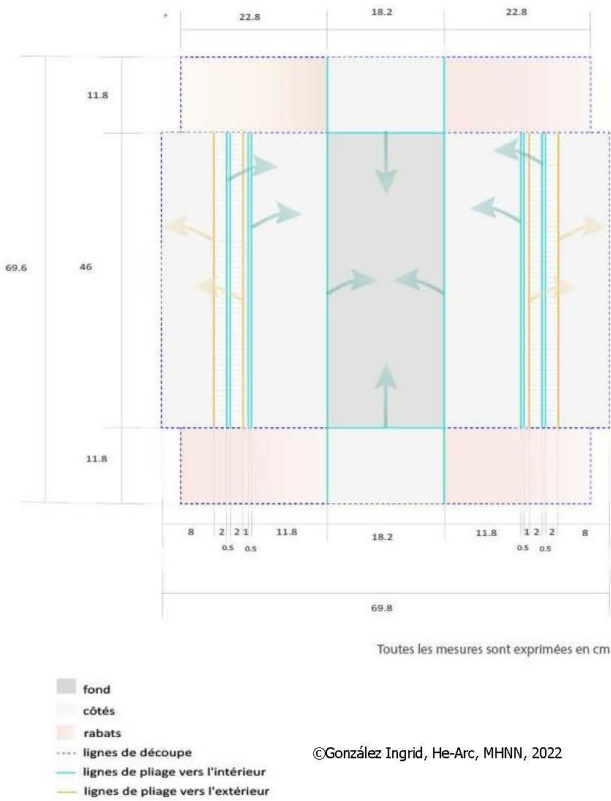


©González Ingrid, He-Arc, MHNN, 2022

Plan 2 : Plan de la boîte de conditionnement des papillons

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

Plan de pliage de boîte du conditionnement interne



Plan 3 : Plan de pliage de la boîte de conditionnement interne

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

5. Fournisseurs

Liste des matériaux

Article	Caractéristiques	Référence	Fournisseur	Prix/pce. (CHF)
Cartons cannelés	Grammage 730 g/m ² , épaisseur 1,8 mm, 100 x 172 cm	021148	Klug conservation	14,70
Pochettes en U – en papier translucide	Épaisseur 0,7 mm, 12 x 16,5 cm	1214	Klug conservation	0,16
Papier étiquettes	A4, 105 g/m ² , 500 feuilles	00991054	Klug conservation	115,53
Papier étiquettes Avery	A4, 100 feuilles Model.3478	58 620	Brack.ch	39,00
Ssouffleur Blasebalg	15 cm x 5,2 cm	242 288	Brack.ch	16,45
Pochettes en polyester Secol P1.	115 mm x 155 mm (A6)	P1A6Y75	Oekopack Conservus AG	0,95
Carton de conservation Canson	Grammage 410 g/m ² , épaisseur 0,6 mm, 80 x 120 cm	08-14322	Gerstaecker Suisse SA	15,90
Acril 33®	Résine acrylique 100 % pure en dispersion aqueuse. 1 Kg	01143901	CTS France	10,90
Boîte entomologique en bois	Essence d'aulne clair de 55 x 43 x 13.8 cm.	–	Tischlerei Dieter Schunke	25.20
Mousse en polyéthylène réticulé à cellules fermées	10 mm	8 000 067 331	Angst + Pfister	43,70
Éponges en PU - sans latex, haute densité	127 x 76 x 25 mm. 40 mini éponges	2 269 300	Deffner & Johann GmbH	4.00
Brosse à éventail Tiziano	Taille 8	3 831 008	Deffner & Johann GmbH	4,40

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Instructions pour la fabrication du reconditionnement, 2022

Liste des fournisseurs

<i>Fournisseur</i>	<i>Adresse et téléphone</i>	<i>E-mail</i>	<i>Site web</i>
Angst + Pfister	Thurgauerstrasse 66 CH-8052 Zürich +41 44 306 61 11	ch@angst-pfister.com	https://www.angst-pfister.com
<i>Brack.ch</i>	Avenue des Baumettes 9, CH-1020 Renens +21 633 07 07	mail@brack.ch	https://www.brack.ch/
CTS France	26 passage Thiere 75011 Paris +43 55 60 44	ventes.france@ctseurope.com	https://www.ctseurope.com
Klug conservation	Zollstrasse 2 87509 Immenstadt Allemagne +49 (0)8323 9653 30	info@klug-conservation.fr	www.klug-conservation.fr
Gerstaecker Suisse SA	Engelbergstrasse 41 CH-4600 Olten +41 62 20 60 006	info@gerstaecker.ch	https://www.gerstaecker.ch
Oekopack Conservus AG	Industriestrasse 18 CH-3700 Spiez +41 33 655 90 55	infoecag.ch	https://www.oekopack.ch
Tischlerei Dieter Schunke	Teichgasse 158, 06542 Allstedt Allemagne +49 34 652 612	dieter@schunke-tischlerei.de	https://shop.schunke-tischlerei.de
Deffner & Johann GmbH	Mühlackerstraße 13 DE-97520 Rötthlein Allemagne +49 (0) 9723 9350-0	shop@deffner-johann.de	https://deffner-johann.de

Crédits photographiques

Toutes les figures ainsi que les plans et schémas sont crédités : © González Díaz, He-Arc, MHNN, 2022.

27.9.2. Protocole de reconditionnement

Protocole de reconditionnement des lépidoptères de la
collection von Schmieder

Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid

Juillet 2022

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022

Table des matières

1. Introduction 2

2. Risques de dégradation..... 2

3. Flux de travail 2

 3.1 Première phase 3

 3.2 Deuxième phase..... 3

 3.3 Troisième phase 4

 3.4. Quatrième phase 8

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022

1. Introduction

La collection de lépidoptères von Schmieder se compose de 13 boîtes entomologiques avec des papillons conservés dans des papillotes (triangles de papier). Ceux-ci ont été donnés au musée entre 2005 et 2006. Depuis lors, ils n'avaient pas été classés, préparés ou inventoriés. Pour assurer leur conservation à long terme et d'améliorer leur stockage et leur accessibilité, le MHNN a adopté un nouveau type de conditionnement. Afin de procéder en toute sécurité au reconditionnement de la collection, il est important de suivre les recommandations qui sont abordées dans ce document.

2. Risques de dégradation

L'étude d'une partie de cette collection nous a permis d'évaluer l'état général de conservation des spécimens et leurs points les plus fragiles. On trouve les papillons séchés avec leurs ailes repliées ensemble. Cela les rend très fragiles à la manipulation. Les parties les plus délicates du papillon sont les pattes, le tronc et les antennes. Les ailes et une partie du corps sont recouvertes d'écailles, qui peuvent se détacher au toucher, faisant perdre progressivement au papillon sa coloration. Pour cette raison, le papillon doit être manipulé avec beaucoup de précautions et toujours avec des gants. Il convient de mentionner que des infestations d'insectes ont été constatées dans l'échantillon sur lequel ce protocole a été basé, de sorte que les mesures de traitement et d'isolement nécessaires doivent être prises avant et après le reconditionnement. Une infestation peut causer des dommages importants aux spécimens, voire une perte totale.

3. Flux de travail

Le système de reconditionnement doit être réalisé selon un flux de travail établi pour assurer la numérisation de cette collection en saisissant la localité et la date de chaque spécimen, ainsi qu'une photo, dans la base de données du NMHN. Ce flux de travail comprend quatre phases: la saisie dans la base de données et la séparation par espèce des papillons; la détermination de l'état de conservation (bon, moyen, mauvais); le nettoyage des papillotes, la numérisation et le reconditionnement des papillons dans les nouvelles enveloppes en papier translucide; et la phase de post-reconditionnement. Les trois premières phases peuvent être réalisées par un étudiant en conservation-restauration ou des bénévoles non experts et sensibilisés à la fragilité des collections d'insectes. La quatrième phase post-reconditionnement sera à la charge des responsables de la collection. Chacune de ces phases est décrite ci-dessous.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022

3.1 Première phase

La première phase est la saisie des spécimens dans une base de données et de leur séparation par espèce.

1. Toutes les informations disponibles sur l'emballage d'origine, telles que l'espèce, la date et le lieu de collecte et le nom de la personne qui a collecté les spécimens, sont enregistrées dans une base de données Excel préparée par la coordinatrice du projet.
2. En parallèle, une séparation des spécimens par espèce et par date de collecte est effectuée. Des séparations entre espèces peuvent être faites avec du papier de soie pour optimiser l'espace.



Figure 1 : Séparation des papillons par espèce

3.2 Deuxième phase

Dans une deuxième phase, il s'agit de déterminer l'état de conservation.

1. Les papillotes sont ouvertes une à une pour vérifier l'état de conservation des spécimens et la présence d'insectes ou de larves. Les éventuels fragments d'insectes doivent être retirés à l'aide d'une pincette et conservés dans un sac minigrip® hermétique pour être identifiés. Tous les restes d'insectes seront évalués par la coordinatrice du projet.
2. Il est défini si les spécimens sont en :
 - Bon état: sans ou avec de très légères altérations;
 - Moyen état: avec plusieurs altérations superficielles, mais dans lequel le spécimen est presque complet;
 - Mauvais état: avec des pertes importantes du corps et des ailes des spécimens.
3. Les spécimens en mauvais état, principalement en raison d'attaques d'insectes, sont séparés. Ils sont présentés à la coordinatrice du projet pour évaluer la possibilité de les sortir de la collection.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022



Figure 2: Papillon en mauvais état

4. Une deuxième révision de la base de données est effectuée, en s'assurant que le numéro et les informations sur chaque spécimen sont corrects, avant de fournir la base de données à la coordinatrice du projet pour qu'elle fournisse les numéros d'inventaire et prépare les étiquettes.

3.3 Troisième phase

Une troisième phase consiste à nettoyer les papillotes et à les placer dans des enveloppes transparentes, à réaliser une documentation photographique et à stocker les papillons et les papillotes dans de nouvelles enveloppes en papier translucide.

1. Les étiquettes portant les informations sur la collecte, les numéros d'inventaire et le code QR, préalablement réalisés par la coordinatrice du projet, sont imprimées et découpées. Chaque étiquette mesure 4 x 8 cm.
2. On prépare le matériel pour le reconditionnement:
 - enveloppes en papier translucide de 12 x 16,5 cm;
 - pochettes en polyester Sécot de 11,5 cm x 15,5 cm;
 - cartes en carton de conservation de 16,5 x 11,5 cm. Ce carton permettra de soutenir et de protéger les spécimens à l'intérieur des enveloppes semi-transparentes.
3. Collez les étiquettes sur le bord supérieur gauche de la carte, en laissant 1 cm d'écart avec le bord supérieur.



Figure 3: Exemple d'étiquette

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022

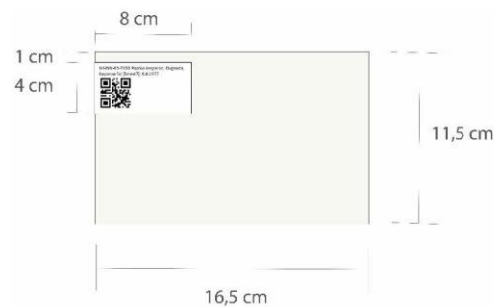


Figure 4: Carton de conservation avec étiquette

4. Préparez les outils nécessaires au nettoyage des papillotes :

- poire à souffler;
- pinceau doux;
- l'éponge en silicone souple;
- gants en nitrile;
- pincettes



Figure 4: Matériel nécessaire pour le reconditionnement des papillons

5. Les étiquettes sont traitées de manière séquentielle. Des gants en nitrile sont nécessaires pour travailler avec les spécimens et les papillotes. Prenez la première carte déjà étiquetée et cherchez le spécimen correspondant. En cas de doute, soit lorsque les informations sur la papillote ne sont pas très lisibles, ou lorsque plusieurs spécimens présentent les mêmes données, vérifiez les notes dans la base de données pour corroborer la correspondance de l'étiquette avec chaque spécimen.
6. Ouvrez soigneusement la papillote avec les deux mains, en dépliant les extrémités une à une.
7. Prenez délicatement le papillon par les ailes et placez-le sur la carte. Cela permet de s'assurer que le papillon n'est jamais laissé sans ses informations d'identification. Les fragments de papillons brisés trouvés à l'intérieur de la papillote sont également placés sur la carte.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022



Figure 5: Saisir le papillon par les ailes très délicatement

8. Nettoyez délicatement la papillote avec la poire et la brosse. Si nécessaire, vous pouvez également utiliser l'éponge en silicone souple.
9. Après nettoyage, placez la papillote à l'intérieur d'une pochette en polyester Secol®, en vous aidant d'une carte pour faciliter le glissement du papier à l'intérieur.



Figure 6: Papillote mise dans une enveloppe transparente

10. Placez la carte avec la papillote sur le côté gauche d'un carton gris, vous ne besoin pas de manipuler le papillon directement. La papillote est placée sur le côté droit, et sous la carte avec le papillon, la référence de mesure et de couleur est placée.



Figure 7: Carton avec le papillon, la papillote et une carte de mesure et colorimétrique

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022

11. Le carton est placé sur le sol du studio photographique, afin de pouvoir prendre une photo à plat. Le réglage de l'appareil photo doit être: **v250, f22, ISO 100, autofocus**.



Figure 8: Carton placé sur le sol du studio photographique pour la prise de vue

12. Si la papillote comporte des informations sur les deux côtés, une deuxième prise de vue est réalisée avec l'autre côté de la papillote.
13. Ce n'est qu'**APRÈS** avoir été photographié que le papillon sera placé dans sa nouvelle enveloppe. La papillote est d'abord placée à l'intérieur de l'enveloppe. Le papillon doit se trouver près du centre de la carte lorsqu'elle entre dans l'enveloppe. Veillez à soulever le bord supérieur de l'enveloppe afin qu'il ne touche pas le papillon. Glissez délicatement la carte avec la papillote dans l'enveloppe. Faites cette étape à plat.



Figure 12: Insertion de la papillote et du carton avec le papillon à l'intérieur de l'enveloppe translucide

14. Placez l'enveloppe verticalement et veillez à ce que le papillon se trouve bien à distance des bords. Pliez le haut de l'enveloppe.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de reconditionnement, 2022



Figure 9: Papillon dans son nouveau reconditionnement.

15. Placez l'enveloppe dans la nouvelle boîte d'emballage des papillons. Vérifiez que le numéro d'inventaire est consécutif.
16. Répétez la procédure. Il est possible de le faire par blocs de 5 ou 6 papillons. La papillote et la carte avec l'étiquette et le papillon sont toujours conservées ensemble.



Figure 10: Reconditionnement des papillons.

17. Téléchargez les photos dans le dossier désigné sur le serveur MHNN.

3.4. Quatrième phase

La quatrième phase de post-traitement, qui comprend le renommage des fichiers photographiques avec un programme identifiant le QR code, leur emplacement final sur le serveur et dans l'inventaire, ainsi qu'un traitement de congélation, sera à la charge des responsables du projet et de la collection.

Crédits photographiques

Toutes les figures ainsi que les plans et schémas sont crédités: © González Díaz, He-Arc, MHNN, 2022.

27.9.3. Protocole de consultation

Protocole de consultation dans le nouveau conditionnement
des lépidoptères de la collection von Schmieder

Muséum d'Histoire Naturelle de Neuchâtel

González Díaz Ingrid

Juillet 2022

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022

Table des matières

1. Introduction 2

2. Caractéristiques du reconditionnement 2

3. Principales altérations de la collection étudiée 2

4. Méthode de manipulation 3

5. Recommandations de conservation 5

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022

1. Introduction

Les lépidoptères de la collection von Schmieder dans son nouveau conditionnement ne devraient pas subir de dommages affectant l'intégrité des spécimens. Cependant, il faut souligner que les spécimens sont très fragiles et qu'une mauvaise manipulation peut facilement créer des forces physiques qui causent des dommages et des contraintes supplémentaires. Le protocole de manipulation présenté ici permettra de consulter en toute sécurité le spécimen lorsqu'il doit être sorti de son emballage. Ce document est destiné au personnel du musée, mais aussi aux chercheurs et aux étudiants qui peuvent potentiellement avoir accès à cette collection.

2. Caractéristiques du reconditionnement

Avant le reconditionnement, les lépidoptères de la collection von Schmieder étaient conservés dans des papillotes, c'est-à-dire des petits morceaux de papier pliés en forme de triangle, et n'avaient jamais été sortis, enregistrés ou consultés. Aujourd'hui, les papillons sont conservés dans enveloppes en papier translucide et placés verticalement dans une boîte en carton. Les papillotes sont conservées dans pochettes en plastique à l'intérieur des mêmes enveloppes avec les papillons. Il y a un carton entre le papillon et la papillote, qui permet de faire une séparation et soutenir et de protéger le papillon. Chaque carton comporte une étiquette avec les informations sur le spécimen, principalement le lieu et la date de la collecte, le nom de l'espèce, le numéro d'inventaire et un code QR. Le papier translucide permet de voir l'étiquette à l'intérieur et le spécimen de manière très générale. Les enveloppes sont placées de manière séquentielle en fonction de leur numéro d'inventaire. Sur l'extérieur de chaque boîte d'emballage figure une indication de la série de numéros d'inventaire qu'elle contient.

3. Principales altérations de la collection étudiée

Afin de connaître les éléments les plus fragiles de la collection et de prévenir les dommages futurs, il est important de savoir quel type d'altérations on peut trouver dans cette collection. Les altérations superficielles constatées sur certains spécimens comprennent la perte d'écaillles sur les ailes et le corps. Les altérations structurelles comprennent des cassures des ailes, des pattes, de la trompe et de l'antenne, ainsi que des trous et

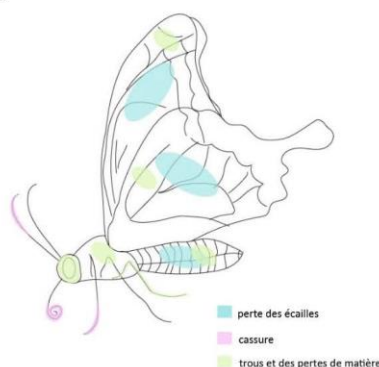


Schéma 1: Schéma des altérations des papillons

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022

des pertes de matière, principalement dans le thorax, l'abdomen, la tête, les pattes et les ailes postérieures. Il a également été constaté des spécimens pulvérulents. Quant aux papillotes, elles sont dans un état de conservation moyen. La plupart présentent des altérations superficielles telles que les taches, un empoussièrément et une perte de souplesse. Sur le plan structurel, ils présentent des altérations, notamment des trous et des plis qui deviennent des zones plus fragiles ayant tendance à se briser. Dans les altérations chimiques, la plupart présentent notamment de jaunissement.

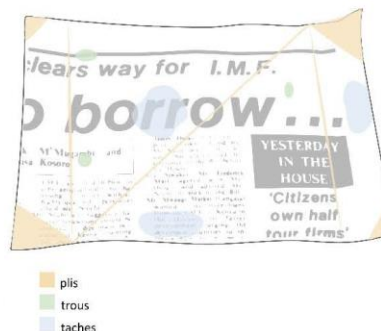


Schéma 2: Schéma des altérations des papillotes

4. Méthode de manipulation

1. Prévoir un espace de travail où placer la boîte entomologique.
 2. Portez la boîte entomologique à deux mains.
 3. Localisez l'enveloppe contenant le spécimen souhaité.
 4. Retirez l'enveloppe de la boîte en carton en la saisissant par les extrémités avec les deux mains.
- Dans toute manipulation du papillon et de la papillote, utilisez des gants de nitrile.



Figure 1: Sortie du papillon de la boîte de conditionnement

5. Placez l'enveloppe sur une surface stable. Ne placez jamais l'enveloppe côté papillon vers le bas.
6. Refermez la boîte entomologique.
7. Gardez l'espace de sortie bien ouvert pour créer un espace permettant de retirer le spécimen sans toucher l'ouverture de l'enveloppe et retirez progressivement le carton avec le papillon.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022



Figure 2: Sortie de papillon de son enveloppe

8. Placez le carton avec le spécimen dans un espace éloigné des bords de la table.
9. Manipulez le spécimen le moins possible. Si nécessaire, prenez le spécimen par les ailes.



Figure 3: Manipulation du papillon en le prenant par les ailes

10. Pour remettre le spécimen dans son enveloppe. Insérez d'abord la papillote.



Figure 4: Papillote dans l'enveloppe translucide

11. Placez le spécimen près du centre de la carte lorsqu'elle entre dans l'enveloppe.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022



Figure 11: Insertion du carton avec le papillon à l'intérieur de l'enveloppe translucide

12. Ouvrez l'enveloppe en vous assurant qu'il y a suffisamment d'espace pour que le spécimen puisse passer sans toucher le bord de l'ouverture de l'enveloppe.
13. Glissez délicatement la carte à l'intérieur avec la papillote. Faites cette étape horizontalement.
14. Placez l'enveloppe verticalement et veillez à ce que le papillon se trouve bien à distance des bords. Pliez le haut de l'enveloppe.



Figure 12: Papillon et papillote dans son emballage

15. Placez l'enveloppe dans la boîte d'emballage et fermez la boîte entomologique.

5. Recommandations de conservation

Les recommandations ont pour but de contribuer à la conservation à long terme des papillons. Lors de la consultation des spécimens, il faut être attentif à certains facteurs externes qui peuvent provoquer des dommages. Nous pouvons distinguer principalement les forces physiques, les conditions climatiques et l'exposition à la lumière.

Muséum d'histoire naturelle de Neuchâtel
González Díaz Ingrid, Protocole de consultation, 2022

Forces physiques

Les collections entomologiques sont très fragiles et peuvent facilement se briser si elles ne sont pas manipulées correctement. Il faut également considérer que les papillons sont couverts d'écailles, qui se détachent facilement lorsqu'on les touche directement. La manipulation doit donc se faire avec des gants et très soigneusement. Le spécimen doit être retiré et placé dans l'enveloppe à l'aide du carton situé à l'intérieur de l'enveloppe, en évitant à tout contact avec les bords d'ouverture de l'enveloppe.

Température et humidité relative

L'humidité relative (HR) affecte rarement les spécimens entomologiques directement, mais les fluctuations de l'HR peuvent souvent être l'aspect le plus préjudiciable et le plus déstabilisant. L'humidité relative de l'air est indissociable de la température. Les changements de température entraînent des fluctuations rapides de l'humidité relative. Ainsi, lorsque les spécimens sont déplacés vers les zones de consultation à l'extérieur de la réserve, il est important d'éviter tout changement thermique trop important qui pourrait provoquer de la condensation sur les spécimens. Il est possible de maintenir une humidité relative entre 40-60 % et une température entre 18 et 20 °C pendant de courtes périodes.

Lumière

La lumière, tant naturelle qu'artificielle, doit être réduite au minimum. Ne pas exposer le spécimen à la lumière directe du soleil. La lumière, en particulier la lumière ultraviolette, peut provoquer une décoloration des spécimens. L'énergie produite par la lumière entraîne une photodégradation, dans lequel des réactions chimiques peuvent être initiées ou accélérées. Il est important de garder à l'esprit que l'effet cumulatif de l'exposition à la lumière au fil du temps est plus déterminant que la luminosité à un moment donné.

Crédits photographiques

Toutes les figures ainsi que les plans et schémas sont crédités: © González Díaz, He-Arc, MHNN, 2022.

27.9.4. Fiches techniques

Fiche 1 : Fiche toxicologique du Cyanure d'hydrogène



Base de données FICHES TOXICOLOGIQUES

Cyanure d'hydrogène et solutions aqueuses

Fiche toxicologique synthétique n° 4 - Edition Février 2018

Pour plus d'information se référer à la fiche toxicologique complète.

Nom	Numéro CAS	Numéro CE	Numéro index	Synonymes
Cyanure d'hydrogène	74-90-8	200-821-6	006-006-00-X	Acide cyanhydrique, Formonitrile
Cyanure d'hydrogène en solution	74-90-8	200-821-6	006-006-01-7	Acide cyanhydrique, Formonitrile



CYANURE D'HYDROGÈNE

Danger

- H224 - Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
- H330 - Mortel par inhalation
- H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
200-821-6

Propriétés physiques

Nom Substance	N° CAS	Etat Physique	Point de fusion	Point d'ébullition	Pression de vapeur	Point d'éclair
Cyanure d'hydrogène	74-90-8	Liquide ou gaz	-13,2°C	25,7°C	82,6 kPa à 20 °C	-17,8 °C (coupelle fermée)

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 1,10 mg/m³.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

- Prélèvement par pompage sur un tube rempli de chaux sodée (500-200 mg), équipé d'un pré-filtre en fibre de quartz pour piéger d'éventuels cyanures particuliers. Désorption par 10 mL d'eau déionisée. Analyse par spectrophotométrie dans le visible ou par ampérométrie à l'aide d'une électrode (Ag⁺/AgCl).
- Prélèvement sur un filtre imprégné de soude qui stabilise l'acide cyanhydrique sous forme de sel. Désorption des filtres par distillation acide (pour éliminer les substances pouvant provoquer des interférences) et oxydation du cyanure en cyanate par ajout d'hypochlorite de sodium. Dosage par chromatographie ionique avec membrane de suppression sur colonne échangeuse d'ions, détection conductimétrique ou par potentiométrie à l'aide d'une électrode spécifique.

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites indicatives d'exposition dans l'air des locaux de travail ont été établies pour le cyanure d'hydrogène. Ces VLEP sont réglementaires pour les opérations de fumigation.

Substance	PAYS	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)	Valeur Plafond /ppm	VLEP Description
Cyanure d'hydrogène	France	2	2	10	10		
Cyanure d'hydrogène	États-Unis (ACGIH)			4,7		4,7	
Cyanure d'hydrogène	Allemagne (valeur MAK)	1,9	2,1				
Cyanure d'hydrogène (exprimé en cyanures)	Europe (2017)	0,9	1	4,5	5		mention peau



Base de données FICHES TOXICOLOGIQUES

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

Bien absorbé par voies respiratoire, cutanée et digestive, le cyanure d'hydrogène bloque la respiration cellulaire dans tout l'organisme. Il peut être détourné par une enzyme qui produit des thiocyanates, essentiellement éliminés par les urines, ou il peut être éliminé par les poumons sous forme inchangée. Le cyanure est principalement retrouvé dans le foie, le sang, les poumons et le cerveau.

Toxicité sur l'Homme

Les intoxications aiguës avec le cyanure d'hydrogène (HCN) peuvent provoquer des symptômes variables selon la dose, quelle que soit la voie d'exposition : des formes rapidement mortelles sont possibles, de même que des formes plus légères avec des troubles neurologiques (vertiges, confusion). L'exposition répétée au cyanure d'hydrogène peut entraîner des signes non spécifiques neurosensoriels ou digestifs. Les effets génotoxiques, cancérogènes et sur la reproduction ne sont pas documentés.

Recommandations

En raison de la toxicité élevée du cyanure d'hydrogène, de son inflammabilité et des risques d'explosion qu'il présente, des mesures très sévères de prévention et de protection s'imposent lors du stockage et de la manipulation de ce produit.

Au point vue technique

Stockage

- Stocker le produit dans des locaux séparés, bien ventilés, à l'abri de toute source d'ignition et des rayons du soleil, à l'écart des produits incompatibles (oxydants...). Ces locaux ne seront accessibles qu'aux personnes autorisées et formées. Le sol formera une cuvette de rétention pour empêcher tout déversement accidentel à l'extérieur.
- Pour les containers de gaz, observer rigoureusement les instructions du fournisseur : la durée maximum du stockage peut être limitée à 90 jours en raison du risque de polymérisation et d'ont de surpression dans les cylindres.
- Contrôler la concentration en cyanure d'hydrogène dans l'air des locaux afin de détecter toute fuite éventuelle.
- Le personnel chargé de la manutention devra être équipé d'appareils de protection respiratoire adaptés. Ne jamais laisser une personne seule pénétrer dans ces locaux : elle ne pourra y entrer que sous la surveillance du préposé responsable du dépôt.
- Riser soigneusement les récipients et les étiqueter correctement. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.
- Prévoir, à proximité immédiate des locaux, des équipements de protection individuelle et des appareils de protection respiratoire isolants autonomes pour intervention d'urgence.

Manipulation

- L'inhalation de gaz ou de vapeurs doit absolument être évitée. Effectuer en appareil de toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration du gaz ou des vapeurs à leur source d'émission ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire filtrants équipés de filtre B pour certaines opérations de courte durée. Par contre, pour des interventions d'urgence, le port d'un appareil respiratoire isolant autonome est nécessaire.
- Procéder à des contrôles fréquents de l'atmosphère.
- Empêcher tout contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des équipements de protection individuelle : gants, lunettes de sécurité et, pour certaines opérations, combinaisons de type 1 étanches au gaz. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage.
- Prévoir l'installation de douches.
- En cas de fuite ou de déversement accidentel, faire évacuer la zone dangereuse en ne faisant intervenir que du personnel spécialement entraîné, muni d'équipements de protection individuelle appropriés. Aérer la zone. Éliminer toute source d'ignition. Récupérer le produit liquide après avoir recouvert d'un matériau absorbant inerte dans des récipients spéciaux. Traiter la surface souillée, par exemple avec de l'hypochlorite de sodium.
- Conserver les déchets dans des récipients spécialement prévus à cet effet, hermétiquement fermés, convenablement étiquetés et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation.

Conduite médicale à tenir

Des recommandations médicales spécifiques existent concernant certains organes cibles (pour plus d'information, voir la fiche toxicologique complète).

Plan d'intervention

L'exposition aiguë au cyanure d'hydrogène peut rapidement conduire à une intoxication grave (d'autant plus que le délai d'apparition des symptômes est bref) qui doit être considérée comme une urgence médicale absolue. Dans ce contexte, afin d'assurer l'efficacité de la prise en charge de la victime, un protocole précis d'organisation des secours en cas d'accident doit être établi de façon anticipée, par écrit, par le médecin du travail en collaboration avec les responsables de l'entreprise, le CHSC, les secouristes et les organismes extérieurs de secours d'urgence. Ce protocole doit notamment comporter les précautions à prendre pour éviter les accidents en chaîne (intoxications des premiers intervenants), les coordonnées des personnes et organismes à contacter en urgence, les modalités des premiers soins à donner aux victimes (matériel de 1^{er} secours nécessaire et modalités d'utilisation des produits).

L'information et la formation régulière du personnel aux gestes de première urgence à appliquer lors de ce type d'accidents doit être organisée. La présence de secouristes formés, entraînés et périodiquement recyclés doit également être prévue dans les ateliers où sont effectués des travaux dangereux.



Base de données FICHES TOXICOLOGIQUES

Le matériel de secours nécessaire doit être placé à proximité des ateliers, en dehors des zones à risque, et doit être vérifié et entretenu régulièrement. Il comprend notamment des appareils de protection individuelle pour les secouristes, des douches pour la décontamination cutanée et oculaire, du matériel de ventilation assistée et surtout d'oxygénothérapie avec masque, ainsi qu'une trousse d'urgence dont le contenu et l'utilisation seront précisés par le médecin du travail. La mise à disposition éventuelle d'antidotes sur place sera décidée par le médecin du travail en collaboration avec les organismes extérieurs de secours d'urgence. En cas d'accident, la décision d'administration des antidotes et des traitements associés (oxygénothérapie notamment) ne sera prise qu'après avis médical sur la base de la symptomatologie et/ou de la forte présomption d'intoxication et selon l'éloignement des services d'urgence.

Conduite à tenir en cas d'accident

- En cas de contact cutané, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique (après une première décontamination sur place). Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation en évitant de pratiquer la ventilation assistée à la bouche à bouche.
- En cas de projection oculaire, appeler immédiatement un SAMU, rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées; en cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste aussitôt après une première décontamination sur place, et le cas échéant signaler le port de lentilles.
- En cas d'ingestion, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation en évitant de pratiquer la ventilation assistée à la bouche à bouche. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.
- En cas d'inhalation, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation en évitant de pratiquer la ventilation assistée à la bouche à bouche. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes).

Fiche 2 : Fiche technique Acril 33

**C.T.S. S.R.L.**Via Piave, 20/22 - 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Italy
Tel. +39 0444 349088 - Fax +39 0444 349039
www.ctseurope.com - cts.italia@ctseurope.com**Milano**
Via A.F. Stella, 5 - 20125
Tel. +39 02 67493225
Fax +39 02 67493233
cts.milano@ctseurope.com**Firenze**
Via L. Gordini, 54 - 50127
Tel. +39 055 3245014
Fax +39 055 3245078
cts.firenze@ctseurope.com**Roma**
Via G. Fanti, 26 - 00149
Tel. +39 06 55301779
Fax +39 06 5530891
cts.roma@ctseurope.com**ACRIL 33****100% ACRYLIC EMULSION****TECHNICAL PROPERTIES**

Base resin:	ethylacrylate-methylmetacrylate copolymer (EA-MMA)
Appearance:	white, milky liquid
Odour :	ammoniacal
Solids content:	45-47%
Viscosity at 20°C:	2500 ÷ 5000 mPa-s
pH:	9 ÷ 10
Particle average diameter:	0.15 micron
Glass transition temperature (Tg):	6-8 °C
Minimum film forming temperature (MFT):	6 °C
Elongation at break (ISO 527 – UNI 8422):	560%
Ultimate tensile strength (ISO 527 – UNI 8422):	35 N/mm²

DESCRIPTION

An aqueous dispersion of a 100% pure acrylic resin with excellent properties of resistance and stability for both interior and exterior use.

ACRIL 33 is supplied by C.T.S. S.r.l. as an alternative to Primal AC-33 once produced by Rohm and Haas (thanks to the similar chemical formulation).

ACRIL 33 formulation is characterised by an excellent alkali resistance and so is particularly suggested in combination with hydraulic and no-hydraulic binders (hydrate and/or hydraulic lime, cement, plaster). In case you should like to obtain mortars with a higher mechanical resistance we suggest you as an alternative the dispersion **PEOVAL 33**, particularly in case of hydraulic binders.

APPLICATIONS

ACRIL 33 can be used in all the fields of conservative restoration with excellent results.

Most common applications:

- additive for injection mortars, plasters, integrations, etc.;
- binder for glazes and whitewashes;
- binder for natural and synthetic pigments;
- strengthener and fixative of paint layers;
- bonding agent for paper documents.

PROPERTIES - CHARACTERISTICS

- excellent freeze - thaw stability;
- high compatibility with pigments and charges;
- excellent resistance to soluble salts;

- good pH stability;
- good mechanical stability.

PROPERTIES OF FILMS MADE FROM ACRIL 33

- excellent resistance to yellowing and to UV light;
- good film clarity;
- excellent binding properties;
- excellent alkali resistance.

INSTRUCTIONS FOR USE

The product is used in all restoration fields (stone, archaeology, paper, paintings, etc.), so there is practically no limit in quantities and in its applications.

Anyhow, we suggest making some preliminary tests in order to check the consumption and the efficacy.

YIELD

It varies according to the use and its percentage.

PACKAGING

ACRIL 33 is available in the following pack sizes:
1 - 5 - 20 - 120 kg

STORAGE

ACRIL 33 has a practically unlimited shelf life. Keep the product in its original packaging tightly closed at the temperature of about 20°C.

ACRIL 33 CANNOT STAND THE FREEZE; it may coagulate at approx. 5°C.

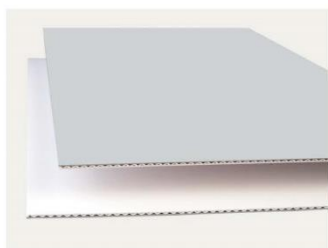
Information contained in this data sheet is based on our state of knowledge and on laboratory testing at the above-specified date. The User should determine, by preliminary tests, the suitability of the product for his intended purpose, and should observe the laws and regulations regarding health and safety. C.T.S. S.r.l. guarantees the constant quality of the product but is not accountable for any damages caused by the incorrect use of a material. The product is intended for professional use only. In addition, the components and packaging can change at any time, without any obligation of prior notice.

Fiche 3 : Fiche technique carton cannelé

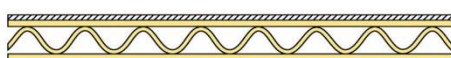


Fiche technique

Cartons cannelés - MW 1.8 mm - 730 g/m²



MW 1.8 mm



Couverture 130 g/m² papier 048 - gris clair
Couverture 190 g/m² - gris clair
E-Cannelure 135 g/m² - blanc nature
Couverture 190 g/m² - blanc nature

Description :

Carton cannelé de conservation, renforcé d'une couche de carton d'archivage de 130 g/m² gris-clair, avec réserve alcaline, sans azurants optiques, testé PAT. Contrecollage spécial garantissant une résistance à l'humidité d'au moins 24 h, surface traitée anti-salissante, essuyable, gommable.

Formats sur stock :

100 x 172 cm

Propriétés des matériaux :

Pâte à papier

- 100 % cellulose blanchie
- exempte de fibres recyclées
- exempte de pâte mécanique
- grammage 730 g/m²
- exempt(e) de lignine : indice Kappa < 5
- pH 7,5 – 10,0 (conforme à la norme ISO 6588-1:2020) = sans acide
- réserve alcaline > 2% carbonate de calcium natif (GCC)
- encollage neutre / synthétique (exempt d'alun)
- surface supérieure: Cobb60 conformément à la norme ISO 535 < 25
- sans azurants optiques
- stabilité à la lumière indice 7 – 8 (= élevé) sur l'échelle bleue, conformément à la norme ISO 105-B02
- solidité au dégorgement selon ISO 16245:2012
- très bonne résistance à l'abrasion selon DIN 53109:2008
- surface améliorée, gommable et antisalissante
- PAT positif conformément à la norme ISO 18916:2007

Colle entre composants du carton cannelé

- colle d'amidon
- pH 7,0 – 8,0
- contrecollage spécial, garantissant une résistance à l'humidité d'au moins 24 heures.

Colle de contrecollage

- colle à dispersion, sans agents plastifiants, ni solvants
- pH env. 7,0

Pour de plus amples renseignements sur les caractéristiques de nos produits, les certificats établis par des laboratoires externes indépendants et les préconisations d'utilisation, consultez le site internet klug-conservation.fr.

© KLUG-CONSERVATION, 2022 : les éléments de cette fiche technique reposent sur nos connaissances et notre expérience. Sous réserve d'erreurs ou de modifications. Cependant, les éléments fournis ne dispensent en aucun cas d'effectuer ses propres tests avant toute utilisation ou transformation des matériaux. Par ailleurs, ces spécifications ne peuvent donner lieu à un recours juridique en cas de leur détournement ou mauvaise interprétation.

Fiche 4 : Fiche technique enveloppes en papier translucide



Technical data sheet

Transparent envelopes – U-style



Specifications:

Photographic envelope enclosures in U-style, made from transparent archival paper without an alkaline buffer. The envelope opening is on the longer side. Suitable for archiving photographs, negatives and glass slides. Other sizes available upon request.

Sizes ex-stock:

9 x 12 cm, 9 x 13 cm, 10 x 15 cm, 12 x 16.5 cm, 13 x 18 cm, 18 x 24 cm, A4, 24 x 30 cm, 30 x 40 cm, A3

Material characteristics:

Paper

- 100% bleached cellulose
- without the usage of recycling fibres
- free of wooden fibres
- Kappa level < 5 = lignin-free
- pH approx. 6.9 – 7.2 = acid-free (in accordance with ISO 6588-1:2020)
- without an alkaline reserve (buffer)
- sizing: neutral/synthetic (without alum additive)
- without optical brightening agents
- Photographic Activity Test (PAT) passed in accordance with ISO 18916:2007

Dispersion glue

- glue based on ethylene vinyl acetate copolymer
- free of plasticizers (softening agents)
- aqueous-based
- pH 7.0 – 8.0
- Photographic Activity Test (PAT) passed in accordance with ISO 18916:2007

Further information, such as our Quality Guarantee, certificates of independent testing institutions and information regarding application methods and instructions are stated on our website klug-conservation.com.

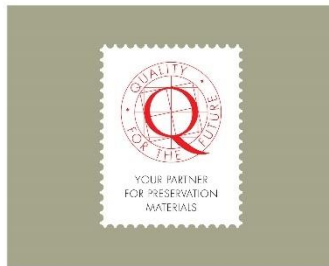
© KLUG-CONSERVATION, 2022; The information stated in this document is based on our technical knowledge and practical experience. Due to the abundance of possible influences during handling and application, own customer testing is essential. A legally binding guarantee of certain application properties cannot be derived from our technical document, no legal claims can be made on the base of our specifications. Errors and modifications subject to change without notice.

Fiche 5 : Fiche technique pochettes polyester SECOL P1

KLUG CONSERVATION

Quality Guarantee

envelopes – U-style made from SECOL P1-polyester (75 µ)



We hereby confirm that our "envelopes – U-style made from SECOL P1-polyester (75 µ)" fulfils the following characteristics:

- 100% polyester
- thickness 0.075 mm
- pH neutral
- dimensionally stable
- free of plasticizers (softening agents)
- transparent
- fungus resistant
- melting Point 250/265°C
- water vapour permeability
- flammability, slow to self-extinguishing
- tensile strength 7,36 N/mm
- Tensile tear strength 2800 kg/cm² at 25 °C
- Photographic Activity Test (PAT) passed in accordance with ISO 18916:2007

*We guarantee legally-binding that the above stated material meets the listed characteristics.
The material is ageing-resistant and provides active protection for the artefact.*

KLUG-CONSERVATION July 2022

Peter Langhammer
Quality Assurance

Fiche 6 : Fiche technique papier autocollante à étiquette



Fiche technique

Papiers à étiquettes gommés - 105 g/m²



Description :

Nos produits peuvent être identifiés de façon individuelle soit en écrivant directement la cote à l'encre de chine inaltérable soit en apposant des étiquettes ou un porte-étiquette.

Formats sur stock :

A4 (21 x 29,7 cm), Signaturen erstellen, Signaturen schneiden und aufkleben

Domaine d'application :

Propriétés des matériaux :

Pâte à papier

- grammage 90 g/m²
- 100 % cellulose blanchie
- exempte de fibres recyclées
- exempte de pâte mécanique
- exempt(e) de lignine : indice Kappa < 5
- pH 7,5 – 10,0 (conforme à la norme ISO 6588-1:2020) = sans acide
- réserve alcaline > 3% carbonate de calcium natif (GCC)
- encollage neutre / synthétique (exempt d'alun)

Couche de gommage

- 15 g/m² de dextrine (à base d'amidon)
- sans agents plastifiants (exempte d'adouccissant)
- pH env. 7,0
- sans additifs

Mode d'emploi :

Humidifiez de façon uniforme la surface gommée à l'aide d'une éponge humide ou d'un appareil d'humidification. Veillez cependant à ne pas trop mouiller la surface gommée. Vous la reconnaîtrez en comparant les deux surfaces : la surface gommée est légèrement jaunâtre. Ne trempez pas entièrement le papier à étiquettes dans l'eau, car la colle se détacherait du papier. Il est recommandé d'utiliser un bol plastique avec des éponges.

Remarques :

Pour de plus amples renseignements sur les caractéristiques de nos produits, les certificats établis par des laboratoires externes indépendants et les préconisations d'utilisation, consultez le site internet klug-conservation.fr.

© KLUG-CONSERVATION, 2022 : Les éléments de cette fiche technique reposent sur nos connaissances et notre expérience. Sous réserve d'erreurs ou de modifications. Cependant, les éléments fournis ne dispensent en aucun cas d'effectuer ses propres tests avant toute utilisation ou transformation des matériaux. Par ailleurs, ces spécifications ne peuvent donner lieu à un recours juridique en cas de leur dédoublement ou mauvaise interprétation.