Chapitre 7 Collections de bambous du Viet Nam : Conservation, informatisation et valorisation pour le développement durable

Thi My Hanh Diep, Marc M. Pignal, Jacques Gurgand, Soejatmi Dransfield, Nguyen Khac Dieu, Nguyen Thi Bich Loan, Ngoc-Sam Ly, Regine Vignes

▶ **To cite this version:**

Thi My Hanh Diep, Marc M. Pignal, Jacques Gurgand, Soejatmi Dransfield, Nguyen Khac Dieu, et al.. Chapitre 7 Collections de bambous du Viet Nam : Conservation, informatisation et valorisation pour le développement durable. Jean-Pierre Profizi. Biodiversité des écosystèmes intertropicaux: Connaissance, gestion durable et valorisation, IRD Editions, pp.113-123, 2021, 978-2-7099-2940-0. 10.4000/books.irdeditions.41052 . mnhn-03938210

HAL Id: mnhn-03938210
https://mnhn.hal.science/mnhn-03938210

Submitted on 13 Jan 2023

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.

Chapitre 6
Collections de bambous du Viet Nam
Conservation, informatisation et valorisation pour le développement durable

Diep thi My HANH
Université nationale d'Ho Chi Minh Ville, Viet Nam

Marc PIGNAL
MNHN, France

Jacques GURGAND
Université nationale d'Ho Chi Minh Ville, Viet Nam

Soejatmi DRANSFIELD
Royal Botanic Gardens, Royaume-Uni

Nguyen Khac DIEU
Université nationale d'Ho Chi Minh Ville, Viet Nam

Nguyễn thị Bich LOAN
Université nationale d'Ho Chi Minh Ville, Viet Nam

Ly Ngoc SAM
ITB, Viet Nam

Régine VIGNES-LEBBE
Sorbonne université, France

T1 Introduction

Au Viet Nam, les bambous (Poaceae, sous-famille des Bambusoideae) ont une importance particulière tant au point de vue socioculturel qu'économique. Outre les nombreux usages domestiques et industriels, ils participent à la protection de l'environnement par leurs rôles d'épuration des sols et de fixation du carbone.

La bambouseraie de Phu An Bambou Village, créée en 1999, est l'une des plus importantes collections de bambous *ex situ* d'Asie, avec actuellement près de 1 200 touffes de bambous représentant 200 taxons indigènes du Cambodge, du Laos et du Viet Nam. Elle a obtenu en 2010 le prix Équatorial du Programme des Nations unies pour le développement (Pnud) au titre de la protection de la biodiversité. En 2016, la collection a été parrainée par l'association des « Jardins botaniques francophones », une première en Asie.

L'herbier et la conservation des bambous vivants situés au Phu An Bambou Village ont été financés par la Région Rhône-Alpes (France), puis développés avec le soutien financier et technique du projet « Sud Expert Plantes » (SEP 349), du programme « Sud Expert Plantes Développement Durable » (SEP2D) sous le nom de l'appel à projet 4 « Collection des bambous du Viet Nam : appui pour la conservation, l'informatisation et la valorisation »

(Colbaciv) et les fonds de recherche de l'université nationale d'Ho Chi Minh Ville qui y a créé son Centre de recherche pour la conservation des ressources naturelles (CRC).

Le projet Colbaciv a pour objectifs la gestion, l'informatisation et la valorisation de ces collections de bambous. Son originalité est d'associer des collections vivantes et sèches, et d'intégrer dans l'informatisation des spécimens, leur géo-référencement et des données morphologiques collectées lors du projet SEP 349. Ce projet vise également le rapatriement, sous forme d'un herbier virtuel, des spécimens de bambous du Viet Nam détenus dans la collection du Muséum national d'histoire naturelle à Paris.

T1 Matériels et méthodes

T2 *Matériels*

Ce projet concerne :
- la collection vivante de bambous à Lang Tre Phu An représentant 200 taxons du Cambodge, du Laos et du Viet Nam, avec plus de 1 200 touffes ;
- les herbiers de Phu An (PBB) situé à Phu An village, d'Ho Chi Minh Ville (ITB) et de Paris (P). Les herbiers du PBB comprennent des récoltes effectuées lors des prospections du projet Rhône-Alpes, du projet SEP 349 « Bambous d'Indochine » et de l'université nationale du Vietnam (HCMV), soit un total actuel de 4 000 planches comprenant des entrenœuds et des turions (jeunes pousses de bambou). Les 46 récoltes à l'ITB et 256 à Paris (P) sont composées de nombreuses parts portant à près de 1 000 le nombre total de spécimens.

T2 *Méthodologies*

La conservation de la collection vivante consiste (1) à entretenir régulièrement les touffes par sarclage et éclaircie afin d'éliminer les tiges trop âgées ou mal venues tout en respectant les tiges voisines et (2) à assurer l'arrosage pendant la saison sèche pour prévenir les risques d'incendie.

Les étapes de la mise en conservation des spécimens à l'herbier PBB comprend, après la mise sous presse dès la récolte : le séchage dans une étuve à air pulsé à 40 °C, le traitement au congélateur à -15 °C pendant 15 jours, le montage, l'étiquetage, la pose d'un code-barres et la photographie des planches. La congélation est répétée tous les ans.

L'informatisation des descriptions morphologiques des Bambusoideae à partir des spécimens de la collection de Phu An, est réalisée avec les systèmes de gestion de bases de connaissances Xper2 (UNG *et al*., 2010) et Xper3 (VIGNES-LEBBE *et al*., 2016). Xper2 – version privilégiée au CRC – permet de travailler hors connexion et d'exporter les données nécessaires pour différents outils d'analyse de bases de connaissances afin de comparer les items et générer des diagnoses. Xper3 permet le travail simultané à plusieurs via une connexion internet. Il permet de générer des clés de détermination polytomiques, imprimables et de publier en ligne le contenu de la base de connaissances ainsi qu'une clé interactive dite à accès libre. Xper3 est donc utilisé chaque fois que la collaboration directe est nécessaire. Le transfert de contenu entre les deux versions Xper2-Xper3 s'effectue facilement via l'export-import dans un format d'échange XML selon le standard international pour les échanges de descriptions taxonomiques SDD (HAGEDORN *et al.,* 2005).

L'informatisation, c'est-à-dire le transfert des données des étiquettes dans une base de données, a été réalisée via le système Recolnat. L'infrastructure nationale Recolnat, constitue aujourd'hui le réseau de collections naturalistes (www.recolnat.org) dont le réseau botanique (LE BRAS *et al.,* 2017). Sa mission est de numériser les collections d'histoire naturelle françaises et de présenter les données de récoltes dans une base de données accessible au public. L'opération a été précédée de la numérisation de l'herbier national entre 2010 et 2013. Recolnat a mis en place des outils de saisie de données sur une base fédérative et un outil de mesure, Annotate, qui permet de travailler à partir des images des spécimens d'herbiers, ainsi qu'un site de science participative, les herbonautes (http://lesherbonautes.mnhn.fr). Recolnat a mis à disposition du projet les outils déjà développés et a proposé de former le personnel au Viet Nam à leur utilisation.

Les méthodologies et partenaires sont présentés dans la figure 1.

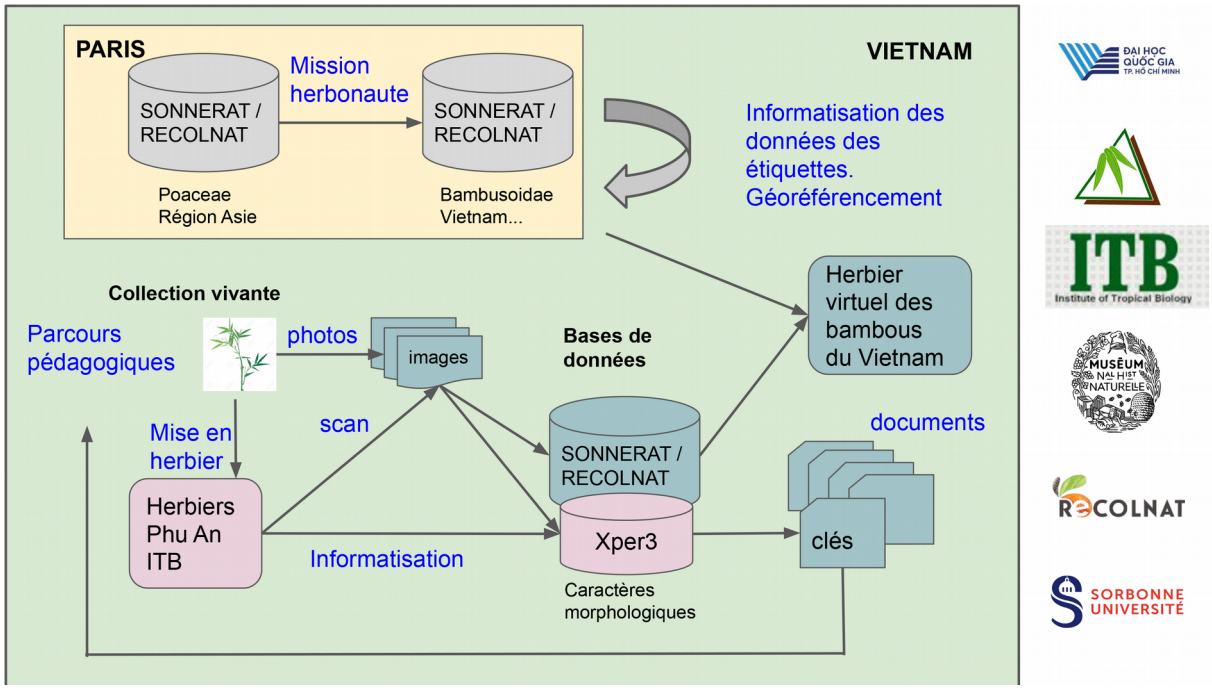

Figure 1
Institutions et outils informatiques impliqués dans le programme.

T1 Résultats

T2 *Préservation et gestion des collections locales vivante et sèche*

Afin de lutter contre les incendies et d'assurer le bon développement des bambous dans la collection vivante, des réserves d'eau ont été constituées sur les 4,5 ha de la collection de bambous et alimentant le système d'arrosage et de fertilisation. Ceci a été réalisé avec le soutien de l'université nationale de Ho Chi Minh Ville.

Une partie de la collection vivante a été aménagée pour planter 64 nouveaux taxons en remplacement des bambous détruits par la tempête de 2012. Une nouvelle pépinière de 0,5 ha a été installée pour y multiplier les taxons et enrichir les nouveaux sites sur la route du bambou. Cette « route » est un parcours botanique et culturel élaboré par Diep thi My Hanh et son équipe, qui relie actuellement les régions inondables de Long An et Dong Thap aux zones

arides de Phan Thiet et de Phan Rang, aux Hauts Plateaux (DakNong) et aux minorités ethniques (Sơn La). La « Route du bambou » transmet des messages en lien avec la culture et l'environnement aux paysans qui exposent leur dos au ciel et leur visage à la terre pour nourrir les populations et qui doivent s'adapter aux aléas climatiques ; elle veut rapprocher les scientifiques et les communautés qui dépendent du bambou pour un développement durable et pour le maintien d'un milieu de vie assaini. Une brochure technique de plantation a été rédigée pour les paysans.

La collection sèche est constituée de 4 000 planches d'herbier de PBB à Phu An Bambou Village sont disponibles sur place. Un spécimen, la « part d'herbier », comprend une feuille, feuille de chaume, et une portion de tige avec ses ramifications. La collection vivante de Phu An permet de compléter les données sur les parts manquantes des herbiers (turions, feuilles de chaume).

Globalement, les prospections effectuées lors des différents projets ont permis de nombreuses récoltes :
- projet Rhône-Alpes (2003-2008) : 200 taxons dont 157 toujours vivants dans la collection (1 259 touffes) et 1 243 planches d'herbier ;
- projet SEP 349 (2008-2013) : 163 taxons dont 33 touffes plantées et vivantes, 1 620 planches d'herbier ;
- par HCMV (2016-2019) : 31 taxons dont 16 touffes plantées (13 vivantes), 187 planches d'herbier ;
- projet SEP2D : 64 touffes plantées, 955 planches d'herbier.

Au total, 394 taxons ont été récoltés, 1 369 touffes plantées, 206 bambous vivants mis en collection et 4 000 planches d'herbier réalisées.

T2 ***Informatisation des descriptions morphologiques des bambous***

T3 Base de connaissances Xper 2/Xper 3

Une base de connaissances est constituée par un ensemble de descriptions structurées, comparables entre elles, exprimées selon une terminologie précise. Cette formalisation des descriptions, élaborée lors du projet SEP 349 (DIEP THI *et al*., 2016), s'est poursuivie lors du projet SEP2D toujours dans trois langues (français, vietnamien et anglais).

La base de connaissances actuelle comprend 125 descripteurs. Elle doit encore être simplifiée pour proposer des fiches de de données de terrain plus synthétiques tout en étant efficaces pour différencier les espèces.

La base de connaissances, sous Xper2, est présentée dans la figure 2. Pour chaque bambou de la collection vivante, des photographies illustrent les principales caractéristiques des douze groupes de descripteurs étudiés : rhizome, turion, chaume, nœud, entrenœud, feuille de chaume, limbe, ligule, oreillette, branches, feuilles et fleurs éventuellement (fig. 2, à gauche). La base de connaissances (fig. 2, à droite) se présente comme suit :
- à gauche figurent les différents items de la collection vivante avec leur dénomination vernaculaire. Seuls 108 spécimens y sont inclus par insuffisance des données pour les autres ;
- au centre, les descripteurs, c'est-à-dire les traits morphologiques, ne sont pas toujours indépendants. Des règles de dépendance logique garantissent la cohérence des

descriptions au sein du logiciel. Seuls des descripteurs qualitatifs ont été retenus, et une discrétisation en intervalles a été utilisée pour les mesures numériques (par exemple pour le diamètre du chaume, < 5 mm ; 5 à 20 mm ; 2 à 5 cm ; 5 à 10 cm ; 10 à 20 cm ; > 20 cm) ;

- à droite, sont cochées les valeurs correspondant à chaque item. La terminologie utilisée pour les descripteurs et les états est définie avec précision et documentée avec des textes et des images.
  Selon cette terminologie standardisée, tous les items se différencient entre eux et la base de connaissance est complète à plus de 99 %.

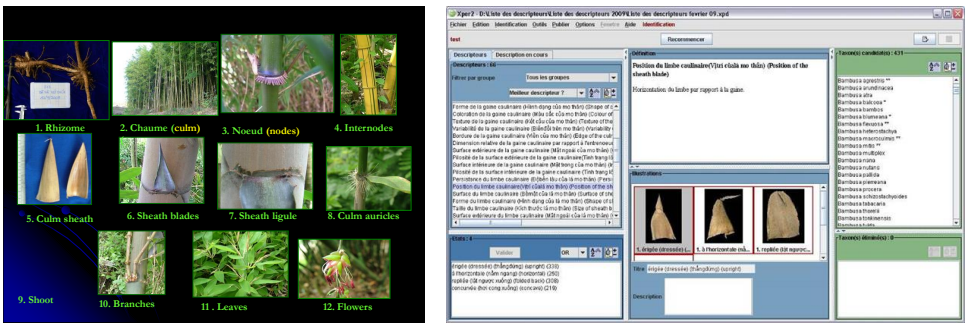

Figure 2
Descripteurs (à gauche) et visualisation de la base de connaissances dans le logiciel Xper2 (à droite). Vingt-et-uncaractères permettent de différencier le plus grand nombre de couples.

T3 Caractères discriminants

Chaque descripteur permet de différencier des couples d'items : c'est le pouvoir discriminant du descripteur. Vingt-et-un caractères permettent de différencier le plus de couples ; ils sont indiqués dans le tableau 1. La colonne de droite indique le nombre de couples d'items qui n'ont pas de valeurs en commun pour le descripteur. Ces descripteurs ont en moyenne cinq états ou valeurs possibles, contre 3,8 pour l'ensemble des 125 descripteurs.

Tableau 1
Les 21caractères les plus discriminants.

Descripteurs	Nombre d'états ou valeurs	Nombre de couples discriminés
80. Caractéristiques de la ligule interne	8	4768
81. Ornements de la ligule interne	8	4599
53. Épaisseur et texture de la gaine de la feuille de chaume à mi-chaume	4	4167
7. Présence de poils sur la gaine du turion	5	4156
115. Visibilité des nervures	4	3900
91. Développement des branches	5	3879
85. Ciliature des oreillettes	5	3859
76. Présence et répartition des poils sur la surface ventrale du limbe	5	3840
96. Présence d'un pseudo rhizome à l'insertion des branches	3	3729
3. Couleur de base de la gaine du turion	2	3679
33. Caractéristiques de la zone G	6	3665
13. Diamètre du chaume à mi-chaume	6	3545
11. Orientation des limbes au-dessus du turion	4	3523
37. Cannelures longitudinales sur les entrenœuds	5	3500
79. Forme de la ligule interne	5	3473
61. Présence de poils sur la surface dorsale de la gaine de la feuille de chaume	5	3467
69. Forme du limbe de la feuille de chaume	5	3446
48. Épaisseur du diaphragme à mi-chaume	4	3432
124. Ciliature des oreillettes foliaires	5	3429
12. Taille du chaume	6	3401
38. Surface des entrenœuds	6	3398

L'analyse de la base de connaissances a permis de rechercher un sous-ensemble minimal de descripteurs suffisant pour différencier tous les items entre eux et proposer ainsi des fiches de collecte et de reconnaissance sur le terrain, limitées à ce petit nombre de descripteurs.

T3 Clé des genres

Une base de connaissances réduite à la description des genres présents à Phu An a été construite pour proposer une clé informatisée des genres. Celle-ci est consultable en ligne pour la version interactive. La base de connaissances permet aussi de générer une version imprimable (fig. 3).

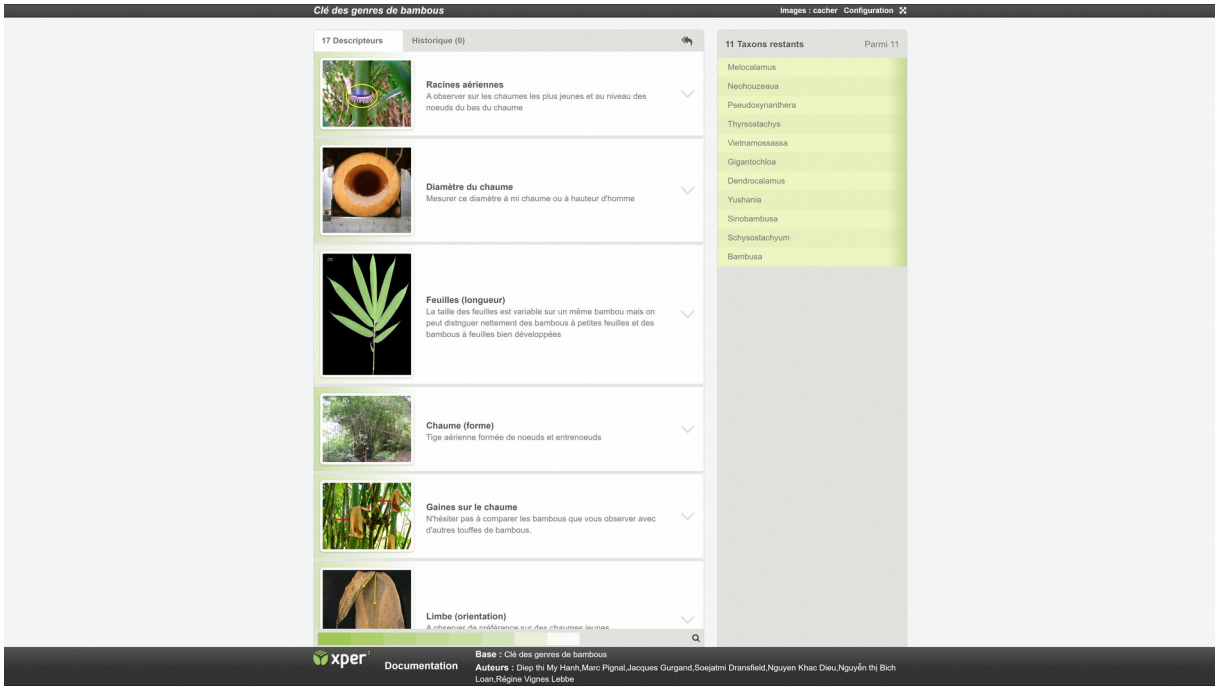

Figure 3
Capture d'écran de la clé informatisée des genres.

T2 ***Informatisation des herbiers au Viet Nam et en France***

T3 Classer et ranger les herbiers

Les herbiers de bambous de Phu An (4 000 parts) ont été classés par ordre alphabétique de genre, après montage et étiquetage standardisé pour faciliter leur informatisation. Pour chaque taxon, après le classement, les parts d'une même récolte sont en général regroupées (feuilles, feuilles de chaume, branches, tiges). Les herbiers sont scannés et informatisés selon les standards internationaux et en utilisant les bases Recolnat et Sonnerat au Muséum national d'histoire naturelle (MNHN).

Les herbiers conservés en France et, en particulier, à l'herbier national du Muséum de Paris, représentent les collections historiques constituées au XIX^{e} et au début du XX^{e} siècle par les grands récolteurs qu'étaient Auguste Chevalier, Eugène Poilane, Louis Pierre, Albert Pételot, Edmond-Gustave Camus. Leurs riches collections ont été photographiées à l'occasion de la numérisation de l'herbier de 2010 à 2013.

La valeur ajoutée de ce projet est de situer et géoréférencer les spécimens historiques de l'herbier, également sources d'informations, pour pouvoir retourner dans les localités mentionnées afin d'enrichir la collection vivante.

T3 Constitution d'un herbier virtuel issu de ces collections

Une mission de science participative a permis de trier les images des spécimens du Viet Nam destinés à être numérisées. Les images sélectionnées seront géoréférencées à distance en utilisant l'interface de saisie mise à disposition par Recolnat. L'interface de saisie est dotée d'un système de géoréférencement à partir de cartes. L'objectif est ensuite un rapatriement sous forme d'un herbier virtuel bien documenté utilisable via l'interface Annotate de Recolnat.

T3 Sonnerat : base de données des herbiers

Les herbiers sont informatisés dans la base Sonnerat du MNHN et les données peuvent être exportées par une API (*Application Programming Interface*) dans le format DarwinCore, développé par le *Biodiversity Information Standards* (TDWG). Ce standard permet une interopérabilité entre les bases de données, en particulier à destination du Global Biodiversity information facility (GBIF).

T2 ***Productions pédagogiques***

T3 Parcours pédagogiques

Des parcours pédagogiques ont été balisés dans le jardin en tenant compte du niveau de connaissance des visiteurs, afin de les sensibiliser au mieux à la biodiversité des bambous tout en les entraînant à les reconnaître.

Un parcours de découverte circule sous un tunnel construit par des bambous en forme de V et dans lequel les explorateurs peuvent découvrir dans des fenêtres creusées dans la terre les différents types de rhizomes et les morceaux de tiges cachés avec des questions auxquelles il leur faudra répondre dans le parcours suivant.

Un autre parcours destiné davantage à l'observation propose dix stations tout en faisant le tour complet de la collection vivante, avec cependant des raccourcis permettant d'adapter la durée du circuit au public. Chaque station propose l'identification d'un bambou ayant des caractères morphologiques remarquables, bien observables, et facilement comparables avec ceux de spécimens d'autres espèces situés à proximité. Les points d'arrêt aux stations sont aménagés avec des espaces permettant des pauses en groupe et l'installation de panneaux pédagogiques. Des clés mécaniques sont proposées pour le parcours d'observations « Qui suis-je ? » dédié au plus jeune public. Deux prototypes de ces clés, de type « fiches perforées », ont été conçus : un prototype en bambou conçu par J. Gurgand et un prototype conçu par R. Vignes et réalisé en carton. Ils ont été testés sur le terrain avec des enfants de six à dix ans. La version « clé informatisée des genres » est proposée au grand public (sans connaissance botanique préalable) mais aussi aux naturalistes, étudiants ou professionnels, dans le parcours « diversité des bambous ». Cette clé est proposée en trois langues et accompagnée de fiches illustrées pour une quinzaine d'espèces observables dans la collection.

Enfin, un parcours d'échange des connaissances avec tous les groupes, organisé au jardin partagé, permet aux visiteurs, surtout aux enfants de classes vertes, de présenter leurs résultats d'observation en répondant à des questions cachées dans le parcours de découverte.

T3 Production de documentation

Le programme a aussi été l'occasion d'éditer des brochures, des panneaux pédagogiques et de concevoir des scénarios pour les parcours de découverte. Toutes les activités de recherche, développement, formation et éducation des enfants de Phu An Bambou village sont présentées sur un site web dédié (http://www.ecobambou-phuan.org).

T1 Conclusion et perspectives

Les herbiers ont été classés et informatisés dans l'herbier du PBB. Les bases de données sur les bambous sont intégrées dans la base Sonnerat et disponibles sur les sites du MNHN, de l'infrastructure Recolnat et du GBIF. Par ailleurs, un descriptif de la collection figurera sur le site de Recolnat (https://www.recolnat.org/fr/nos-partenaires). Les données concernant les caractères et les descriptifs sont disponibles sur le site du Laboratoire d'informatique de de systématique (LIS).

La collection vivante à Phu An a été restaurée, et une pépinière de 0,5 ha a été créée pour produire les plantules destinées aux sites de la route du bambou.

Le parcours pédagogique a permis aux enfants de découvrir les bambous pour leur qualité de protection de l'environnement, de construction verte ou de décoration.

Ces travaux ont permis de former un ingénieur de construction de l'université polytechnique de HCMV, sur les mesures des caractéristiques physiques des bambous, et deux ingénieurs forestiers sur l'utilisation ornementale et paysagère des bambous, et d'encourager deux thèses en cours sur la taxonomie des bambous épineux et sur les autres bambous.

Grâce au projet SEP2D, le projet de la Grande muraille verte a été lancé dans la zone aride de Phan Rang, financé par l'université nationale de HCMV et des mécènes vietnamiens, pour lutter contre la désertification.

Il est prévu de prolonger la « Route du bambou » vers les zones particulièrement exposées aux risques liés aux changement climatique.

T1 Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le projet SEP2D et l'université nationale de Ho Chi Minh Ville du Viet Nam qui ont financé cette recherche dans le cadre du projet GEN 2019-48-02.

T1 Références bibliographiques

DIEP THI M. H., GURGAND J., VIGNES-LEBBE R., NGUYEN H. P., NGUYEN B. L., HAEVERMANS T., 2016
Bambous d'Indochine : descripteurs morphologiques pour l'identification. Science and Technology Committee, Viet Nam National University of Ho Chi Minh city, 269 p.

HAGEDORN G., THIELE K., MORRIS R., HEIDORN P. B., 2005
Structured descriptive data (SDD) w3c-xml-schema, Version 1.0. Biodiversity information standards (TDWG). http://www.tdwg.org/standards/116

LE BRAS G., PIGNAL M., JEANSON M. L., MULLER S., AUPIC C., CARRÉ B., FLAMENT G., GAUDEUL M., GONCALVES C., INVERNÓN V. R., JABBOUR F., LERAT E., LOWRY P. P., OFFROY B., PIMPARÉ E. P., PONCY O., ROUHAN G., HAEVERMANS T., 2017
The French *Muséum national d'histoire naturelle* vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data,* 4 : 170016. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16

PIGNAL M., ROMANIUC-NETO S., SOUZA S. D., CHAGNOUX S., CANHOS D. A. L., 2013
Saint-Hilaire virtual herbarium, a new upgradeable tool to study Brazilian botany. *Adansonia, 35* (1) : 7-18. https://doi.org/10.5252/

UNG V., DUBUS G., ZARAGÜETA-BAGILS R.,VIGNES-LEBBE R., 2010
Xper²: introducing e-Taxonomy. *Bioinformatics*, 26 (5) : 703-704.

VIGNES -LEBBE R., CHESSELET P., DIEP THI M. H., 2016
« Xper3: new tools for collaborating, training and transmitting knowledge on botanical phenotypes". *In* RAKOTOARISOA N. R., BLACKMORE S., RIERA B. (eds) : *Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities*, Unesco, Paris : 228-239.