

Gestion d'une collection entomologique au CBGP : une infrastructure dédiée

Emmanuelle Artige¹

Résumé. Dans un contexte juridique international où l'acquisition de spécimens devient de plus en plus délicate, et face aux changements rapides de la biosphère, les collectes cumulées de générations d'entomologistes constituent une ressource importante. Ces précieux - et coûteux - échantillons sont en effet les témoins de leurs époques et des mines d'informations sur le présent comme sur le passé. Ils se doivent donc d'être conservés de façon optimale afin que leur morphologie, leur contenu génétique et leurs informations associées soient utilisables le plus longtemps possible. Connaître les risques de dégradation d'une collection entomologique permet de mettre en œuvre une démarche en vue d'une conservation longue durée du spécimen et de son patrimoine génétique, démarche dans laquelle le contrôle de l'environnement joue un rôle prépondérant. Parallèlement, les données associées à chaque échantillon, qui lui confèrent sa valeur scientifique, doivent être partie intégrante de ce processus. L'accent est mis sur l'importance des bases de données comme outil collectif et structuré, pour conserver, archiver et rendre accessibles les informations afférentes aux spécimens, conjointement avec un étiquetage adapté et durable.

Mots clés : insecte, échantillon, collection, base de données, traçabilité, cycle de vie, conservation, dégradation

Introduction

Conscients de l'importance d'un diagnostic fiable pour l'étude des ravageurs et auxiliaires de cultures et des collections taxonomiques de référence pour atteindre cet objectif, l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), l'IRD (Institut de recherche pour le développement) et Montpellier SupAgro ont décidé en 2010 de regrouper leurs différentes collections de référence en entomologie au sein d'une même structure : l'UMR CBGP (Unité mixte de recherche Centre de Biologie pour la gestion des populations). Les différentes tutelles se sont engagées pour le maintien, la sauvegarde et l'enrichissement de cette collection.

Au total, un million de spécimens entomologiques appartenant à 60 000 espèces ont été réunis dans un même lieu spécialement pensé et aménagé pour assurer leur conservation, leur accessibilité et accueillir d'autres spécimens. Cette collection extrêmement riche est de grande valeur scientifique et patrimoniale. Elle héberge de nombreux spécimens dits de référence (spécimens porte-noms, références moléculaires) et constitue une collection parmi les plus riches d'Europe pour plusieurs groupes d'importance agronomique : pucerons, mouches mineuses, thrips, hyménoptères symphytes, chalcidiens, tordeuses, noctuelles et névroptères. Elle abrite, en outre, une très importante collection d'insectes tropicaux (insectes ravageurs et auxiliaires, faune forestière) (Dossier d'Agropolis International, no 17). Elle continue de s'enrichir chaque année par l'ajout des échantillons collectés par les scientifiques du CBGP lors de missions de prospection ainsi que par des dons. Parallèlement à la construction d'un bâtiment dédié à la conservation de cette collection, un poste de gestionnaire des collections a été ouvert. Enfin, l'ensemble du personnel impliqué dans le développement et l'organisation de cette collection s'est progressivement regroupé en un plateau technique animé par la gestionnaire des collections ; des curateurs ont été désignés pour chaque groupe en fonction de leurs connaissances taxonomiques.

Gérer une collection de référence ne se borne pas à veiller à la conservation des spécimens. En effet, une collection n'a d'intérêt scientifique que si les spécimens qui la composent sont accompagnés d'informations pertinentes (provenance géographique, identification, propriétaire, documents liés à leurs droits d'utilisation...) et s'ils sont facilement localisables et accessibles. Enfin, gérer une collection c'est également veiller au moyen de diffuser les informations qu'elle contient afin qu'elles soient accessibles au plus grand nombre.

¹ Centre de Biologie pour la gestion des populations, INRA, 755 avenue du campus Agropolis, 34980 Montpellier-sur-Lez, France
emmanuelle.artige@inra.fr

Description du matériel et de la méthode

Conserver

La conservation optimale des ressources biologiques n'est possible que par une connaissance approfondie de la nature des collections, tant par leur valeur (scientifique et/ou patrimoniale, pédagogique...) que par leur nature physique. Il est important de gérer ces collections en termes de matériel et de compatibilité de matériel, c'est-à-dire en prenant en compte l'origine organique des spécimens et les contenants de conservation. Le contrôle de l'environnement joue aussi un rôle très important (Bary M.O. de, 1998).

Sans parler des techniques entomologiques de collecte, préparation, montage de spécimens dépendantes de chaque groupe d'insecte et des habitudes des préparateurs, ainsi que des objectifs des projets de recherche, une collection entomologique peut être divisée en trois grands groupes : les collections à sec, les collections en fluide et les collections fixées, c'est à dire montées entre lame et lamelle. Pour chacun de ces trois types de collections, des risques majeurs de dégradations existent et amènent des réponses différentes en matière de conservation.

Collections entomologiques sèches

Risques de dégradations

Les insectes à sec peuvent se conserver presque indéfiniment s'ils sont préservés de leurs risques majeurs de dégradations voire de disparitions : la manutention, les ravageurs, les produits de conservation, la corrosion des épingles, la lumière, les moisissures, et le vol.

(a) La manutention est source de 80 % des dégradations ; la manipulation des coffrets et des insectes nécessite attention et soin et le colisage pour les envois doit suivre des recommandations pour éviter que les insectes ne subissent des chocs, se cassent ou se perdent.

(b) Les collections à sec ont pour principaux ravageurs, les insectes chitinophages (de type anthrènes et psoques) mais aussi les insectes xylophages si les contenants sont en bois. Les dégâts produits par ces ravageurs étant irréversibles, il est fortement conseillé de conserver les collections sèches dans un lieu de stockage à température et hygrométrie limitées puisque ces insectes présentent une activité accélérée avec l'augmentation de la température et que les psoques adorent les atmosphères humides. Il est important d'effectuer des contrôles visuels réguliers.

(c) La créosote de hêtre et l'essence de Mirbane, produits utilisés jusqu'en 2010 comme répulsif envers les insectes ravageurs mais désormais classés CMR², ont teinté de leur couleur brune certains spécimens. Ces produits étaient déposés dans des fioles de Sauvinet piquées à l'intérieur des boîtes ; il est indispensable de les enlever tant pour le bien-être des collections que des usagers.

(d) La corrosion des épingles causée par les fluides dégagés par les spécimens, une forte hygrométrie et, dans une moindre mesure par les étiquettes en papier acide, peuvent engendrer un dépôt cuivré à la surface et à l'intérieur du spécimen.

(e) La lumière a une action irréversible sur les spécimens et les informations associées : elle fragilise la résistance mécanique des insectes et décolore les pigments chimiques de ceux-ci ainsi que l'encre des étiquettes. Les insectes doivent donc être conservés à l'abri de la lumière.

(f) Les moisissures ne dégradent pas à proprement parler les spécimens mais leur développement entraîne la nécessité d'un nettoyage (Javel diluée à 10 %) très chronophage. Il existe une multitude de types de moisissures, certaines se développant à température basse, d'autres à températures plus hautes. Seul le contrôle de l'humidité ambiante peut enrayer leur prolifération, car un traitement antifongique, qui ne permet pas à lui seul de détruire toutes les spores, est difficile à mettre en œuvre et est potentiellement toxique pour les utilisateurs.

2 CMR = cancérigènes, mutagènes, reprotoxiques

(g) Un marché existe dans le monde de l'entomologie, les vols de spécimens rares sont courants ; l'accès à ces collections doit donc être règlementé.

Conditionnement

Les insectes à sec peuvent être conditionnés de différentes manières : en couches, en papillotes ou montés.

Les insectes en couches (**Figure 1**) sont stockés dans de petites boîtes rectangulaires translucides ou dans des boîtes en carton, de préférence neutre. Du coton cardé ou à démaquiller, qui peut être recouvert d'une feuille de papier absorbant, en tapisse généralement le fond. Ces mini-couches ont l'avantage d'être aisément manipulables, de se ranger facilement, et de protéger les insectes des psocques et anthrènes. Elles ont par contre l'inconvénient de favoriser le développement de moisissures, si les insectes n'ont pas été bien séchés avant leur mise en boîte. Les insectes de grande taille peuvent être stockés sur des couches de coton cardé, emballés dans du papier journal ou dans un papier fin, blanc et résistant ; ces couches peuvent être rangées dans des boîtes en bois ou dans des boîtes plastiques étanches. Il est conseillé d'utiliser des boîtes à usage alimentaire possédant un joint pour les protéger des nuisibles.

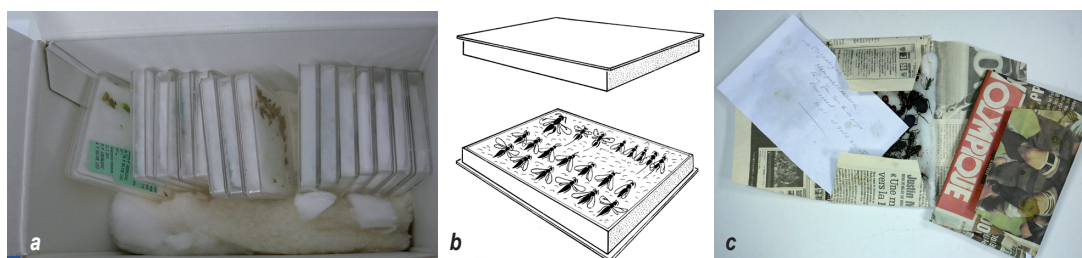


Figure 1. Différents types de couches d'insectes sur coton cardé : **a)** dans des boîtes en polystyrène cristal, **b)** dans une boîte cartonnée, **c)** emballées dans du papier journal (photo (a, c) : E. Artige ; (b) : H.P. Aberlenc, CIRAD).

Les insectes en papillotes (**Figure 2**) sont conservés dans des feuilles de papier, papier cristal ou cellophane pliées. Ces papillotes peuvent être empilées, sans être compressées, dans des boîtes en plastique de type Tupperware® ou Caubère®, propres à la conservation puisque ne dégageant aucun toxique (traitées pour un usage alimentaire).



Figure 2. Lépidoptères en papillotes (photo : E. Artige).

Pour les insectes montés (**Figure 3**), il est préférable de choisir des matériaux neutres, de qualité muséographique pour une conservation à long terme : épingle et minutie en acier inoxydable, écriture à l'encre de Chine, ou imprimante laser, étiquette en papier neutre (non acide). La majorité de ces insectes sont épinglés dans des coffrets entomologiques en bois ou en carton – matériaux hygroscopiques et sensibles aux ravageurs. Il est conseillé de choisir des coffrets avec fond en émailène, matériau neutre n'étant pas sensible aux attaques de ravageurs, et vitrés, pour un aperçu rapide facilitant le contrôle visuel du contenu. Il est fortement recommandé d'ouvrir sous hotte ou près d'un mur aspirant les coffrets ayant contenu des produits toxiques³, et de les manipuler avec des gants en nitrile jetables. A défaut, un lavage de main est vivement conseillé.

³ Parmi les produits classés CMR souvent utilisés jusqu'en 2010 dans les coffrets entomologiques, on trouve la créosote de hêtre, l'essence de Mirbane, le lindane et le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT).

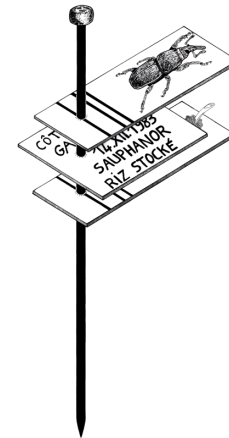
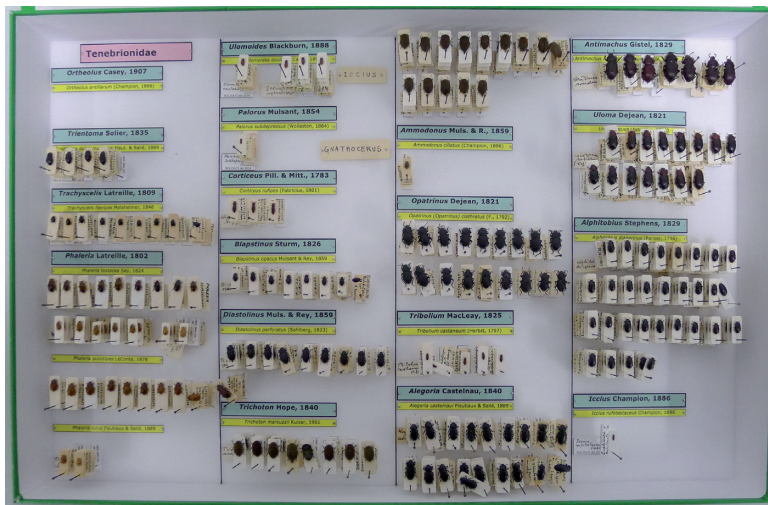


Figure 3. Coffret entomologique vitré avec fond en émailène (photo : E. Artige) et exemple d'insecte collé sur paillette (dessin : H.P. Aberlenc, CIRAD).

Collections en fluide

Risques de dégradation

Trois risques majeurs existent pour ce type de collection : l'assèchement, ou la décomposition du spécimen, la perte des informations associées.

(a) Beaucoup plus courante est la dégradation par assèchement du spécimen due à l'évaporation du fluide ; une réhydratation précautionneuse du spécimen devenu très cassant est possible mais son extraction moléculaire est difficile en l'état actuel des connaissances.

(b) Moins courante est l'irréversible dégradation par décomposition d'un spécimen. Elle est due à une concentration incorrecte du fluide conservateur et/ou à sa non pénétration à l'intérieur du spécimen. Seule une procédure de routine, visant à fixer et conserver rapidement les spécimens dès la collecte peut empêcher cette dégradation : mettre une quantité de liquide conservateur au moins égale à la moitié du volume du tube, et nettement supérieure au volume de l'insecte.

(c) Les étiquettes collées sur les tubes peuvent s'en détacher, l'information écrite directement sur le tube peut disparaître par frottement ou contact avec des produits chimiques, l'information écrite sur une étiquette à l'intérieur du tube peut disparaître sous l'effet du liquide conservateur. Or, s'il y a perte d'information, l'échantillon n'a plus aucune valeur scientifique. Nous verrons dans la partie suivante, les choix qui ont été faits au CBGP pour prévenir cette perte d'information.

Conditionnement

La majorité de nos collections en fluide le sont en éthanol mais il se peut que celui-ci soit remplacé par de l'alcool de qualité inférieure (alcool ménager, alcool à brûler, alcool alimentaire, etc.) en fonction des aléas des missions ; ceci peut impacter les études moléculaires. Quelques tubes de collection contiennent de la glycérine. Aujourd'hui, toutes les collections en fluide arrivant au CBGP sont en éthanol titré de 70 à 96 % ; le pourcentage dépend de la nature de l'échantillon et de l'objectif de récolte. Pour une analyse moléculaire, l'éthanol à 96 % est préférable, mais pour une étude morphologique, le choix se porte sur une concentration entre 70 et 75 %.

Jusqu'à 2012, différents types de contenant étaient utilisés - tubes en plastique ou en verre de différents fournisseurs, à capuchons plus ou moins hermétiques - ce qui avait pour conséquence une déshydratation de nombre de spécimens. L'information sur le tube pouvait être portée avec un stylo soi-disant permanent, ou sur des

étiquettes de bureau donc avec un risque élevé de décollement dans le temps. Une mise en conformité du matériel a été réalisée afin que les nouvelles collectes soient stockées, dès leur arrivée, dans des conditions de conservation à long terme (**Figure 4**).

Après des tests d'herméticité avec une centrifugeuse sous vide couplée à un système de chauffage, nous avons opté pour les tubes de 8 ou 2 mL en polypropylène transparent à joint torique noir de marque Sarstedt. Une étude est en cours pour les contenants d'un volume supérieur. Cette standardisation amène à diminuer la fréquence de surveillance nécessaire à la remise à niveau en éthanol des tubes.

Concernant l'étiquetage extérieur des tubes, après une analyse des produits disponibles sur le marché, nous avons choisi une imprimante Brady® (BP-PR600-PLUS) couplée à leurs étiquettes de laboratoire dont l'encollage et l'impression résistent à la plupart des produits chimiques et des solvants et à des gammes importantes de températures (azote liquide, autoclave).



Figure 4 . Collections en éthanol conditionnées avant 2010 versus celles suivant les recommandations de 2012 (photos : E. Artige).

S'agissant de l'étiquette d'information à l'intérieur du tube, il est préférable qu'elle soit en papier neutre et écrite au graphite ou à l'encre laser.

Pour le stockage, en l'état actuel des connaissances et des moyens alloués, il est préconisé de placer les insectes en fluide dans des équipements froids (de type congélateurs ou réfrigérateurs) de façon à avoir une température fraîche, constante et qu'ils soient à l'obscurité ; ainsi, l'ADN est mieux conservé et les risques d'évaporation du liquide conservateur diminuent.

Collections montées entre lame et lamelle

Risques de dégradation

Outre une manutention maladroite qui peut casser les lames, le risque majeur est la dégradation de la préparation elle-même pouvant rendre illisible le spécimen monté. De grandes variations d'hygrométrie craquellent, par exemple, le liquide de Faure (**Figure 5**) qui brunit, de plus, à la lumière. Les préparations à la glycérine peuvent couler du fait du craquèlement du vernis de lutage. Ces dégradations, bien que réversibles, puisque les produits d'inclusion sont solubles, doivent être limitées pour éviter un reconditionnement fastidieux.

Conditionnement

Différents produits d'inclusion sont utilisés pour monter les insectes entre lame et lamelle comme par exemple la gomme de Faure, l'Eukitt, l'Euparal, la glycérine, le baume du Canada. Il n'existe pas encore d'études sur les propriétés de conservation à long terme de ces préparations. Les lames doivent être stockées dans des boîtes de



rangement dédiées (Figure 5), hermétiques à la lumière, dans des conditions climatiques stables et régulées (en dessous de 20°C).

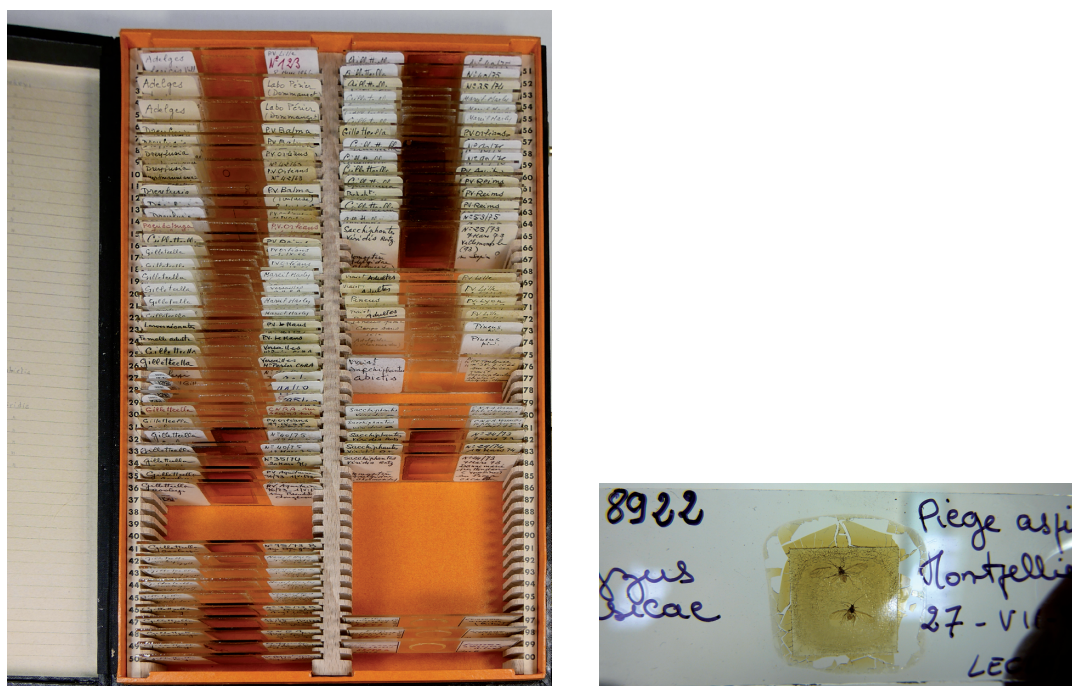


Figure 5. Boîte de rangement de pucerons entre lame et lamelle et détail du craquellement du liquide de Faure sur une lame (photos : E. Artige).

Un contrôle de l'environnement par zonage de l'activité

Le contrôle de l'environnement est essentiel pour limiter les menaces sur les collections d'arthropodes. Ainsi au CBGP, nous avons délimité trois zones en fonction du type de conservation, et mis en place des procédures d'accès et de gestion des déchets.

Pièce maîtresse : la salle des collections à sec

Cette pièce de 90 m² est aveugle, et limite les possibilités d'entrée de ravageurs. De plus, elle est conçue pour pouvoir supporter des traitements par fumigation. Deux climatiseurs maintiennent la température entre 16 et 23°C tandis qu'un déshydrateur maintient une humidité relative entre 28 et 35 %. La présence de quatre thermo-hygromètres enregistreurs permet d'avoir, depuis 2011, des relevés de température, d'humidité relative et de points de rosée toutes les 5 min. Ce suivi est complété par un thermo-hygromètre visuel permettant aux utilisateurs de la salle de détecter rapidement une anomalie. L'installation d'une alarme est prévue en 2017 afin d'intervenir rapidement en cas d'augmentation anormale de l'humidité relative. Une centrale de traitement d'air simple flux (vitesse d'extraction comprise entre 700 et 1000 m³/h) permet de diminuer les effluves issus des produits chimiques utilisés pour les préparations. En 2011, une analyse a détecté, malgré le fonctionnement de la centrale, une faible quantité de créosol dans cette pièce. Des recommandations et des moyens de protection individuels (masques faciaux de la norme EN14387:2004 + A1:2008, combinaisons intégrales pour des expositions supérieures à une demi-heure et gants nitriles jetables) ont été mis à disposition des utilisateurs.

Vingt-neuf chariots mobiles et huit rayonnages équipent cette salle, optimisant la surface de stockage et facilitant l'accès aux boîtes. Un système de codification des équipements permet de repérer facilement la localisation exacte des spécimens (lorsque cette information est entrée dans la base de données).

Une salle des collections anciennes en éthanol

Une autre salle aveugle de 8 m², annexée à la salle des collections à sec, accueille les anciennes collections en éthanol, conservées à l'air ambiant. Elle est pourvue d'un système de climatisation branché sur le système général du bâtiment pour répondre au cahier des charges de 20°C par -5°C extérieur, et de 28°C par une température extérieure égale ou supérieure à 35°C. Des rayonnages métalliques numérotés composés d'étagères ou de tiroirs, eux aussi numérotés, permettent d'entreposer les bocaux ou boîtes de tubes. Un contrôle visuel du niveau d'éthanol est réalisé 2 fois par an.

Deux salles de réfrigérateurs et congélateurs

Deux salles (56 m² et 8 m²) tempérées entre 18 et 23°C, possédant des systèmes de climatisation indépendants, accueillent les 27 congélateurs et 3 réfrigérateurs dédiés aux collections entomologiques.

Des procédures d'entrée en salle des collections

Pour prévenir tout risque de contamination par l'introduction d'insectes ravageurs dans la salle des collections, une procédure de désinfection préventive par congélation des cartons entomologiques, des couches ou de tous les contenants cellulose (bois, carton) est obligatoire. Elle s'applique sur les boîtes contenant les spécimens à secs, qui sont emballées dans des sacs en polyéthylène alimentaire thermosoudés pour éviter la fuite éventuelle des ravageurs ainsi que la condensation. Elle est réalisée en deux étapes. Une 1^{re} congélation, à -40°C, qui doit durer au moins 5 jours pour tuer les insectes ravageurs ainsi que leurs œufs, est suivie d'une période de latence de 5 jours, à température ambiante qui permet l'éclosion des œufs qui auraient résisté. Les insectes éclos emprisonnés dans le sac thermosoudé sont tués durant une 2^e phase de congélation, identique à la première (Strang, 1992 et 1997). Cette procédure est également appliquée à tout spécimen sorti plus de 48 h de la salle des collections. A noter qu'il existe d'autres méthodes de désinfection (Baslé, 2011) non toxiques comme l'anoxie (privation d'oxygène), ou la déshydratation (Gunn, 2011).

Il est interdit d'introduire de la nourriture ou des boissons en salle de collections à sec pour ne pas attirer les ravageurs, et des nettoyages sont régulièrement faits dans et à proximité de cette salle pour éliminer toute source de prolifération de ces insectes (feuilles mortes, poussières, etc.). L'accès à cette salle est contrôlé par un système de badge afin que n'entrent que des personnes formées à la conservation des collections, et aussi éviter les vols.

La gestion des déchets

Les fioles de Sauvinet, bourres de fusil (**Figure 6**), plaques de naphthalène imbibées de produits toxiques, épingles doivent être jetées dans les récipients dédiés à cet usage et placés dans le sas de la salle des collections avant d'être enlevés par une entreprise agréée. Afin d'éviter que les COV (composés organiques volatiles), ne se dispersent dans les couloirs, les fioles de Sauvinet sont entreposées dans un seau à déchets hermétique, seulement ouvert à l'extérieur du bâtiment en étant muni d'un masque 3M® intégral.

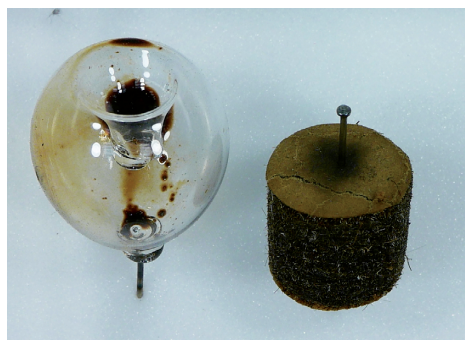



Figure 6. Support de produits toxiques utilisés jusqu'en 2010 dans les coffrets entomologiques : fiole de Sauvinet, bourre de fusils (photo : E. Artige).





A noter, que tous les coffrets badigeonnés anciennement de lindane sont à changer, mais cette opération très chronophage et onéreuse n'est pas réalisable à court terme.

Gérer les spécimens et les informations liées

Une collection n'a d'intérêt scientifique que si les spécimens qui la composent sont facilement localisables et accessibles, et s'ils sont accompagnés d'informations sur leur propriétaire, leur provenance géographique, leur identification, leur date de collecte, etc. (Dusoulier, 2014). Les documents légaux attachés aux collections sont eux-aussi nécessaires pour leur valorisation. Au CBGP, avant 2011, les données étaient gérées de façon variable, soit dans des cahiers, soit dans des systèmes informatiques divers, avec des codifications et des modes de stockage disparates, en fonction des moyens et des préférences des responsables de collections. Cette disparité posait de nombreux problèmes : impossibilité de localiser des échantillons en l'absence du spécialiste, analyses redondantes d'un même échantillon suite à l'absence de lien entre l'échantillon et les données de séquençage, etc. Nous avons donc décidé de (i) développer une organisation et un cadre de gestion des échantillons commun à l'ensemble de l'Unité ; (ii) regrouper et partager les informations dans une base de données unique.

Une organisation de la gestion des échantillons commune à l'ensemble de l'Unité

Un système de codification standardisé et homogène

Chaque échantillon, partie d'échantillon ou extrait (ex : ADN), ainsi que les documents qui lui sont associés (planche d'herbier de plante-hôtes, iconographie, photographie, etc.) possèdent un code unique normalisé. Celui-ci est construit de façon à pouvoir facilement relier ces différents éléments. Pour chaque lot (ensemble de spécimens placés dans un même tube par le collecteur), nous utilisons un code basé sur les quatre premières lettres du nom du responsable suivi d'un numéro unique. Par exemple, pour le tube 1256 contenant plusieurs spécimens collectés sur un projet dirigé par Jean-Claude Streito, nous avons le code JSTR01256. Les spécimens issus de ce lot vont être codés avec le code du lot suivi d'un numéro indiquant le rang parmi les espèces identifiées dans ce lot et d'un numéro désignant le spécimen parmi cette espèce, par exemple JSTR01256_0101 pour le premier spécimen de la première espèce sortie du lot JSTR01256. L'ADN issu de ce spécimen sera étiqueté avec le numéro du spécimen suivi du mot DNA. Les noms des fichiers de séquences obtenus à partir de cet ADN porteront le même code, suivi du nom du gène, par exemple JSTR01256_0101_COI. Le nom des fichiers photographiques des différentes pièces morphologiques du spécimen est construit sur le même principe : code du spécimen et pour suffixe, le code de la partie photographiée, par exemple, JSTR01256_0101_wing pour l'aile.

Une procédure de suivi des nouveaux échantillons : du terrain à la mise en collection

Cette procédure, mise en place à partir de 2012, est le fruit d'un travail collaboratif entre la gestionnaire du plateau technique « Collections », les entomologistes et toutes les personnes du CBGP amenées à récolter des spécimens dans le cadre de leurs recherches (phylogénéticiens, généticiens des populations, etc.). Elle ne cesse d'évoluer pour répondre à des exigences de traçabilité de plus en plus strictes (**Figure 7**) (Puillandre et al., 2012 ; DQual, 2014). La vie d'un échantillon débute dès sa collecte et doit obéir à des réglementations internationales, régionales et nationales (Convention sur la biodiversité, CITES⁴, réglementations sanitaires et de biosécurité, etc.). Sa collecte et son utilisation doivent suivre les lois et règlements du pays d'origine si elles existent. Les informations légales doivent suivre l'échantillon durant toute sa vie. Chaque utilisateur doit s'assurer de la légalité et des droits attachés à chaque échantillon avant de l'utiliser. La gestionnaire de la collection doit s'assurer de ne pas diffuser d'informations confidentielles liées à un échantillon. Par exemple, le CBGP est, par arrêté ministériel, depuis le 28 juin 2012, centre de dépôt des macro-organismes utilisés en lutte biologique, la traçabilité de ces échantillons est donc indispensable pour les conserver en bon état pendant dix ans et ne pas diffuser leurs informations.

Avant chaque début de mission de collecte, les codes uniques sous format alphanumérique et code bidimensionnel (datamatrix) sont imprimés sur des étiquettes à longue durée de conservation décrites plus haut. Ce système d'impression permet de gagner du temps, diminue les risques d'erreur, et permet d'informatiser rapidement les données de stockage des spécimens. Les équipes de terrain partent avec les étiquettes pré-imprimées et le matériel

4 CITES : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.
Outil développé en surcouche de libdmtx : <http://libdmtx.sourceforge.net/> [consulté le 28/10/2016]

de stockage longue durée (tubes homologués à joint torique) ainsi qu'une table de données standardisée à renseigner. Les informations requises *a minima* sont : le responsable de la donnée, le code d'identification unique, une identification préliminaire du taxon, la localité de collecte, les coordonnées GPS en degrés décimaux signés, la date de collecte, le nom du collecteur et l'institution propriétaire de l'échantillon et des données. Ces données standardisées sous forme de tableau informatique facilitent grandement les importations dans la base de données.

De retour au laboratoire, un spécimen ou une partie de celui-ci peut être envoyé sur le plateau de biologie moléculaire pour des analyses génétiques. Depuis 2010, une technique d'extraction d'ADN non destructive est utilisée. Cette méthode permet de récupérer l'ADN d'un spécimen tout en conservant ce spécimen extérieurement intact. Ce spécimen est alors désigné comme « voucher moléculaire ». Les collections de vouchers moléculaires permettent une comparaison de la morphologie et des données génétiques associées (ex : gènes COI, ITS). Les ADN sont stockés en collection au congélateur à - 20°C. Les séquences des différents gènes obtenues sont contrôlées et validées par les spécialistes, avant d'être entrées dans la base de données.

Une fois le matériel en collection, l'information relative au lieu de stockage des différents éléments (spécimen, ADN, etc.) est elle aussi entrée dans la base de données.

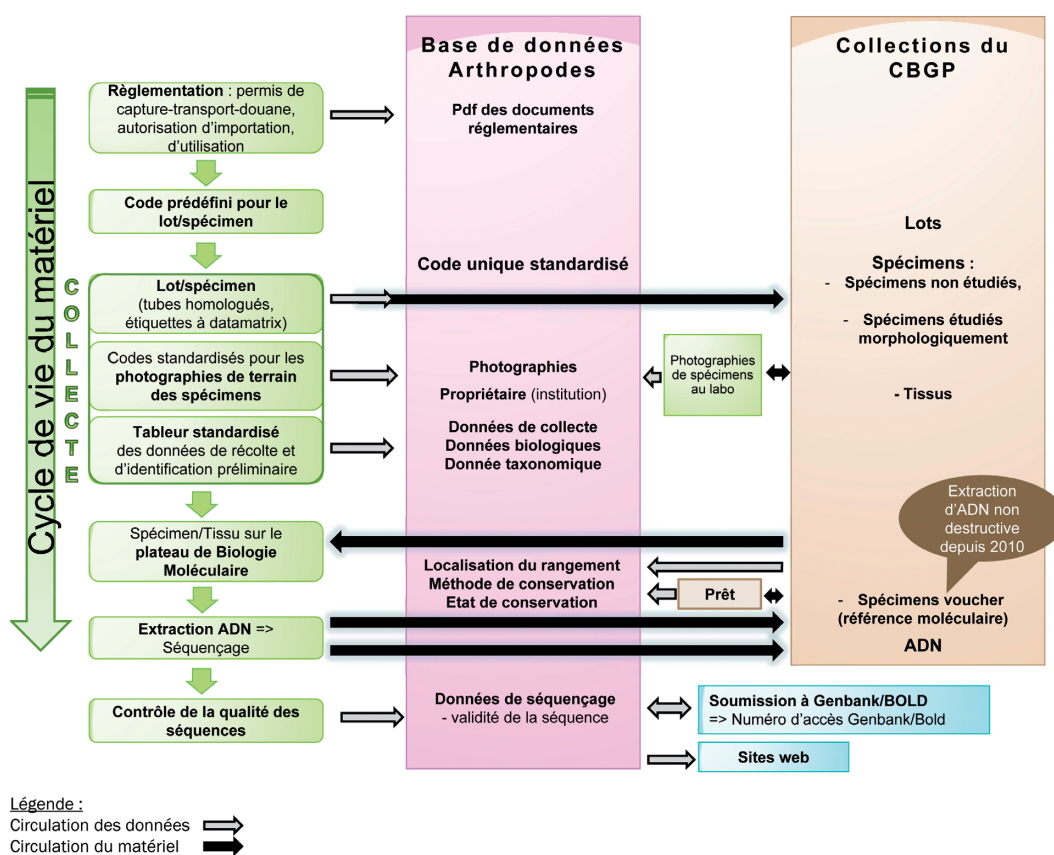


Figure 7. Flux des collections (données et matériel).

Une gestion optimisée des données de conservation

Les données de conservation incluent la localisation (bâtiment, salle, numéro de congélateur, numéro de boîte, etc.), le type de conservation (à sec, en éthanol à 70 %, etc.), la nature de l'échantillon (lot, spécimen, ADN, etc.) et s'il s'agit d'un spécimen de référence (voucher, holotype, etc.). Certaines de ces données sont définitives, d'autres sont amenées à changer comme la localisation du stockage. Un bio-informaticien du CBGP a développé un outil

de lecture automatique des datamatrix. A partir d'une photographie de l'ensemble des tubes contenus dans une boîte ce programme reconnaît les codes des échantillons et le numéro de la boîte⁵. Un fichier est généré et permet d'importer ensuite en lot l'information relative aux données de stockage. Nous n'avons donc plus qu'à renseigner dans la base, la localisation de la boîte dans une organisation arborescente du style explorateur de Windows.

Une base de données unique pour les arthropodes sous BioMICS®

La base de données commune Arthropodes est développée sous le SGBDR (système de gestion de base de données relationnelle) BioMICS® de la société BioAware⁶. Ce système permet de créer sa propre structure de base et peut héberger un nombre illimité d'enregistrements. La base est accessible via une connexion internet et peut donc être implémentée ou consultée de n'importe quel endroit du monde. Elle inclut un outil d'identification moléculaire basée sur le logiciel « Blast » permettant la comparaison d'une séquence d'ADN soumise avec celles présentes dans la base. Enfin, elle autorise des connexions multi-utilisateurs et la création de sites web à partir de tout ou partie des données stockées (Robert, 2011). Deux systèmes complémentaires de sauvegarde des données sont en place, d'une part une sauvegarde journalière sur des serveurs extérieurs, d'autre part des dump en SQL, régulièrement réalisés et sauvegardés dans l'Unité. Les deux principaux inconvénients de cette base sont la nécessité d'une connexion internet haut débit et le paiement de licences annuelles. La structure de notre base de données (**Figure 8**) s'articule autour de quatre tables principales -spécimens, taxons, séquences et conservation- et dix-neuf tables secondaires.

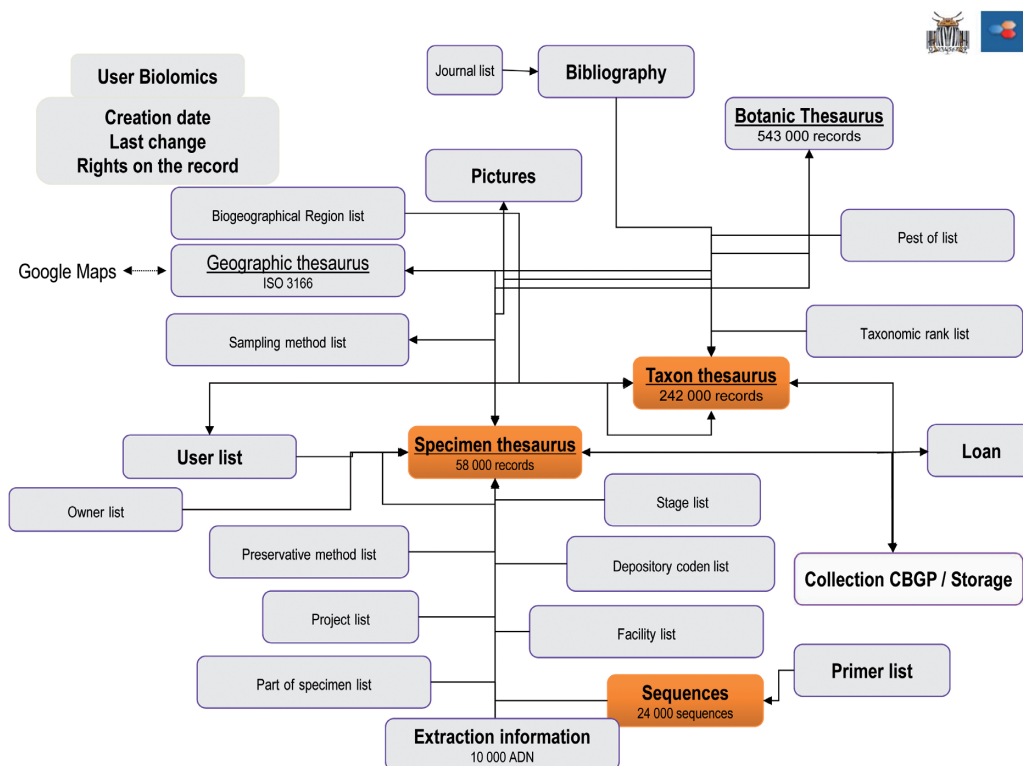


Figure 8. Structure de la base de données Arthropodes.

Une personne administre la base, une autre, entomologiste, gère des tables de nomenclature (entomologique et botanique). Les données spécimens et séquences sont sous la responsabilité des porteurs de projets ou des responsables de collection qui ont été formés à l'utilisation de la base et à l'intégration en lot de leurs données.

Une interface conviviale de saisie permet à chacun de créer son propre formulaire de visualisation filtré sur ses enregistrements et les champs qu'il souhaite voir. Les données sont affichées sous forme de tableur et peuvent facilement être explorées, importées et exportées ; différents droits d'accès peuvent être assignés aux utilisateurs.

5 Outil développé en surcouche de libdmtx : <http://libdmtx.sourceforge.net/> [consulté le 28/10/2016]

6 Bio-Aware, Life Sciences Data Management Software : <https://www.bio-aware.com/> [consulté le 01/06/2016]

Rendre accessibles les collections et diffuser les informations associées

L'accès aux collections

Toutes les salles et collections du CBGP sont accessibles à tout agent ayant acquitté le droit d'entrée au plateau technique « Collections ». L'accès de personnes étrangères au laboratoire se fait sous la responsabilité d'un membre adhérent du plateau et en accord avec la gestionnaire des collections.

Depuis 2010, toute demande de prêt doit être validée par le responsable de la collection. En effet, en plus des collections qu'ils constituent durant leur carrière et dont ils sont responsables, chaque taxonomiste de l'Unité est nommé responsable d'une partie des collections anciennes, c'est-à-dire hors projet, en fonction de ses connaissances entomologiques. Un contrat qui mentionne la durée et les conditions du prêt est établi par la gestionnaire, qui doit s'assurer de la conformité de l'échantillon avec les réglementations en vigueur. Un suivi des prêts et des relances aux emprunteurs permettent un retour des spécimens, qui jusque-là, était trop aléatoire.

La collection entomologique est consultée par la communauté scientifique nationale et internationale (Instituts de recherche, Muséums, taxonomistes professionnels et amateurs), les agences de sécurité sanitaire et les professionnels de l'agriculture.

Diffusion des informations liées aux collections via le WEB

BioloMICS autorise, grâce à l'application de filtres des données, l'extraction et le formatage d'une partie des données spécifiques à un projet ou à un groupe taxonomique. Il génère alors automatiquement une structure de site web dans laquelle des outils de recherche permettent d'accéder aux informations filtrées de la base de données. Deux types de site web ont jusqu'ici été publiés : les sites dédiés aux résultats d'un projet de recherche, et ceux regroupant les informations sur les spécimens d'un groupe taxonomique particulier. Ainsi, à titre d'exemple, l'ensemble des informations sur les spécimens et les données associées (informations biologiques, de collecte, bibliographie, iconographies et séquences ADN) issus du programme européen Q-Bol portant sur les organismes de quarantaine européens sont disponibles via le site <http://www.q-bank.eu/arthropods/>. Le site PhylAphidDBase [<http://aphiddb.supagro.inra.fr>] est quant à lui dédié à l'écologie, la systématique et l'identification moléculaire des pucerons. Il contient toutes les informations liées aux spécimens de pucerons de nos collections, donne un accès aux séquences d'ADN produites, autorise via l'outil « blast » l'identification d'une séquence d'ADN COI et fournit, à travers des pages html, de l'information scientifique sur ce groupe taxonomique. Cette possibilité de générer des sites WEB multiples, ciblés sur un projet ou un groupe taxonomique à partir d'une base de données unique est un outil important de communication et de diffusion de l'information vers la communauté scientifique.

Il est aussi envisagé d'intégrer les données liées aux spécimens de référence au système mondial d'information sur la biodiversité, GBIF : infrastructure intergouvernementale de partage de données concernant la biodiversité, accessible sur le web⁷.

Conclusion

La notion de collection n'est pas indépendante du contexte socio-culturel qui la génère. Les 19^e et 20^e siècles ont vu l'émergence de collections essentiellement basées sur la conservation de l'aspect morphologique des échantillons. En ce 21^e siècle, les investigations génétiques d'ores et déjà réalisables, ou - *a fortiori* - imaginables, plongent les collections dans une dimension supplémentaire : l'analyse de son ADN va permettre de replacer le spécimen dans son histoire évolutive (phylogénie, génétique des populations) ou sa position écologique (analyse des réseaux trophiques, parasitologie, épidémiologie).

Gérer des collections, ce n'est donc plus seulement accumuler des spécimens esthétiquement ordonnés, mais aussi veiller à ce que leur matériel génétique et leurs données associées soient préservés à long terme. C'est par une approche complète du processus de conservation que cet objectif est atteignable. L'informatisation des données reste fragile, au gré des évolutions technologiques, et leur organisation est presque en soi une collection.

7 Global Biodiversity Information Facility : <http://www.gbif.org> [consulté le 03/10/2016]

Mais pour que données et échantillons restent associés, c'est chaque étape, chaque geste, chaque conteneur, chaque étiquette, chaque fichier ou base de données qui doivent faire partie d'une chaîne cohérente et robuste.

En partageant l'expérience acquise autour de ce sujet, nous ne pouvons qu'espérer qu'une attention accrue envers la conservation à long terme - malgré les projets à court terme - permettra une valorisation de nos données bien au-delà de leur objectif premier. C'est d'autant plus important que l'acquisition d'informations et de spécimens *ex natura* devient de plus en plus coûteuse et/ou difficile.

Remerciements

Merci à Armelle Cœur-d'Acier (entomologiste, INRA-CBGP), animatrice scientifique du plateau « Collections » à Sylvain Piry (bio-informaticien, INRA-CBGP) pour leur soutien et la relecture rigoureuse de cet article, et à tous les entomologistes du CBGP auprès de qui les collections prennent vie, notamment Eric Pierre (entomologiste INRA-CBGP) pour son investissement et son expertise dans l'enrichissement de la base de données Arthropodes.

Références bibliographiques

Baslé K (2011) Traitements de désinsectisation des biens patrimoniaux : législation et critères méthodologiques. *La Lettre de l'OCIM* [En ligne], 138 | 2011, mis en ligne le 01 novembre 2013, consulté le 21 février 2017. URL : <http://ocim.revues.org/982> ; DOI : 10.4000/ocim.982

Bary MO de, Tobelem JM (sous la direction de) (1998) *Manuel de muséographie : petit guide à l'usage des responsables de musée*. Edition Séguier, Paris.

Collections taxonomiques, collections vivantes et ressources génétiques pour la biodiversité. Hubert B, Morand S (eds) (2013) Montpellier : Agropolis international, 76 p. (Les dossiers d'Agropolis International : compétences de la communauté scientifique, 17) [Disponible sur <http://www.agropolis.fr/publications/collections-dossier-thematique-agropolis-international.php> le 18/05/2016]

DQual : Délégation de la qualité de l'INRA (2014) Guide de gestions des échantillons. [Disponible sur <https://intranet.inra.fr/dqual/Guides/Gestion-des-echantillons-2014> le 18/02/2016]

Dusoulier F (2014) Le récolement des collections entomologiques. *La Lettre de l'OCIM* 153. DOI : 10.4000/ocim.1375

Gunn M (2011) La désinsectisation des biens patrimoniaux par la chaleur. *La Lettre de l'OCIM* [En ligne], 138 | 2011, mis en ligne le 01 novembre 2013, consulté le 21 février 2017. URL : <http://ocim.revues.org/992> ; DOI : 10.4000/ocim.992

Puillandre N, Bouchet P, Boisselier-Dubayle MC, Brisset J, Buge B, Castelin M, Chagnoux S, Christophe T, Corbari L, Lambourdière J, Lozouet P, Marani G, Rivasseau A, Silva N, Tarryn Y, Tillier S, Utge J, Samadi S (2012) New taxonomy and old collections : integrating DNA barcoding into the collection curation process. *Mol Ecol Res* 12 : 396-402. DOI : 10.1111/j.1755-0998.2011.03105.

Robert V, Szoke S, Jabas J, Vu D, Chouchen O, Blom E, Cardinali G (2011) BioloMICS software, Biological data management, identification, classification and statistics. *Open Appl Inform J* 5 : 87-98.

Strang T (1997) Controlling insect pests with low temperature. Canadian Conservation Institute Note 3/3, updated 2008. [Disponible sur <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/controlling-insects-low-temperature.html>]

Strang TJK (1992) A Review of published temperatures for the control of pest insects in museums. *Collection Forum* 8 : 41-67.