



**HAL**  
open science

## Puis-je donner des spécimens à un herbier d'Occitanie ?

Caroline Loup, Jérôme Munzinger

► **To cite this version:**

Caroline Loup, Jérôme Munzinger. Puis-je donner des spécimens à un herbier d'Occitanie ?. Carnets Botaniques, 2021, 65, 10.34971/4dpm-w289 . hal-03347194

**HAL Id: hal-03347194**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03347194v1>**

Submitted on 17 Sep 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



### Title

Can I donate specimens to a herbarium in Occitania?

### Résumé

Cet article a pour but de préciser les conditions pour pouvoir déposer des spécimens dans l'un des herbiers d'Occitanie reconnus par l'Index herbariorum. Il précise, à travers de nombreux exemples, comment préparer idéalement les plantes (montage), comment fournir les données associées nécessaires (étiquettes, données informatiques, photos de terrain). L'objectif est de permettre une intégration la plus rapide possible dans les collections et que les données soient accessibles à tous sur Internet.

### Abstract

This article explains the conditions for depositing one's specimens in one of the Occitanian herbariums recognised by the Index herbariorum. In particular, it specifies, through numerous examples, how to prepare the plants ideally (mounting), how to provide the necessary associated data (labels, computer data, field photos). The aim is to enable the fastest possible integration into the collections and to make the data accessible to everyone on the Internet.

Vous avez récolté des échantillons autour de votre village ou pendant vos vacances, vous avez trouvé celui d'un ancêtre dans son grenier, surtout ne les jetez pas ! Assembler un herbier est un travail de longue haleine qui demande beaucoup de soin et de temps, et a souvent eu un coût important (voyage, achat du papier...) ; le valoriser peut s'avérer une bonne opération. En effet, votre herbier peut intéresser des institutions de la région Occitanie qui ont pour vocation de gérer et de conserver les collections.

Acteurs de la recherche, il est demandé que les données issues de la recherche répondent au principe du "FAIR", c'est-à-dire « Facile à trouver, Accessible, Interopérable et Réutilisable ». En déposant vos spécimens de référence

**Oxytropis neglecta** J.Gay ex Ten. subsp. **aurigerana** Coulot & Rabaute **HOLOTYPE**

**Spécimen**  
Hb **UM-MPU-MPU1373372**

**Origine**  
Libellé du pays France  
Pays ISO (code) France (fr)  
Région Ariège (09)  
Localité originale Sommet du port de Saleix et crête sommitale, Auzat, Ariège  
Phénologie fl fr  
Nom du récolteur P. Coulot  
Avec Rabaute P.  
Date de récolte 2020-6-15  
Altitude 1794  
Coordonnées géographiques 42° 46' 54.984" N ; 1° 24' 16.992" E  
Note écologique Rochers versant est

**Taxonomie**  
Famille Fabaceae  
Genre *Oxytropis*  
Espèce *Oxytropis neglecta*  
Nom *Oxytropis neglecta* J.Gay ex Ten. subsp. *aurigerana* Coulot & Rabaute

Map showing the collection site in Ariège, France, near Auzat and Andorra-La Vella.

**Figure 1.** [MPU1373372](https://doi.org/10.34971/4dpm-w289), holotype d'*Oxytropis neglecta* J. Gay ex Ten. subsp. *aurigerana* Coulot & Rabaute (2020, Fabaceae) tel qu'il apparaît sur la page de Science/MNHN du réseau des herbiers de France. En plus des données d'étiquette et de l'image à haute définition, une carte permet de localiser le lieu de récolte.

(*vouchers*) dans un herbier vous répondez à cette demande (Manzano *et al.*, 2021), ce dépôt étant fortement recommandé voire imposé par les éditeurs de revues.

En France, de nombreux herbiers sont membres de l'infrastructure RECOLNAT (page [Explore](#)) et/ou du réseau des herbiers de France (page [accueil](#)), et donne accès librement aux scans des herbiers et à toutes les informations liées aux récoltes (figure 1).

Cet article a pour but de décrire comment préparer de manière idéale la collection qui vous a été léguée ou que vous envisagez de constituer, à l'aide d'exemples, et, peut-être, de répondre à quelques-unes de vos questions à ce sujet : « L'herbier que j'ai en ma possession peut-il être valorisé ? Peut-on éventuellement m'aider à le préparer ? Qui contacter ? »

Une première condition concerne le contenu ; cet herbier est intéressant car il est composé de :

- spécimens de référence, utilisés pour vos travaux scientifiques (*vouchers*) en biologie moléculaire (Pleijel *et al.*, 2008), en anatomie (Stern & Chambers, 1960) ou autre ; ils pourront facilement être consultés par vos collègues ;
- témoins de nouvelles localités pour un taxon ;
- représentants d'espèces très communes ou récoltées récemment (postérieurement aux années 1970-80) ;
- plantes difficiles à récolter et donc assez rares dans les herbiers : hors format avec des feuilles ou des inflorescences gigantesques, très épineuses, succulentes (figure 2) ou aquatiques, mais aussi celles qui échappent à l'œil ;
- ou tout simplement les échantillons sont bien préparés et renseignés, ils sont « beaux » au sens du conservateur !

La seconde condition, la plus importante, est que l'herbier ait été l'objet d'une préparation soignée. En effet, actuellement et depuis plus de 70 ans, les moyens alloués aux collections, quel que soit leur statut, sont très limités en personnel et en budget. Aussi, plus vous aurez mis de soin à le constituer ou bien à le restaurer, plus rapidement sera-t-il accessible à la communauté scientifique : un herbier fixé sur une feuille de papier cartonné et fourni avec des données informatisées pourra être intégré beaucoup plus rapidement qu'un autre, équivalent en volume, mais non monté ni étiqueté, dans les conditions actuelles de fonctionnement de l'ensemble des herbiers français.

### 1. Rappels de quelques définitions de termes liés aux herbiers

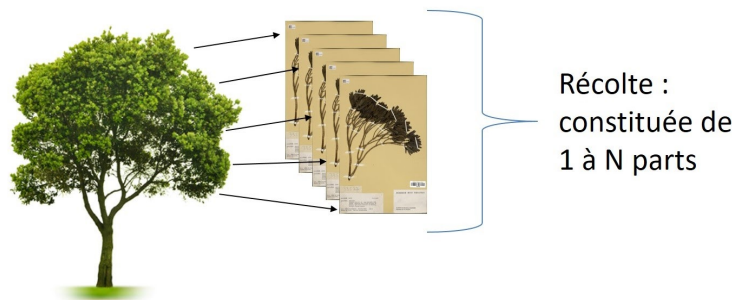
Voyons tout d'abord la définition des termes que nous allons utiliser et ce qu'est un herbier.

Le mot *herbier* désigne quatre objets, représentés par des niveaux d'échelle différents : (1) un échantillon végétal collé sur une feuille de papier avec les données de récolte (part) ; (2) la collection rassemblée par un botaniste ; (3) plusieurs collections classées dans un ordre provenant de nombreux botanistes, récoltées dans des régions variées et à des dates différentes (souvent dénommé *herbier général*) ; (4) le bâtiment qui renferme ces collections (institution).

Une **récolte** est un individu (arbre, liane, herbe...) que l'on prélève entièrement ou dont on prélève des rameaux, en un lieu



**Figure 2.** MPU325717, spécimen provenant d'une société d'échange. Récolter des représentants de la famille des Cactaceae n'est pas une partie de plaisir et ils sont assez rares dans les collections.



**Figure 3.** Illustration de la récolte d'un arbre, sur lequel plusieurs axes sont prélevés, donnant autant de parts d'herbiers montées sur des planches. Les parts équivalentes peuvent être envoyées en don à d'autres herbiers, ce sont des doubles.

et une date donnés. La récolte est généralement nommée : Nom du récolteur - Numéro, qui simplifie la gestion dans les bases de données.

Une **part** est constituée par le ou les individus/rameaux de la récolte qui seront collés sur une seule et unique feuille (figure 3). Plusieurs parts sont parfois nécessaires pour montrer la totalité des organes prélevés (grandes feuilles de la plante montées sur plusieurs feuilles de papier, fleurs et fruits sur des rameaux distincts...). Ces parts complémentaires l'une de l'autre, qui sont déposées dans un même herbier, sont généralement annotées 1/3, 2/3, etc.

Si vous avez récolté plusieurs tiges du même individu le même jour, vous pourrez décider de tout garder mais, si elles sont équivalentes, il est préférable d'en faire des **doubles** et de les distribuer. Attention à ne pas confondre *doubles* et *différentes récoltes* de la même espèce. Ce n'est pas du tout la même chose. Il n'est pas nécessaire de garder plusieurs doubles de la même récolte ; à l'inverse des récoltes d'une même espèce, effectuées dans des lieux et/ou à des dates différents, fournissent des informations complémentaires !

L'ensemble des récoltes réunies par une personne constitue une **collection** d'herbiers. En général la totalité d'une série principale (une part de chaque récolte) reste dans l'herbier du pays, puis une première série de doubles va à l'herbier du récolteur, les autres doubles sont déposés dans d'autres herbiers (souvent ceux des spécialistes de la région prospectée ou du taxon correspondant). Les spécialistes seront, eux aussi, heureux d'enrichir leur données et pourront vous aider à déterminer les plantes qui vous posent problème.

## 2. La réalisation d'un herbier

### 2.1 Le séchage des plantes

Il est possible de trouver sur internet comment procéder pour confectionner un herbier (voir dans les références). Il convient toutefois de compléter ce qui est couramment décrit en insistant sur certains détails et de présenter ici le point de vue du conservateur.

Un herbier soigné, bien préparé est toujours plus agréable à manipuler, que ce soit pour le conservateur ou pour les chercheurs qui vont l'étudier. Les plantes doivent avoir été bien étalées et fortement pressées lors du séchage, on doit bien passer de trois dimensions à deux ! Sinon les feuilles seront cassantes et s'abîmeront très vite lorsqu'elles seront mises en collection. Le matériel doit être bien sec, il doit avoir été séché rapidement pour éviter le développement de moisissures et la chute des différents organes présents (feuilles, fleurs, fruits...).

Les fleurs et les fruits sont bien visibles, non pas cachés par un excédent de feuilles (coupez, avant le séchage, ce qui est à l'avant et à l'arrière-plan ; évitez autant que faire se peut les superpositions) quitte à faire sécher aussi ces fragments pour enrichir la part.

La plupart du temps, pour déterminer, il est important de pouvoir observer les deux faces des feuilles ; ici (figure 4), le récolteur a bien pris soin, dès l'étape de séchage, d'en retourner quelques-unes afin que l'on puisse les voir sans endommager l'échantillon une fois monté. Pour faciliter le pressage et le séchage, il a également supprimé des feuilles ; l'axe est dégagé, les bourgeons et les jeunes fruits mis en évidence.

Mis à part des cas exceptionnels, il est vivement recommandé de récolter des échantillons **fertiles**, en fleurs et/ou en fruits (les deux peuvent parfois se trouver sur le même pied), pour en faciliter la détermination ou la révision. Bien sûr, des cas particuliers peuvent être très intéressants, comme la collecte de plantules ou la récolte « en attente » de la floraison, ce qui peut prendre bien des années, mais une récolte stérile permet de valider la localité pour une prise en compte de la distribution, notamment pour l'évaluation UICN par exemple (IUCN, 2019).

Sur le terrain, prenez bien soin de noter toutes les informations qui seront perdues du fait du prélèvement afin de ne rien oublier lors de la rédaction des étiquettes.



**Figure 4.** Cette planche appartient à l'herbier de l'université de Montpellier (MPU) avec pour n° d'inventaire [MPU642830](#). Un petit nombre de feuilles a été conservé, les feuilles sont bien aplaties et les deux faces sont observables.



**Figure 5.** 2015, [MPU397533](#), *Pittosporum sylvaticum* R. Br. (Pittosporaceae). On tend vers l'idéal ? Le botaniste, David Bruy, est aussi responsable de l'herbier de Nouméa.

## 2.2 Les informations requises sur des herbiers actuels

L'immense majorité des herbiers, à quelques exceptions près, sont montés sur des planches de papier au format A3 et ceci depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle. Ce format allie le côté pratique pour le rangement et la possibilité d'y fixer la majorité des spécimens, à quelques exceptions près.

Les étiquettes doivent être lisibles par tous, compréhensibles par les étrangers et sont donc aujourd'hui idéalement imprimées. Elles sont souvent rédigées dans un ordre qui, par convention implicite, est souvent celui-ci (figure 5) :

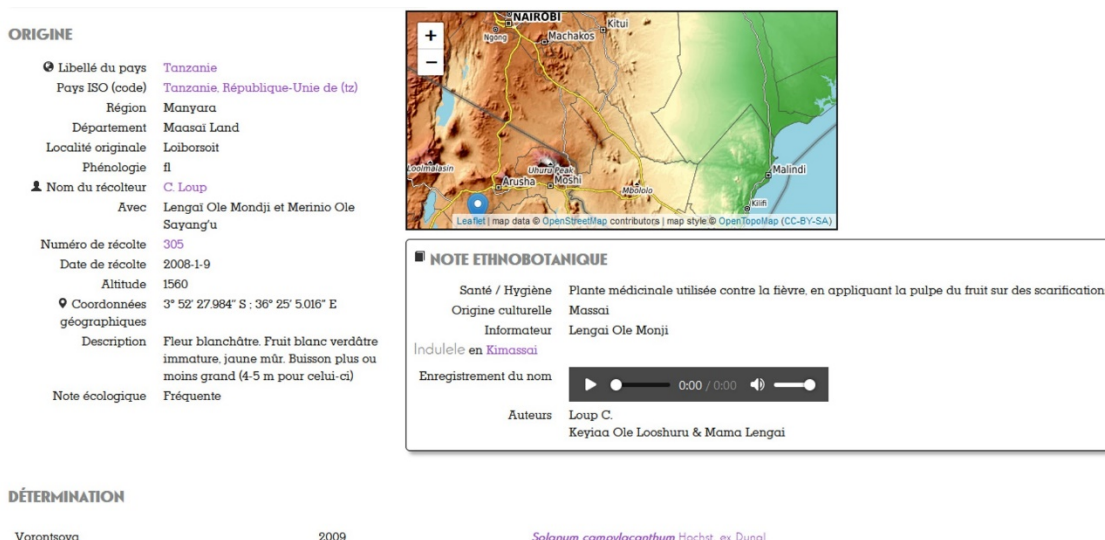
- le nom et le logo de l'herbier d'où provient le spécimen : Nouméa (NOU) ;
- le nom de la plante : **famille, genre, espèce + autorités**, bien visibles (si la plante est déterminée, bien sûr, sinon *a minima* la famille si on la connaît) ;
- la **localité** précise, avec le pays, la région ou le département, la commune et toute précision (kilométrage, particularité du paysage...) avec, si possible, les coordonnées géographiques en degrés-minutes-secondes (ou degrés décimaux) et selon le système géodésique WGS84 (celui des GPS, de GoogleEarth...) ou une petite carte. Ces précisions peuvent limiter les risques de mauvaises interprétations

des noms de lieux, en particulier dans le cas où plusieurs communes portent le même nom. Des étrangers vont travailler sur ce matériel et il leur sera plus facile et plus sûr d'interpréter vos données ;

- éventuellement des informations sur l'individu ou la population, sur l'environnement ; des données ethnologiques, tout ce qui vous semble digne d'intérêt ;
- **la date de récolte** (jj/mm/aaaa), l'écriture du mois en toutes lettres peut éviter les erreurs de lecture par les étrangers, notamment les anglophones ;
- **le nom du récolteur principal, des co-récolteurs ou accompagnants, avec le/s prénom/s ;**
- **le numéro de récolte** ; nous vous conseillons de ne garder qu'une seule numérotation tout au long de votre vie (évités absolument de recommencer à 1 chaque année, dès que vous changez de pays, de projet, de lieu ou autre, comme cela se faisait autrefois et dans l'exemple de la figure 2, car il y a risque de confusion) ;
- des informations complémentaires : tout ce qui disparaît lors du prélèvement ou au séchage, mais peut aider à déterminer le spécimen, peut être ajouté. Également tout ce qui a trait aux centres d'intérêt du récolteur : une description de la localité, de l'écologie, le type de végétation, l'exposition, l'altitude, le substrat ; la morphologie de la plante, son type biologique, ses dimensions, la description des fleurs ou des fruits, leurs couleurs, leur odeur, la présence, l'abondance et la couleur du latex, la texture de l'écorce, les dimensions moyennes de l'individu ou de la population ; les animaux qui la consomment, des données ethnologiques, etc. ; à la lecture des étiquettes on peut parfois déduire les centres d'intérêt des chercheurs ;
- les herbiers où les doubles ont été déposés : le MNHN de Paris (P), l'université de Montpellier (MPU) et le Missouri Botanical Garden (MO). Il existe donc quatre parts de la même plante, déposés dans quatre herbiers, celui de la série principale étant à Nouméa (NOU).

Si vous avez pris des photos sur le terrain, elles peuvent constituer une information intéressante et être ajoutées, à condition d'être informatives et de bonne qualité. Si vous déposez vos herbiers dans une institution de l'infrastructure RECOLNAT (REseau des COLlections NATuralistes), elles peuvent être injectées facilement si elles sont de taille raisonnable (moins de 2 Mo) et nommées au format « récolteur\_numero\_N.jpg » ; « N » est le numéro de la photo de 1 à n. Elles peuvent aussi être collées directement sur la planche s'il y a de la place disponible.

Dans le cas d'approches ethnobotaniques, les enregistrements des informateurs (noms et ou usages) peuvent également être associés aux spécimens, en fournissant des fichiers .mp3 (figure 6).



**Figure 6.** Exemple de récolte de *Solanum campylacanthum* Hochst. ex Dunal ([P00603733](#)), dont le nom vernaculaire a été enregistré dans la langue massai.

### 2.3 Montage des spécimens et données de récoltes associées

Une fois collectés puis séchés, les spécimens doivent être montés pour assurer leur intégrité ; le risque de perdre les plantes ou/et les informations est évacué et il est impossible de les mélanger. L'utilisation de papier gommé ou la couture permet de fixer le spécimen tout en laissant la possibilité de le détacher si besoin, sans aucun risque, quitte à le monter à nouveau après observation. Ce type de montage n'empêche pas non plus de prélever un fragment le cas échéant. Il rend sûre et certaine l'appartenance du fragment à la récolte dans le cas d'analyses moléculaires.

Si vos échantillons sont encore « bruts » de terrain et dans leur journal, n'hésitez pas à contacter le responsable de l'institution à qui vous souhaitez vous adresser. Il pourra vous donner de bons conseils, mais aussi, par un échange de bons procédés, pourquoi pas, du matériel de qualité archive (planches, papier gommé) ; les planches seront ainsi au format standard de l'institution.

### 2.4 Quelques recommandations techniques pour le montage des planches

Disposez et répartissez l'étiquette et le spécimen sur l'ensemble de la feuille de papier **avant** de commencer à les coller.

- Une seule récolte par planche : cela peut être plusieurs individus d'une même population (attention toutefois au mélange d'espèces). Elles pourront être séparées ultérieurement, même si ce n'est pas idéal. En cas de doute, le mieux est de disposer un seul petit spécimen par planche.
- Les étiquettes sont en bas, soit à droite, soit à gauche (à définir avec l'institution), à quelques millimètres du bord de la feuille.
- Surtout, **ne rien faire dépasser des bords** (ni la plante ni l'étiquette). Cela peut paraître évident mais apparemment pas pour tout le monde (figure 7). Ce qui dépasse casse et disparaît très rapidement lors des manipulations. Mieux vaut anticiper et élaguer, voire créer deux parts d'une même récolte pour éviter ce risque.
- Des fragments de petite taille ou tombés après le montage peuvent être glissés dans une enveloppe (figure 5). Ils pourront être utilisés pour d'éventuelles analyses, sans abîmer le spécimen principal.
- Veillez à ce que le papier soit suffisamment solide pour passer l'épreuve du temps. Il est recommandé d'utiliser des papiers à pH neutre, en tout cas non acide.



**Figure 7.** Un contre-exemple explicite : une collection de plusieurs liasses d'herbier des années 1990, qui demande beaucoup de préparation pour le conservateur. En conséquence, elle est toujours en carton.

- Les **fleurs** peuvent être prélevées pour dissection, ne les collez pas directement, mais fixez-les par leur pédicelle ou par les rameaux.
- **N'utilisez pas de scotch**, il sèche rapidement et se décolle en moins de vingt ans.

Pensez à la mise à disposition des herbiers en ligne et à leur numérisation : on doit pouvoir observer au moins une partie des échantillons et lire l'information originale, non interprétée, directement à partir de l'image. Quatre réflexes pour permettre cela :

- le plastique est à proscrire car il provoque des reflets lors de la prise de vue ; de plus, il y a un risque supplémentaire de détériorer l'échantillon de plante si l'on a besoin de les en extraire pour les observer ; enfin, il se dégrade rapidement ;
- évitez autant que possible de superposer les étiquettes et le spécimen : la plante ne doit pas recouvrir l'étiquette ; inversement l'étiquette ne doit pas couvrir la plante ; il y a un risque de perdre l'information car l'étiquette va s'abîmer avec le temps (figure 8) ;
- s'il est recommandé de conserver les petits fragments dans des enveloppes, éviter d'y glisser l'ensemble des spécimens ;
- il ne faut pas retourner les planches, aussi ne collez rien côté verso, surtout pas les étiquettes de données ni même les photos.



**Figure 8.** Entre la photo de gauche (a) et celle de droite (b), l'exsiccata n° 4812 publié par Dörfler a acquis un numéro d'inventaire, [MPU566284](#), et la plante a changé d'orientation au montage. La plante occupant une grande partie du support, la personne qui a monté la planche a choisi de recouvrir la feuille dans le but de laisser les informations bien visibles sur l'image. Dans ce cas, le limbe étant de faible épaisseur, cela ne pose pas de problème particulier d'autant plus que l'étiquette n'est encollée que sur le côté gauche.

### 2.5 Les spécimens hors normes

Les grands spécimens, les succulentes ou les fruits charnus peuvent poser des difficultés. Effectuez une recherche sur le fameux *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. (Araceae) dans la base nationale RECOLNAT et vous n'obtiendrez que deux résultats, deux parts provenant des serres du jardin de Nancy où un spécimen donné par le jardin botanique de Kew est cultivé. Il n'y a probablement encore jamais fleuri, cela aurait valu la une des journaux. Mettre en herbier un pareil spécimen relève de la gageure (figures 9 et 10).

Ce type de récolte manque dans les collections, aussi seront-ils toujours bienvenus. Voici quelques suggestions pour les préparer.

Pour les arbres et les lianes, un rameau fleuri et/ou fructifère sera suffisant si une mention du type biologique et/ou la hauteur et le diamètre du tronc sont indiqués. Les frondes de fougères arborescentes, les feuilles et les inflorescences

des palmiers sont souvent sous-représentées dans les collections et l'on en comprend la raison quand on a essayé de le faire !

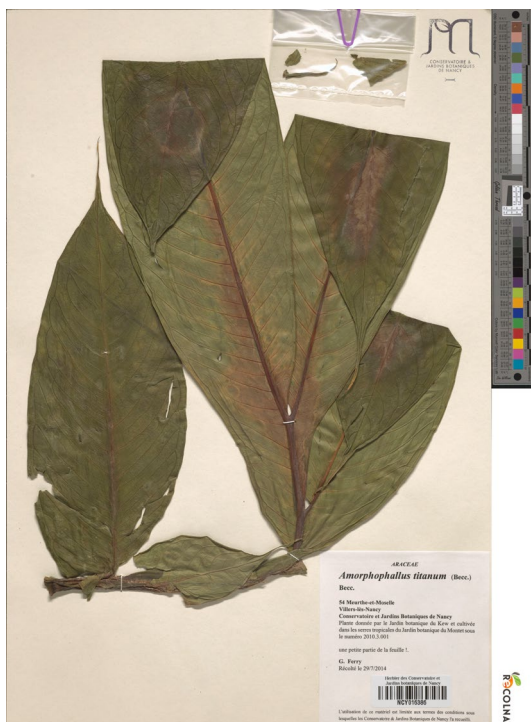


Figure 9. 2014, [NCY016386](#), *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. (Araceae), très rare dans les herbiers...



Figure 10. 2007 ... et son inflorescence, ici dans les serres du jardin botanique de Kew, montre des dimensions hors normes, pas facile à mettre en herbier ; © C. Loup.

Quelques exemples en images de solutions trouvées par vos prédécesseurs : il est possible de les plier comme dans le cas de la feuille de bananier (figure 11) ou de recouvrir l'un des côtés, quand le limbe n'est pas trop épais et qu'il y a symétrie, comme dans le cas de la fougère (figure 12). Pour les fougères, il est nécessaire de montrer la base du rachis (les écailles sont un critère de détermination), l'apex de la fronde, et d'exposer les spores. C'est la raison pour laquelle les frondes sont souvent montées de manière à montrer principalement la face inférieure (abaxiale).



Figure 11. 1998, [MPU204672](#) ; pliage d'une feuille de *Musa* sp. (Musaceae) récoltée en Irian Jaya.



Figure 12. 2014, [MPU398246](#) ; Disposition d'un fragment de fronde de *Cyathea* sp. (Cyatheaceae) de Nouvelle-Calédonie.





**Figure 13.** 2002, parts multiples et complémentaires d'un *Cyathea kirkii* Hook. (Cyatheaceae) récolté à la Grande Comore, avec conservation des différentes parties d'une grande fronde permettant sa détermination ; **a. et b.** (P00311499 et P00312002) : pétiole de partie basale ; **c.** zone médiane (P00312001) et **d.** extrémité apicale (P00312003) de la fronde.

Dans certains cas, la seule solution sera de monter plusieurs parts. Ce spécimen de fougère arborescente récolté à la Grande Comore par Rakotondrainibe, Rouhan et Yahaya, déterminé comme *Cyathea kirkii* Hook. (Cyatheaceae), est composé de quatre parts différentes, prélevées sur la même fronde (figure 13). Pour pouvoir déterminer les Ptéridophytes, il est recommandé de récolter (a) les écailles de la base de la fronde et (b) le pétiole jusqu'à la première penna, (c) la disposition des éléments latéraux du milieu de la fronde et (d) l'extrémité de la fronde ; pour les petites plantes, la partie souterraine est également un critère important, ce qui nécessite ce type de montage. Notez que chaque

part possède le même n° de récolte (6751) mais différents numéros d'inventaire (codes-à-barres). Dans ce cas, ce sont bien les différentes parts d'une récolte, complémentaires l'une de l'autre, non pas des doubles.

## 2.6 Les parties charnues

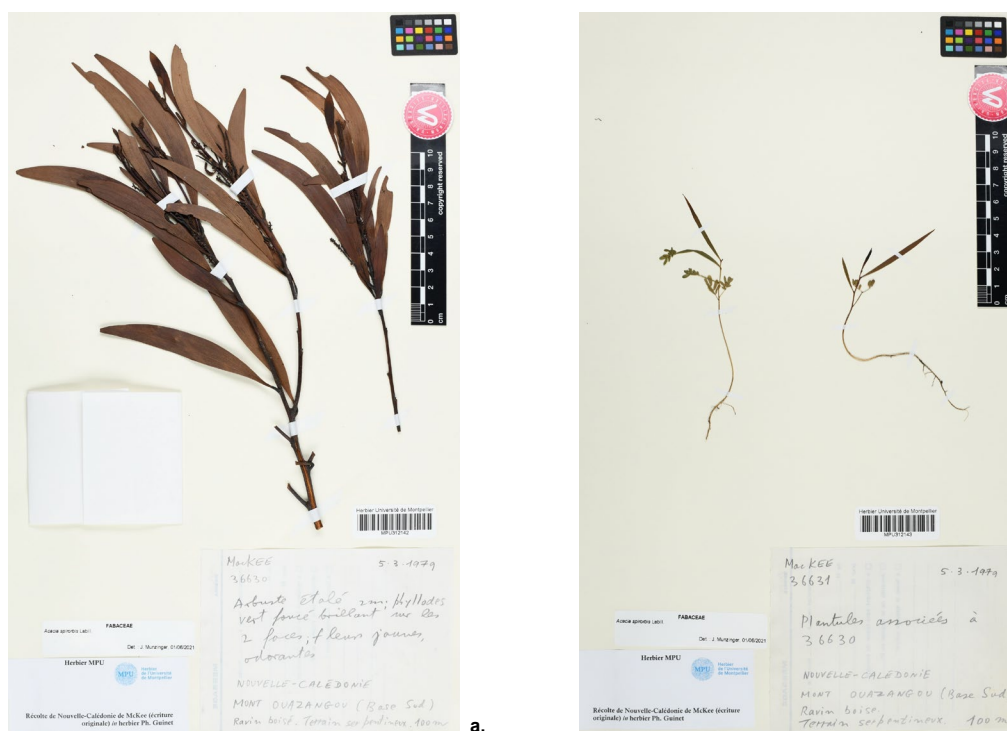
Les fruits charnus peuvent être compliqués à réhydrater. Il est bon de garder à l'esprit qu'isoler quelques graines (ou au moins quelques fruits surnuméraires) sur le terrain et les mettre en pochette avec le spécimen peuvent faire gagner du temps et éviter de dégrader l'herbier par la suite. Il est possible également de couper les fruits en tranches transversales ou longitudinales.

Les parties riches en eau doivent être desséchées très rapidement. Pour les Cactaceae par exemple, les anciens « éprouchaient » les plantes, en prélevaient l'épiderme et l'aplatissaient.

De nombreuses planches d'herbier sont désormais disponibles sur le web et peuvent vous montrer différentes manières de procéder pour ces espèces plus délicates à mettre entre deux feuilles de papier journal.

## 2.7 Des plantules en herbier ?

Des plantules associées peuvent également être intéressantes à mettre en herbier, notamment en forêt tropicale où elles sont rarement connues (figure 14). Elles peuvent fournir des informations taxonomiques (Duke, 1969). L'identification des plantules peut également être très importante pour les travaux en écologie (Benitez-Malvido & Martinez-Ramos, 2003 ; Webb & Peart, 2000) ou en sylviculture par exemple.



**Figure 14.** 1979, spécimens d'*Acacia spirorbis* Labill. (Fabaceae). **a** : l'arbre adulte, avec ses phyllodes ([MPU312142](#)) ; **b** : deux plantules récoltées à son pied montrant le changement de type de feuilles au cours de la croissance ([MPU312143](#)). La référence au pied mère est clairement mentionnée sur l'étiquette.

## 2.8 Et les spécimens indéterminés ?

Il est mal fondé de croire que l'information la plus importante à faire figurer sur les étiquettes est le nom latin de la plante. Il n'en est rien du tout ! Bien au contraire, les spécimens indéterminés sont parfois ceux qui intéressent le plus les chercheurs (car ils peuvent représenter une potentielle espèce nouvelle, une nouvelle mention pour une région ou même un pays). Il n'y a donc aucun problème à donner des spécimens non déterminés, bien au contraire. Ils peuvent l'être par un spécialiste, des dizaines d'années après la récolte (figures 4, 14, 26 et 289).

Par contre, personne n'a encore jamais réussi à définir le lieu et la date de récolte d'un échantillon exempt d'information. Cette situation est ennuyeuse pour deux raisons principales : confectionner un herbier représente toujours du temps et des plantes prélevées dans leur milieu (dans ce cas, en pure perte). Dans l'herbier ils posent

problème au conservateur, qui ne sait jamais si un jour ou l'autre il ne va pas dénicher l'information dans un endroit improbable et hésite à les évacuer quand il a besoin de place.

## 2.9 Mes herbiers seront-ils utiles ?

Oui ! À travers les exemples qui suivent, vous pourrez constater que les collections ont été enrichies à toute époque grâce à des botanistes renommés, mais aussi des moins connus, tout comme des étudiants. C'est ce qui fait la richesse des herbiers : ils contiennent des plantes du monde entier, récoltées sur près de quatre cents ans. Aujourd'hui il faut préparer l'avenir.

Cet intérêt a récemment été amplifié car l'ensemble des herbiers s'organise, via internet, en un réseau national qui s'insère dans un réseau international. Le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation a décidé de reconnaître les collections scientifiques françaises comme étant une « infrastructure de recherche » au même titre que le synchrotron ou un satellite.

Ne sous-estimez donc pas la valeur potentielle de vos herbiers : au delà des recherches classiques en taxonomie et en systématique, principalement morphologiques et anatomiques par observation ou prélèvement (Espinosa & Pinedo Castro, 2018), de nouvelles utilisations ou techniques sont régulièrement développées (Masson *et al.*, 2001 ; Heberling *et al.*, 2019 ; Lang *et al.*, 2019 ; Albani Rocchetti *et al.*, 2021). À titre d'exemple, il a été démontré que l'augmentation de concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique était corrélée avec une réduction des densités stomatiques sur les feuilles de spécimens d'herbiers de chênes (Beerling & Chaloner, 1993 ; Hoof *et al.*, 2006). Les herbiers prélevés au cours des siècles sont donc des témoins du réchauffement climatique.

Un deuxième exemple, méthodologique, est celui de l'observation en fluorescence à rayons X (technique non destructrice) qui permet de détecter, de quantifier les métaux dans les herbiers (van der Ent *et al.*, 2019) et de repérer les espèces aptes à résister aux sols pollués. Ainsi, vos herbiers seront peut-être étudiés un jour selon des techniques, ou pour répondre à une question, que l'on n'entrevoit pas aujourd'hui.

En conclusion, chaque collection, on pourrait même dire chaque planche, est un cas particulier, qui mérite une expertise. Tout l'intérêt d'un herbier réside dans cet ensemble indissociable 'plante + données de collecte' qui est le principal critère pour déterminer sa valeur scientifique. Pour le dire simplement, un échantillon, même déterminé par le meilleur spécialiste, sans ses informations de collecte risque simplement de rejoindre... la poubelle.

Les exemples qui suivent prouvent qu'un spécimen bien monté, manipulé avec soin et conservé dans de bonnes conditions est éternel.

## 3. Les collections d'herbier à travers les âges

De nombreuses collections se sont constituées grâce à des fonds anciens qui remontent parfois au XVI<sup>e</sup> ou au XVII<sup>e</sup> siècles. Les herbiers patrimoniaux peuvent avoir été constitués par des personnalités reconnues en botanique ou dans d'autres domaines, comme la littérature (Rousseau), la peinture ou y faisant référence (herbier de Monet, de la famille Hugo...). Un herbier patrimonial n'a pas forcément une valeur scientifique, mais, dès lors qu'une date ou un lieu de récolte, même approximatifs, sont mentionnés ou peuvent être déduits de documents, ils resteront le témoignage de la présence de la plante par le passé. Ce type d'information peut être ajouté sur chaque planche ou renseigné grâce aux métadonnées qui lui sont associées.

Des collections sont aussi celles réalisées dans des lieux qui, aujourd'hui, ont disparu (car urbanisés, artificialisés, détruits par les guerres, les exploitations minières, les carrières...). De plus, nous sommes témoins de l'avancée rapide des techniques et de l'évolution des usages ; mieux vaut conserver précieusement ces spécimens, car nous ne pouvons prévoir ce que l'avenir nous réserve dans ce domaine.

Nous avons sélectionné quelques exemples de parts d'herbier récoltées à travers les âges, commentées quant à leur qualité et la manière de présenter les données. Ils permettent de constater que l'agencement des parts n'a pas beaucoup évolué au cours du temps ; la bonne méthode, ou la plus rationnelle, a été mise au point très rapidement. Ces parts d'herbier sont présentées dans un ordre chronologique, en insistant sur leurs qualités et leurs « imperfections ». Elles vous permettront de visualiser différentes techniques, les manques et peut-être vous inspirer.

Patrick Meade, étudiant à la faculté de médecine de Montpellier, a confectionné son herbier en 1723 (figure 15). Imaginait-il qu'il serait conservé avec soin jusqu'à nos jours et inscrit aux monuments historiques ? S'il a probablement voyagé dans la poche de son propriétaire, le format relié n'est pas commode pour comparer les spécimens ou les trier à l'espèce. Ce format a vite été abandonné dès que la botanique s'est développée.

Les douze liasses de l'herbier de Pierre Chirac (1657-1732) sont parfaitement conservées. La nomenclature est donc pré-linnéenne, il n'y a pas d'étiquette de récolte, mais les noms trouvés dans les ouvrages reconnus à l'époque sont mentionnés directement sur le papier (figure 16), en particulier ceux de Gaspard Bauhin. Cet herbier, constitué de plantes « récoltées aux environs de Montpellier et dans le jardin des plantes de Montpellier », était probablement à visée pédagogique. Il est classé aux monuments historiques et n'est pas encore numérisé.

Un herbier peut réunir ces deux caractéristiques et être à la fois historique et scientifique, comme ceux de Philibert Commerson, d'Alire Raffeneau-Delile, de l'abbé Hippolyte Coste ou de Josias Braun-Blanquet, pour ne citer qu'eux. Ces collections sont souvent riches en types, car réalisés lors de la « découverte », scientifiquement parlant, de contrées encore non inventoriées et, en France, lors de récoltes méthodiques de régions ou de mise au point de nouvelles idées scientifiques. Elles sont à l'origine de l'élaboration de flores, celle de France ou de régions intertropicales, comme l'Égypte dans ce cas précis.



**Figure 15.** *Vade mecum* d'un étudiant ; cet herbier très ancien est présenté sous forme reliée, avec des fragments de plantes cousus et annotés ; © P. Hélaïne.



**Figure 16.** Vers 1680-1700, Ranunculaceae, spécimen pré-linnéen issu de l'herbier de Pierre Chirac.



**Figure 17.** Vers 1767, [MPU018937](#) ; isotype de *Bougainvillea spectabilis* Willd. (Nyctaginaceae) déposé à MPU, l'original étant à Paris.

Un type nomenclatural est un spécimen de référence, désigné par l'auteur dans la publication où il décrit pour la première fois une espèce nouvelle (un nouveau taxon de manière générale), cette publication originale s'appelle le

protologue. Il existe plusieurs types de « types », selon l'évolution de ce concept au cours du temps. Aujourd'hui, il est exigé d'en désigner un, unique et déposé dans un seul herbier, l'holotype. Les duplicata de cet échantillon sont des isotypes. Voir le code de nomenclature (Turland *et al.*, 2018) pour plus de précisions ou sa [traduction française](#).

La figure 17 est le type de *Bougainvillea spectabilis* Willd. (Nyctaginaceae), récolté par Commerson (1727-1773) au Brésil vers 1767. Le nom du genre est dédié au commandant, Bougainville, de l'une des premières expéditions scientifiques autour du monde qui amena Commerson de Brest à l'île Maurice.

Ce n'est pas la date de récolte ni la distance parcourue qui vont abîmer un spécimen. Il peut être conservé des centaines d'années s'il a été bien préparé et s'il est conservé dans de bonnes conditions. Dans un herbier, le conservateur va particulièrement y veiller, à l'aide d'appareils pour détecter les insectes volants, de thermohygromètres et d'une surveillance attentive.

Alire Raffeneau-Delile (1778-1850), dit Delile, a participé en tant que médecin à la campagne d'Égypte de Napoléon Bonaparte, entre 1798 et 1801. Il est ensuite nommé directeur du jardin botanique du Caire. Il a rapporté un volumineux herbier des premières plantes récoltées dans ce pays qui a été ensuite enrichi grâce à des envois ou échanges avec des botanistes allemands (figure 18) et italiens notamment. Il a aussi publié la première flore d'Égypte (Delile, 1809), avec un tome entier consacré aux illustrations.

Une technique intéressante pour fixer certains spécimens est illustrée par le tournesol de la figure 19 : la couture. Elle permet de consolider des spécimens épais ou denses comme cette inflorescence. Certains « monteurs » privilégient cette technique qui s'avère rapide quand on a acquis un certain doigté. On y remarque aussi des informations sur l'histoire de la part : l'origine du spécimen (ici « faculté de médecine ») indique la réunion des herbiers des différentes facultés de Montpellier. Cela peut aussi être le nom d'une personne et témoigne des échanges qui ont lieu entre institutions et entre botanistes. L'écriture est celle de Touchy, conservateur du patrimoine de la faculté de médecine de Montpellier de 1840 à 1875, « h.m. » signifiant « Hortus monspeliensis », soit le jardin des plantes de Montpellier.

Une espèce nouvelle (figure 20) provenant du Brésil a été récoltée par Glaziou sous le numéro 14056 (chiffre qui peut paraître impressionnant mais ne constitue pas un record). Notez les illustrations de la main de son découvreur. Cette part a été donnée à MPU par le MNHN de Paris qui possède la collection principale et les carnets de ce botaniste, directeur du jardin botanique de Rio de Janeiro à partir de 1852. De très nombreuses plantes brésiliennes ont été décrites à partir de son herbier.

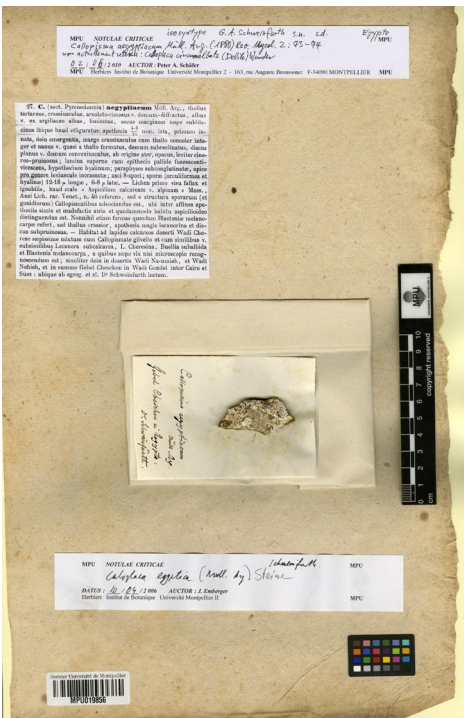


Figure 18. Sans date, MPU019856. Lichen récolté en Égypte par Schweinfurth et envoyé à Delile.



Figure 19. 1841, MPU944531. *Helianthus annuus* L. (Asteraceae), collecté dans le jardin des plantes de Montpellier probablement par A. Touchy. Il est également noté sous un synonyme : *Helianthus indicus* L.



Figure 20. 1883, **MPU013054**. *Micropholis cuneata* Pierre ex Glaziou (Sapotaceae) avec croquis d'étude.

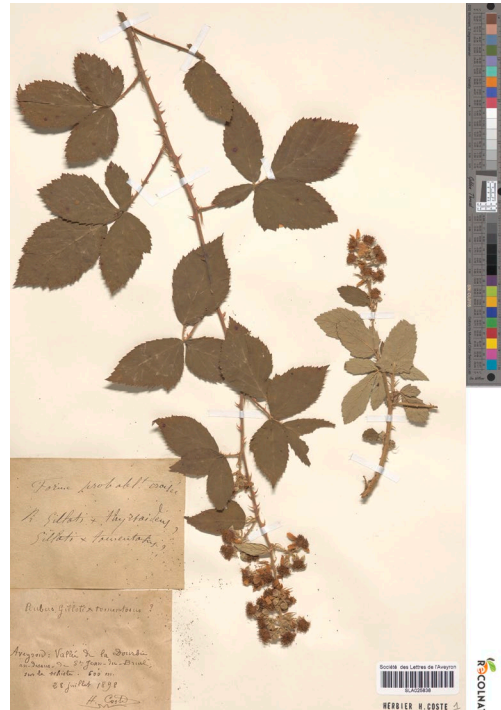


Figure 21. 1898, **SLA025838**. *Rubus gillottii* (Boulay) Boulay ex H.J.Coste × *R. tomentosus* Borck. (Rosaceae), à l'époque de la chasse aux hybrides.

Cet hybride de *Rubus* récolté dans l'Aveyron (figure 21) provient de l'herbier d'Hippolyte Coste. Ce grand botaniste a édité la *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes* dont la première édition (1901) en trois volumes possède une numérotation particulière des espèces. Cette numérotation correspond exactement au rangement de son herbier qui occupe plus de cinq cents casiers à MPU. Pour rechercher une planche dans cette collection, il faut donc avoir recours à l'index de sa flore. À noter que le numéro d'inventaire de ce spécimen commence par SLA et non par MPU. L'herbier de Coste est en effet détenu par la Société des lettres, des sciences et des arts de l'Aveyron, qui l'a mis en dépôt à MPU.

Récolté au mont Canigó par Edmond Neyraut (1858-1942), le spécimen n'avait pas été identifié (figure 22). On note en effet que l'étiquette d'origine ne comporte aucun nom latin. Un second botaniste, qui n'a pas laissé son nom sur l'étiquette, a cherché des affinités avec d'autres individus pour pouvoir le déterminer. Avec patience et comparaison des écritures, ce botaniste pourrait sortir de l'anonymat. La jolie collection de Neyraut, donnée à MPU, a été autrefois intégrée dans la collection générale. Elle est composée de très nombreux échantillons, souvent riches en notes et en dessins d'observation. Malheureusement le papier d'origine doit être systématiquement changé, car il est devenu friable.

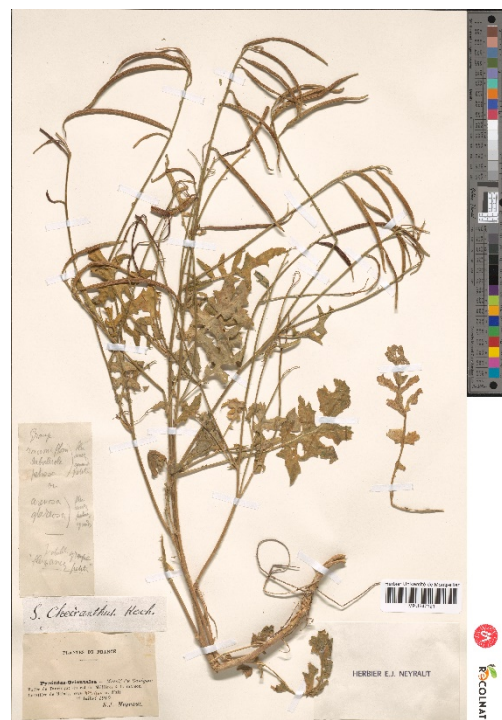


Figure 22. 1910, **MPU647121**. *Sinapis cheiranthos* (Vill.) Mert. & W.D.J. Koch (Brassicaceae). Cet exemple montre qu'il faut indiquer son nom dès que l'on porte une information sur un spécimen (étude, prélèvement, détermination...).

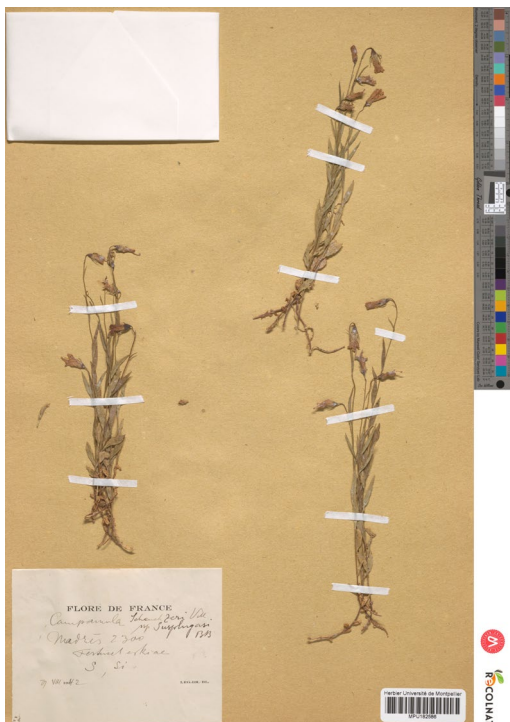
Josias Braun-Blanquet a développé une approche, la phytosociologie, dans laquelle les associations végétales sont nommées par un binôme. Il a parcouru les Alpes, les Pyrénées et le Massif central, notamment, pour y comparer les végétations, préciser ses idées et a décrit de nombreuses espèces ou variétés. C'est le cas de cette campanule de la figure 23, récoltée en 1942 au pic de Madrès dans les Pyrénées-Orientales. Sur l'étiquette on remarque :

- que le nom de la sous-espèce (publiée en 1945) est suivi de ses initiales ; ce spécimen est donc considéré par Braun-Blanquet comme étant une sous-espèce nouvelle ;
- quelques données succinctes, mais importantes à ses yeux (altitude et substrat) sont souvent indiquées sur ses étiquettes ;
- le nom de l'association végétale qu'il a définie : *Festucetum eskiae*.

Les étiquettes ont longtemps été rédigées à la main et l'une des activités principales dans les herbiers consiste à décrypter ces écritures, dans de nombreuses langues. Si les sociétés botaniques ont utilisé l'imprimerie pour éditer leurs étiquettes en grand nombre, cela représentait un gros investissement et seuls de rares particuliers pouvaient se le permettre.

Parmi les herbiers plus récents, celui de Paul Litzler (1920-2019), botaniste et ecclésiastique, est très bien préparé. Donné de son vivant à MPU, il est constitué de plus de 41 000 spécimens de plantes vasculaires. Il contient ses propres récoltes, toujours renseignées avec des étiquettes tapées à la machine à écrire (figure 24) et des spécimens échangés ou donnés par des botanistes de sa connaissance. Il sera peut-être historique un jour, mais c'est peu probable car, si Litzler a constitué ce bel herbier, très riche en espèces d'Europe, il n'a pas publié d'ouvrage de référence, apportant sa pierre aux théories de la botanique.

Des échantillons peuvent provenir de régions peu prospectées ou aujourd'hui difficilement accessibles ; ces collections peuvent contenir des informations rares. Certains herbiers sont également les seuls témoins de la présence d'une espèce en un lieu donné, où elle n'existe peut-être plus maintenant.



**Figure 23.** 1942, **MPU182586**. *Campanula scheuchzeri* Vill. subsp. *susplugasi* Braun-Blanq. (Campanulaceae), une sous-espèce décrite par Braun-Blanquet.



**Figure 24.** 1959, **MPU305006**. *Pinus sylvestris* L. (Pinaceae) de l'herbier Paul Litzler. L'utilisation des machines à écrire facilite la lecture des données.

Effectuée « autour de Kaboul » dans les années 1960 par le professeur Jean Motte (1897-1975), cette collection n'était pas très bien renseignée. Une étiquette, très approximative, a été ajoutée *a posteriori*, mais le choix a été fait de rendre ces spécimens visibles, même si les informations sont très imprécises (figure 25). Cet exemple montre bien que chaque cas est particulier et mérite attention.

Bernard Descoings (1931-2018) a laissé un très volumineux herbier, provenant en particulier d'Afrique, de Guyane et de France. Un certain nombre de spécimens ont été donnés déjà fixés sur une planche avec des informations parfaitement lisibles et complètes (figure 26). Il a pu être numérisé directement, sans aucun complément de travail pour le conservateur. Il est à noter que, initialement indéterminée, cette plante a pu être nommée par un spécialiste plus de quarante ans après sa récolte.

La planche de la figure 27 fait partie d'un bel herbier d'étudiant, maintenant chercheur au CNRS. L'écriture manuelle est très lisible. Cependant, le nom du récolteur a été oublié ! Cet « oubli » est des plus fréquents. Avant de pouvoir numériser de tels spécimens puis de les intégrer dans une collection générale, il faut l'ajouter sur chacune des planches.

Le spécimen de sureau noir (figure 28) fait également partie de l'herbier d'une étudiante ; préparé avec minutie, elle a choisi de compléter à la main des étiquettes aux champs pré-imprimés. Son nom a bien été mentionné. Le seul « bémol » consiste dans la date, 08/05/05, qui peut prêter à confusion pour les Anglo-Saxons. Peut-être aussi à terme, nos successeurs ne sauront pas si ce « 05 » fait référence à l'année 1905, à 2005, ou bien 2105 ! Bien sûr ce type d'information peut éventuellement être déduit à des détails de présentation, des métadonnées, mais les écrire de manière explicite est préférable : nom entier et pas seulement des initiales, date compréhensible pour les Anglo-Saxons, une seule série de numéros.



**Figure 25.** Vers 1960, [MPU1372709](#). Plante indéterminée de la famille des Boraginaceae, venant d'un pays aujourd'hui difficile d'accès, l'Afghanistan.



**Figure 26.** 1963 - [MPU384809](#). *Paropsia brazzaeana* Baill. (Passifloraceae), de la République du Congo. Cette planche, de l'herbier de Bernard Descoings était prête pour être numérisée sans "retouche" préalable.



**Figure 27.** 1992 - [MPU1154205](#). *Campanula trachelium* L. (Campanulaceae). Un oubli très fréquent, le nom du récolteur, a dû être ajouté.



D'une famille typiquement tropicale, ce *Cunonia pterophylla* (Brongn. & Gris.) Schltr. a été déterminé *a posteriori* en 2017, suite à l'étude par un spécialiste de la flore de Nouvelle-Calédonie (figure 29). Le *determinavit*, posé un an après la récolte, précise le nom de l'espèce. Pour les spécimens récoltés sous les tropiques, cela est extrêmement courant. L'étiquette a été éditée après l'informatisation du spécimen et le logo de la mission apparaît. La localité est précisée par la mention du point GPS relevé sur le terrain.

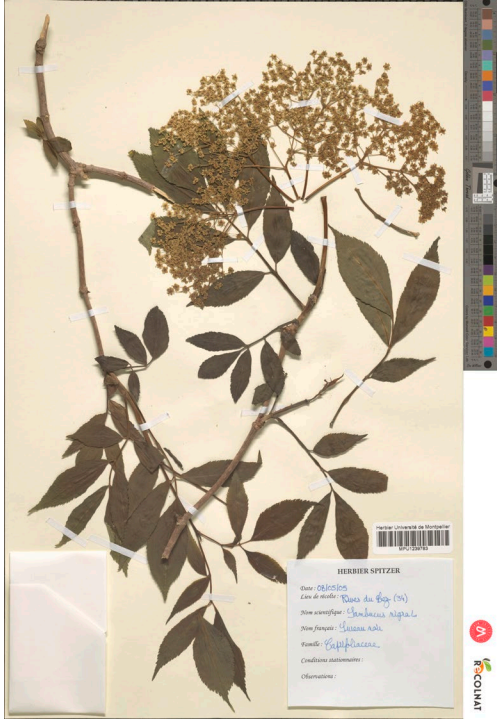


Figure 28. 2005 - MPU1239783. *Sambucus nigra* L. (Adoxaceae). Indiquer les données de manière explicite est recommandé afin d'éviter toute ambiguïté.



Figure 29. 2016 - MPU620484. *Cunonia pterophylla* (Brongn. & Gris.) Schltr. (Cunoniaceae), un spécimen idéal n'est pas forcément identifié.

#### 4. Intégration d'un herbier dans une institution

Une bonne préparation et toutes les précautions qui ont été mentionnées faciliteront et accéléreront l'intégration de votre collection dans l'herbier qui l'accueillera, mais aussi dans sa base de données. Actuellement, en France, la tendance est à la mutualisation des moyens et une cinquantaine d'herbiers ont participé à un projet de numérisation (RECOLNAT) financé par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation entre 2016 et 2019.

##### 4.1 L'herbier virtuel

Depuis l'ère de l'informatique, ce que nous appelons *herbier virtuel* est un outil très commode pour faciliter le travail des chercheurs et même la gestion des collections (rangement, mouvement, actions réalisées...). Cependant, l'herbier virtuel et l'herbier physique sont indissociables et doivent toujours être renseignés de manière parallèle. Vous l'aurez compris, cela demande là aussi un travail méticuleux et chronophage.

Pour l'immense majorité des planches, seuls les images, le nom de l'institution, le nom d'espèce et le numéro d'inventaire sont affichés. L'informatisation complète des spécimens est en cours. Mais ce travail demande un temps... indéterminé. Aussi, si vous avez la possibilité de fournir une liste des spécimens avec les données de récolte, cela accélérera de manière non négligeable le processus d'intégration et l'accessibilité de ce nouvel herbier.

Vous l'aurez compris, fournir une liste la plus complète possible des spécimens (souvent elle a déjà été réalisée dans le cadre de votre travail) sera là aussi un grand plus pour les conservateurs de collections.

Si vous êtes entré en contact avec une institution, un modèle de fichier *Excel*, compatible avec sa base de données ou la base nationale (*Explore* de RECOLNAT) le cas échéant, peut vous être fourni, ce qui permet d'éditer des étiquettes au bon format. Vous n'aurez « plus qu'à » les associer à la plante avant de les fixer.

Visible sur chaque part d'herbier, un code-à-barres collé lors de l'informatisation constitue le numéro d'inventaire. Ce numéro, unique, commence par le code de l'institution depositaire (exemple MPU pour l'herbier de l'université de

Montpellier, ALF pour l'herbier du Cirad de Montpellier, P pour l'herbier de phanérogames du MNHN, G pour l'herbier de la ville de Genève...). Les codes étaient initialement référencés dans l'Index herbariorum (Holmgren *et al.*, 1990), ils sont maintenant gérés en ligne sur un site dédié (<http://sweetgum.nybg.org/ih/>) hébergé par l'herbier du New York Botanical Garden (Thiers, 2021).

Il faudra donc ajouter un code-à-barres sur chaque part, intégrer cette information sur le fichier de données, avant de pouvoir informatiser et numériser votre collection.

#### 4.2 Choisir une institution selon ses propres besoins

Réfléchissez quelle serait la structure la plus appropriée. Il en existe de très nombreuses, que ce soit dans les universités, les muséums ou les musées, des associations, des sociétés savantes ou des bureaux d'étude. Selon les caractéristiques de votre collection et vos besoins, il pourra être pertinent de la proposer à l'une ou l'autre. Quel que soit votre choix, consultez le responsable au préalable, car il souhaitera expertiser votre herbier avant de se prononcer.

Un certain nombre de critères peuvent être envisagés et l'on pourrait presque réaliser une clé dichotomique, avec les avantages et les inconvénients de chaque possibilité.

- Vous souhaitez que votre herbier reste près de chez vous ?
  - a/ En Occitanie il existe plusieurs herbiers, dont certains ont participé au projet RECOLNAT (figure 30) et font un effort particulier pour que leur collection soit mise en ligne.
  - b/ Il peut également être confié à une institution telle qu'un jardin botanique, une association, une société savante, qui pourra être intéressée, en fonction du type de données (plantes horticoles par exemple). Actuellement, ce type de collection tend néanmoins à être donné ou déposé dans des herbiers de plus grande ampleur. Par exemple, MPU a reçu en don les herbiers du CNRS, de l'ENSAM ou de la mairie de Pézenas et conserve en dépôt ceux de la Société des lettres, des sciences et des arts de l'Aveyron et du musée Toulouse-Lautrec d'Albi.
- Votre priorité est que votre herbier soit potentiellement étudié par des experts (d'une région ou d'un groupe) ?
  - a/ Il provient d'une région précise (pourtour méditerranéen, Guyane, plante d'altitude...).
  - b/ Vous étudiez tout particulièrement un groupe taxonomique délimité. Les types d'*Astragalus* récoltés par Pierre Coulot et Philippe Rabaute sont déposés à MPU, les Apiaceae de Jean-Pierre Reduron à Paris. Paris, Angers et Montpellier possèdent de très nombreux spécimens de *Rubus*, collections qui pourraient être complétées par des récoltes récentes... Consultez l'Index herbariorum dans lequel vous trouverez la liste des spécialistes (Research Specialty au niveau de l'onglet Person search) ; sachant qu'il n'est pas forcément remplacé lors de son départ, il y a de fortes chances pour que son institution hérite de son travail.



Figure 30. Carte de l'Occitanie avec les herbiers recensés dans l'Index herbariorum (Thiers, 2021) ; voir le détail dans le tableau 1.

Votre herbier est généraliste et contient de nombreux genres, venant de nombreuses régions : demandez conseil. S'il comporte des doubles, cela peut grandement faciliter le choix, car vous pouvez déposer une part dans un herbier proche et envoyer la seconde au spécialiste ou à une institution importante qui voit de nombreux chercheurs consulter les échantillons.

Il est important de trouver une institution qui pourra valoriser l'herbier au mieux. Nous avons contacté les herbiers d'Occitanie reconnus au niveau international afin de connaître leur politique en matière de dons (tableau 1).

### 4.3 Quels sont les avantages de donner ses spécimens à une institution reconnue ?

De telles institutions possèdent une envergure nationale voire internationale parce qu'elles sont référencées dans l'Index herbariorum (Thiers, 2021) et qu'elles appartiennent au réseau du groupement d'intérêt scientifique (GIS) RECOLNAT. Vos spécimens seront donc accessibles aux chercheurs et pourront être exploités pour différents projets dans le monde entier. Ces institutions sont pérennes et vous pourrez venir y travailler facilement, sur rendez-vous avec le responsable.

Pendant, dans toutes les institutions françaises, le personnel est très restreint. Ayez à l'esprit qu'un grand herbier possède des centaines de milliers, voire des millions de spécimens. Seule une partie est accessible car d'intérêt scientifique et inventoriée, c'est-à-dire, au risque de se répéter, que les spécimens possèdent des étiquettes complètes, que l'ensemble est fixé sur une planche et qu'en plus, ayant été numérisés, ils sont disponibles sur place ou sur Internet.

Ainsi, si vous prenez soin de bien préparer vos échantillons à toutes les étapes (séchage, édition des étiquettes, montage et informatisation des données), plus vite ils pourront être intégrés et rendus visibles pour la communauté des botanistes.

Un autre avantage, non négligeable, est que ces institutions, même si elles ne sont pas sous conditions de températures et d'hygrométrie contrôlées, possèdent des outils et procèdent à des contrôles réguliers pour éviter les dégâts qui peuvent être occasionnés par les manipulations ou par des infestations d'insectes.

Quelle que soit votre décision, il faut que l'herbier respecte une majorité des conditions que nous avons exposées, qui sont d'ordre scientifique ou patrimoniale, et qu'il ait été réalisé dans les « règles ».

## 5. Précautions réglementaires

Il existe, depuis quelques années, des réglementations sur la protection des êtres vivants, animaux ou végétaux et il est impératif de les respecter. Porter atteinte à une espèce protégée (l'arracher pour la mettre en herbier par exemple) constitue un délit réprimé par l'article L415-3 du Code de l'environnement. Les peines peuvent aller jusqu'à 9 000 € d'amende (le double en cas de récidive) et jusqu'à six mois d'emprisonnement. S'ajoute à cela la protection de la biodiversité et des réserves génétiques, connue sous le nom de protocole de Nagoya. Nous n'allons pas détailler ce sujet qui est très complexe, qui évolue encore pour s'adapter à de nouvelles situations ou des cas de jurisprudence. Nous vous invitons à vous référer aux sites des ministères (recherche ou écologie), à contacter les personnes compétentes dans les CBN ou les CEN.

Pour le conservateur, cela représente une difficulté supplémentaire : ne pas engager la responsabilité de son établissement en détenant des espèces protégées, récoltées après la mise en œuvre de ces dispositifs. Il vous demandera des garanties et, pour résumer, voici une clé des principales dates à respecter en fonction de ces lois.

### 5.1 Spécimens récoltés en France (par des ressortissants français)

a. Avant 1975 (date d'entrée en vigueur de la CITES – Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages – le 1<sup>er</sup> juillet 1975) : pas de réglementation particulière pour la récolte. Il est possible de donner l'herbier sans justification administrative.

b. Après 1975 : pas de problème pour les espèces non inscrites sur les listes CITES ou les plantes non menacées. Les plantes menacées sont soumises à autorisation de récolte.

c. Depuis le 12 octobre 2014, date d'entrée en vigueur du protocole de Nagoya en France, une seconde réglementation s'impose concernant les savoirs locaux et la protection des réserves génétiques. Il est conseillé de réaliser une déclaration auprès du ministère de la Transition écologique. Il sera délivré un récépissé (PIC et MAT).

**Tableau 1.** Liste des herbiers de la région Occitanie reconnus par l'Index herbariorum (Thiers, 2021) et leur politique d'acquisition, ceux suivi d'un astérisque ayant participé à RECOLNAT.

Sigle	Institution	Spécialité géographique	Spécialité taxonomique	Politique d'acquisition ?	Contact	Lien
ALF*	Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement)	International	Toutes familles mais particulièrement riche en Poaceae et Fabaceae. Origine tropicale des spécimens, particulièrement Afrique de l'Ouest et centrale	Oui après expertise	<a href="mailto:herbieralf@cirad.fr">herbieralf@cirad.fr</a> ou <a href="mailto:samantha.bazan@cirad.fr">samantha.bazan@cirad.fr</a>	<a href="https://umr-selmet.cirad.fr/les-produits-et-expertises/-herbier-alf-du-cirad">https://umr-selmet.cirad.fr/les-produits-et-expertises/-herbier-alf-du-cirad</a>
BBF*	Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées	Local, national, international	Toutes familles, collection concernant en tout ou partie le territoire d'agrément du CBN (ex-Midi-Pyrénées et montagne Pyrénées-Atlantiques)	Réception de dons et de dépôts. Lien avec les services d'Archives départementales pour orienter l'acquisition et le dépôt de collections selon leur intérêt scientifique, géographique, patrimonial	<a href="mailto:contact@cbnmpm.fr">contact@cbnmpm.fr</a>	<a href="http://herbier.bbf.cbnpmpm.fr/">http://herbier.bbf.cbnpmpm.fr/</a>
BZR	Musée municipal de Béziers	Spécialement pourtour méditerranéen		Ne souhaite pas recevoir de nouvelles collections pour le moment	<a href="mailto:roxelane.cicekli@beziers.fr">roxelane.cicekli@beziers.fr</a>	<a href="https://museedupatrimoine.fr/musee-du-biterrois-de-beziers-herault/34190.html">https://museedupatrimoine.fr/musee-du-biterrois-de-beziers-herault/34190.html</a>
CBPF*	Conservatoire Botanique Pierre Fabre	Europe, Cambodge	Toutes familles mais particulièrement riche en espèces d'Asie du Sud-Est	Oui après expertise scientifique et financière	<a href="mailto:christel.fiorini.puybarret@pierre-fabre.com">christel.fiorini.puybarret@pierre-fabre.com</a>	Conservatoire Botanique Pierre Fabre (gbif.org)
EIDM*	Entente interdépartementale pour la démontstration du littoral méditerranéen	Littoral méditerranéen	Biotope des moustiques	Ne souhaite pas recevoir de nouvelles collections pour le moment	<a href="mailto:eid-med@eid-med.org">eid-med@eid-med.org</a>	<a href="https://explore.recolnat.org/search/botanique?type=advanced&amp;institutioncode=EIDM">https://explore.recolnat.org/search/botanique?type=advanced&amp;institutioncode=EIDM</a>
LUCH	Musée du Pays de Luchon	Pyrénées, pays de Luchon	Toutes familles	Oui après expertise	<a href="mailto:musee-luchon@orange.fr">musee-luchon@orange.fr</a>	Pas de site dédié aux collections <a href="https://musees-occitanie.fr/musee/musee-du-pays-de-luchon/">https://musees-occitanie.fr/musee/musee-du-pays-de-luchon/</a>
MENDE*	Musée du Gévaudan, ville de Mende (48)	Local (Lozère exclusivement)	Toutes familles	Au cas par cas ; formulaire de proposition de don disponible sur demande. Herbier de référence dans les collections : herbier Prost	<a href="mailto:museepatrimoine@mende.fr">museepatrimoine@mende.fr</a>	<a href="https://www.recolnat.org/fr/nos-partenaires/herbier-prost-du-departement-de-la-lozere">https://www.recolnat.org/fr/nos-partenaires/herbier-prost-du-departement-de-la-lozere</a>
MPU*	Université de Montpellier	International	Toutes familles, cryptogames, phanérogames, fungi	Oui après expertise	<a href="mailto:collections@umontpellier.fr">collections@umontpellier.fr</a>	<a href="https://collections.umontpellier.fr/https://explore.recolnat.org/search/botanique?type=advanced&amp;institutioncode=UM">https://collections.umontpellier.fr/https://explore.recolnat.org/search/botanique?type=advanced&amp;institutioncode=UM</a>
NIM*	Muséum de Nîmes	International	Toutes familles, plantes méditerranéennes, plantes du Gard	Oui Passage en commission d'acquisition DRAC	<a href="mailto:adeline.rouilly-tardieu@ville-nimes.fr">adeline.rouilly-tardieu@ville-nimes.fr</a>	<a href="https://www.nimes.fr/culture/musees-planetarium/museum-musee-dhistoire-naturelle.html">https://www.nimes.fr/culture/musees-planetarium/museum-musee-dhistoire-naturelle.html</a>
PNC*	Parc national des Cévennes, Florac	Local	Toutes familles (vasculaires) ; macro lichens (surtout ceux du lobarion et genres <i>Cladonia</i> , <i>Usnea</i> , <i>Peltigera</i> ) quelques bryophytes	Au cas par cas Taxons rares ou taxons complexes en priorité ( <i>Hieracium</i> , <i>Rubus</i> , <i>Festuca</i> , <i>Rosa</i> , <i>Euphrasia</i> ...) État correct et informations de récoltes à minima requises (étiquettes)"	<a href="mailto:frantz.hopkins@cevennes-parcnational.fr">frantz.hopkins@cevennes-parcnational.fr</a> ou <a href="mailto:info@cevennes-parcnational.fr">info@cevennes-parcnational.fr</a>	<a href="https://www.cevennes-parcnational.fr/">https://www.cevennes-parcnational.fr/</a>
TL*	Université de Toulouse III Paul-Sabatier, Service commun d'étude et de conservation des collections patrimoniales	Région Occitanie, France, international (Afrique, Inde, Afghanistan, États-Unis, Chine, etc.)	Toutes familles. Important herbier de Gymnospermes	Au cas par cas suivant l'importance et l'intérêt de l'herbier. Préférence pour les herbiers des Pyrénées et du sud-ouest de la France. Récupère les herbiers dans un rayon de 400 km autour de Toulouse	<a href="mailto:sceccp.herbiers@univ-tlse3.fr">sceccp.herbiers@univ-tlse3.fr</a>	<a href="https://www.univ-tlse3.fr/botanique">https://www.univ-tlse3.fr/botanique</a>
TLM	Muséum de Toulouse	Midi-Pyrénées principalement, région de Toulouse	Toutes familles	Ne souhaite pas recevoir d'herbiers	<a href="mailto:boris.presseq@toulouse-metropole.fr">boris.presseq@toulouse-metropole.fr</a>	<a href="https://museumtoulouse-collections.fr/disciplines/botanique">https://museumtoulouse-collections.fr/disciplines/botanique</a>

## 5.2 Spécimens récoltés à l'étranger

En ce qui concerne le protocole de Nagoya, chaque pays possède une réglementation et une date d'application propres. La liste est mise à jour par l'ONU. Certains pays non signataires appliquent une réglementation parfois encore plus stricte. Dans un grand nombre de pays, il est maintenant nécessaire d'obtenir une autorisation préalable pour récolter des plantes et d'en référer au point focal du pays, en général au ministère chargé de l'environnement ou de l'agriculture.

Cela représente beaucoup de réglementations qui se superposent, qui diffèrent d'un pays à l'autre et surtout ne sont pas stabilisées dans le temps. Pour cette raison, nous n'allons pas insister et nous vous invitons à consulter les sites en ligne des ministères, de l'UICN, de l'INPN ou celui de la *Convention for biological diversity*. La période entre 1992 (la Convention sur la diversité biologique a été ouverte à la signature le 5 juin 1992) et 2014 est la plus complexe, le processus se mettant en place, il y a une sorte de vide ou d'incertitude juridique. En tout état de cause, à partir de 2014, il n'y a pas d'excuse et le protocole de Nagoya est applicable en France.

Il est ainsi demandé aux institutions détentrices de collections de fournir l'inventaire de tout ce qu'elles possèdent et de le compléter au fur et à mesure des nouvelles acquisitions, pièce par pièce. Si votre herbier est antérieur aux lois de protection des espèces (cela est toujours possible dans le cas de collections trouvées dans les greniers), il faudra quand même en établir la liste pour compléter l'inventaire et en informer les autorités compétentes.

En conclusion, avant tout accord entre le donateur et le donataire, il faudra donc établir la liste des espèces (dans la limite des identifications disponibles), avec la date et le lieu de récolte afin de vérifier le statut de protection de chaque espèce.

## 5.3 Documents administratifs

Une fois la liste des spécimens établie, celle-ci est envoyée à la [DREAL](#) Occitanie (direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Occitanie), organisme qui recueille ces données, en informe la préfecture, qui délivre un arrêté.

Enfin, il restera à signer la convention de don entre vous et le donataire. Une institution peut proposer un document type à compléter, qui sera signé par vous et par le représentant légal. Cette convention précisera aussi les conditions de transport. On y adjoint l'autorisation de la DREAL et donc la liste des spécimens accompagnée des noms d'espèce et leur statut CITES en annexe. Si les échantillons ont été récoltés à l'étranger, une copie des documents **d'autorisations de récolte et d'exportation** qui vous auront été délivrés par le pays sera jointe au dossier.

Le responsable de l'institution qui accepte votre don peut, en général, se charger de ces formalités.

## 6. Et ensuite

### 6.1 Le transport et la désinsectisation

Après la signature de la convention ou parallèlement, le transport pourra être effectué, suite à une entente entre les deux parties. Une fois arrivés à destination, vos spécimens nécessitent encore quelques interventions. Ils seront tout d'abord désinsectisés dans le but de détruire les œufs, les larves ou les adultes d'insectes indésirables susceptibles de s'y trouver. Ils subiront deux cycles d'une semaine à une température de -45 °C.

### 6.2 Intégration dans l'institution

Un numéro d'inventaire, sous la forme d'un code-à-barres, sera posé sur chaque planche d'herbier avant qu'elle soit photographiée. Les images et les données, y compris les photos de terrain, seront versées dans la base de l'institution qui les reçoit. Dans le cas d'herbiers ayant adhéré au groupement d'intérêt scientifique RECOLNAT, vos spécimens apparaîtront sur la page *Explore* de RECOLNAT (<https://explore.recolnat.org/>) et sur le site du réseau des herbiers de France géré par le MNHN (<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/search>). Les données de RECOLNAT sont régulièrement versées sur le site du [GBIF-France](#) et enrichissent les points d'observation des espèces. Enfin, les planches seront classées selon l'ordre de rangement (par numéro de genre puis par ordre alphabétique des espèces) pour être intégrées dans l'herbier général.

Si vous rédigez une biographie vous concernant ou concernant le botaniste de votre connaissance qui a confectionné l'herbier (date et lieu de naissance, profession, les raisons pour lesquelles la collection a été réalisée, etc.), ces renseignements sont associés au don et mis en ligne sur CoEI (voir les principaux champs dans la base CoEL) pour que les botanistes puissent connaître dans l'avenir qui est à l'origine de la collection.

## 7. Conclusion

Une fois entièrement traitée, votre collection sera toujours disponible et il vous sera possible de la consulter, soit à distance via les sites, soit dans l'herbier physique où elle sera classée pour être intégrée avec les autres spécimens de

la même espèce. Elle pourra ainsi être facilement étudiée par les spécialistes, éventuellement (re-)identifiée et utilisée dans de nombreux domaines des sciences biologiques.

Merci pour ce travail monastique que vous vous engagez à réaliser pour la postérité, la science, l'histoire des sciences et surtout pour nous aider à le faire.

## 8. Liens complémentaires mentionnés dans le texte

Code de l'environnement (Legifrance)

[https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article\\_lc/LEGIARTI000022495739/2013-04-29/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022495739/2013-04-29/)

COEL = COllection En Ligne

Consultation :

<https://www.tela-botanica.org/outils/collections-en-ligne/>

Pour la saisie (si vous êtes membre de Tela-Botanica) :

<https://www.tela-botanica.org/coel/appli/Coel.html>

Confectionner son herbier :

<http://www.mobot.org/mobot/molib/frenchfb/etiquettes.shtml>

<https://www.tela-botanica.org/ressources/ressources-pedagogiques/realiser-son-herbier/>

GBIF-France (Système mondial d'information sur la biodiversité) :

<http://www.gbif.fr/>

Index herbariorum : Inventaire des herbiers internationaux « déclarés » :

<http://sweetgum.nybg.org/science/ih/herbarium-list/>

INPN :

<https://inpn.mnhn.fr/reglementation/protection/listeEspecesParArrete/731>

Monet site de l'exposition à Giverny :

<https://www.relikto.com/a-la-decouverte-de-lherbier-secret-de-giverny/>

Protocole de Nagoya :

[https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-8-b&chapter=27&clang=fr](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-8-b&chapter=27&clang=fr)

<https://www.cbd.int/abs/>

RECOLNAT :

<https://explore.recolnat.org/>

Réseau des herbiers de France :

<https://science.mnhn.fr/institution/um/collection/mpu/item/search>

*Tela-Botanica* (voir aussi à CoEL)

Inventaire, non exhaustif des herbiers recensés en France :

<https://www.tela-botanica.org/thematiques/herbiers/#collections-herbiers>

Traduction française du code de nomenclature par P.A. Loizeau, A. Maeder et M.J. Price :

[https://www.researchgate.net/publication/314871352\\_Code\\_International\\_de\\_Nomenclature\\_pour\\_les\\_Algues\\_les\\_Chamignons\\_et\\_les\\_Plantes](https://www.researchgate.net/publication/314871352_Code_International_de_Nomenclature_pour_les_Algues_les_Chamignons_et_les_Plantes)

## Bibliographie

Albani Rocchetti G., Armstrong C., Abeli T., Orsenigo S., Jasper C., Joly S., Bruneau A., Zytaruk M. & Vamosi J., 2021. Reversing extinction trends: new uses of (old) herbarium specimens to accelerate conservation action on threatened species. *New Phytologist* 230 : 433-450. <https://doi.org/10.1111/nph.17133>

Beerling D.J. & Chaloner W.G., 1993. The impact of atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature change on stomatal density: observations from *Quercus robur* lammas leaves. *Annals of Botany* 71 : 231-235. <https://doi.org/10.1006/anbo.1993.1029>

Benitez-Malvido J. & Martinez-Ramos M., 2003. Influence of Edge Exposure on Tree Seedling Species Recruitment in Tropical Rain Forest Fragments. *Biotropica* 35 : 530-541. <https://doi.org/10.1646/02161>

- Coulot P. & Rabaute P., 2020. Monographie des *Leguminosae* de France, 2 - Tribus des *Robinieae*, *Sesbanieae*, *Galegeae*, *Glycyrrhizeae*, *Coluteae*, *Astragaleae*, *Caraganeae*, *Hedysareae* et *Thermopsidae*. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, NS, n° spécial 49 : 1-514.
- Coste H., 1901. *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes*, 1. Librairie des Sciences naturelles Paul Klincksieck, Paris, 96 p.
- Delile A.R., 1809. *Florae Aegyptiacae illustratio*, 2. Imprimerie impériale, Paris, 176 p.
- Duke J.A., 1969. On Tropical Tree Seedlings. I - Seeds, Seedlings, Systems, and Systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 56 : 125-161. <https://doi.org/10.2307/2394836>
- Ent (van der) A., Echevarria G., Pollard A.J., & Erskine P.D., 2019. X-ray fluorescence ionomics of herbarium collections. *Scientific Reports* 9 : 4746. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40050-6>
- Espinosa F. & Pinedo Castro M., 2018. On the use of herbarium specimens for morphological and anatomical research. *Botany Letters* 165 : 361-367. <https://doi.org/10.1080/23818107.2018.1451775>
- Heberling J.M., Prather L.A. & Tonsor S.J., 2019. The changing uses of herbarium data in an era of global change: an overview using automated content analysis. *BioScience* 69 : 812-822. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz094>
- Holmgren P.K., Holmgren N.H. & Barnett L.C., 1990. *Index herbariorum*. Edition 8, I - The Herbaria of the World. New York Botanical Garden Press, Bronx, NY, 693 p.
- Hoof T.B.v., Kürschner W.M., Wagner F. & Visscher H., 2006. Stomatal index response of *Quercus robur* and *Quercus petraea* to the anthropogenic atmospheric CO<sub>2</sub> increase. *Plant Ecology* 183 : 237-243. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-9021-3>
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee. 2019. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. : Downloadable from <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Lang P.L.M., Willems F.M., Scheepens J.F., Burbano H.A. & Bosdorf O., 2019. Using herbaria to study global environmental change. *New Phytologist* 221 : 110-122. <https://doi.org/10.1111/nph.15401>
- Manzano S. & Julier A.C.M., 2021. How FAIR are plant sciences in the twenty-first century? The pressing need for reproducibility in plant ecology and evolution. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 288 : 20202597. 122. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2597>
- Masson D., Glidewell S.M., Möller M., Mill R.R., Williamson B. & Bateman R.M., 2001. Non-destructive examination of herbarium material for taxonomic studies using NMR imaging. *Edinburgh Journal of Botany* 58 : 1-14. <https://doi.org/10.1017/S0960428601000439>
- Pleijel F., Jondelius U., Norlinder E., Nygren A., Oxelman B., Schander C., Sundberg P. & Tholleson M., 2008. Phylogenies without roots? A plea for the use of vouchers in molecular phylogenetic studies. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48 : 369-371. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.03.024>
- Stern W.L. & Chambers K.L., 1960. The citation of wood specimens and herbarium vouchers in anatomical research. *Taxon* 9 : 7-13. <https://doi.org/10.2307/1217349>
- Thiers B., 2021. [continuously updated]. *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium [<http://sweetgum.nybg.org/ih/>].
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J. & Smith G.F. (eds) 2018. *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Koeltz Botanical Books, Glashütten.
- Webb C.O. & Peart D.R., 2000. Habitat associations of trees and seedlings in a Bornean rain forest. *Journal of Ecology* 88 : 464-478. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00462.x>

## Remerciements

Mario Kleszczewski (Conservatoire des espaces naturels d'Occitanie) nous a suggéré, un jour de rencontre aux *Convergences botaniques*, de porter ces informations à la connaissance des botanistes, et à son collègue Léo Garcin pour ses conseils.

Merci à ceux qui ont répondu à notre enquête : Samantha Bazan, de l'herbier du Cirad à Montpellier, Roxelane Cickeli, des musées de Béziers, Christel Fiorini, du conservatoire botanique Pierre Fabre, Philippe Guillen, du musée du pays de Luchon, Nadia Harabasz, du musée du Gévaudan à Mende, Frantz Hopkins, du parc national des Cévennes, Gérard Largier, du conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées à Bagnères-de-Bigorre, Laura Morazzani, muséum de Nîmes, Boris Presseq, du muséum d'histoire naturelle de Toulouse, Paul Seimandi, du service commun d'étude et de conservation des collections patrimoniales de l'université Paul-Sabatier de Toulouse, Marie-

Laure Setier-Rio et Christophe Lagneau, de l'entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen.

Les herbiers ALF, BBF, CBPF, EIDM, MENDE, MPU, P, PNC, et TL ont donné accès à leurs herbiers dans le cadre de l'infrastructure nationale de recherche RECOLNAT (ANR-11-INBS-0004).