



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Botanists

of the twenty-first century

Roles, challenges and opportunities



Based on the proceedings of the UNESCO
International conference *Botanists of the twenty-
first century: roles, challenges and opportunities*

September 2014, Paris, France



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Quels botanistes pour le 21^e siècle ?

Métiers, enjeux et opportunités



Basé sur les actes de la Conférence
internationale de l' UNESCO
Quels botanistes pour le 21^e siècle ?
Métiers, enjeux et opportunités

Septembre 2014, Paris, France



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Botanists

of the twenty-first century

Roles, challenges and opportunities

Based on the proceedings of the UNESCO International conference
“Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities”
held in September 2014 in Paris, France

Edited by Noëline R. Rakotoarisoa, Stephen Blackmore and Bernard Riera

Published in 2016 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

© UNESCO, 2016

All rights reserved.

ISBN 978-92-3-100120-8



This publication is available in Open Access under the Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) license (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). By using the content of this publication, the users accept to be bound by the terms of use of the UNESCO Open Access Repository (<http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>).

Original title: Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities – Based on the proceedings of the UNESCO International conference “Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities” held in September 2014 in Paris, France

The designations employed and the presentation of material throughout this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UNESCO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The ideas and opinions expressed in this publication are those of the authors and are not necessarily those of UNESCO and do not commit the Organisation.

Editors: Noëline R. Rakotoarisoa, Stephen Blackmore and Bernard Riera
Cover photo: Shutterstock/Madlen

Composed and printed in the workshops of UNESCO
The printer is certified Imprim'Vert®, the French printing industry's environmental initiative.

Printed in France



Warning: The articles in this book are either in French or English depending on the language used by the author. Each article is summarized in the other language.

Attention: Les articles présentés dans cet ouvrage sont en français ou en anglais suivant la langue utilisée par l'auteur. Chaque article est résumé dans l'autre langue.

With the support of



Convention on
Biological Diversity



The Global Partnership
for Plant Conservation



Contents Sommaire

Foreword/ *Avant-propos* 8

Introduction 12

General messages *Messages généraux*

Discours d'Irina Bokova, directrice générale de l'UNESCO 15

Address by Irina Bokova, UNESCO Director-general 17

Keynote by Stephen Blackmore, Chairperson of the Scientific committee of the conference 19

Organisation

Organisation of the conference/ *Organisation de la conférence* 23

26

Theme 1
Botanists facing challenges of the 21st century: What knowledge is needed for a sustainable economy that protects the natural capital of the planet?

Thème 1
Les botanistes face aux enjeux économiques du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à la mise en place d'une économie durable et protectrice du capital naturel de la planète ?

Tiziana Ulian, Moctar Sacande, Alex Hudson & Efisio Mattana, *Plant conservation for the benefit of local communities: the Useful Plants Project* 28

Claude Fromageot & Anais Blain, *Approche Holistique, botanistes, biodiversité et économie* 35

Charles Doumenge, Mboma R., Sist P., Costa Procopio L., Bouka G., Gourlet-Fleury S., Lowry P. & Chevillotte H. *La connaissance des espèces : une quête du Graal pour la gestion durable des forêts tropicales* 40

Michel Chauvet, *Pl@nteUse, a tool to mobilise information on plant use* 50

Patricia Guzmán, *Semences indigènes et biodiversité. Enjeux pour la formulation d'une régulation juridique appropriée* 54

Theme 1, Summary by the Chairperson/ *Résumé par le Président* 59

61

Theme 2
Botanists and the environmental challenges of the 21st century: what knowledge is needed to better understand and mitigate the effect of climate change, the destruction of environments, the extinction of species and rapid and uncontrolled urbanisation?

Thème 2
Les botanistes face aux enjeux environnementaux du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à une meilleure compréhension et atténuation des effets des changements climatiques, de la dégradation environnementale, de l'extinction d'espèces et de l'urbanisation rapide et incontrôlée ?

Sara Oldfield & Suzanne Sharrock, *Progressing plant conservation through policy, practice and participation* 63

Gabrielle Martin, Emmanuelle Porcher & Nathalie Machon, *Quels enjeux pour l'implication des botanistes bénévoles dans les suivis participatifs de biodiversité en France ?* 69

Serge Muller, *Intérêts des herbiers pour la connaissance des modifications macroécologiques et environnementales des territoires* 78

Valérie Gond, Guillaume Cornu, Gaëlle Viennois, Julie Betbeder, Maxime Réjou-Méchain, Adeline Fayolle, Sylvie Gourlet-Fleury, Nicolas Baghdadi, Nicolas Barbier, Frédéric Mortier, Fabrice Benedet & Charles Doumenge, *De l'arbre au satellite : comment cartographier la diversité des forêts tropicales d'Afrique Centrale ?* 88

Fanch Le Hir, *Développement d'outils pour la conservation et la valorisation de la flore malgache : exemples de partenariats entre le Conservatoire botanique national de Brest et des acteurs malgaches des régions Diana et Analanjirofo* 95

Thomas le Bourgeois, Dave I. Thompson, Anne Guezou, Llewellyn, C. Foxcroft, Pierre Grard, Robert W. Taylor, Thembisile Marshall & Alain Carrara, *Using information technology, communication and citizen science in alien invasive plant management in Kruger National Park, South Africa* 103

Gederts Ievinsh, *Bringing physiology back to botany: plant physiological adaptations as a crucial link between genotype and environment* 112

Theme 2, Summary by the Chairpersons/ *Résumé par les Présidents* 119

Theme 3

Botanist and the social challenges of the 21st century: what strategies are needed to address globalisation, urbanization, food security, the loss of traditional knowledge, and to better appreciate the dimension of art and culture, and man and nature?

Thème 3

Les botanistes face aux enjeux sociaux du 21^e siècle : quels sont les stratégies à adopter face à la globalisation, l'urbanisation, la sécurité alimentaire, la perte des savoirs traditionnels, et pour mieux prendre en compte l'art, la culture, l'homme et la nature ?

Julio Ruiz Murrieta, *Threats to rainforests in the Peruvian Amazon* 123

Pierre-André Loizeau, *Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, des botanistes au service de la société* 132

Germinal Rouhan, Simon Chagnoux, Bruno Denetière, Véronique, Schäfer & Marc Pignal, *The herbonauts website: recruiting the general public to acquire the data from herbarium labels* 143

Daniel Mathieu, *Observatoire citoyen de l'environnement et Open Data, l'expérience de Tela Botanica* 149

Liliana Derewnicka, *Botany in the Community* 154

Van Kien Nguyen, *Plant genebank: An outlook of culture, nature and human of Vietnam* 164

Kemeuze V. A., Sonwa D. J., Nkongmeneck B.-A. & Mapongmetsem P. M., *Sacred groves and biodiversity conservation in semi-arid area of Cameroon: Case study of Diamare plain* 171

Brian Machovina & Kenneth J. Feeley, *Eating Plants to Save Them* 184

Daniel Barthélémy, Nozha Boujemaa, Jean-François Molino, Alexis Joly, Hervé Goëau, Vera Bakić, Souheil Selmi, Julien Champ, Jennifer Carré, Mathias Chouet, Aurélien Peronnet, Christel Vignau, Samuel Dufour-Kowalski, Antoine Affouard, Julien Barbe & Pierre Bonnet *Pl@ntNet, une plate-forme innovante d'agrégation et partage d'observations botaniques* 191

Theme 3, Summary by the Chairperson / *Résumé par la Présidente* 198

Theme 4

Botanists of tomorrow: what skills and training do we need to develop botanical expertise and capacity and to develop it around the world?

Thème 4

Les botanistes de demain : De quelles compétences et de quelle formation avons-nous besoin pour développer le savoir-faire et la capacité botanique, afin de pouvoir les mobiliser à l'échelle mondiale ?

Janine Victor, G.F. Smith & A.E. Van Wyk, *Strategy for biosystematics research in South Africa: overview of the plant systematics component* 201

Alan Paton, Robert Allkin, Irina Belyaeva, Elizabeth Dauncey, Rafaël Govaerts, Sarah Edwards, Jason Irving, Christine Leon & Eimear Nic Lughadha, *Plant name resources: building bridges with users* 207

Frédéric Dupont, *Les facultés de pharmacie, temples de la botanique ?* 217

Régine Vignes Lebbe, Pascale Chesselet & My Hanh Diep Thi, *Xper3: nouveaux outils pour le travail collaboratif, la formation et la transmission des connaissances sur les phénotypes végétaux* 228

Palese Raoul, *Flora Helvetica goes mobile* 240

Theme 4, Summary by the Chairperson / *Résumé par la Présidente* 247

Final declaration of the conference

Final Declaration of the International Conference 249

Déclaration finale de la Conférence internationale 253

Declaración final de la Conferencia Internacional: 257

Biographies

Biographies of lead authors / *Biographie des auteurs principaux* 261

Annexes

Programme of the conference / *Programme de la conférence* 271

Programme of the visit to the Museum National d'Histoire Naturelle 276

List of participants / *Liste de participants* 277

Foreword

Plants are of vital importance for life on Earth. Besides providing oxygen, the Plant Kingdom is one of the bases which provides ecological, cultural, social and economic ecosystem services for the entire planet. They are inextricably linked to the welfare of humanity. Therefore, UNESCO supports the Global Strategy for Plant Conservation under the Strategic Plan for Biodiversity (2011-2020) and the Aichi targets of the Convention on Biological Diversity (CBD), including through the UNESCO Intergovernmental Science Programme on Man and the Biosphere (MAB).

Since MAB's launch in 1972, plant science has always been closely associated with the Programme, which aims at reducing the loss of biodiversity and addressing environmental, social and economic issues, proposes an interdisciplinary research agenda and encourages capacity building. It relies on a network of 651 sites – known biosphere reserves – in 120 countries. These sites are representative of terrestrial, coastal, and marine ecosystems of global significance whose ambition is to be models for sustainable development.

Although the rise of botany dates back to the fifteenth century, we still have much to learn. The industrial revolution which began end of the 18th century and one of its corollaries, the green revolution, has induced major changes in the biosphere due, among other things, to the growing world population, new modes of exploitation of natural resources including agriculture and increasing urbanization. The erosion of biodiversity and natural ecosystems, and their effects on climate are among the major challenges of this century.

How will botany adapt to this changing world and what contributions can botanists make to the global agenda for sustainable development in the 21st century?

These questions were at the heart of the International Conference entitled “Botanists of the 21st century: roles, challenges, opportunities” held at UNESCO Headquarters and the National Museum of Natural History in Paris, France, from 22 to 24 September 2014. The participants represented science and research institutions, policy makers, international organizations, the public and private sector and the general public.

This book is the compilation of presentations made at the Conference. At the beginning botany had a very wide scope which diversified and specialized in the twentieth century. Advances in technology (genetic engineering, geographic information systems, bioinformatics, modeling, etc.), the growing interest of the private sector, the recognition of local and indigenous knowledge, the need for teamwork and a multidisciplinary approach, the advent of citizen science, education and communication are among the topics that were discussed during the Conference.



A final declaration adopted by the 300 participants from 60 countries was an outcome of this Conference. It is based on the issues and challenges in botany, but also on the opportunities and prospects for it to continue to provide its essential scientific contribution to society today and tomorrow. This declaration was included in the information documents of the 12th Conference of Parties of the CBD held in Pyeongchang, Republic of Korea, in October 2014. I invite the readers of this book to broadly share this declaration to raise public awareness of the importance of botany for sustainable development.

The MAB Programme has adopted its strategy for 2015-2025. There is no doubt that the 2016-2025 action plan which will be associated with it, will make room for issues related to plant conservation and improvement of their knowledge.

I would like to sincerely thank the French Government, and all the scientific institutions, intergovernmental and non-governmental organizations and private companies which were UNESCO's partners in organizing the Conference. I would also like to acknowledge the excellent work of the multi-regional scientific committee, chaired by Professor Stephen Blackmore, President of Botanic Gardens Conservation International and thank the members for their availability. Finally, the organizing committee has worked hard to make this conference a success.



Ms Flavia Schlegel
Assistant Director-General
for Natural Sciences

Avant-propos

Les plantes sont d'une importance capitale pour la vie sur Terre. Outre l'oxygène, le règne végétal est un des socles qui fournit à l'ensemble de la planète les services écosystémiques aux fonctions écologiques, culturelles, sociales et économiques. Elles sont indissociables au bien-être de l'Humanité. C'est pourquoi, l'UNESCO soutient la Stratégie mondiale pour la conservation des plantes (SMCP) dans le cadre du Plan stratégique pour la biodiversité (2011-2020) et des objectifs d'Aichi de la Convention sur la diversité biologique (CDB), notamment à travers le Programme scientifique intergouvernemental de l'UNESCO sur l'Homme et la biosphère (MAB).

Depuis son lancement en 1972, la science des plantes a toujours été étroitement associée au Programme MAB qui a pour principaux objectifs de réduire la perte de la biodiversité et d'en traiter les aspects écologiques, sociaux et économiques, propose un agenda de recherche interdisciplinaire et encourage le renforcement des capacités. Il s'appuie sur un réseau de 651 sites, appelés réserves de biosphère, répartis dans 120 pays. Ces sites sont représentatifs d'écosystèmes terrestres, côtiers/marins d'importance mondiale dont l'ambition est d'être des modèles pour le développement durable.

Bien que l'essor de la Botanique remonte au XV^e siècle, il nous reste beaucoup à apprendre. La révolution industrielle qui débuta à la fin du 18^e siècle et un de ses corollaires, la révolution verte, a fait subir à la biosphère des changements majeurs dus, entre autres, à l'augmentation de la population mondiale, aux nouveaux modes d'exploitation des ressources naturelles y compris l'agriculture et à une urbanisation croissante. L'érosion de la biodiversité et des écosystèmes naturels, et ses effets sur le climat, sont parmi les défis majeurs de ce siècle.

Comment la botanique s'adapte-t-elle à ce monde en profonde mutation et quelles contributions les botanistes apportent-ils à l'agenda mondial pour un développement durable en ce XXI^e siècle ?

Ces questions ont été au cœur de la Conférence internationale intitulée « Quels Botanistes pour le 21^e siècle ? Métiers, enjeux, opportunités » qui s'est tenue au siège de l'UNESCO et au Muséum national d'Histoire naturelle à Paris du 22 au 24 septembre 2014. Les participants étaient des représentants du monde scientifique et de la recherche, des décideurs, des organisations internationales, du secteur public et privé ainsi que du grand public.

Cet ouvrage est le recueil des communications faites lors de cette conférence. La Botanique au champ d'application très vaste à ses débuts, se diversifie et se spécialise au cours du XX^e siècle. Les avancées technologiques (l'ingénierie génétique, les systèmes d'information géographiques, la bioinformatique, la modélisation...), l'intérêt croissant du secteur privé, la reconnaissance des savoirs locaux et indigènes, la nécessité d'un travail d'équipe et d'une approche multidisciplinaire, l'avènement des sciences citoyennes, la formation et la communication sont parmi les sujets qui ont été abordés au cours de la conférence.



Une déclaration finale adoptée par les 300 participants venant de 60 pays a été un des produits de cette conférence. Elle est basée sur les enjeux et les défis qui se posent à la Botanique, mais aussi sur les opportunités et les perspectives qui s'offrent pour qu'elle continue à apporter sa contribution scientifique essentielle à la société d'aujourd'hui et de demain. Cette déclaration a été présentée comme document d'information de la 12^e Conférence des Parties de la Convention sur la diversité biologique tenue à Pyeongchang, en République de Corée, en Octobre 2014. J'invite les lecteurs de cet ouvrage à en faire une très large diffusion afin de sensibiliser le public averti ou non à l'importance de la botanique pour le développement durable.

Le Programme MAB vient d'adopter sa stratégie pour 2015-2025. Il ne fait aucun doute que le plan d'action 2016-2025 qui lui sera associé, fera une place aux problématiques liées à la conservation des plantes et à l'amélioration de leur connaissance.

Je tiens à remercier très sincèrement le Gouvernement français, les institutions scientifiques, les organisations intergouvernementales et non gouvernementales, les sociétés privées partenaires de l'UNESCO pour l'organisation de la conférence. Je voudrais aussi souligner l'excellent travail du comité scientifique multirégional, présidé par le Professeur Stephen Blackmore, Président de « Botanic Gardens Conservation International » (BGCI) qui a été d'une très grande disponibilité. Le comité d'organisation n'a pas ménagé ses efforts pour faire de cette conférence un succès.



Ms Flavia Schlegel
Directrice générale adjointe
pour les Sciences exactes et naturelles

Introduction

Without plants, Earth would be a planet without life

Since its emergence 3.8 billion years ago with the first aquatic chlorophyllous organisms, photosynthesis has become a vital process making possible the spread of life across the planet. For thousands of years, plants have colonized aquatic and terrestrial environments, continuously adapting to the natural dynamics of their environment. They created the conditions that led to the emergence and maintenance of animal life, and form the very basis of terrestrial ecosystems.

Plants provide various ecosystemic services essential to humanity. Plant science, long supported by medicine, because of the medicinal, even magical, properties of plants, began to grow in the fifteenth century. Botany as a separate science was reinforced by the expeditions of the sixteenth century with its flourishing trade. In the twentieth century, botany diversified into increasingly specialized disciplines ranging from physiology to plant ecology, genetics and phytosociology. A multifaceted science, the practice of botany has been transformed in recent decades by technological advances and the expansion of disciplines.

The twentieth century has witnessed the disappearance of natural ecosystems, loss of biodiversity at the global level and loss of traditional knowledge, all of which threaten the very foundations of this science. At the beginning of the twenty-first century botany is undergoing profound changes. Botanists are facing a changing world. They must apply their knowledge and expertise to meet the actual needs of societies; address new economic, social and environmental challenges; and contribute to the preservation of biodiversity.

Aims of the Conference

The conference aimed at developing forward-looking perspectives for the botanical profession in the twenty-first century. The conference provided a platform for exchange and dialogue to:

- Take stock of global, regional and national issues and challenges that botany can contribute to mitigating;
- Review the state of the art for the study and practice of botany; and
- Identify actionable elements for re-orienting the discipline to make the essential innovative scientific and technological contributions needed for current and future generations.

The conference focused on tropical and temperate botanical issues, identified skills to be maintained or developed and training needs. It also defined ways to interact with other disciplines and improve communication with the general public and policy-makers.

The conference brought together participants from many regions of the world with a particular interest in the plant kingdom. Participants included representatives from various sectors, including education, science, academia, policy, NGOs, communities and business, as well as development partners.



Introduction

Sans les plantes, la Terre serait une planète sans vie

Apparue il y a 3,8 milliards d'années avec les premiers organismes chlorophylliens aquatiques, la photosynthèse est le processus vital qui a permis le peuplement de la planète. Au cours des millénaires, s'adaptant continuellement à la dynamique naturelle de leur environnement, les végétaux ont colonisé les milieux aquatiques et terrestres et ont mis en place les conditions favorables à l'apparition et au maintien de la vie animale. Les plantes sont à la base de la définition des écosystèmes terrestres.

Les plantes sont indissociables de l'Homme pour les divers services qu'elles lui fournissent. La science des végétaux, qui a été longtemps adossée à la médecine, en raison des propriétés médicinales, voire magiques des plantes, a vu son essor à partir du XV^e siècle. La Botanique, en tant que science à part entière, sera favorisée par les grandes expéditions du XVI^e siècle et le commerce florissant. Au XX^e siècle, la Botanique se diversifie en un grand nombre de disciplines de plus en plus spécialisées allant de la physiologie, à l'écologie végétale en passant par la phytosociologie. La Botanique est devenue une science à multiples facettes dont l'objet a évolué au cours des dernières décennies grâce à l'avancée technologique et à la multiplication des domaines d'action.

Le XX^e siècle a vu la disparition des écosystèmes naturels, la perte de la biodiversité au niveau mondial et la perte des savoirs traditionnels, qui tous menacent les fondements mêmes de cette science. Au début du XXI^e siècle, la botanique est en profonde mutation. Les botanistes sont confrontés à un monde en mutation et doivent appliquer leurs connaissances et expertise pour répondre aux besoins réels de la société, pour relever les nouveaux défis économiques, sociaux et environnementaux et pour contribuer à la préservation de la biodiversité.

Objectifs de la Conférence

Cette conférence visait à bâtir une vision prospective du métier de botaniste au XXI^e siècle. Espace de dialogue et d'échanges, elle a contribué à :

- Réaliser un état des lieux des problèmes et enjeux globaux, régionaux et nationaux que la botanique peut contribuer à résoudre ;
- Analyser l'état de l'art concernant l'étude et la pratique de la botanique ;
- Identifier les actions concrètes à mettre en œuvre en vue d'une réorientation de cette discipline, afin de contribuer aux innovations scientifiques et technologiques pour les générations actuelles et futures.

Elle s'est focalisée sur les problématiques de la botanique tropicale et tempérée en identifiant les compétences à maintenir ou à créer ainsi que les besoins en formation. Elle a permis aussi de définir les modes d'interaction avec les autres disciplines et de réfléchir à l'amélioration de la communication avec le grand public et les décideurs.

Cette conférence a réuni des participants de nombreuses régions du monde, particulièrement intéressés par le monde végétal. Les participants étaient issus de milieux divers : éducatifs, scientifiques, universitaires, politiques, associatifs, communautaires ainsi que des entreprises privées et publiques et des partenaires au développement.



© Bernard Riera

General messages

Messages généraux





**Discours de
Irina Bokova,
Directrice
générale de
l'UNESCO**

Monsieur le Directeur général du Muséum National d'Histoire Naturelle,
Monsieur le Président du comité scientifique de la conférence,
Mesdames et Messieurs les participants

« *Je ne puis regarder une feuille d'arbre sans être écrasé par l'univers* »
disait Victor Hugo.

L'étude des plantes nous ouvre un monde de découverte, de beautés, et de connaissances sur notre monde, de la structure du vivant à l'oxygène que nous respirons.

Elle inspire des innovations technologiques pour améliorer nos vies, des médicaments pour nous soigner, de meilleures récoltes pour nourrir la planète.

Ce sont les botanistes qui détiennent les clés du langage des plantes, et aujourd'hui, ils sont au cœur d'une triple révolution.

Révolution écologique d'abord, du fait de la dégradation sans précédent de la biodiversité.

Révolution des métiers et des techniques ensuite, par la complexité croissante de la botanique moderne, ses ramifications aux autres sciences, ses implications dans tous les domaines de la vie quotidienne.

Révolution politique enfin, car le développement durable nous appelle à travailler ensemble : chercheurs et décideurs politiques. Les botanistes, par le rôle qu'ils jouent dans la protection de la biodiversité, la sécurité alimentaire, l'adaptation aux effets du changement climatique, le partage des savoirs autochtones, doivent être pleinement impliqués dans ce processus.

Pour toutes ces raisons, je suis très heureuse de vous accueillir à l'UNESCO pour cette Conférence sur la botanique du 21^e siècle.

Son objectif est d'imaginer la science botanique de demain, son impact social, et le rôle des hommes et des femmes qui choisissent cette voie.

L'UNESCO soutient la recherche botanique, par ses programmes, ses publications, les bourses de jeunes scientifiques, par le réseau mondial de 631 réserves de biosphère dans 117 pays, qui sont un laboratoire vivant du développement durable.

Cette conférence doit permettre d'amplifier ce mouvement, et d'aider à définir les orientations du programme l'Homme et la biosphère (2015-2021), notamment dans les domaines de l'économie verte et de la restauration des écosystèmes.

J'espère qu'elle aidera à préciser les grandes voies de recherche et les outils autour desquels fortifier la coopération internationale.

Cette conférence s'inscrit dans la décennie des Nations Unies pour la Biodiversité (2011-2020) et sera, j'en suis sûre, source d'enseignements pour la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique.

Je voudrais saluer tous les membres du comité organisateur, et tout spécialement le Comité scientifique, présidé par le Professeur Stephen Blackmore, pour la préparation de cette conférence.

Je remercie le gouvernement français (Ministère des Affaires étrangères et le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie), le Muséum National d'Histoire Naturelle, l'IRD, l'IUBS et la Fondation Yves Rocher pour leur soutien à cette Conférence. Merci à tous, et bonne conférence.





**Address by
Irina Bokova,
Director-
General of
UNESCO**

Mr Director-General of the National Museum of Natural History,
Mr Chairperson of the Scientific Committee of the Conference,
Distinguished participants,

“I cannot look at a leaf on a tree without being bowled over by the universe”, said Victor Hugo.

The study of plants opens up a world of discovery, beauty and knowledge of our planet, from the structure of living organisms to the air that we breathe.

It inspires technological innovations to improve our lives, medicines to heal us and better crops to feed the world.

Botanists hold the keys to plant language and they are now the core movers of a triple revolution:

an ecological revolution, owing to the unprecedented loss of biodiversity;

a revolution of trades and techniques, as a result of the growing complexity of modern botany, its ramifications in the other sciences and its implications for all areas of daily life; and

a political revolution, because sustainable development requires us all to work together, researchers and policymakers alike. Owing to their role in biodiversity preservation, food security, adaptation to the effects of climate change and the sharing of locally generated knowledge, botanists must be fully involved in this process.

I am therefore delighted to welcome you to UNESCO for the conference on “Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities”.

It is being held so that we may reflect on botanical science of tomorrow, its social impact and the role of men and women who choose that path.

UNESCO supports botanical research through its programmes, publications, fellowships for young scientists and the global network of 631 biosphere reserves in 117 countries, which are living laboratories for sustainable development.

The conference must build on that momentum and help to define the main lines of emphasis of the Programme on Man and the Biosphere (MAB) (2015-2021), particularly in the areas of the green economy and ecosystem rehabilitation.

I hope that it will be instrumental in clarifying major research areas and tools for strengthening international cooperation.

The conference is part of the United Nations Decade on Biodiversity (2011-2020) and will, I am sure, yield lessons for the implementation of the United Nations Convention on Biological Diversity.

I should like to commend all members of the organizing committee, especially the scientific committee, chaired by Professor Stephen Blackmore, for making the conference preparations.

I thank the French Government (Ministry of Foreign Affairs and International Development and Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy), the National Museum of Natural History, the French Development Research Institute (IRD), the International Union of Biological Sciences (IUBS) and the Yves Rocher Foundation for providing support for this conference. I thank you all and hope that the conference will be most rewarding.





**Keynote
by Stephen
Blackmore,
Chairperson
of the
Scientific
committee
of the
conference**



© UNESCO

It's a very great pleasure to be here at UNESCO HQ in Paris and, on behalf of the Scientific Committee, to welcome you all to this conference: "The Botanists of 21st Century". I am delighted that we have over 250 participants from 67 different countries.

Our subject is urgent and important, and I can't think of a more appropriate organisation to bring us together than UNESCO. UNESCO really is an extraordinary organisation which recognises and protects remarkable natural places as World Heritage sites, like Aldabra Atoll, where I worked in the 70s. But UNESCO is not simply concerned with natural places, some World Heritage sites recognise the cultural heritage of cities or gardens – from Suzhou, to Padua and Kew. Gardens are beautiful examples of human creativity and some of them play an important part in tackling environmental challenges. And with its Man and the Biosphere Programme, UNESCO was ahead of its time in recognising that we humans are part of nature. In Maolan in Guizhou Province, agroforestry is practised in subtropical forest on karst landscape by 6 different ethnic minorities.

So, here we are in Paris, at the HQ of UNESCO, in the right place and in the right hands to spend the next few days thinking about and discussing the Botanists of 21C.

My role now is to introduce the conference and set the scene on behalf of the many people who have contributed through the Organising Comm. and the Scientific Committee. I want to do that by establishing the connection between the role of plants in biosphere and their fundamental importance in relation to the major challenges of our times recognised through the Millennium Development Goals.

Most of us are botanists, who don't need me to say why plants are important. But I'll do it anyway, because one of the opportunities of this Conference, like the recent Twitter campaign #iamabotanist, is to focus on how to communicate what we know about plants, and how the world really works, to society in general. Please, to communicate about this conference please use the hashtag #Bot21C.

We know, even if most people are blissfully unaware, that the evolution of photosynthesis in cyanobacteria over 3 Billion years ago, marked a critical turning point in the history of our planet. Cells that could harvest the energy of the sun allowed an increasingly complex web of life began to be woven – initially in the oceans. By 2.5 billion years ago the oceans could absorb no more oxygen and its concentration in the atmosphere began to rise in what is called the “Great Oxygenation Event”. One billion years ago oxygen from photosynthesis formed the ozone layer, filtering out ultra-violet radiation and setting the scene for life on land. The leaves of higher plants are a fairly modern innovation, dating back a mere 360 million years to the early Carboniferous. But they play a fundamental role in in the biology of our planet. And when our species finally came on the scene, we found a rich and diverse biosphere, far more complex than anything we ourselves could create, and which we has properties of self-regulation – recognised in the Gaia Hypothesis of James Lovelock.

Now that we can see the Earth from space the simple and direct correlation between climate and vegetation is even more obvious than before. The relationship between plants and climate is also seen in t even the simplest vegetation map. We know, however, that the rain forests, savannahs, steppes, etc differ enormously from one place to another. Thinking of biodiversity at the levels of ecosystems, species and genes – reminds us how enormous the diversity is – but we still are still in the early stages of exploration – new species are routinely being discovered and for most species we know very little about diversity at the genetic level.

Tropical forests, home to 90% of terrestrial biodiversity, may be structurally similar in different continents but differ dramatically in species composition – and all are threatened, if not by clearance, by climate change. The Conifer forests of higher latitudes also have structural similarities but different taxa in different regions. My point is to emphasise diversity – a forest is not the same thing everywhere in the world, a grassland is not the same thing everywhere... Even a species often has significant genetic diversity across its distribution. Equally, arid land vegetation differs dramatically from place to place. We need to shout more loudly about the sheer richness of this botanical inheritance – it has provided everything we humans need! In the case of the island of Soqotra it has been a source of dragon’s blood, frankincense and myrrh for millennia.



On a global scale, as the Millennium Ecosystem Assessment showed, almost a decade ago, it is life on Earth (biodiversity) that underpins the Ecosystem Services we depend upon, whether Supporting, Provisioning, Regulating or Cultural Services. Several ecosystem services derive very directly from photosynthesis in plants – like primary production, food, wood and fibre, fuel. Several others are only slightly less directly dependent on plants alone and I could make a case for all ecosystem services having a connection with plants, given how many medicines come from plants, how important vegetation (including aquatic plants) is in water purification and recognising their importance in education. Which is why, as our conference web site says, and as the Global Strategy for Plant Conservation says, “Without plants there would be no life”. So amongst other things, we are here to celebrate the diversity, beauty and utility of plants.

But, in a world of 7 billion humans, confronted with climate change, and with far too many people already living in poverty with limited access to water, food and shelter, there is a fundamental biological question mark about our collective future. In our relatively short history, we humans have transformed the biosphere, converting half of all wild lands since 6000BC, with most of this happening in the last 300 years. There has been a steady growth in densely settled areas with more than half of humanity now living in cities and a rapid expansion in rangelands for the grazing of livestock, reflecting increased demand for meat. This transformation correlates with the rising human population which reached 1 billion around 1800, 2 billion in 1930, is over 7 billion today and may perhaps reach 10 billion by the mid-21st century. For me, this rapid transformation of the biosphere, summarises the greatest challenges facing mankind and leads into the 4 themes of our programme.

Our first theme will be “Botanists and the economic challenges of the twenty-first century” and the knowledge needed for a sustainable economy that protects the natural capital of the planet. We already have much information, in a wide variety of reports and sources, but what else do we need to know to build a truly sustainable future?

Then we will move on to the environmental challenges of the twenty-first century: thinking about the knowledge needed to better understand and mitigate the effects of global change in its many forms. Here, there is much uncertainty about the future, we are looking into uncharted territory for humanity.

Our third theme addresses the social challenges of the twenty-first century. These challenges mean different things in different places around the world. There are huge disparities in living standards between countries and concern that this situation might get even worse, not better. Around the world, people are moving into cities – often into inadequate infrastructure – so I have chosen to show a hopeful image, of Singapore, where economic development is happening in parallel with the protection of nature and the greening of the city.

Our final theme, the Botanists of tomorrow, looks into training and capacity building – the development of human resources in botany. Although some people think botany is old fashioned we all know that it is one of the foundation sciences for a sustainable future!

Just as there is a stronger, or more direct, connection between plants and some of the ecosystem services that support us, so there is a similar correspondence with the Millennium Development Goals (MDGs). Some, such as eradicating poverty and hunger or ensuring environmental sustainability are very obviously connected but I do not think it is an exaggeration to suggest that none of the MDGs can be achieved in places where plant-derived ecosystem services have broken down completely. We know that significant proportion of all the medicines used in the world are derived from plants and that in many places around the world taking medicine means, quite literally, going out to gather plants from the wild. We know more and more about the mental and physical health benefits that come simply from contact with nature – especially for the half of humanity who live in cities – and even if it is as simple as growing and caring for a small house plant.

So what we are working towards, over the next few days is sharing experiences, learning from one another and distilling our best ideas into a Conference Resolution restating the importance of Botany. Without plants we cannot overcome any of the global challenges or achieve the MDGs. With them we can achieve a more sustainable and equitable future, in which the impact of climate change is minimised. So that is why we're here together in Paris, to show that the 21st Century science of Botany should be centre stage – the most central foundation for the brightest future we can imagine for our world. And I am confident that we are going to be inspired by examples from around the world, in our presentations, posters and in our discussions over the next 3 days. We are botanists and our gift to the world is plant knowledge. What could be more important? Thank you.

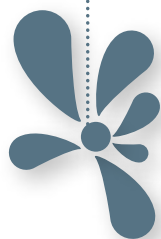




© UNESCO/Chiang-Joo, Pilar

Organisation of the conference

Organisation de la conférence



The conference “Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities” took place at the UNESCO headquarter, in Paris, between the 22nd and 25th of September 2014.

It started with the introductory speeches of Mrs Irina Bokova, UNESCO director-general, Mr Stephen Blackmore, Chairperson of the Scientific committee of the conference and Mr Gilles Boeuf from MNHN that were followed by various presentations organized within four themes: “Botanists and the economic challenges of the twenty-first century: what knowledge is needed for a sustainable economy that protects the natural capital of the planet?”; “Botanists and the environmental challenges of the twenty-first century: what knowledge is needed to better understand and mitigate the effects of climate change, the destruction of environments, the extinction of species, and rapid and uncontrolled urbanization?”; “Botanists and the social challenges of the twenty-first century: what strategies are needed to address globalization, urbanization, food security, the loss of traditional knowledge, and to better appreciate the dimensions of art and culture, and man and nature?” and “Botanists of tomorrow: What skills and training do we need to develop botanical expertise and capacity and to mobilize it around the world?”.

Within those four themes 43 delegates from 18 different countries (China, the UK, France, Colombia, Ecuador, the US, Cameroon, Indonesia, Philippines, Latvia, Benin, Switzerland, Vietnam, Madagascar, Peru, South Africa, Brazil and Canada) gave formal as well as keynote presentations that lasted between 10 and 20 minutes.

In addition to those, on the first and third days of the conference, four workshops took place. On the 22nd September, two discussions were organized on the themes “Botanists’ contribution to the development of the Man And the Biosphere (MAB) future strategy and action plan” and “MedPlant: Phylogenetic Exploration of Medicinal Plant Diversity” and on the 24th September two others on “Global changes and new Ecosystem: towards a change of Paradigm” and “Meeting the global challenges for plant conservation assessments”.

The conference also provided the opportunity to hold several side events related to botany. Delegates were invited to the exhibition “Le Regard des Fleurs/through the eyes of a Flower” by Christian Rime and the screening of “Il était une forêt” directed by Luc Jacquet with effective participation of Professor Francis Hallé who animated the debate.

Finally, the last day of the conference was spent at the Museum national d’Histoire naturelle de Paris, where four more presentations were given and a tour of the museum was organized.

These proceedings gather the introductory speeches of the conferences, a selection of articles that were presented, summaries of each session by the chairpersons, a description of the day spent at the Muséum d’Histoire Naturelle and, finally, the final declaration of the conference. For more details, the program of the conference is included in the annex of this document



La conférence « Les botanistes du XXI^e siècle: Rôles défis et opportunités » a eu lieu au siège de l'UNESCO, à Paris, entre le 22 et le 25 Septembre 2014.

Elle a débuté par les discours introductifs de Mme Irina Bokova, Directrice générale de l'UNESCO, représentée par M. Han Qunli, Directeur de la Division des Sciences écologiques et de la terre de l'UNESCO, M. Stephen Blackmore, président du comité scientifique de la conférence et M. Gilles Bœuf du Muséum national d'Histoire naturelle ; diverses présentations ont suivies dans les quatre thèmes suivants: « Les botanistes face aux enjeux économiques du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à la mise en place d'une économie durable et protectrice du capital naturel de la planète ? » ; « Les botanistes face aux enjeux environnementaux du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à une meilleure compréhension et atténuation des effets des changements climatiques, de la dégradation environnementale, de l'extinction d'espèces et de l'urbanisation rapide et incontrôlée ? » ; « Les botanistes face aux enjeux sociaux du 21^e siècle : quels sont les stratégies à adopter face à la globalisation, l'urbanisation, la sécurité alimentaire, la perte des savoirs traditionnels, et pour mieux prendre en compte l'art, la culture, l'homme et la nature ? » ; « Les botanistes de demain : De quelles compétences et de quelle formation avons-nous besoin pour développer le savoir-faire et la capacité botanique, afin de pouvoir les mobiliser à l'échelle mondiale ? »

Pour ces quatre thèmes, 43 délégués de 18 pays (la Chine, le Royaume-Uni, France, Colombie, Equateur, Etats-Unis, Cameroun, Indonésie, Philippines, Lettonie, Bénin, Suisse, Vietnam, Madagascar, Pérou, Afrique du Sud, le Brésil et le Canada) se sont succédés présentant des communications formelles ainsi que des présentations liminaires qui ont duré entre 10 et 20 minutes.

En plus de ceux-ci, lors des premier et troisième jours de la conférence, quatre ateliers ont été organisés. Le 22 septembre, deux débats ont eu lieu sur les thèmes suivants : « La contribution des botanistes au développement de la stratégie et plan d'action futurs du programme sur l'Homme et la Biosphère (MAB) » et « MEDPLANT: Exploration phylogénétique of Medicinal Plant Diversity ». Le 24 septembre, deux autres thèmes ont été débattus : « Changements globaux et nouvel écosystème: vers un changement de paradigme » et « Relever les défis mondiaux pour les évaluations de la conservation des plantes ».

La conférence a également été l'occasion de tenir plusieurs événements liés à la Botanique. L'exposition « Le Regard des Fleurs / À travers les yeux d'une fleur » par Christian Rime et la projection du film « Il était une forêt », réalisé par Luc Jacquet en présence de Francis Hallé qui a animé les discussions. Enfin, le dernier jour de la conférence s'est déroulé au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, avec quatre communications et une visite du Muséum.

Ces actes rassemblent les discours introductifs des conférences, une sélection d'articles qui ont été présentés, des résumés de chaque séance par les présidents, une description de la journée passée au Muséum d'Histoire Naturelle et, enfin, la déclaration finale de la conférence. Pour plus de détails, le programme de la conférence est inclus dans l'annexe de ce document.



© Bernard Riera

Theme

1

Botanists facing challenges of the 21st century: What knowledge is needed for a sustainable economy that protects the natural capital of the planet?

.....

Les botanistes face aux enjeux économiques du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à la mise en place d'une économie durable et protectrice du capital naturel de la planète ?

.....



Theme

1

Botanists
facing
challenges
of the
21st century

Les
botanistes
face aux
enjeux
économiques
du 21^e siècle

Chairperson



© UNESCO/
Pilar Chiang-Joo

Peter Wyse Jackson, *President of the Missouri Botanical Garden, U.S.A*

Presenters

Alex Monro, *Conservation of an underutilized crop and forest tree species; a potential win*

Nigel Maxted, *A systematic perspective on crop wild relative conservation and use*

Tiziana Ulian, *Plant conservation for the benefit of local communities: the Useful Plants Project*

Claude Fromageot, *Approche Holistique, botanistes, biodiversité et économie*

Charles Doumenge, *La connaissance des espèces : une quête du Graal pour la gestion durable des forêts tropicales*

Michel Chauvet, *Pl@nteUse, a tool to mobilise information on plant use*

Patricia Guzmán, *Semences indigènes et biodiversité. Enjeux pour la formulation d'une régulation juridique appropriée*





Presentation by
Tiziana Ulian,
Royal Botanic
Gardens, Kew,
UK

Plant conservation for the benefit of local communities: The MGU – Useful Plants Project

Authors

Tiziana Ulian, Moctar Sacande, Alex Hudson and Efsio Mattana

Abstract

The Millennium Seed Bank Partnership (MSBP) of the Royal Botanic Gardens, Kew, works with rural communities in Botswana, Kenya, Mali, Mexico and South Africa through the MGU – Useful Plants Project, with the aim of strengthening the capacity of local people to successfully conserve and use sustainably indigenous plants most important to them. To date, the project has acquired a reservoir of knowledge on over 1,480 plants that are important to human well being and has contributed to the long term conservation of almost half of these species by securing them in seed banks in the country of origin and duplicating them in the Millennium Seed Bank in the UK. Seeds and seedlings of over 170 species have been made available to the local communities for propagation and planting activities and a number of selected species were promoted as plant products to support revenue generation and for cultural services. Research is carried out to tackle knowledge gaps which limit plant conservation and people's livelihoods, with contributions from a wide range of experts, including botanists, horticulturists, agronomists and foresters, and by working with nongovernmental organizations for the benefit of local communities. The MGU – Useful Plants Project is supporting local biodiversity conservation of useful plants selected and exploited by communities for their importance as sources of food, feed and for health on improving livelihoods. Training and education through the project are strengthening of the capacity of local people to face changing environmental challenges through the conservation and sustainable use of indigenous plant species. The success of this project stems from the participative approach involving local communities who select, prioritise and propagate important indigenous species, that is combined with the science support underpins by plant and seed research on these species. This could be a significant model for succeeding biodiversity conservation at local level, integrated with activities to improve human well being.

Keywords: Useful plants, Local communities, Research, Conservation, Livelihoods.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Résumé

Le Millennium Seed Bank Partnership (MSBP) du Royal Botanic Gardens, Kew, travaille avec les communautés rurales du Botswana, Kenya, Mali, Mexique et Afrique du Sud par le « MGU – Useful Plants Project », dans le but de renforcer la capacité des populations locales à conserver avec succès et utiliser durablement les plantes indigènes les plus importants pour eux. Le projet a acquis un réservoir de connaissances sur plus de 1480 plantes qui sont importantes pour le bien-être et a contribué à la conservation à long terme de plus de la moitié de ces espèces dans des banques de semences dans le pays d'origine et de les dupliquer dans la Millennium Seed Bank au Royaume-Uni. Semences et plants de près de la moitié de 170 espèces ont été mis à la disposition des collectivités locales pour la propagation et les activités de plantation et produits végétaux d'un certain nombre d'espèces sélectionnées ont été promus pour soutenir la génération de revenus, et les services culturels. La recherche est effectuée à combler les lacunes de connaissances qui limitent la conservation des plantes et des moyens de subsistance, avec les contributions d'un large éventail d'experts comme botanistes, horticulteurs, agronomes et forestiers, et en travaillant avec des organisations non gouvernementales au profit des communautés locales. Le « MGU – Useful Plants Project » soutient la conservation de la biodiversité locale des plantes utiles choisis et exploités par les communautés pour leur importance comme source de nourriture, alimentation et santé, en améliorer leurs moyens de subsistance. Formation et éducation par le projet ont été le renforcement de la capacité des populations locales à faire face à l'évolution des problèmes environnementaux par la conservation et l'utilisation durable d'espèces végétales indigènes. Le succès de ce projet découle de l'approche participative avec les communautés locales qui select, priorise et propagent espèces indigènes importantes, combinée avec le soutien de la science par la recherche de plantes and graines de ces espèces. Ceci pourrait être un modèle important pour assurer la conservation de la biodiversité au niveau local, intégrée avec des activités pour améliorer le bien-être communautés locales.

Mots-clés: Plantes Utiles, Communautés locales, Recherche, Conservation, Subsistance.

Introduction

It is widely accepted that biodiversity loss and poverty are intricately linked problems such that conservation and poverty reduction should be tackled together (Adams et al., 2004). *In situ* conservation measures, such as the protection and restoration of natural habitats, are the best methods of preserving plant diversity (CBD 2002). However, *ex situ* conservation provides an alternative way to prevent immediate extinctions. One of the most effective ways to conserve plant diversity *ex situ* is storage in seed banks, which allows the preservation of large amounts of genetic material in a small space and with minimum risk of genetic damage (Iriondo & Pérez 1999). These two conservation approaches should be viewed as complementary rather than alternative. However, there are economic drivers working against *in situ* conservation, with the costs for *ex situ* conservation being estimated as little as 1% of those needed for *in situ*, although *ex situ* conservation must address some technical challenges (Li & Pritchard 2009).

Underutilized species are those species whose potential to improve people's livelihoods is not being fully realized because of their limited competitiveness with crops in mainstream agriculture. However, they are of significant importance locally, being highly adapted to their environments and contributing significantly to diversification of agro-eco-systems. Underutilised species include not just food plants but also many other species used as sources of oil, fuel, fibre, fodder, beverages, stimulants, narcotics, ornamentals, aromatic compounds, and medicines (Padulosi et al., 2011). However, there is a poor representation of underutilised crops in *ex situ* gene banks' collections (Padulosi et al., 2002). The work of the Royal Botanic Gardens Kew, has been contributing to the conservation of important useful plants through the Millennium Seed Bank Partnership (Way et al., 2010), which has already banked seed from 14% of the world's plant species and is aiming to achieve 25% by 2020 (Griffiths et al., 2014).

“Pro-poor” conservation, detailed by Adams et al. (2004), can be used to address the dual goals of biodiversity conservation and poverty reduction (Davies et al., 2014). This is based on the empirical claim that financially poor, and socially and politically marginalized people, depend on living species in biodiverse ecosystems for their livelihoods from the ecosystems services provided, so that their livelihoods can be improved through appropriate conservation activities (Adams et al. 2004).

The MGU – Useful Plants Project (2007 – 2015) uses an applied scientific approach to improve plant conservation and people's livelihoods across local rural communities in Mexico, Botswana, Mali, Kenya and South Africa. The project has brought together staff from the Royal Botanic Gardens, Kew, and a wide range of national scientific institutions, including Kew's Millennium Seed Bank (MSB) partners, to help local communities tackle the environmental challenges threatening their livelihoods through the conservation and sustainable use of indigenous plant species.

In this paper, the overall results achieved on the different activities of the MGU – Useful Plants Project are presented with a discussion of their contribution to human well being through the enhancement of food security and human health, the improvement of the community livelihoods, and the strengthening of the capacity of local people to face environmental changes.



Materials and Methods

In Mexico, the MGU – Useful Plants Project is led by the Facultad de Estudios Superiores Iztacala from the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), and activities have been carried out in the communities of Guadalupe Victoria (Pueblo Nuevo), San Rafael and San José Tilapa (Coxcatlán Municipality), in the state of Puebla. In Botswana, the main institutional partner is the Botswana College of Agriculture (BCA) which has mainly focused its work in the communities of Tsetseng (Kweneng West) and Pilikwe (Tswapong region). The Institut d'Economie Rurale (IER) is working in Mali in collaboration with the Département Médecine Traditionnelle (DMT) from the Institut National de Recherche en Santé Publique (INRSP) and nine rural communities of Zégoua, Kougué, Ifola, Yanfolila, Tori, Katélé, Bla, Kokélé and Sesso, in southern Mali. In Kenya, three institutional partners, the National Museums of Kenya (NMK), the Kenya Forestry Research Institute (KEFRI) and the Kenya Agricultural Research Institute (KARI), are working with 15 community groups in Tharaka, Siaya and Nyamira. In South Africa, SANBI's Lowveld National Botanical Garden is working with 11 community schools in the Mpumalanga province.

Plant propagation activities by seed were carried out in country by the institutional partners while seeds and seedlings were transferred to community nurseries following training and the enhancement of local facilities

To document the ethnobotanical, biological and ecological information of useful plants in the study areas, a literature review (including herbarium specimens) was carried out, together with interviews and workshops in the local communities, with the aim of targeting and prioritizing the most useful plants for the well-being of local communities.

The international standards described for seed collecting, conservation and testing in the framework of the Millennium Seed Bank Partnership of the Royal Botanic Gardens, Kew, (Smith et al., 2003) were applied in order to guarantee long term *ex situ* conservation of the targeted species. In particular, joint field expeditions with national counterparts were carried out for seed collection and seed lots stored both in the national seed banks and duplicated at the Kew's Millennium Seed Bank (MSB) in the UK. Seed viability and germination tests were carried out to verify the quality of the seed lots and to carry out research on the germination requirements of the targeted species.

Plant propagation activities by seed were carried out in country by the institutional partners while seeds and seedlings were transferred to community nurseries following training and the enhancement of local facilities. Plant propagation by cutting was also carried out as a complementary conservation activity, in particular for those species with low seed yields and slow growth.

Joint research was carried out on selected species to support their conservation and sustainable use and by training and supervising technicians, undergraduate and postgraduate students in the framework of the project.

To support *in situ* conservation, community gardens have been established in all countries, while seeds and seedlings have been planted in demonstration woodlots (Kenya), restoration sites (South Africa and Mexico) and sacred forests (Mali).

For the most important indigenous plant species domestication, cultivation and conservation activities have been carried out, as well as marketing, including studies on packaging, presentation, and shelf-life and storage.

Data management and project monitoring has been aided by a dedicated project database elaborated using BRAHMS v. 7 (<http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/>).

Results

The results obtained from this project have covered 1,480 plant species, which have been selected for their importance to local communities through ethnobotanical surveys, literature reviews and community workshops. 703 seed sample collections of 622 species have been quality tested, banked in country and duplicated at Kew's Millennium Seed Bank in the UK.

Ex situ conservation activities have been enhanced through the propagation of 371 plant species in country and 263 of these have been planted in over 40 local community and school gardens by involving more than 6,000 farmers and students after receiving technical training. In South Africa, the project promoted the cultivation and sustainable use of medicinal plants in schools in the Mpumalanga province and education activities have been enhanced through the establishment of a medicinal plants section at the Lowveld National Botanical Garden in Nelspruit and by collaborating with the Mpumalanga education department. Protocols to successfully propagate the most important medicinal plant species of the region, by seed and by cuttings, were developed for more than 100 species. These protocols report information on seeds (collecting, processing and seed dormancy loss requirements), germination conditions (soil mixture, light and temperature), containers and transplanting techniques.

To support local livelihoods, 37 plant species were selected to generate income through their sustainable use and commercialisation by local communities

In order to support the *in situ* conservation of species 67,862 seedlings of 263 species have been grown in communities gardens and 16 plant species have been planted and are monitored in demonstration woodlots, restoration plots and sacred forests. In Mali, based on communities' requirements, 5 ha of demonstration farmer-school arboreta were planted with 45 species important for medicine, food and craft wood, and four sacred forests were restored and reinforced by planting 12 species.

Research and education activities support the conservation and sustainable use of plants and 289 species have been studied for ethnobotany, ecology, physiology, seed biology and biochemistry and phytochemistry with over 27 students supervised. In

Mexico, several research activities have been carried out and the results published in scientific papers and academic theses. For example, investigations were completed on the differences in hexanic extract composition of two populations of *Lippia graveolens* Kunth growing in contrasting ecological conditions (Hernández et al., 2009) and the effects of *ex situ* cultivation on the medicinal properties of this species (Moreno Rodriguez et al., 2014).

To support local livelihoods, 37 plant species were selected to generate income through their sustainable use and commercialisation by local communities. For example, in Botswana, communities are involved in the collection of the edible seeds of *Tylosema esculentum* (Burch.) (morama bean) which are used for cultivation, consumption, sale and processing into numerous marketable products. The Tsetseng community, through their community trust, have become leading innovators in marketable morama products (Mogotsi and Ulian, 2013). In Mali, women's groups have been trained in the processing and production of soaps and oil from two important species, *Carapa procera* DC. and *Khaya senegalensis* (Desv.) A.Juss.

Discussion

The MGU – Useful Plants Project has helped to confirm the potential of biodiversity conservation to contribute to human well being through the enhancement of food security and human health and the improvement of the community livelihoods, giving an example of a successful “pro-poor” conservation project.

The project, through its seed conservation activities, has improved the number of underutilised species stored in *ex situ* facilities for long term conservation (which are poorly represented in *ex situ* gene banks’ collections; Padulosi et al., 2002) in the country of origin and in the UK, and has supported the use of seeds of native species for propagation and planting purposes in country. This is in accordance with the implementation of the Global Strategy for Plant Conservation and in particular with Objective II (Plant diversity is urgently and effectively conserved), Target 8: “At least 75% of threatened plant species in *ex situ* collections, preferably in the country of origin, and at least 20% available for recovery and restoration programmes” (CBD, 2010). In addition, these collections may be a source of genes for plant breeders interested in identifying potential sources of resistance to drought or other environmental stresses in species originating from areas affected by severe climatic and/or marginal growth conditions (Padulosi et al., 2002).

At the same time, the MGU – Useful Plants Project has helped strengthen the capacity of local people to conserve and use sustainably wild plant species which are important for their well being and better adapted to withstand environmental changes. In Mexico, local communities were trained, mainly through workshops, on propagation techniques and on the uses and potential commercialization of useful plants and plant products. In Botswana, communities’ knowledge of conservation and utilization of indigenous plant resources was supplemented with technical training in the modern scientific methods for research, cultivation, value adding, processing, packaging and marketing of products. In Mali, project activities are mainly carried out by women’s groups, improving their household conditions. In South Africa, schools are actively involved in the project and the school gardens are appreciated by the whole communities. In Kenya, the project promoted the conservation and sustainable use of indigenous trees (e.g., *Markhamia lutea* (Benth.) K.Schum. and *Maesopsis eminii* Engl.) versus introduced species (e.g., *Eucalyptus* spp. and *Grevillea robusta* A.Cunn. ex R.Br.) to provide economic and environmental benefits to local communities. Through this project several of the Millennium Development Goals, (MDGs) (UN, 2014) have been addressed, by enhancing the conservation and sustainable use of species which have the potential to eradicate extreme poverty and hunger (1), combat diseases (6) and ensure environmental sustainability (7) and by working in partnership (8) with project partners and communities worldwide through a participatory approach and driven by local people’s needs.

The success of this project stems from the participative approach involving local communities who select, prioritise and propagate important indigenous species, that is combined with the science support underpins by plant and seed research on these species. This could be a significant model for succeeding biodiversity conservation at local level, integrated with activities to improve human well being.

Acknowledgements

The MGU – Useful Plants Project has been funded by MGU, a kind and generous philanthropist based in Spain. Matching funds have been provided by several sources to enhance project activities in country. This work has been possible thanks to our dedicated collaborators and communities in Botswana, Kenya,

Mali, Mexico and South Africa, who are very gratefully acknowledged. Several Kew's colleagues have provided valuable technical and scientific support.

References

- Adams, W. M., Aveling, R., Brockington, D., Dickson, B., Elliott, J., Hutton, J., ... & Wolmer, W. (2004). Biodiversity conservation and the eradication of poverty. *Science*, 306(5699), 1146-1149.
- Conference of the parties to the convention on biological diversity (CBD) (2010). Global Strategy for Plant Conservation: Technical Rationale, Justification for updating and suggested milestones and indicators. Tenth Meeting. Nagoya, Japan, 18-29 October 2010.
- Conference of the parties to the convention on biological diversity (CBD). (2002). Global strategy for plant conservation. Montreal: The Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- Davies, T. E., Fazey, I. R. A., Cresswell, W., & Pettorelli, N. (2014). Missing the trees for the wood: Why we are failing to see success in pro-poor conservation. *Animal Conservation*, 17(4), 303-312.
- Griffiths, K. E., Balding, S. T., Dickie, J. B., Lewis, G. P., Pearce, T. R., & Grenyer, R. (2014). Maximizing the Phylogenetic Diversity of Seed Banks. *Conservation Biology*.
- Hernández, T., Canales, M., Duran, A., García, A. M., Avila, J. G., Hernández-Portilla, L., ... & Lira, R. (2009). Variation in the hexanic extract composition of *Lippia graveolens* in an arid zone from Mexico: Environmental influence or true chemotypes. *The Open Plant Science Journal*, 3, 29-34.
- Iriondo, J.M. & Pérez, C (1999). Propagation from seeds and seed preservation. In *A colour atlas of plant propagation and conservation* (p. 46–57). London: Manson Publishing.
- Li, D. Z., & Pritchard, H. W. (2009). The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends in plant science*, 14(11), 614-621.
- Mogotsi, K.K. & Ulian, T (2013). Conserving indigenous food plants in Botswana: the case of the morama bean. *Samara*. 24(4).
- Moreno-Rodríguez, A., Vázquez-Medrano, J., Hernández-Portilla, L.B., Peñalosa-Castro, I., Canales-Martínez, M., Orozco-Segovia, A., Jiménez-Estrada, M., Colville, L., Pritchard, H.W. & Flores-Ortiz, C.M (2014). The effect of light and soil moisture on the accumulation of three flavonoids in the leaves of Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth). *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2(2), 1272-1279.
- Padulosi, S., Hodgkin, T., Williams, J.T. & Haq, N (2002). Underutilized crops: Trends, challenges and opportunities in the 21st Century. In *Managing plant genetic diversity* (pp. 323-338). Wallingford: CAB International.
- Padulosi, S., Heywood, V., Hunter, D. & Jarvis, A. (2011). Chapter 26, Underutilized Species and Climate Change: Current Status and Outlook. In *Crop Adaptation to Climate Change*, (First ed., pp. 507-552). John Wiley & Sons, Blackwell Publishing.
- Smith, R.D., Dickie, J.D., Linington, S.H., Pritchard, H.W. & Probert, R.J. (2003). Seed conservation: Turning science into practice. Kew: Royal Botanic Gardens.
- United Nations. (2014). The Millennium Development Goals Report. New York: United Nations.
- Way, M., Ulian, T. & Sacande, M. (2010). Saving Useful Plants through the Millennium Seed Bank Partnership. London: Department for Environment Food & Rural Affairs.



Présentation
de Claude
Fromageot,
Fondation Yves
Rocher, Issy-
les-Moulineaux,
France

Approche Holistique, botanistes, biodiversité et économie

Auteurs

Claude Fromageot et Anaïs Blain

Résumé

Le contexte d'urgence climatique planétaire et la place grandissante de la biodiversité dans nos sociétés placent les botanistes au cœur de l'évolution du monde végétal. Les représentations individuelles et collectives de la Nature sont en pleine mutation et les entreprises ont un rôle à assumer avec toutes leurs parties prenantes.

L'expérience collective de l'entreprise Yves Rocher, et de la Fondation Yves Rocher-Institut de France, basée sur plus de 50 ans d'interaction et de protection du monde végétal, souligne l'interdépendance nécessaire afin de générer de véritables leviers de transformation des représentations à l'échelle de la société.

Le village de La Gacilly, siège breton des activités du Groupe et haut lieu d'engagements de la Fondation Yves Rocher – Institut de France, incarne cette mission : en 50 ans, le village est devenu un village contemporain, cœur économique, préservant la biodiversité, mettant en valeur le patrimoine végétal, le bien être par son Eco-Hôtel Spa, la culture avec un Festival photo en plein air sur la nature, de renommée internationale. Cette mission de biodiversité de l'entreprise, aux côtés des botanistes, collectivités et ONG, stimule ainsi une conscience grandissante de la possibilité d'action par chacun de mieux interagir avec la nature et fait émerger entre acteurs d'une communauté de travail des possibilités d'agir différemment.

Summary

The global climate emergency context and the growing awareness of biodiversity in our societies place botanists at the heart of the evolution of the botanical world. The individual and collective representations of Nature are changing and companies have a role to play, involving all their stakeholders.

The collective experience of the Yves Rocher company, and of the Yves Rocher-Institut of France Foundation, based on more than 50 years of interaction and preservation of Nature, emphasizes the importance of interdependence in order to enable societal change.

The village of La Gacilly, Breton head office of the Group's activities and hotspot for the commitments of the Foundation Yves Rocher – Institute of France, embodies this mission: in 50 years, the village became economically dynamic, whilst protecting biodiversity, promoting the natural heritage, offering experiences of wellbeing in its Eco-Hotel Spa, culture with an outdoor photographic exhibition on Nature, internationally renowned. Yves Rocher's corporate mission on biodiversity, alongside botanists, local authorities and NGOs, thus stimulates a growing consciousness of the possibility and responsibility of everyone to interact better with Nature, work and live differently.



Introduction

Comment définissons-nous nos représentations de la nature ? A quand remontent nos dernières vraies expériences personnelles de relation à la nature ? Face à ces questions, chaque réponse est unique, mais est surtout liée à une expérience personnelle, dépendante de nos représentations et des modes de conduite de nos activités.

La capacité collective à changer la relation entre économie et biodiversité découlera donc de l'évolution de nos représentations. Les botanistes du XXI^e siècle seront précieux par leur aptitude à traverser les frontières de nos représentations.

Méthodes

Nous pouvons partager l'expérience d'un collectif, celle de l'entreprise, Yves Rocher, incluant toutes ses parties prenantes – salariés, fournisseurs, clients, partenaires –, et qui se mêle à celle de la Fondation Yves Rocher – Institut de France.

Discussion

Cette expérience collective autour du monde végétal repose entre les mains d'experts du monde vivant. Nous pouvons nous demander comment définir leur rôle au-delà de leur responsabilité professionnelle stricte.

Résultats

Aujourd'hui, le territoire de La Gacilly, siège des activités botanistes, récoltantes, fabricantes et distributrices de l'entreprise Yves Rocher véhicule aussi les engagements pédagogiques de la Fondation Yves Rocher. Toutes les activités et événements à La Gacilly constituent ainsi un ensemble qui permet à chaque visiteur, une expérience de bien-être, de développement durable, de nature.

Après plus de 50 années en effet, ce village est devenu un village contemporain, cœur économique, préservant la biodiversité, mettant en valeur le patrimoine végétal, le bien être par son Eco-Hôtel Spa, la culture avec un Festival photo en plein air sur la nature de premier plan européen.

Visiter, travailler, échanger à la Gacilly, même pour quelques jours, stimule pour chacun, dans le futur champ d'action qui est le sien, la conscience qu'il est possible d'agir pour construire un futur plus en harmonie avec la nature.

C'est la mission de l'entreprise vis-à-vis de la Biodiversité.

Pourquoi cette vocation de la part d'une entreprise et de sa Fondation ? Est-ce bien normal ? En quoi les entreprises peuvent-elles être légitimes sur ce champ ?

La capacité collective à changer la relation entre économie et biodiversité découlera donc de l'évolution de nos représentations. Les botanistes du XXI^e siècle seront précieux par leur aptitude à traverser les frontières de nos représentations.

Nous partageons tous le contexte d'urgence planétaire et il est à la portée de tous de trouver de l'information qualifiée sur la situation. Quantité d'études et de rapports, comme ceux le GIEC propose, conduisent inexorablement à des mutations extraordinaires de notre environnement.

Plus étonnant encore, les populations du monde entier ont une conscience de plus en plus affinée de ce que représente la biodiversité. Ainsi, globalement, les sociétés humaines, les Etats et les réglementations internationales et nationales se saisissent, s'approprient et partagent les impacts de l'homme sur l'environnement et sur une manière de mieux vivre ensemble.

Chaque fois qu'un département est expert, assez en confiance pour agir au sein d'un collectif, et chaque fois qu'il rencontre un ou plusieurs autres départements eux-mêmes devenus experts et confiants, alors peut advenir une vraie mutation dans les pratiques vis-à-vis de l'environnement.

A nouveau, il nous semble, par l'expérience de notre collectif, que sont en jeu les mentalités et nos représentations. Jacques Weber a bousculé la représentation du lien entre économie et biodiversité. Il nous faut poursuivre sa voie en insistant sur nos propres représentations.

L'enjeu, nous semble-t-il, est de faire émerger entre acteurs d'une communauté de travail des possibilités d'agir différemment. Chaque fois qu'un département est expert, assez en confiance pour agir au sein d'un collectif, et chaque fois qu'il rencontre un ou plusieurs autres départements eux-mêmes devenus experts et confiants, alors peut advenir une vraie mutation dans les pratiques vis-à-vis de l'environnement.

Nous l'avons constaté concrètement pour ce qui concerne notre relation aux filières végétales, notre capacité à basculer nos modèles de développement produits vers l'écoconception, notre mutation industrielle complète.

L'influence du territoire du village de La Gacilly est complétée par celle de la Fondation Yves Rocher – Institut de France. Il n'est définitivement plus possible de considérer les actions sociétales comme celles des Fondations comme étant « à côté », ou « complémentaires ». Notre témoignage est que ces actions sont devenues inhérentes à la compréhension globale des acteurs du collectif.

Travailler dans une entreprise qui s'engage à soutenir une Fondation, qui vit pleinement ses engagements à planter des arbres, à soutenir des femmes engagées dans la préservation de l'environnement partout dans le monde constitue, bien au-delà des nombres, une force de mutation et un levier de transformation de nos représentations.

Ainsi, les entreprises participent, avec les botanistes, aux côtés des forces publiques, des chercheurs, des associations, des Fondations, des collectivités territoriales, des politiques, à cette évolution de nos représentations personnelles, si nécessaires à un mode du vivre ensemble impérieusement souhaité par nos concitoyens.



Remerciements

Cet article est dédié à la mémoire de Jacques Weber.

Nous tenons également à remercier : Gilles Bœuf du MnHn, Maïté Delmas du MnHn et Noeline Raondry-Rakotoarisoa de L'UNESCO

Références bibliographiques

5^e rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures. (2014)

Bouamrane, M., Antona, M., Barbault, R., & Cormier-Salem, M. C. (Eds.). (2013). *Rendre possible: Jacques Weber, itinéraire d'un économiste passe-frontières*. Editions Quae.

Barbault, R., Weber, J., & Weber, J. (2010). *La vie, quelle entreprise! : pour une révolution écologique de l'économie*. Éd. du Seuil.



**Présentation
de Charles
Doumenge,
Centre de
Coopération
Internationale
en recherche
Agronomique
pour le
Développement
(CIRAD),
Montpellier,
France**

La connaissance des espèces : une quête du Graal pour la gestion durable des forêts tropicales

Auteurs

Doumenge C., Mboma R., Sist P., Costa Procopio L., Bouka G., Gourlet-Fleury S., Lowry P. et Chevillotte H.

Résumé

La gestion durable des ressources naturelles implique non seulement une bonne compréhension de la structure et du fonctionnement des écosystèmes, mais aussi une connaissance détaillée des espèces qui les composent. L'identification précise des espèces est en effet un gage de sécurité dans la préparation des potions médicinales comme dans l'alimentation humaine. L'identification des taxons – et des caractéristiques utiles pour leur gestion – constituent des pré-requis indispensables à leur conservation comme à leur exploitation durable, bien que cette connaissance reste loin d'être acquise en forêt tropicale. A travers quelques études de cas, nous mettons en évidence les problèmes et les enjeux liés à ces pré-requis. De nouveaux outils, et de nouvelles approches, peuvent être mobilisés, impliquant tant les botanistes que les parties prenantes de la gestion forestière. Le partage des connaissances sur ces milieux très complexes que sont les forêts tropicales, sous une forme adaptée à chacune des parties prenantes, constitue aussi l'un des enjeux forts de la gestion durable des forêts.

Summary

Sustainable management of natural resources requires not only a good understanding of the structure and functioning of ecosystems, but also a detailed knowledge of the component species. Accurate identification of species is indeed a guarantee of safety in the preparation of medicinal potions and in the human diet. Identifying taxa – and the useful features for their management – are essential prerequisites for their conservation as well as for their sustainable use, although this knowledge is still far from being acquired as far as tropical forests are concerned. Through several case studies, we highlight the issues and stakes related to these prerequisites. New tools and new approaches can be used, involving the botanists together with the forest management stakeholders. Sharing knowledge on such most complex systems as tropical forests, in a form adapted to each party, is also one challenge of sustainable forest management.

Introduction

La connaissance des espèces, de leurs caractéristiques écologiques, des produits qu'elles fournissent, ont été de tout temps au centre des préoccupations des sociétés humaines. Des plantes alimentaires ou médicinales sont ainsi répertoriées dans des textes aussi anciens que la Bible ou le *De materia medica* de Dioscoride (Hoefler, 1882 ; Osbaldeston, 2000). Pendant plusieurs centaines d'années la maîtrise du commerce des épices et de leur production a suscité de nombreux conflits entre les nations européennes ; citons par exemple, au cours du XVIII^e siècle, les tentatives du français Pierre Poivre pour contrecarrer la mainmise des Hollandais sur le commerce de la noix de muscade (*Myristica fragrans*, Myristicaceae) et du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*, Myrtaceae; Ly Tio Fane, 1958). La connaissance des espèces et la maîtrise de leurs productions étaient au cœur des stratégies de développement des nations, et au centre des préoccupations des botanistes.

Toutefois, depuis quelques décennies, la montée en puissance de l'écologie quantitative, de l'écologie fonctionnelle et des approches de modélisation tend à reléguer au second plan les espèces au profit d'une vision plus fonctionnelle et parfois désincarnée de la nature. Les préoccupations actuelles autour des changements climatiques mettent aussi l'accent sur la compréhension des cycles bio-géochimiques ou l'évaluation du carbone stocké dans la végétation plus que sur la connaissance des espèces, bien que celle-ci reste, par exemple, indispensable pour apprécier la densité du bois en vue d'une bonne quantification de la biomasse et du carbone.

L'étude des écosystèmes et de leur fonctionnement peut en effet être abordée de diverses manières, sans qu'il soit indispensable de recourir à la notion d'espèce. C'est le cas de l'approche architecturale des plantes et des forêts, qui a permis de poser un nouveau cadre scientifique d'étude de la végétation (Hallé et al., 1978; Millet et al., 1998), ou de la caractérisation de sa structure et de son fonctionnement par télédétection (Gond et al., 2013). L'étude des cycles bio-géochimiques, ou la mesure et la représentation géographique des stocks et des flux de carbone, permettent aussi de comprendre le fonctionnement des écosystèmes à diverses échelles sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'identification de toutes les espèces (Bousquet et al., 2000; Keith et al., 2009; Saatchi et al., 2011).

Toutes ces approches sont très utiles mais la gestion durable des ressources naturelles requiert *in fine* une bonne connaissance des espèces et de leurs caractéristiques. L'identification précise des espèces et de leurs propriétés organoleptiques et toxicologiques est, par exemple, nécessaire à une alimentation sûre et équilibrée. Même les gorilles ou les chimpanzés, nos proches cousins, ne cueillent pas les plantes qu'ils consomment au hasard, qu'il s'agisse de plantes à usage alimentaire ou médicinal (Doran et al., 2002; Magliocca et Gautier-Hion 2002; Krief et al., 2005).

Malgré le développement de la médecine allopathique, une grande partie des populations humaines vivant sous les tropiques dépend des plantes médicinales pour les soins quotidiens (Schmelzer et Gurib-Fakim, 2008). Cette pharmacopée naturelle est gratuite et souvent à portée de main, en particulier dans les villages isolés où ne se trouvent généralement ni médecins ni médicaments manufacturés. Une bonne connaissance des espèces médicinales permet d'éviter des empoisonnements toujours possibles et de préparer des potions adaptées aux maladies à traiter. Cette connaissance repose largement entre les mains de spécialistes que sont les tradipraticiens, bien que l'automédication reste fréquente. Lorsque les plantes sont mal identifiées ou que les doses sont inadaptées, cela peut entraîner des accidents, voire le décès des patients, comme cela a été relaté au Ghana, avec l'utilisation d'*Erythrophleum suaveolens* – une Fabaceae-Caesalpinoideae servant de poison d'épreuve – en lieu et place de *Khaya senegalensis*, une

...la montée en puissance de l'écologie quantitative, de l'écologie fonctionnelle et des approches de modélisation tend à reléguer au second plan les espèces au profit d'une vision plus fonctionnelle et parfois désincarnée de la nature.
.....

Meliaceae (Abbiw, 1996). D'autres espèces sont utilisées depuis des temps immémoriaux pour leurs qualités cosmétiques (Galeano, 2000 ; Weber et al., 2010). L'usage des espèces exploitées pour leur bois dépend aussi de propriétés mécaniques ou de durabilité caractéristiques de chacune d'entre elles, voire d'un petit groupe d'espèces proches (Vernay et Fouquet, 2000 ; Gonzalez et al., 2005).

Nous pourrions dérouler ainsi un grand nombre d'exemples montrant que la reconnaissance des espèces et la connaissance de leurs propriétés biologiques ou écologiques constituent des pré-requis à l'utilisation, à la gestion et à la conservation de la biodiversité. Ce qui nous intéresse plus particulièrement dans ces lignes concerne le type de connaissances utiles à la gestion durable de la biodiversité végétale des forêts tropicales. A travers plusieurs études de cas, nous mettons en évidence divers enjeux et problèmes autour de cette connaissance, et nous suggérons quelques pistes à explorer pour son amélioration et un meilleur partage entre les acteurs de la recherche, de la formation et de la gestion de ces forêts.

Methodes et principaux resultats

Confusions parmi les andoungs du Gabon

Au Gabon, une étude menée dans neuf concessions forestières a montré que, sous l'appellation commerciale d'« andoung », les prospecteurs forestiers confondaient les « vrais andoungs » (*Aphanocalyx heitzii* et *Bikinia spp.*, Fabaceae) avec des Fabaceae de genres parfois très éloignés (Mboma, 2012 ; Mboma et al., en préparation). Les résultats des enquêtes menées auprès des prospecteurs de ces concessions ont été confrontés aux déterminations botaniques des espèces identifiées par les prospecteurs sous le terme « andoung ». Au total, 18 espèces différentes appartenant à 8 genres de Fabaceae-Caesalpinioideae (et une Mimosoideae) ont été rattachées aux andoungs. Le terme générique d'andoung, sans qualificatif, s'applique à 14 espèces. Sur 308 arbres inventoriés, seul 11% d'entre eux ont été nommés correctement par les prospecteurs au niveau spécifique.

Ces erreurs d'identification peuvent occulter des différences de qualité des bois et donc d'usages ou d'intérêts pour les marchés, sachant que toutes les espèces appartenant au groupe des vrais andoungs possèdent un bois relativement léger (CIRAD et OIBT, s.d.). Elles peuvent surtout entraîner un risque de surexploitation des espèces les plus rares, confondues avec des espèces plus abondantes. Ainsi, *Bikinia aciculifera* et *B. coriacea* sont deux espèces botaniquement proches, la première ayant été décrite il y a une quinzaine d'années seulement. Elles sont confondues sous le vocable « andoung de Morel » (qui est parfois utilisé aussi pour *Tetraberlinia longiracemosa*) et sont parfois assimilées à une douzaine d'autres espèces plus abondantes sous l'appellation générique « andoung ». Ce sont les deux espèces les plus rares parmi les andoungs (Figure 1) et leur écologie ou leurs capacités de régénération ne sont pas connues. Elles pourraient ainsi facilement disparaître en cas d'exploitation à grande échelle si elles ne sont pas différenciées des autres andoungs plus abondants.



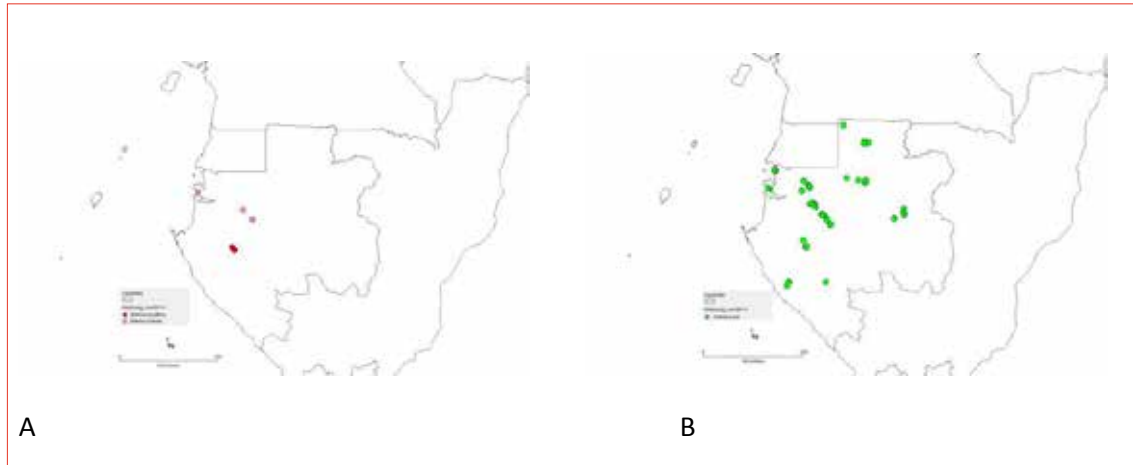


Figure 1 – Répartitions comparées de *Bikinia aciculifera* et *B. coriacea* (A) avec tous les autres vrais andoungs (B) avec lesquels ils peuvent être confondus au Gabon

Méconnaissance des profils écologiques des tauaris en Amazonie

Les arbres connus sous le nom de « tauari » font partie des espèces les plus exploitées pour leur bois en Amazonie. Ce vocable rassemble *Cariniana micrantha*, trois espèces du genre *Allantoma* et douze espèces du genre *Couratari*, toutes appartenant à la famille des Lecythidaceae. Ces espèces sont toutefois mal identifiées par les exploitants forestiers. Leurs aires de répartition ont été déterminées à partir de données d'herbier géoréférencées et plus de 400 ha de forêts ont été inventoriés dans six régions d'Amazonie afin d'estimer l'abondance et la structure par classes de diamètre de ces espèces (Procópio et al., 2010).

Les profils écologiques des tauaris sont très variables selon les espèces. *Couratari guianensis* présente une vaste aire de répartition sur l'ensemble de l'Amazonie mais est toujours présente en faibles densités, alors que *Couratari stellata* montre une répartition plus hétérogène, mais généralement avec de fortes densités (Figure 2). La plupart des autres espèces présentent des répartitions limitées à une portion de l'Amazonie ou très morcelées, et des densités inférieures à un arbre par hectare.

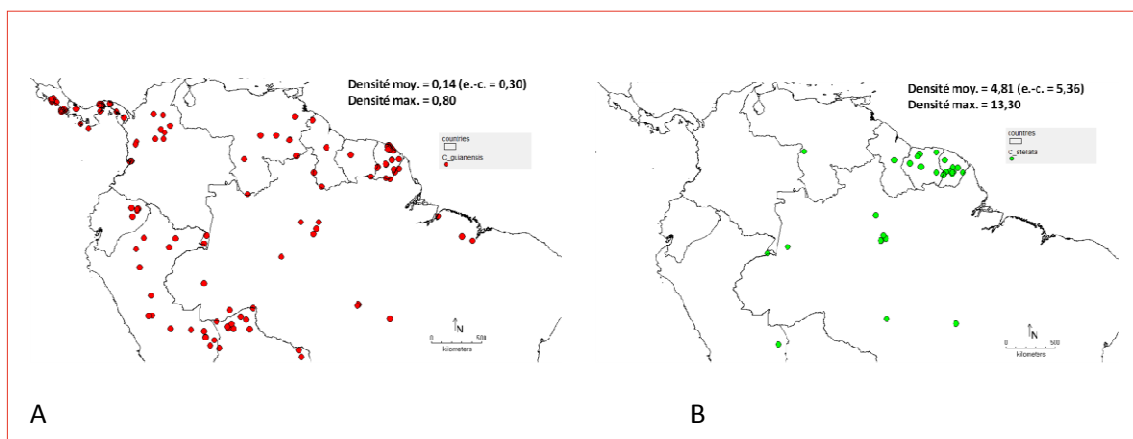


Figure 2 – Répartitions et densités de deux espèces du groupe des tauaris : *Couratari guianensis* (A) et *C. stellata* (B). Densités des arbres de diamètre ≥ 10 cm dans 7 sites d'Amérique latine d'après Procópio et al. (2010).

Malgré un effort appréciable réalisé ces dernières années, en particulier grâce à l’extension des inventaires forestiers, on ne peut que constater que les données disponibles sont insuffisantes pour la définition des paramètres d’exploitation forestière de ces espèces (diamètre minimum d’exploitabilité, durée de rotation, nombre de semenciers à maintenir). Les données relatives aux abondances, aux structures par classes de diamètre ou aux capacités de régénération des espèces sont encore trop fragmentaires, et ne permettent pas de relier ces caractéristiques aux conditions environnementales ou d’anthropisation. Cela serait pourtant nécessaire afin d’adapter les préconisations d’exploitation et de gestion en fonction de chaque contexte biogéographique. L’usage d’inventaires biologiques ou forestiers pourrait permettre de mieux apprécier ces paramètres, mais les données issues de ces inventaires sont dépendantes de la connaissance botanique acquise par les prospecteurs, souvent très hétérogène.

Traits fonctionnels des espèces dans le bassin du Congo

Des approches basées sur les traits fonctionnels des espèces peuvent avoir un très grand intérêt, par exemple pour expliciter les relations entre les espèces et leur environnement, et orienter les décisions en matière d’aménagement. Dans le cadre du projet européen CoForChange, les données issues d’inventaires forestiers, totalisant plus de 49 000 parcelles de 0,5 ha réparties sur une surface dépassant 6 millions d’ha (aux confins du Cameroun, du Congo et de République Centrafricaine), ont été analysées tant d’un point de vue structurel ou floristique que fonctionnel (Fayolle et al., 2014). Trois traits fonctionnels clés des arbres tropicaux ont été recueillis, pour les espèces pour lesquelles ils étaient disponibles, puis affectés au niveau du genre : exigences en lumière, caractère décidu du feuillage et densité du bois.

Des approches basées sur les traits fonctionnels des espèces peuvent avoir un très grand intérêt, par exemple pour expliciter les relations entre les espèces et leur environnement, et orienter les décisions en matière d’aménagement.

Plusieurs types forestiers ont pu être identifiés sur la base de leur structure et de leur composition floristique, dont les forêts diversifiées à *Celtis*, largement réparties dans toute la région, les forêts diversifiées à *Manilkara*, caractéristiques des terrains sableux sur grès, et les forêts mono-dominantes à *Gilbertiodendron dewevrei*, préférentiellement dans les vallées alluviales. Chacun de ces types forestiers présente des spécificités en termes de caractéristiques biologiques des genres qui les composent, que l’on peut relier aux propriétés des écosystèmes en question (productivité, résilience aux perturbations, résilience à la sécheresse) pour en déduire des règles souhaitables de gestion. Les forêts à *Celtis* sont les plus productives et relativement résilientes face aux perturbations anthropiques, au contraire des deux autres types forestiers.

Il faut toutefois souligner certaines limites à ces résultats. D’une part, la composition floristique de ces forêts a été analysée non pas à partir de toutes les espèces inventoriées, mais à partir d’un sous-ensemble de 176 genres, car les appellations données par les prospecteurs forestiers n’ont pas pu être toujours confirmées au niveau spécifique. D’autre part, pour bon nombre d’espèces, en particulier celles qui ne sont pas exploitées, les connaissances sur leurs traits fonctionnels sont fragmentaires, lorsqu’elles ne sont pas inexistantes. C’est pour cette raison que les analyses sont effectuées sur les genres et non pas sur les espèces. Cela entraîne nécessairement une imprécision sur la valeur du trait de vie affectée à chaque genre (en général une moyenne calculée sur les données spécifiques disponibles). Cette imprécision est d’autant plus importante que le genre comporte un grand nombre d’espèces, que ces espèces présentent des propriétés variables au sein du genre (différences de densité de bois ou de caractéristiques écologiques), et qu’elles sont peu nombreuses à avoir fait l’objet de mesures sur ce trait.

Nous illustrons ce problème avec l’exemple du genre *Celtis*, bien connu en Afrique tropicale (Tableau I). Ce genre rassemble 11 espèces (voir <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>), dont 6 sont

présentes en Afrique centrale. Si certains traits comme le tempérament ou la phénologie foliaire sont bien renseignés pour les 6 espèces, d'autres, très importants pour la compréhension de l'autécologie des espèces le sont moins, comme la densité du bois ou la taille des feuilles.

Espèce valide identifiée en Afrique	Espèce présente dans le bassin du Congo	Tempérament	Phénologie foliaire	Hauteur maximale	Densité du bois	Taille des feuilles
<i>Celtis adolfi-friderici</i> Engl.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Celtis africana</i> Burm. f.	Non	–	–	–	–	–
<i>Celtis bifida</i> J.-F. Leroy	Non	–	–	–	–	–
<i>Celtis gomphophylla</i> Baker	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
<i>Celtis madagascariensis</i> Sattarian	Non	–	–	–	–	–
<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
<i>Celtis philippensis</i> Blanco	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Celtis toka</i> (Forssk.) Hepper & J.R.I. Wood	Non	–	–	–	–	–
<i>Celtis zenkeri</i> Engl.	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Tableau 1 – Informations sur les traits rassemblées dans la base de données CoForTraits (Bénédet et al., 2013) sur les espèces du genre *Celtis* en Afrique tropicale et Madagascar

Discussion

Les diverses études de cas présentées ici, tant en Afrique qu'en Amérique tropicales, montrent que l'identification précise des espèces est nécessaire à une bonne gestion des forêts tropicales mais qu'il est souvent très difficile d'identifier chaque espèce, en particulier dans les forêts denses à très grande biodiversité. Il est fréquent que plusieurs espèces botaniques soient confondues sous une appellation commerciale ou vernaculaire. Pourtant, comme nous l'avons montré plus haut, la reconnaissance des espèces et de leurs propriétés doit être améliorée et diffusée.

La question n'est pas tant de savoir s'il est possible d'identifier et de connaître toutes les espèces des forêts tropicales, mais quelles sont les espèces et les données dont nous avons besoin pour en améliorer la gestion. Les moyens, tant humains que financiers, étant limités, des priorités doivent être identifiées. Sur la base de nos expériences d'Afrique et d'Amérique latine, nous proposons un certain nombre de pistes d'amélioration possibles, tant dans le domaine de la recherche que dans celui de la formation et de la diffusion des connaissances.

Priorités de recherche

Identifier les espèces

Bien que la connaissance complète des espèces des forêts tropicales reste difficilement atteignable dans de nombreux cas, l'effort doit être poursuivi pour renforcer les bases scientifiques d'une protection efficace et d'une gestion durable de ces forêts. Le renforcement des collections d'herbiers de référence, la collecte de données botaniques prises sur le terrain et la description botanique des espèces restent des activités incontournables.

De nouveaux outils de biologie moléculaire et de nouvelles approches de reconnaissance automatique doivent aussi être développés et mobilisés afin d'améliorer l'identification des espèces et leur efficacité sur le terrain. Bien que les techniques de code-barre moléculaire ne soient pas encore très efficaces dans l'identification des arbres (Gonzalez et al., 2009 ; Parmentier et al., 2013), l'évolution de ces techniques d'analyse génétique laisse espérer des résultats prometteurs dans les années à venir.

Biologie et écologie des espèces

L'évaluation de la dynamique des écosystèmes et des espèces, sous des conditions environnementales et des régimes d'exploitation variables, reste encore très perfectible, en particulier pour les espèces exploitées ou cultivées ainsi que les espèces sauvages proches des espèces cultivées. Cela contribue à la mise en place de systèmes de gestion mal adaptés, entraînant des risques de dégradation ou de disparition des forêts. On veillera surtout à développer des recherches relatives à l'autoécologie des espèces et à leurs capacités de résilience et d'adaptation face aux changements globaux (climat, exploitation, transformation des milieux...).

Biens et services procurés par les espèces

Les programmes de recherche relatifs à la valorisation des ressources végétales dans les filières économiques et aux différentes dimensions de leur gestion (tant biologiques que socioéconomiques) sont aussi trop peu développés. Les botanistes devraient en particulier renforcer les programmes de recherche sur la phénologie et la productivité, la domestication et l'amélioration des espèces à la base de productions ligneuses et non ligneuses (plantes alimentaires, médicinales et cosmétiques, fibres...).

Des nouvelles pratiques de recherche

Dans de nombreux pays tropicaux, la recherche sur les forêts et la biodiversité est souvent réduite à sa plus simple expression, effectuée par quelques chercheurs isolés, sans équipes de recherche bien constituées. A l'exception de rares pays tels que le Brésil, les institutions de recherche des pays tropicaux sont mal dotés en moyens techniques et financiers, les chercheurs sont mal formés et ne bénéficient pas d'un environnement intellectuel adéquat, alors que le secteur forestier et agricole joue souvent un rôle fondamental dans les économies nationales (Doumenge et Gami, 2002).

Tenant compte de la nécessité d'augmenter le nombre de chercheurs et d'améliorer leurs conditions de travail, il faut également développer les interactions entre les scientifiques et d'autres acteurs de la société qui peuvent appuyer la recherche ou même lui apporter des connaissances utiles. Il est aujourd'hui

nécessaire de mieux intégrer la recherche dans les projets de conservation et de mise en valeur en développant la recherche-action et la recherche participative. Inversement, les acteurs de la conservation ou de l'exploitation des ressources végétales doivent être impliqués de manière plus importante dans les programmes de recherche. Les scientifiques doivent aussi favoriser auprès de ces acteurs une démarche réflexive leur permettant d'intégrer chaque fois que nécessaire des innovations dans leurs pratiques.

Enfin, le développement de la science participative, mêlant des scientifiques et des amateurs dans la collecte de données, voire la mise en place d'observatoires de la biodiversité, constitue aussi une voie qu'il convient d'explorer. On peut penser, en particulier, au développement de collaborations entre botanistes et professeurs de sciences de l'enseignement secondaire, les premiers pouvant apporter leurs connaissances et renforcer la formation des professeurs, les seconds pouvant contribuer à la collecte de données utiles pour la science, y compris en mobilisant leurs élèves.

Formation et partage des connaissances

L'augmentation des connaissances sur les espèces repose en premier lieu sur les capacités humaines. Dans de nombreux pays tropicaux, ces capacités humaines scientifiques restent à un niveau très insuffisant depuis plusieurs décennies (voir par exemple Doumenge et Gami, 2002 pour l'Afrique centrale). Les programmes de formation des jeunes chercheurs doivent être renforcés avec la mise en place de cursus adéquats dans les universités des pays concernés au niveau « master » et doctorat, en veillant entre autres à une bonne formation de terrain. Le jumelage de cursus entre universités et institutions de formation du Sud et du Nord ainsi que le développement de thèses en co-tutelles constituent des pistes à explorer.

De plus, comme nous l'avons vu, la reconnaissance incomplète des espèces par les prospecteurs forestiers demeure un handicap important pour une bonne gestion des ressources forestières. Ces prospecteurs, qui constituent le premier maillon de la chaîne d'exploitation, ont un rôle particulièrement important à jouer dans la connaissance de la ressource et son suivi. Le renforcement de leurs compétences botaniques de terrain nécessite une amélioration de leur formation – en partenariat avec les scientifiques – en lien avec la mise en place d'un statut professionnel reconnu par les États. Cette double évolution est aussi nécessaire pour d'autres personnels proches du terrain, tels que les para-taxonomistes, les guides touristiques ou les éco-gardes des aires protégées.

Enfin, l'amélioration de la connaissance des espèces passe par un partage des connaissances entre ces divers acteurs, voire avec la société dans son ensemble. Les nouvelles technologies doivent être mises à profit, notamment par un partenariat avec les sociétés de téléphonie mobile.

Remerciements

Cette étude a bénéficié, en Afrique, des appuis des projets « Ifora », financé par l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR-France), et « CoForChange », soutenu par le projet ERANet BiodivERsA financé par l'ANR et le Natural Environment Research Council (NERC-Royaume-Uni). Il convient aussi de mentionner, au Brésil, l'appui des projets « Ecologia e Manejo de Sementes e Mudanças » de la FAPEAM-INPA, et « Floresta em Pé » financé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) et le gouvernement brésilien. Nous souhaitons remercier tous les partenaires de ces projets, et, en particulier, les sociétés forestières qui ont collaboré avec nous.

Le développement de la science participative, mêlant des scientifiques et des amateurs dans la collecte de données, voire la mise en place d'observatoires de la biodiversité, constitue aussi une voie qu'il convient d'explorer.

Références bibliographiques

- Abbiw, D.K. (1996). Misuses and abuses in self-medication with medicinal plants: The case of *Erythrophleum* in Ghana. In *The biodiversity of African plants. Proc. XIVth AETFAT Congress, 22-27.VIII.1994* (pp. 714-718). Dordrecht: Kluwer Acad. Pub.
- Benedet, F., Doucet, J.-L., Fayolle, A., Gourlet-Fleury, S., Vincke, D. (2013). CoForTraits, base de données d'information sur les traits des espèces d'arbres africaines. Version 1.0.
- Bousquet, P., Peylin, P., Ciais, P., Le Quéré, C., Friedlingstein, P., & Tans, P. P. (2000). Regional changes in carbon dioxide fluxes of land and oceans since 1980. *Science*, 290(5495), 1342-1346.
- CTFT & OIBT s.d. Nouvelles essences commercialisables d'Afrique. Andoung. Fiche technique. CTFT, Nogent-sur-Marne, France & OIBT, Yokohama, Japon. 4 p.
- Doran, D.M., Mcneilage, A., Greer, D., Bocian, C., Mehlman, P. & Shah, N. (2002). Western Lowland Gorilla diet and resource availability: New evidence, cross-site comparisons, and reflections on indirect sampling methods. *American Journal of Primatology*, 58, 91-116.
- Doumenge, C. & Gami, N. (2002). Actes de la Réunion régionale sur la recherche forestière en Afrique centrale. Libreville (Gabon), 18-20 décembre 2001. Projet Forafri, Libreville, Gabon
- Fayolle, A., Picard, N., Doucet, J.-L., Swaine, M., Bayol, N., Benedet, F. & Gourlet-Fleury, S. (2014). A new insight in the structure, composition and functioning of Central African moist forests. *Forest Ecology and Management*, 329, 195–205.
- Galeano, G. (2000). Forest use at the Pacific coast of Choco, Colombia: a quantitative approach. *Economic Botany*, 54(3), 358-376.
- Gonçalves, J.C., Janin, G., Da Silva Farias, A.L., Lourenço De Godoi, A.C., Charrier, F. & Charrier, B. (2005). Valorisation d'espèces brésiliennes de substitution pour l'industrie du meuble : tanimbuca et louro. *Bois et forêts des tropiques*, 286 (4) : 55-64.
- Gond, V., Fayolle, A., Pennec, A., Cornu, G., Mayaux, P., Camberlin, P., ... & Gourlet-Fleury, S. (2013). Vegetation structure and greenness in Central Africa from Modis multi-temporal data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120309.
- Gonzalez, M. A., Baraloto, C., Engel, J., Mori, S. A., Pétronelli, P., Riéra, B., ... & Chave, J. (2009). Identification of Amazonian trees with DNA barcodes. *PLoS one*, 4(10), e7483.
- Halle, F., Oldeman, R.A.A. & Tomlinson, P.B. (1978). Tropical trees and forests: an architectural analysis. New-York: Cambridge Univ. Press.
- Hoefer, F. (1882). Histoire de la botanique, de la minéralogie et de la géologie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Paris: Hachette.
- Keith, H., Mackey, B. G., & Lindenmayer, D. B. (2009). Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(28), 11635-11640.
- Krief, S., Hladik, C. M., & Haxaire, C. (2005). Ethnomedicinal and bioactive properties of plants ingested by wild chimpanzees in Uganda. *Journal of ethnopharmacology*, 101(1), 1-15.
- Ly Tio Fane M. (1958). Mauritius and the Spice Trade; the Odyssey of Pierre Poivre. Mauritius Archives Publication Fund, Port Louis: Esclapon Ltd.
- Magliocca, F., & Gautier-Hion, A. (2002). Mineral content as a basis for food selection by western lowland gorillas in a forest clearing. *American Journal of Primatology*, 57(2), 67-77.
- Mboma, R. (2012). Caractérisation des essences forestières pour une gestion durable des ressources en Afrique centrale : le cas des andoung au Gabon. Th. Doctorat Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

- Mboma, R., Chevillotte, H., Doumenge, C., Labat, J.-N.† & Lowry, P.P.Ii. (En préparation). Lack of coherence between commercial and scientific names for timber species: implications for the sustainable exploitation of *Andoung* in Gabon.
- Millet, J., Bouchard, A. & Edelin, C. (1998). Plant succession and tree architecture: an attempt at reconciling two scales of analysis of vegetation dynamics. *Acta Biotheor.* 46, 1-22.
- Osbaldeston, T. A., & Wood, R. P. (2000). Dioscorides: De materia medica. In *Book 3*. Ibis press Johannesburg, South Africa.
- Parmentier, I., Duminil, J., Kuzmina, M., Philippe, M., Thomas, D. W., Kenfack, D., ... & Hardy, O. J. (2013). How effective are DNA barcodes in the identification of African rainforest trees?. *PloS one*, 8(4), e54921.
- Procópio, L. C., Gayot, M., Sist, P., & Ferraz, I. D. (2010). As espécies de tauari (Lecythidaceae) em florestas de terra firme da Amazônia: padrões de distribuição geográfica, abundâncias e implicações para a conservação. *Acta bot. bras.*, 24(4), 883-897.
- Saatchi, S. S., Harris, N. L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E. T., Salas, W., ... & Morel, A. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(24), 9899-9904.
- Schmelzer, G. H. (Ed.). (2008). *Plant Resources of Tropical Africa: Medicinal plants/ed.: GH Schmelzer; A. Gurib-Fakim. Assoc. ed.: R. Arroo... General ed.: RHMJ Lemmens; LPA Oyen. 11. 1* (Vol. 1). Prota.
- Vernay, M. & Fouquet, D. (2000). Essences tropicales à forte durabilité naturelle. *Bois et forêts des tropiques*. 264(2), 73-76.
- Weber, N., Birnbaum, P., Forget, P. M., Gueye, M., & Kenfack, D. (2010). L'huile de carapa (*Carapa* spp., Meliaceae) en Afrique de l'Ouest: utilisations et implications dans la conservation des peuplements naturels. *Fruits*, 65(06), 343-354.



Presentation
by Michel
Chauvet,
French National
Institute for
Agricultural
Research
(INRA),
Montpellier,
France

Pl@ntUse, the wiki on useful plants and plant use

Auteur

Michel Chauvet

Abstract

Pl@ntUse is a collaborative website using the Mediawiki software. It aims to act as a common platform for all the communities of scientists and users who are interested in useful plants, for any kind of use. Apart from pages about plant species, syntheses on popular names are to be found, as well as books on line, and even encyclopedias such as PROTA (Plant Resources of Tropical Africa). Pl@ntUse also ambitions to serve as a portal to the best websites in its domain.

Résumé

Pl@ntUse est un site web collaboratif qui utilise le logiciel Mediawiki. Son but est de servir de plate-forme commune à toutes les communautés de scientifiques et d'utilisateurs qui s'intéressent aux plantes utiles, quels que soient les types d'usage. Outre des pages par espèce botanique, on y trouve des synthèses sur les noms populaires, des livres en ligne, voire des encyclopédies comme PROTA (Ressources végétales d'Afrique tropicale). Pl@ntUse vise aussi à devenir un portail vers les meilleurs sites sur Internet dans son domaine.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Introduction

Many databases are being developed in the field of botany. Most of them concentrate on nomenclature, herbaria, taxonomy, ecology and publications. Very few mention uses in a consistent way.

The basic reason for that situation is that documentation about uses and plant products is mostly managed by other communities, such as agronomists, horticulturists, foresters, chemists, physicians or technologists. In the field of ethnobotany, we can add other disciplines, such as ethnology, history, archaeology and linguistics.

Useful plants are defined here as plants which have a documented use in any area and at any period. There are a great many kinds of uses. Apart from medicinal and food plants, we have to consider also forages, timbers, dyes, textiles, auxiliary plants.... In total, about 30 to 50,000 species are involved. They include crops and wild plants.

Pl@ntUse aims to link the different communities having sets of data about useful plants. This can be done in several ways. One way is to put data directly on the website. Another way is to link to other websites which manage specialized information. The rationale is that information is best managed by specialists in their field, and that duplication should be avoided. A constant attention is given to identify websites of interest, which makes Pl@ntuse act as a portal to such websites.

Useful plants are defined here as plants which have a documented use in any area and at any period. There are a great many kinds of uses. Apart from medicinal and food plants, we have to consider also forages, timbers, dyes, textiles, auxiliary plants....

Methods

Choice of Mediawiki

Information about useful plants is very heterogeneous, which makes classical databases not adapted to manage it. This is why we chose a wiki system, namely Mediawiki. Mediawiki is already implemented on Biowikifarm, a consortium of institutions of natural history. It is a somewhat complex software, but very flexible. It was created by the Wikimedia Foundation for Wikipedia, and can host millions of pages in many languages. Sites using Mediawiki are highly visible on the Internet by current browsers. They facilitate collaboration, and data are immediately visible once written.

Long term management of websites is a critical issue. Many databases become orphan and eventually disappear when funding stops. Biowikifarm has built a long-term commitment to allow continuity. On the other part, as Mediawiki is being constantly updated by the Wikimedia community, it offers guarantees of permanence. Last but not least, the use of a Creative Commons licence (BY-SA) allows an easy migration of the database to any other site if necessary.

The site is being developed in English and French. Other languages can be implemented as soon as collaborators are ready to join the group.

Managing information

Most sites simply duplicate information previously published. The problem is that such information is often already duplicated from previous sources. This is why a priority is given to put on line original sources. A lot of information was published before 1927, and can be made available freely. For more recent publications, we have to obtain permission from right owners ; in the case of scientific publications with a limited commercial interest, this is feasible.

Scientific governance

In contrast with Wikipedia, we allow contributions signed by an author, and original data. As for the website governance, adherence to scientific consensus is a requirement. No formal scientific committee is anticipated, but a set of rules has been developed, and can be further discussed. In case of conflicts, PI@ntUse can rely on the advice of the PI@ntNet project and the Tela Botanica network.

Results

Species pages

Such pages are the backbone of the website. About 10,000 have been created by a robot. Without any editing, they include a set of useful links.

PROTA (Plant Resources of Tropical Africa)

As the PROTA database was becoming an orphan database, it was decided to integrate it entirely on PI@ntUse. It includes about 2,500 edited articles. It is hoped that other databases will join PI@ntUse.

Books

Many books are already on line. The text of scanned publications can be put immediately on line as recognized by OCR. As it is under wiki, the text can be cleaned afterwards. This can be done on PI@ntuse, or on Wikisource. Examples are :

- Dioscorides, 1st century. *Materia Medica* (in Greek)
- Eugène Rolland, 1896-1914. *Flore populaire* (11 volumes).
- Vilmorin-Andrieux, 1904. *Les plantes potagères*.
- Vilmorin-Andrieux, 1880 and 1909. *Les meilleurs blés*.
- Cazin, 1868. *Traité des plantes médicinales*.
- Alphonse de Candolle, 1882. *Origine des plantes cultivées*.
- Suzanne Lafage, 2002. *Lexique français de Côte d'Ivoire*.
- Le Floc'h, 1983. *Ethnobotanique tunisienne*.
- Sturtevant, 1919. *Notes on edible plants*.
- Targioni-Tozzetti, Antonio, 1853. *Cenni storici*.



Plant names

Popular plant names play a key role for the identification of useful plants. In contrast with books, extensive lists can be put on line, whether they are original ones, or as indexes extracted from books.

Names can be organized in different ways. A dictionary of names of plants cultivated in Europe already has 158 pages, and an etymological dictionary of plant names is in construction. Etymology is a commonly asked question, and it may help building the history of a particular plant.

Special pages can also be created to disentangle the problem of names which have been applied in history to several plants, which were used as substitutes or shared their names due to common properties or analogies.

Conclusion

The diversity of uses and approaches, and the huge number of plants and languages, make the task quite daunting. Wikipedia has proved that with time and many collaborators, we may reach good results (there are more than 4 million pages on the English Wikipedia). Pl@ntUse is a tool offered to the community of scientists, technicians and plant lovers ; it will develop only if more and more people come and collaborate.

Acknowledgements

Pl@ntUse is a case study of Pl@ntNet, a program managed by the mixt unit UMR-AMAP (CIRAD, INRA, IRD, CNRS, University Montpellier), INRIA and Tela Botanica, with the support of Agropolis-Foundation.

References

<http://uses.plantnet-project.org/en/>



**Présentation
de Patricia
Guzmán,
Université
de Rennes I
– Université
Externado
de Colombia,
France et
Colombie**

Semences indigènes et biodiversité. Enjeux pour la formulation d'une régulation juridique appropriée

Auteur

Patricia Guzmán Aguilera

Résumé

Les semences sont essentielles pour l'humanité car elles sont la première étape dans la production d'aliments ce qui peut garantir la sécurité alimentaire d'un territoire. Quand elles ont été améliorées grâce à l'intervention des paysans, en tenant compte des conditions locales particulières, ces semences indigènes, natives et créoles représentent la valeur culturelle des traditions, connaissances et savoir-faire local sur l'utilisation de la biodiversité, sont une innovation constante dans la culture des plantes avec un impact positive pour la sécurité alimentaire et la santé des communautés.

Les semences sont au cœur de nombreux enjeux sociaux, économiques, culturels et juridiques de sorte que le choix du modèle de réglementation juridique pour la protection de la production et de l'échange est crucial. Toutefois, la réglementation internationale des semences ne tient pas compte des différences du pluralisme des modèles agricoles existantes.

Ainsi, les dispositions générales des lois (et leur réglementation) ne sont pas nécessairement ajustés aux particularités des différents modèles agricoles et les questions transversales des différentes politiques publiques dans le même territoire peuvent être contradictoires.

C'est le cas pour les semences indigènes qui cumulent des questions d'interaction entre la protection de la biodiversité, la sécurité alimentaire et la reconnaissance des communautés et de leur savoir. La préservation de ces semences natives permet de lutter contre la perte de biodiversité, mais la tendance à la standardisation des produits agricoles entraîne la diminution de la disponibilité de variétés.

Par conséquent, la perte des savoirs locaux et de la biodiversité qui leur est associée, constitue une menace permanente à la durabilité des territoires et des communautés qui y vivent, ce qui suggère le besoin d'identifier des stratégies d'adaptation, pour le développement d'innovations et de technologies pour la gestion et la production de semences indigènes validées par les producteurs.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Les communautés ont élaboré des stratégies pour la sélection, la production, le stockage et l'échange de semences indigènes et autochtones qui pourraient être validés par les systèmes juridiques par leur reconnaissance et permettant l'acceptation d'un modèle qui favorise la production d'aliments sains, le maintien des sols propres, la sécurité et la souveraineté alimentaire, l'adaptation au changement climatique, l'érosion de la biodiversité et la résilience des communautés.

Dans ce contexte, où les semences paysannes et indigènes semblent donner une contribution positive contre l'érosion de la biodiversité, les questions transversales de ce travail apportent à l'élaboration d'une réglementation juridique appropriée sur les semences natives et indigènes.

Abstract

Seeds are fundamental for human kind: they represent the basis in food production that may warrant the nourishment security of a country.

Current International regulation focuses only in industrial seeds, which have been improved to adjust on to standardized models of food production.

But, when seeds have improved their conditions due to the intervention of farmers, taking into account local specific circumstances, these seeds represent the cultural value of local knowledge traditions and the know how to in biodiversity usage; it is a constant innovation in plants farming, with a positive impact on nourishment security and health for involved communities. There is no international protection for these types of seeds.

Seeds constitute the nucleus for a variety of social, economic, cultural and legal affairs, because of that, the decision to implement a legal regulation model that protects its production and interchange is crucial. Nevertheless, international regulation on seeds ignores the differences in the plurality of agricultural existing models.

In that order, the loss of local knowledge and biodiversity associated to it, represents a constant threat for the sustainability of the territories and the communities that live there, this situation suggests the need to identify adaptation strategies for the development of innovation and technologies for the administration and production of native seeds, approved by the producers.

Communities have developed strategies for selection, production, storage and interchange of native seeds that could ideally be validated by legal systems, giving recognition to traditional knowledge that involve and allow the acceptance of a new model that embraces the production of healthy food, the maintenance of clean soils, both security and sovereignty nourishment, adaptation to climate change, prevents the loss of biodiversity and allows resilience from the communities.

Introduction

Les semences sont essentielles pour l'humanité car elles sont la première étape dans la production d'aliments ce qui peut garantir la sécurité alimentaire d'un territoire. Ainsi, les semences sont au cœur de multiples enjeux socio-économiques, culturels et juridiques et le choix du modèle de régulation juridique pour la protection de leur production et échange est déterminant.

Les semences indigènes, natives ou créoles, améliorées grâce à l'intervention des paysans, en tenant compte des conditions locales particulières représentent la valeur culturelle des traditions, connaissances et savoir-faire local. Elles sont importantes pour la biodiversité et peuvent contribuer à la diversité du capital génétique, à la préservation des savoirs traditionnels et au développement de synergies écosystémiques.

Les semences indigènes, natives ou créoles, améliorées grâce à l'intervention des paysans, en tenant compte des conditions locales particulières représentent la valeur culturelle des traditions, connaissances et savoir-faire local.
.....

Ces semences que les agriculteurs ont sélectionnées et multipliées à la ferme, génération après génération en facilitant ainsi leur adaptation locale aux évolutions climatiques ainsi qu'à la diversité des territoires, des sols, des pratiques culturelles et des usages traditionnels représentent une innovation constante et importante pour leur impact positif sur la sécurité alimentaire et sur la santé des communautés.

Cependant, le modèle international de régulation juridique sur les semences a été conçu sur la base d'un système de propriété intellectuelle *sui generis* qu'encourage à créer des nouvelles variétés de plantes, ainsi, l'application est limitée aux semences industrielles.

La reconnaissance de protection à un seul des systèmes agricoles a un impact négatif dans le respect des autres systèmes de production, conservation, échange et commercialisation de semences.

Agriculture industrielle et modèle de protection

La préservation des variétés de semences permet de lutter contre la perte de biodiversité, mais la tendance à la standardisation des produits agricoles entraîne la diminution de la disponibilité de variétés indigènes.

La révolution verte et son intérêt industriel par la maximisation du rendement par unité de superficie, l'élimination de cultures multiples et l'utilisation de produits agrochimiques a influencé une réponse juridique construite prioritairement dans le contexte du marché économique convoité que le sujet représente. Ainsi, le développement d'un modèle juridique de propriété intellectuelle *sui generis* protège l'amélioration des plantes, dans un système qu'encourage à créer des nouvelles variétés de plantes.

En tenant compte que la sélection végétale est un processus long et coûteux, et que les variétés végétales peuvent être reproduites facile et rapidement, le système de l'Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV) donne la protection aux obtenteurs pour récupérer leur investissement.

Ainsi, face aux conditions de nouveauté, distinction, unité et stabilité d'une variété, il est possible d'octroyer la protection.



Semences natives / indigènes et créoles. Quelle protection ?

Pour sa part, les communautés traditionnelles, grâce à leurs connaissances de l'environnement spécifique et à l'application des innovations et techniques de gestion locale par les agriculteurs, ont permis la conservation des semences paysannes natives, indigènes ou créoles, qui ont des bonnes possibilités de s'adapter à des conditions météorologiques extrêmes, des ravageurs, ou des maladies. Privilégier les espèces indigènes (et le maintien de leurs semences) favorise la conservation « in situ » de la biodiversité (Bazile, 2010).

La régulation internationale sur les semences ne tient pas compte des différences du pluralisme des modèles agricoles (Anvar, 2008). Actuellement, l'agriculture offre un éventail de nuances entre l'autoproduction paysanne et l'agrobusiness dont le choix de la régulation est déterminant.

La politique publique qui touche la question agricole est assez souvent fragmentée selon le modèle de développement choisi: agro-industrie et agrobusiness pour participer dans les marchés mondiaux ou comme un outil de lutte contre la pauvreté et la sécurité alimentaire pour le marché interne.

Néanmoins, les dispositions générales de la loi (et sa réglementation) ne sont pas nécessairement ajustés aux particularités des différents modèles agricoles et les questions transversales des différentes politiques publiques dans le même territoire peuvent être contradictoires.

C'est le cas pour les semences indigènes qui cumulent des questions d'interaction entre la protection de la biodiversité, la sécurité alimentaire, la résilience des communautés, la souveraineté alimentaire, le changement climatique, la protection de sols et la reconnaissance des communautés et de leur savoir.

La perte des savoirs locaux et de la biodiversité qui leur est associée, constitue une menace permanente à la durabilité des territoires et des communautés qui y vivent, ce qui suggère le besoin d'identifier des stratégies...

.....

L'ampleur du défi : propositions

Face aux enjeux économiques, environnementaux, sociaux et culturels du sujet de protection de semences indigènes, la réponse juridique existante est inadaptée.

Tout le système traditionnel de production, échange,... n'est protégé que pour les usages, ce que le fragilise face au modèle industriel qui s'impose avec des lois et un système de protection fort.

La perte des savoirs locaux et de la biodiversité qui leur est associée, constitue une menace permanente à la durabilité des territoires et des communautés qui y vivent, ce qui suggère le besoin d'identifier des stratégies d'adaptation, pour le développement d'innovations et de technologies pour la gestion et la production de semences paysannes validées par les producteurs.

Au delà de la proposition des lois spécifiques pour les semences indigènes, la reconnaissance de l'apport que les communautés traditionnelles devrait passer pour :

- Le respect des systèmes agricoles traditionnels,
- La protection aux territoires libres de cultures transgéniques,
- La valorisation des Systèmes Participatifs des garanties (SPGs)

- La reconnaissance des Maisons de Semences et
- La création des marchés de semences indigènes et créoles.
- La sélection et la multiplication des semences paysannes, pratiques communes de l'agriculture traditionnelle, permettent le renforcement de la sécurité alimentaire et favorisent la conservation « in situ » de la biodiversité dans la perspective du respect, préservation et maintien des connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones selon le cadre de la Convention de la Diversité Biologique.

Ceci est particulièrement important dans les territoires de haute valeur environnementale et culturelle, qui conservent toujours leurs connaissances traditionnelles et qui, encore dans des contextes de pauvreté, offrent la possibilité de préserver la biodiversité en l'utilisant.

Dans le cadre de la Convention de Diversité Biologique, le Protocole de Nagoya est aussi important car les dispositions sur l'utilisation de connaissances traditionnelles associées aux ressources génétiques peuvent appuyer le rôle des paysans dans la conservation de semences (Díaz et al., 2009).

Cependant, le modèle mondial en vigueur pour la protection de semences, édifié autour des critères de productivité agronomique de grande échelle, ne tient pas compte des particularités de production, échange et commercialisation des semences paysannes ni du modèle de l'agriculture paysanne, laissant un vide réglementaire face au besoin de protection intégrée et menaçant la possibilité du maintien du système paysan.

Ainsi, bien que l'agriculture soit toujours évoquée entre les causes de la perte de biodiversité, nous sommes en face d'un autre type d'agriculture qui produit aussi externalités, mais positives, que ne sont pas valorisées par manque de structure légale et institutionnelle.

Dans ce contexte thématique et géographique, où les semences paysannes et natives semblent donner une contribution positive contre l'érosion de la biodiversité (Durand et al., 2013), les questions transversales sur la valorisation de la biodiversité et le sujet de semences sont pertinentes.

Remerciements

Nos plus sincères remerciements vont aux membres des réseaux des semences indigènes en Colombie et au projet RESEMINA (SWISSAID Bureau Bogota et Corporacion Biocomercio Sostenible, avec l'appui de la Fondation d'Entreprise Hermès).

Références bibliographiques

- Anvar, S. L. (2008). *Semences et Droit L'emprise d'un modèle économique dominant sur une réglementation sectorielle* (Doctoral dissertation, Université Panthéon-Sorbonne-Paris I).
- Aubertin, C., & Filoche, G. (2011). Le Protocole de Nagoya Sur L'utilisation Des Ressources Génétiques : Un Jeu À Somme Nulle Entre Nord et Sud ?. *Mouvements*.
- Bazile D., Hatouna C. & Enrique M. (2010). Droits Des Agriculteurs Sur Leurs Semences: Le Long Chemin Entre La Conservation in et Ex Situ. *Grain de Sel, Les Semences: Intraint Stratégique Pour Les Agriculteurs*.
- Vallejo Trujillo, F., Nemogá Soto, G. R., & Rojas Díaz, D. A. (2009). Guía práctica para el acceso a los recursos biológicos, los recursos genéticos y/o sus productos derivados, y el componente intangible.
- Durand, L., Cipièrre, M., Carpentier, A. S., & Baudry, J. (2013). *Concilier agricultures et gestion de la biodiversité: Dynamiques sociales, écologiques et politiques*. Editions Quae.

Theme

1

Botanists facing challenges of the 21st century

Les botanistes face aux enjeux économiques du 21^e siècle

Summary by the Chairperson *Résumé par le Président* Peter Wyse Jackson

Following the presentations, questions and discussion on the theme took place which sought to highlight answers to the following questions: What steps do we need to take to ensure that the world's essential plant genetic resources are safeguarded; What roles can botanists and their knowledge base play in ensuring that we address the current economic challenges worldwide – poverty, famine, habitat loss, unsustainable use of environmental resources, climate change, agricultural development, etc.; What knowledge about plants needs to be available and generated to support addressing these economic and social challenges; What steps can botanists take to ensure that world's governments recognize the imperative of safeguarding plants as our most important renewable natural resource; What should be our future priorities related to botany in addressing the economic challenges:

- › ecological restoration and habitat management
- › conserving knowledge including traditional knowledge
- › species recovery, managing invasives, pests & diseases

The following key points were made in the discussion:

- › The need to raise the profile of botany as a worthwhile career and to build and sustain institutions, and the capacity of individuals, was highlighted;
- › The importance of establishing the knowledge baseline and building on capacity to help shape policy and practice;
- › Integrating science-based conservation into national and international sustainable development agendas must be a priority;
- › Botanists must be active in helping to mainstream plant conservation into national economic development plans and strategies;
- › There is a need to recognise that conservation is a fundamental concern of the 21st century botanist
- › Applying botanical science to solve “real world” problems is a challenge that may suggest future priorities for the botanical community;
- › The importance of botanists being effective advocates for plants and their importance and role in life and economies;

From the presentations discussion on this theme, the Chairperson summarized a series of take key home messages:

1. The need to build, organize and make available the knowledge base on plants of economic importance. Knowledge about plants comes from a variety of sources, such as the science community and local communities (traditional knowledge);
2. The need to organize our approach and apply our knowledge to support real solutions in achieving sustainable use of plants and their habitats;
3. Limited resources available for plant conservation make priority setting essential but there is a need to grow better support for science-based application of biodiversity conservation in addressing economic issues impacting on plants and in addressing the economic issues that are impacted by plants;
4. Botanical knowledge and botanists' experience are essential in broad fields of economic endeavor – agronomy, agriculture, forestry, health, therefore making or strengthening linkages with other sectors must be a priority;
5. Integration between conservation and sustainable agriculture and forestry is essential, especially in relation to crop wild relatives, whose conservation is a particular responsibility for the botanical community.

The Chairperson pointed out that the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) of the Convention on Biological Diversity (CBD) provides a valuable 'manifesto' for the 21st century botanist and that we must renew efforts to achieve its objectives and targets by 2020.





© Bernard Riera

Theme

2

Botanists and the environmental challenges of the 21st century: what knowledge is needed to better understand and mitigate the effect of climate change, the destruction of environments, the extinction of species and rapid and uncontrolled urbanisation?

.....

Les botanistes face aux enjeux environnementaux du 21^e siècle : quels sont les savoirs nécessaires à une meilleure compréhension et atténuation des effets des changements climatiques, de la dégradation environnementale, de l'extinction d'espèces et de l'urbanisation rapide et incontrôlée ?

.....



Theme

2

Botanists and the environmental challenges of the 21st century

Les botanistes face aux enjeux environnementaux du 21^e siècle

Chairpersons



© F-G Grandin MNHN

Jean Patrick Leduc, Muséum National d'Histoire Naturelle (MHN), Paris, France



© UNESCO/Pilar Chiang-Joo

Elisabeth Dodinet, Vice-President Société Botanique de France, Paris, France

Presenters

Gabrielle Martin, *Vigiflore, observatoire de sciences participative de la flore commune pour un suivi national des plantes à fleurs*

Serge Muller, *Intérêts des herbiers pour la connaissance des modifications macroécologiques et environnementales des territoires*

Valéry Gond, *De l'arbre au satellite : comment cartographier la diversité des forêts tropicales d'Afrique Centrale ?*

Sara Oldfield, *Progressing plant conservation through policy, practice and participation*

Fanch Le Hir, *Développement d'outils pour la conservation et la valorisation de la flore malgache : exemples de partenariats entre le Conservatoire botanique national de Brest et des acteurs malgaches des régions Diana et Analanjirofo*

Thomas le Bourgeois, *TI&C et science citoyenne contre les plantes envahissantes dans le Parc national Kruger, Afrique du Sud*

Gederts Ievinsh, *Bringing physiology back to botany: plant physiological adaptations as a crucial link between genotype and environment*





Key note
presentation by
Sara Oldfield,
Botanic
Gardens
Conservation
International

Progressing plant conservation through policy, practice and participation

Auteurs

Sara Oldfield and Suzanne Sharrock

The world's wild plant species are of immense importance in the provision of ecosystem goods and services. The full extent and values of plant diversity are not yet fully understood but, nevertheless, it is clear that plant diversity is under threat worldwide and increasing numbers of plant species face extinction. This paper reviews the state of knowledge of plant diversity and global progress in plant conservation in relation to policy and related conservation practice.

International biodiversity policy has developed significantly over the past 40 years with Multilateral Environment Agreements covering a range of plant conservation issues. This has been in parallel with the increasing recognition of the threats to wild plants and their conservation needs. Two Conventions of particular relevance to the conservation of wild plant diversity at the species level are the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) which came into force in 1976 and the Convention on Biological Diversity (CBD) which came into force in 1993. The overall aim of CITES, which has 178 Parties, is the protection of species against over exploitation caused by international trade. The CBD, with 194 Parties, has a broader remit aiming to conserve biological diversity; ensure sustainable use of the components of biodiversity and ensure the fair and equitable sharing of benefits arising from the use of genetic resources.

The CBD and CITES provide a broad policy and legislative framework for plant conservation with considerable complementarity between the two. National governments have the primary responsibility for implementation of the Agreements and for ensuring wide stakeholder participation. In general the conservation of plant species has been accorded relatively low priority both at the political and popular level. The Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) agreed under the framework of the CBD, was designed in part to address this lack of priority and support. The Strategy was adopted unanimously by the Parties to the Convention in 2002. Parties agreed to 16 output-oriented targets for the GSPC representing the first internationally agreed targets for biodiversity conservation. In 2010, updated GSPC targets for 2020 were adopted responding to increased

awareness of the impacts of climate change on plant diversity. It was acknowledged that implementation of the Strategy should be considered within the broader framework of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 with its 20 Aichi Targets also adopted in 2010.

The vision of the GSPC states: *Without plants, there is no life. The functioning of the planet, and our survival, depends on plants. The Strategy seeks to halt the continuing loss of plant diversity.* The GSPC has five broad objectives:

- Understanding and documenting plant diversity
- Conserving plant diversity
- Using plant diversity sustainably
- Promoting education & awareness about plant diversity
- Capacity building for plant diversity

Since 2002, the GSPC has served as a rallying call for botanists worldwide. The Strategy has, for example, been widely embraced by the botanic garden community (Williams and Sharrock, 2010). At the request of the CBD Secretariat, a mid-term review of the GSPC has recently been undertaken by Botanic Gardens Conservation International (BGCI). The Review focussed mainly on actions taken between 2011-2013 as reported in 5th National Reports prepared by Parties to the CBD, information from National Biodiversity Strategy and Action Plans (NBSAPs), the findings of national and regional stakeholder workshops, and information from members of the Global Partnership for Plant Conservation (GPPC). A report of the review was launched at the 12th Conference of the Parties to the CBD held in South Korea in October 2014 (Sharrock et al., 2014). The report also presents information on the fundamental importance of plants for the provision of ecosystem services and for livelihoods as a reminder of why conservation efforts are so important.

Understanding and documenting plant diversity

Plant conservation policy and practice relies on sound information. The first of the five GSPC objectives listed above is vitally important to provide a baseline for conservation action both for the CBD and more broadly. Implementation of GSPC Target 1 resulted in the production of *The Plant List* responding to the initial target of a working list of all known plant species by 2010. *The Plant List* now includes over a million scientific plant names of species rank (www.theplantlist.org). Of these 350,699 are accepted species names. It is estimated that the total number of plant species is around 400,000. Building on collaborative international efforts to compile the *The Plant List*, GSPC Target 1 now calls for a *World Flora Online*. Preparation of this will complete the task of documenting plant species, provide descriptions and taxonomic relationships together with geographical distributions.

GSPC Target 2 calls for *an assessment of the conservation status of all known plant species, as far as possible, to guide conservation action.* The GSPC mid-term review indicates that progress in assessing the conservation status of plant species at a global level has been slow. By the end of 2013, only 6% of plant species had been assessed at the global level for the IUCN Red List of Threatened Species™. The IUCN Red List is generally recognized as the most comprehensive and objective tool for evaluating the extinction risk of species in all taxonomic groups. It forms the scientific basis for a number of the CBD indicators for monitoring progress towards the achievement of the GSPC and Aichi Targets. Unfortunately as noted by Vié et al, (2009) the number of plant assessments on the Red List has increased very slowly compared to those for animals.

As an interim measure to support the achievement of GSPC Target 2, Royal Botanic Gardens, Kew (RBG, Kew) is compiling a list of plant conservation assessments from various existing datasets, including the

IUCN Red List but also including assessments made on a national (or regional) level, assessments made without the full IUCN documentation requirements and those using other systems. The interim list of plant assessments currently includes around 59,000 unique plant assessments representing approximately 16% of all plants. Of these, 42% plants assessed are categorised as threatened with extinction.

At a national level there has been good progress in red listing and it has been shown that plants have been more comprehensively assessed by national agencies than any other group of taxa (Zamin et al., 2010). Currently 96 countries have a national plant red list. National red listing has been particularly impressive in some of the countries which are rich in biodiversity. In 2009, for example, South Africa completed a comprehensive IUCN Red List assessment of the country's flora with over 20,000 indigenous plant taxa and 65% endemism (Source: <http://redlist.sanbi.org>). Subsequently South African botanists provided support for plant red listing in Brazil which resulted in a major publication in 2013 (Martinelli and Moraes, 2013) and the collaboration extended to include Colombia in the same year.

Information on the status of plant species in the wild is essential for prioritising action. Another component of this task is to prioritise areas which are important for protection because of exceptional plant richness, presence of endangered species and/or vegetation of high botanical value. GSPC Target 5 calls for *the protection of at least 75% of the most important areas for plant diversity within each ecological region*. Identification of important plant areas has been undertaken in a wide range of countries and also through regional collaboration, for example, in the Mediterranean and Middle East. Provision of this type of information should help identify gaps in protected area coverage and pave the way for closer collaboration with protected area managers and other land use authorities in the conservation of plant diversity.

Conserving plant diversity

The second objective of the GSPC, conserving plant diversity, has targets for both *in situ* and *ex situ* conservation of threatened plant species – GSPC Targets 7 and 8 respectively. Target 7 has proved difficult to measure at a global level because of the lack of threatened species information and also lack of baseline data on plant species included within protected areas. There is a need for botanists and botanical institutions to work more closely with protected areas in undertaking inventories and monitoring the status of plants in the wild.

GSPC Target 8 calls for *At least 75% of threatened plant species in ex situ collections, preferably in the country of origin, and at least 20% available for recovery and restoration programmes*. Botanic gardens have been the main institutions implementing this target which is core to their work. Monitoring progress on Target 8 has been relatively straightforward as botanic gardens by their nature maintain records of plants in their collections. BGCI collates information on plants in botanic garden collections worldwide in the online PlantSearch database. This currently holds over 1.2 million plant records provided by over 1000 botanic gardens, the records relating to around 170,000 species. An analysis undertaken in 2014 identified 29% of globally threatened species as included in the IUCN 2013 Red List recorded as present in living collections or seed banks.

Increasingly the value of seed banks in conserving endangered species is being recognised allowing sufficient intra-specific genetic diversity to be maintained at relatively low cost and with limited space requirements. The Millennium Seed Bank Partnership (MSBP) of the RBG, Kew has played a leading role in promoting and developing global capacity for seed banking in response to the GSPC. By 2014,

At a national level there has been good progress in red listing and it has been shown that plants have been more comprehensively assessed by national agencies than any other group of taxa (Zamin et al., 2010).

the Millennium Seed Bank maintained by Kew held seed of over 35,000 taxa of which over 10% are threatened. Working with partners in over 80 countries, the MSBP aims to conserve 25% of the world's orthodox seed-bearing species by 2020 enabling the use of seed collection for adaptation and resilience in agriculture, forestry, horticulture and habitat restoration. To help scale up seed banking the MSBP is working jointly with BGCI on a Global Seed Conservation Challenge. This will encourage more botanic gardens to work outside the garden walls to collect and save seeds from their local area and will provide technical support and capacity building.

At a time of rapid global change and concerns about food security it is extremely important to ensure that crop wild relatives are effectively conserved both in the wild and in *ex situ* collections. The Global Crop Diversity Trust (GCDT) and the MSBP are working together on the 'Adapting Agriculture to Climate Change' project (2011-2020), funded by the Government of Norway. The aim of this project is to secure *ex situ* collections in all primary and secondary genepool members of 29 of the world's major crops, including wheat, rice and potatoes, and to make this material available to plant breeders. Similar efforts are needed for medicinal plants that are under threat in the wild along with other plants of socioeconomic importance.

The general goal of *ex situ* conservation is to support the conservation of plant diversity in the wild ensuring the continued provision of ecosystem goods and services. Botanic gardens are increasingly looking at ways to make their documented plant material available for species reintroduction and ecological restoration programmes. To share best practice, improve restoration science, and scale up action, the Ecological Restoration Alliance of botanic gardens was established in 2012 (Aronson, 2014). The work of the Alliance aims to support GSPC Target 8 and other GSPC targets by collectively restoring 100 degraded sites. Involving local people is recognised as being essential to guarantee success.

Using plant diversity sustainably

Many plant species are harvested from the wild for direct use and trade. Unsustainable use is recognised as one of the major threats to global biodiversity. The third objective of the GSPC, using plant diversity sustainably aims to ensure that plant use and livelihoods are complimentary and sustained. International initiatives supporting the implementation of this objective include sustainable forest certification schemes and FairWild certification for the collection of medicinal and aromatic plants. Implementation of this objective also provides linkages with the work of CITES. GSPC Target 11 directly links the work of the two Conventions. This target calls for *No species of wild flora endangered by international trade* which is recognized as the core business of CITES with regard to plants.

Synergies between the work of CITES and the GSPC extend more broadly than the sustainable use and trade targets of the GSPC as recognised since 2003 (Kiehn and Benítez-Díaz, 2013). Building on earlier Resolutions and Decisions, a Resolution on Cooperation with the GSPC was adopted by the CITES COP in 2013 (<http://www.cites.org/eng/res/16/16-05.php>). This called for enhanced collaboration at international and national level, the promotion of awareness of CITES activities that contribute to the achievement of the GSPC targets and streamlined reporting. Relevant CITES processes that can contribute to GSPC implementation include measures taken to amend the CITES Appendices for plants, action relating to species of concern because of high volumes of international trade and the formulation of so called Non-detriment Findings (NDFs).

A fundamental requirement of CITES is that for international trade in wild plants, subject to the controls of the Convention, to be authorised an NDF is required to determine that the trade is not harmful to the survival of the species in the wild. Significant progress has been made in developing guidelines for plant

NDFs. The methodology is now being applied more widely as a basis for determining sustainable levels of plant harvest for example in relation to FairWild certification.

Promoting education and awareness about plant diversity

There are good indications that the need for biodiversity conservation in general is widely supported. The World Wide Views on Biodiversity global consultation, for example, carried out in 2012 indicated that there is strong public support for expanding international regulation of biodiversity and the extent to which burdens and benefits are shared (<http://biodiversity.wwviews.org/>). Plants are, however, often under-represented in the biodiversity conservation debate and neglected in efforts to engage the public in environmental action. The mid-term review of the GSPC recognises that plant conservation targets will only be achieved if changes are made at all levels of society, from policy makers through to the general public. For this reason, communication, education and public awareness programmes are considered essential to support implementation of the GSPC.

Globally, increasing urbanization is contributing to a growing disconnect between people and nature, a trend that is especially notable amongst the young. The world's botanic gardens, which together receive an estimated 250 million visitors per year, are well-placed to provide information on plant diversity. Botanic gardens have a centuries old tradition of formal and informal education, many focusing specifically on educating children. Increasingly botanic gardens are looking at ways to grow their social role, working with local communities on common issues of social and environmental importance, for the enduring benefit of those communities, the gardens themselves, and in support of a sustainable future (Vergou and Willison, in press).

Capacity building for plant diversity

The mid-term review of the GSPC recognises that the broad scope of the Strategy requires considerable capacity building across a range of disciplines. Currently botanical capacity remains concentrated outside areas of high biodiversity. This is shown for example by the global distribution of botanic gardens with high numbers in North America and Europe and relatively few in South America and African countries.

Although strengthened botanical capacity is needed, there is currently a general decline in funding for botanical research and conservation and a decline in technical capacity even in wealthy countries. In the US, for example, plant conservation receives less than 4% of the federal and state funding for work on nationally endangered species and declining botanical capacity is of concern (Havens et al, 2014). In Russia, Smirnov and Mergelov, 2013 note that most botanic gardens suffered a reduction of income of around 80% during the decade 1990-2000 as reflected in low staff salaries, deterioration in the physical condition of the gardens and their facilities, and very limited amounts of money available for research and related activities.

There are many challenges to building and retaining botanical capacity but also new opportunities as for example provided by participatory citizen science programmes and on-line education and training courses. The GSPC Toolkit (www.plants2020.net) provides a wide range of resources and case studies to support national and regional implementation of the GSPC. Available in six languages, users are encouraged to submit additional material to make the Toolkit as comprehensive and useful as possible and to keep the resources up-to-date.

Looking ahead

Significant efforts are needed to reach the full potential of the GSPC and the opportunities this provides for collaboration across sectors in conserving plant diversity. It is clear that existing partnerships and networks need to be strengthened and new alliances created. Collaboration between botanic gardens and protected areas will become increasingly important as the relationship between *in situ* and *ex situ* conservation become increasingly blurred in a rapidly changing world. Extending the partnerships between botanic gardens and Biosphere Reserves provides an exciting opportunity. The Global Partnership for Plant Conservation provides a broad framework for collaboration at an institutional level that could be used as a basis for strengthening collaborative projects on the ground. At a national level the GSPC has been successful in bringing together stakeholder groups in a number of countries and these models could be replicated elsewhere. Looking ahead stronger engagement is needed between the botanical community and sectors which have a major impact on the environment including the agricultural and forestry sectors and the extractive industries.

To make convincing arguments and provide consistent messages information needs to be collated on threatened plants to show the scale of the problem, highlight what is being lost and publicise successful plant conservation outcomes. Of fundamental importance are efforts to communicate the importance of plants to all sectors of society, increase participation in conservation and scale up action to prevent plant extinctions.

References

- Aronson, J. (2014). The Ecological Restoration Alliance of Botanic Gardens: A new initiative takes root. *Restor. Ecol.* 22(6), 713-715.
- Havens, K., Kramer, A.T. and Guerrant, E.O. Jr. (2014). Getting plant conservation right (or not): the case of the United States. *Int. J. Plant Sci.* 175(1), 3-10.
- Kiehn, M. and Benítez-Díaz, H. (2013). International trade in endangered plant species in the context of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora and the Global Strategy for Plant Conservation. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 99, 167-171.
- Martinelli, G. & Moraes, M.A. (2013). *Livro Vermelho da Flora do Brasil*. Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Sharrock, S., Oldfield, S. & Wilson, O. (2014). Plant Conservation Report 2014: *A review of progress in implementation of the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada and Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK. Technical Series No.81.
- Smirnov, I and Mergelov, N. (2013). Capacity building needs and opportunities for Russian botanic gardens. *BGJournal* 10(1), 28-30.
- Vergou, A. & Willison, J. (in press). Relating social inclusion and environmental issues in botanic gardens. *Environmental Education Research*.
- Williams, S. and Sharrock, S. (2010). Botanic gardens and their response to the Global Strategy for Plant Conservation. *BGJournal* 7(2), 3-7.
- Vié, J-C., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N. (2009). *Wildlife in a changing world: An analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Switzerland.
- Zamin, T.J., Baillie, J.E.M., Miller, R.M., Rodriguez, J.P., Ardid, A. and Collen, B. (2010). National Red Listing Beyond the 2010 Target. *Conserv. Biol.*, 24, 1012–1020.



Présentation
de Gabrielle
Martin,
Muséum
National
d'Histoire
Naturelle
(MHN), Paris,
France

Quels enjeux pour l'implication des botanistes bénévoles dans les suivis participatifs de biodiversité en France ?

Auteurs

Gabrielle Martin, Emmanuelle Porcher et Nathalie Machon

Résumé

Les suivis d'espèces communes, notamment de la flore, ont joué un rôle central dans la compréhension du phénomène d'homogénéisation biotique, des effets des changements climatiques, de la dégradation de l'environnement et de l'urbanisation sur la composition et le fonctionnement des communautés végétales. En France, 72 % des suivis de biodiversité sont réalisés par des bénévoles et les programmes de sciences participatives semblent constituer un outil prometteur pour réaliser ces suivis d'espèces à larges échelles spatiale et temporelle.

L'observatoire de sciences participatives Vigie-flore propose aux botanistes volontaires de réaliser le suivi des plantes à fleurs de France dans le but de déterminer les facteurs environnementaux et humains qui influencent l'abondance des plantes et la composition des communautés végétales, et d'en évaluer l'homogénéisation biotique. Depuis 2009, 238 observateurs botanistes envoient chaque année des données d'inventaires floristiques sur 482 mailles de 1 km² en France. Les premières analyses semblent démontrer que l'homogénéisation biotique au sein des communautés de plantes est très différente d'un type d'habitat à un autre.

Malheureusement, la participation des botanistes français reste encore insuffisante pour permettre d'identifier des tendances fiables des changements de la flore à larges échelles spatiale et temporelle. Pourtant, la participation du citoyen à ces projets nationaux est indispensable à la fois pour suivre l'état de la biodiversité, pour élaborer des indicateurs de biodiversité associés aux espèces communes, pour construire des scénarios afin de simuler la dynamique des socio-écosystèmes et pour permettre la mise en place de mesures de gestion des environnements plus pertinentes et plus durables. Cette collaboration entre société civile et recherche peut produire un bénéfice éducatif pour l'observateur, mais aussi un intérêt scientifique certain pour les chercheurs en constituant l'opportunité d'accéder à un grand nombre de données. En définitive, les indicateurs

de biodiversité, outil de communication et d'analyse entre différentes disciplines, outil de réflexion et de concertation pour les décideurs, les gestionnaires et l'ensemble des acteurs de la biodiversité, soulignent le rôle clé de la participation bénévole aux suivis de biodiversité dans le dialogue entre science et gestion des écosystèmes.

Abstract

Impacts of global change on the composition and functioning of plant communities have been understood thanks to common flora monitoring. In France, 72% of biodiversity monitoring programs are performed by volunteers, and citizen science programs are a promising tool to monitor common species at broad spatial and temporal scales.

The citizen science program Vigie-flore relies on volunteer botanists to monitor flowering plant communities in France in order to assess the environmental and human factors influencing plant community composition and abundance, as well as the extent of biotic homogenization. Since 2009, 238 volunteer botanists have collected floristic monitoring data based on 482 1 km² squares in France. Preliminary analyzes show that biotic homogenization in plant communities is different between habitat types. Communities from anthropogenic habitats such as agricultural areas suffer from random loss of species. As a consequence, these communities show a tendency to become different from each other.

Unfortunately, the participation of French botanists is still insufficient to identify reliable spatial or temporal trends of changes in plant communities. However, citizen involvement in these national projects is essential to track biodiversity trends, to develop biodiversity indicators associated with common species, to build scenarios for the dynamics of socio-ecosystems and to design more relevant and more sustainable environmental management measures. Ideally, this collaboration between civil society and research should give access to huge amounts of data for the scientific community, while providing educational or other benefits to the observers. Ultimately, biodiversity indicators could represent communication and analysis tools between various disciplines, and help policy-makers, managers and all biodiversity stakeholders. Participatory biodiversity monitoring would thus play a key role in the dialogue between science and ecosystem management.



Introduction

L'altération des écosystèmes par les activités humaines et la dispersion favorisée des espèces exotiques influencent et bouleversent la distribution des espèces (Clavel, 2011) et le fonctionnement des écosystèmes. Pour comprendre ces phénomènes et leurs impacts sur la biodiversité et son fonctionnement, il est nécessaire de mettre en place des suivis de la biodiversité à large échelle. Malheureusement, les forces vives de la recherche, notamment en France, ne sont pas suffisantes pour assurer seules de tels suivis. Elles doivent donc se tourner vers leurs concitoyens et mobiliser leurs compétences pour atteindre leurs objectifs...

Les sciences participatives sont définies comme l'implication de citoyen dans la recherche (Dickinson et al., 2010). Dans les sciences de la nature, ces projets de recherche scientifique s'appuient sur des réseaux d'observateurs volontaires, de taxons ou de phénomènes écologiques, coordonnés par des équipes de recherche. Ils ont pour objectif de détecter les changements dans la composition des communautés biotiques, liés aux activités humaines, aux changements passés (comparaisons spatiales) et aux changements actuels (comparaisons temporelles).

Une des réponses aux changements globaux est le phénomène d'homogénéisation biotique, phénomène selon lequel, sous l'action de certaines modifications écologiques, les milieux tendent à partager les mêmes espèces. C'est un processus susceptible de modeler les communautés naturelles actuelles, et il est important d'en estimer l'ampleur et de rechercher les mécanismes responsables. On parle plus précisément d'homogénéisation taxonomique des communautés lorsque la similarité dans la composition des communautés augmente, due à l'invasion ou à l'augmentation d'abondance des quelques mêmes espèces. Les suivis d'espèces de plantes communes à grandes échelles, effectués notamment en Suisse et en Grande-Bretagne concernant la flore, ont joué un rôle central dans la compréhension du phénomène d'homogénéisation biotique, des effets des changements climatiques, de la dégradation de l'environnement et de l'urbanisation sur la composition et le fonctionnement des communautés végétales. Les travaux réalisés en Grande-Bretagne ont souligné notamment une augmentation de la similarité entre communautés végétales associée à la perte d'espèces spécialistes au profit d'espèces généralistes (Smart et al., 2006). Les travaux de Bühler et Roth (2011) ont montré de leur côté, une augmentation de la similarité entre communautés de prairies suisses liée à l'eutrophisation des milieux et l'augmentation des températures.

Pour réaliser ces suivis de plantes communes à larges échelles spatiale et temporelle, dans tous types d'habitats et dans des milieux plus ou moins anthropisés, il est nécessaire de collecter des données de qualité, en quantité, pour croiser différents facteurs dans les analyses. Les sciences participatives en biodiversité sont un outil pour répondre à ces besoins, donnant aux naturalistes l'occasion de mettre leurs compétences à disposition de la recherche, et permettant ainsi la récolte d'un grand nombre de données à larges échelles.

Vigie-flore est un programme de sciences participatives de Vigie-Nature, faisant appel aux botanistes volontaires pour réaliser le suivi des changements d'abondance des espèces végétales les plus communes de France. L'objectif de cet article est de présenter le programme Vigie-flore, ses objectifs et protocole, et les enjeux de la participation bénévole dans des suivis de biodiversité à larges échelles.

Une des réponses aux changements globaux est le phénomène d'homogénéisation biotique, phénomène selon lequel, sous l'action de certaines modifications écologiques, les milieux tendent à partager les mêmes espèces.

Matériels et méthodes

Créé en 2009, l'observatoire Vigie-flore est un programme de science participative dont la particularité est d'associer botanistes amateurs et professionnels aux chercheurs du Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation du MNHN et à l'association Tela Botanica. Ce programme propose aux botanistes volontaires de suivre les variations d'abondances des espèces végétales les plus communes en France dans le but de déterminer les facteurs environnementaux et humains qui influencent l'abondance des plantes et la composition des communautés végétales, et en particulier d'évaluer le phénomène d'homogénéisation biotique.

Protocole du programme

Pour participer au suivi des plantes à fleurs, un observateur bénévole choisit une maille, unité d'échantillonnage du programme Vigie-flore, soit un carré de 1 km de côté, où réaliser des relevés botaniques. Les mailles sont placées tous les 10 km en France continentale et en Corse, qui sont ainsi quadrillées de façon systématique et comportent 5 525 mailles. Une maille d'un kilomètre carré définit 8 placettes fixes (numérotées de A à H) de façon systématique par des coordonnées GPS. Une placette comprend 10 quadrats de 1 m de côté formant un rectangle de 5 m X 2 m. Ce système de quadrats permet d'apporter une information sur la fréquence des espèces recensées, estimée comme le nombre de relevés dans laquelle elle est observée (Turcati, 2011).

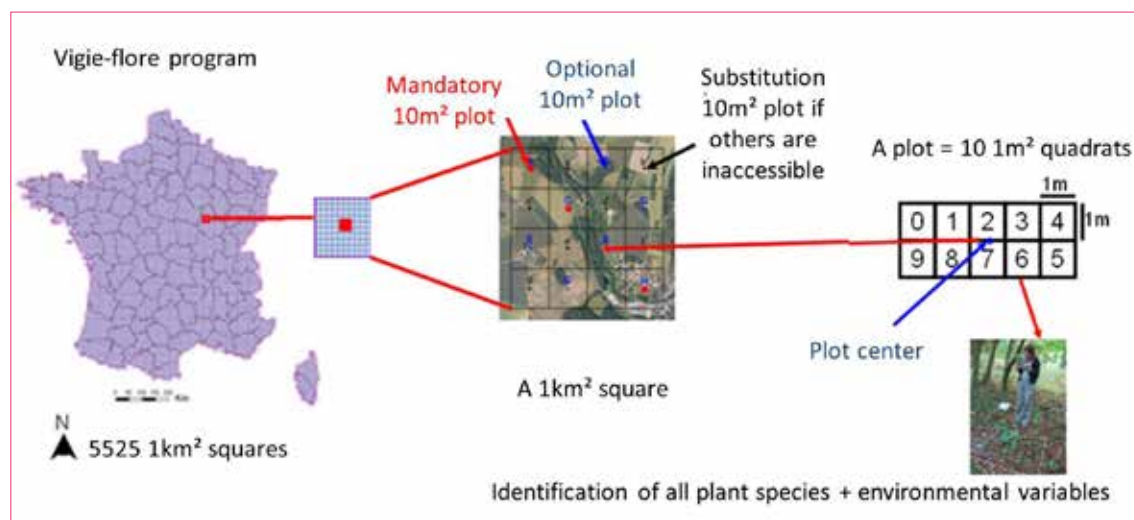


Figure 1. Schéma du protocole Vigie-flore

Les mailles sont échantillonnées une fois par an entre avril et août. Chaque année, les botanistes se rendent sur les placettes afin de réaliser l'inventaire des espèces végétales et renseigner des données environnementales telles que la pente, l'exposition, l'ombrage, le type de sol, les signes de dégradation éventuels et le type d'habitat à l'aide de la typologie CORINE biotopes (Bissardon et al., 2006). Cet échantillonnage systématique conditionne la représentativité des données collectées et la standardisation du protocole permet de réaliser des comparaisons spatiales et temporelles avec ces données floristiques. Les données de présence et d'abondance sont une mesure supplémentaire essentielle pour évaluer les changements d'abondance des espèces communes.



Bilan de la participation

Depuis 2009, 238 observateurs ont envoyé des données d'inventaires floristiques sur 482 mailles, soit 2629 placettes en France. Ceci équivaut à plus de 72 480 plantes identifiées par les observateurs bénévoles et saisies dans la base de données du programme, correspondant à 2240 espèces différentes, appartenant à 775 genres et 189 familles botaniques. En 2014, 218 mailles, soit 1215 placettes ont été inventoriées par 94 observateurs. Les dix espèces les plus communément échantillonnées par le protocole sont : *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Rubus fruticosus*, *Hedera helix*, *Convolvulus arvensis*, *Galium aparine*, *Trifolium repens*, *Polygonum aviculare* et *Cirsium arvense*. Chaque année, le nombre de placettes et de mailles échantillonnées augmente. Néanmoins, celui-ci reste encore insuffisant pour identifier des tendances fiables de changement de la flore à larges échelles spatiale et temporelle.

Enjeux de ces suivis participatifs

Contexte général

Les suivis extensifs de biodiversité ont un rôle majeur dans la recherche en science de la conservation : ils permettent à la fois de suivre l'état de la biodiversité, d'élaborer des indicateurs qui synthétisent et communiquent des informations sur la biodiversité et de construire des scénarios qui explorent les conséquences possibles des différentes politiques (Teyssèdre, 2007; Cooper et al., 2007; Couvet et al., 2008; Devictor et al., 2010; Couvet et al., 2011). La participation du citoyen à ces projets nationaux, locaux ou communaux par des relevés effectués et transmis aux bases de données des chercheurs et des institutions, crée des passerelles entre la société civile et la recherche. L'apport des passionnés à la connaissance scientifique est aujourd'hui indispensable dans ces domaines, établissant une collaboration et un respect mutuel entre amateurs et professionnels, pour permettre la mise en place de mesures de gestion des environnements plus pertinentes et plus durables (Teyssèdre et Couvet, 2011; Bœuf et al., 2012). Cette démarche peut produire (dans le cas des programmes tous publics), d'une part, un bénéfice éducatif pour l'observateur : les programmes sont un outil de sensibilisation à la nature et à la biodiversité et un moyen de lutte contre l'ignorance scientifique qui tend à se développer dans les sociétés technologiques où les objets matériels prennent plus d'importance que les connaissances essentielles (Bell et al., 2008; Mathieu, 2011) ; ils présentent d'autre part des intérêts scientifiques pour les chercheurs en constituant l'opportunité d'accéder à un grand nombre de données réparties sur de vastes territoires et sur de longues échelles de temps, indispensables pour obtenir des résultats significatifs concernant l'observation de phénomènes naturels (Cohn, 2008; Schmeller et al., 2009; Mathieu, 2011; Bœuf et al., 2012). Les indicateurs de biodiversité constituent un résultat majeur issu de la participation citoyenne aux observatoires naturalistes dans le cadre de la recherche en science de la conservation (Cooper et al., 2007; Couvet et al., 2008; Devictor et al., 2010; Couvet et al., 2011; Teyssèdre et Couvet 2011).

Indicateurs de biodiversité

Les indicateurs de biodiversité sont une synthèse des informations sur l'état moyen de la biodiversité dans des conditions et à un instant donnés issu d'analyses spatiales et temporelles pour le suivi de la biodiversité (Couvet et al., 2005; Couvet et al., 2008; Couvet et al., 2011; Teyssède et Couvet, 2011). Ils répondent à une demande sociale de connaissance sur l'état de la nature et d'évaluation de l'impact des sociétés humaines. Compte-tenu de la rareté des indicateurs de biodiversité commune versus les indicateurs environnementaux (rapport de l'IFEN 2002), les indicateurs d'espèces menacées (UICN, Natura 2000...), il apparaît important de développer les indicateurs associés aux espèces communes. Ces espèces, indispensables au bon fonctionnement de tout écosystème et à la base de nombreux services écosystémiques, présentent des variations de leurs effectifs plus facilement observables et interprétables grâce à leur large distribution permettant de suivre leur devenir (Couvet et al., 2005).

Ces indicateurs de biodiversité se révèlent être un précieux outil de communication et d'analyse entre différentes disciplines (économie, sociologie, biologie, anthropologie, etc.), mais surtout un outil de réflexion et de concertation pour les décideurs, les gestionnaires et l'ensemble des acteurs de la biodiversité, à l'échelle locale et régionale (Balmford et al., 2005; Couvet et al., 2005; Couvet et al., 2008; Schmeller et al., 2009; Couvet et al., 2011; Teyssède et Couvet, 2011). Ils permettent par la suite de construire des modèles appelés « scénarios de biodiversité », afin de simuler la dynamique des socio-écosystèmes selon certaines hypothèses ou scénarios socio-économiques (Millenium Ecosystem Assesment 2005; Teyssède et Couvet, 2005).

Bénéfices de la participation bénévole et validité des données

La pertinence des programmes de science participative pour mettre en valeur de réelles tendances concernant l'état de la biodiversité dépend d'une part de la quantité et la qualité des données, et d'autre part de la taille d'échantillonnage dans l'espace et sa durée dans le temps (Cohn, 2008; Schmeller et al., 2009; Dickinson et al., 2010).

La pertinence des programmes de science participative pour mettre en valeur de réelles tendances concernant l'état de la biodiversité dépend d'une part de la quantité et la qualité des données, et d'autre part de la taille d'échantillonnage dans l'espace et sa durée dans le temps (Cohn, 2008; Schmeller et al., 2009; Dickinson et al., 2010). La collecte d'informations sur les espèces communes nécessite un grand nombre de données, récoltées de façon très précise pour être utilisables et comparées dans le temps et l'espace, nécessitant la mise en place de suivis à large échelle et à long terme, ce qui requiert la participation d'un maximum d'observateurs utilisant le même protocole. C'est pourquoi, les suivis de biodiversité à large échelle s'appuient sur les volontaires, en grand nombre, qui réduisent considérablement le coût de ces travaux et n'altèrent pas la fiabilité des données (Schmeller et al., 2009). En effet, la puissance et la précision des analyses augmentent avec l'effectif des données, tandis que les incertitudes liées au hasard s'estompent (Couvet et al., 2008). Il est reconnu que les données issues des volontaires participant à ces programmes respectent autant, si ce n'est plus, les critères de qualité et ce grâce à la force d'échantillonnage qui augmente la puissance statistique des analyses et la détection de tendances significatives à large échelle (Schmeller et al., 2009; Gregory et van Strien, 2010; Couvet et al., 2011).

Dans le cas de Vigie-flore, le programme a conduit à l'élaboration d'un protocole rigoureux qui permet de récolter des données standardisées, aux compétences des botanistes près, comparables, porteuses d'informations sur les conditions locales (météorologiques, degré d'urbanisation ou de fragmentation de l'habitat, etc.) et l'état de la biodiversité. Ces données rendent compte également des changements du paysage au cours du temps. En grand nombre, elles permettront de quantifier précisément les phénomènes



qui ont lieu au sein des communautés d'espèces et d'observer véritablement la dynamique des espèces (déclins et augmentations). L'échantillonnage systématique des mailles n'autorise pas les observateurs à choisir un site pour son intérêt botanique mais cet échantillonnage conditionne la qualité du suivi et permet d'avoir des données représentatives du territoire, et de pouvoir les extrapoler aux secteurs non échantillonnés afin de suivre les variations de fréquence des espèces communes à large échelle.

La validité scientifique des données des programmes dépend moins de la fiabilité de chaque donnée individuelle que du respect des protocoles et de la quantité d'informations récoltées, qui compense la présence d'erreurs (Cohn, 2008; Cosquer, 2012). L'implication des volontaires dans les programmes de recherche en biodiversité est très importante.

Le phénomène d'homogénéisation biotique est l'un des phénomènes à l'étude grâce au projet Vigie-flore. Les premières analyses semblent démontrer que l'ampleur du phénomène est très différente d'un type d'habitat à un autre. Les milieux très anthropisés tels que les milieux agricoles pâtissent d'une perte plus ou moins aléatoire d'espèces dans leurs communautés ce qui aurait pour effet de les rendre de plus en plus différentes, plutôt que de plus en plus homogènes. Malheureusement, la trop faible participation des botanistes français à ce jour empêche une analyse statistique pertinente de ce phénomène.

Conclusion

En France, 72 % des suivis de biodiversité sont réalisés par des bénévoles (Levrel et al., 2010). Comme dans la majorité des sciences de la nature, qualifiée de « science de plein air » (Callon et al., 2001), où la récolte de données sur de vastes espaces géographiques et de longues périodes de temps est particulièrement importante, la participation citoyenne à la recherche en biodiversité est une source de travail et de compétences non négligeables (Baretto et al., 2003; Bonney et Labranche, 2004; McCaffrey, 2005; Charvolin et al., 2007; Heaton et al., 2011), notamment en botanique, particulièrement sujette à la participation des amateurs (Keeney, 1992; Secord, 1994; Livesey, 2005). Il est reconnu que les observateurs suivent les protocoles d'inventaires et que les données qu'ils fournissent respectent les critères de qualité grâce à la force de l'échantillonnage (Couvét et al., 2008; Schmeller et al., 2009; Gregory et van Strien, 2010; Couvet et al., 2011). Au fur et à mesure de leur participation, les observateurs améliorent leurs connaissances et changent certains comportements (Cosquer, 2012). Les observatoires de science participative constituent aujourd'hui un outil de reconnexion à la nature et de développement d'une conscience écologique, environnementale. Ils constituent également une formation naturaliste dont le rôle clé est l'élaboration d'indicateurs de biodiversité favorisant le dialogue entre science et gestion des écosystèmes (Couvét et al., 2005; Bell et al., 2008; Couvet et al., 2008; Teyssède et Couvet, 2011).

Le programme Vigie-flore, initié en 2009, souligne des premières tendances écologiques, qui pourraient être précisées en poursuivant et en accentuant l'échantillonnage pour le suivi des plantes à fleurs. En effet, ce jeune programme de science participative nécessite d'enrichir sa base de données floristiques afin de souligner des tendances fiables d'évolution des communautés végétales en Île-de-France. Il constitue une opportunité pour la communauté botaniste de prendre part dans un suivi participatif de la flore commune. Les sciences participatives ayant trait à la biodiversité ne sont pas uniquement un moyen de récolter des données pour les chercheurs, elles permettent aussi aux observateurs bénévoles d'acquérir des connaissances sur les espèces et les milieux qu'ils étudient mais aussi sur la démarche scientifique et sur les méthodes et problématiques en écologie. Finalement, ces programmes de science participative resserrent les liens entre la recherche et la société civile en sensibilisant les volontaires aux enjeux de la conservation.

Remerciements

Nous remercions les observateurs bénévoles du programme Vigie-flore, les différents collègues du CESCO, l'association Tela Botanica, partenaire sur ce programme de sciences participatives, et les ANR BLUE et QDIV qui ont participé financièrement à la mise en œuvre de ce projet.

Références bibliographiques

- Balmford, A., Bennun, L., Ten Brink, B., Cooper, D., Côté, I. M., Crane, P., ... & Walther, B. A. (2005). The convention on biological diversity's 2010 target. *Science*, 307.
- Barreto, C., Fastovsky, D. E., & Sheehan, P. M. (2003). A model for integrating the public into scientific research. *Journal of Geoscience Education*, 51(1), 71-75.
- Bell, S., Marzano, M., Cent, J., Kobierska, H., Podjed, D., Vandzinskaite D., Reinert, H., Armaitiene, A., Grodzi'Nska-Jurczak, M. & Et Mursic, R. (2008). What counts? Volunteers and their organisations in the recording and monitoring of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*. 13.
- Bissardon, M. & Guibal, L. (2006). Corine Biotopes – Version originale – Types d'habitats français. Nancy : Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, laboratoire de recherche en Science Forestières.
- Bœuf, G., Allain, Y. M., & Bouvier, M. (2012). L'apport des sciences participatives à la connaissance de la biodiversité en France. *La Lettre de l'OCIM. Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques*, (144), 8-18.
- Bonney, R. & Labranche, M. (2004). Citizen Science: Involving the Public in Research, ASTC Dimensions.
- Bühler, C., & Roth, T. (2011). Spread of common species results in local-scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Diversity and Distributions*, 17(6), 1089-1098.
- Callon, M., Lasoumes, P. Et Barthe, Y. (2001). Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique. Editions du Seuil.
- Charvolin, F., Micoud, A. & Nyhart, L. (2007). Des sciences citoyennes ? La question de l'amateur dans les sciences naturalistes. Paris : Editions de l'Aube.
- Cohn, J. P. (2008). Citizen science: Can volunteers do real research?. *BioScience*, 58(3), 192-197.
- Cooper, C. B., Dickinson, J., Phillips, T., & Bonney, R. (2007). Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2), 11.
- Cosquer, A. (2012). L'attention à la biodiversité dans la vie quotidienne des individus. Thèse de Doctorat du Muséum national d'Histoire naturelle.
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R. Et Levrel, H. (2005). Les indicateurs de biodiversité. In *Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*. Adpf-Ministère des Affaires Etrangères.
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R., Levrel, H., & Teyssedre, A. (2008). Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy. *Interdisciplinary science reviews*, 33(1), 95-103.
- Couvet, D., Devictor, V., Jiguet, F., & Julliard, R. (2011). Scientific contributions of extensive biodiversity monitoring. *Comptes Rendus Biologies*, 334(5), 370-377.
- Devictor, V., Whittaker, R. J., & Beltrame, C. (2010). Beyond scarcity: citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Diversity and distributions*, 16(3), 354-362.
- Dickinson, J.L., Zuckerberg, B. & Bonter, D.N. (2010). Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41, 149-72

- Gregory, R. D., & Strien, A. V. (2010). Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science*, 9(1), 3-22.
- Heaton, L., Millerand, F., Crespel, É., & Proulx, S. (2011). La réactualisation de la contribution des amateurs à la botanique. *Terrains & travaux*, 18(1), 155-173.
- Keeney, E. (1992). *The botanizers: amateur scientists in nineteenth-century America*. Univ of North Carolina Press.
- Levrel, H., Fontaine, B., Henry, P.Y., Jiguet, F., Julliard, R., Kerbiriou, C. & Couvet, D. (2010). Balancing State And Volunteer Investment In Biodiversity Monitoring For The Implementation Of Cbd Indicators: A French Example. *Ecological Economics*. 69(7), 1580-1586.
- Livesey, J. (2005). Botany and provincial enlightenment in Montpellier: Antoine Banal père and fils 1750-1800. *History of science*, 43, 57-76.
- McCaffrey, R. E. (2005). Using citizen science in urban bird studies. *Urban habitats*, 3(1), 70-86.
- Mathieu, D. (2011). Observer la nature, une problématique science citoyenne?. *Forêt méditerranéenne*, 32(2), 115-118.
- Millennium ecosystem assessment (2005). New York: Island Press.
- Schmeller, D.S., Henry, P.Y., Julliard, R., Gruber, B., Clobert, J., Dziock, F., Lengyel, S., Nowicki, P., Deri, E., Budrys, E., Kull, T., Tali, K., Bauch, B., Settele, J., Van Swaay, C., Kobler, A., Babij, V., Papastergiadou, E. Et Henle, K. (2009). Advantages of volunteer-based biodiversity monitoring in Europe. *Conservation Biology*. 23, 307-316.
- Secord, A. (1994). Science in the Pub: Artisan Botanists in Early Nineteenth Century Lancashire. *History of Science*. 32(97), 269-315.
- Smart, S. M., Thompson, K., Marrs, R. H., Le Duc, M. G., Maskell, L. C., & Firbank, L. G. (2006). Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1601), 2659-2665.
- Teysnière, A., & Couvet, D. (2007). Expected impact of agriculture expansion on the world avifauna. *Comptes rendus biologiques*, 330(3), 247-254.
- Teysnière, A. (2007). DVDrom « Quelle Nature voulons-nous ? Observatoires et conservation de la biodiversité ». MNHN. Distribution CNDP.
- Teysnière, A. R11: Biodiversité et science participative, A. Teysnière & D. Couvet.
- Turcati, L. (2011). Mesurer la biodiversité pour comprendre l'effet des perturbations sur les communautés végétales : apport des caractéristiques écologiques et évolutives des espèces. Ph.D. Thesis, MNHN.



**Présentation de
Serge Muller,
Institut de
Systématique,
Evolution et
Biodiversité
(ISYEB),
Muséum
National
d'Histoire
Naturelle, Paris,
France**

L'intérêt des herbiers pour la mise en évidence des changements macroécologiques et environnementaux

Auteur

Serge Muller, Institut de Systématique, Evolution et Biodiversité (ISYEB), Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

Résumé

Outre leur rôle fondamental en taxonomie, les herbiers (collections de plantes séchées) présentent un grand intérêt pour des études macroécologiques et environnementales. Ils peuvent ainsi contribuer à l'évaluation des connaissances floristiques des territoires et à l'identification des « points chauds » de biodiversité végétale, ainsi qu'à la caractérisation de régressions floristiques de certaines espèces, à l'étude de l'historique des introductions et de l'expansion d'espèces exotiques envahissantes et également d'organismes pathogènes ou ravageurs (virus, bactéries, champignons, insectes...) récoltés avec les échantillons de plantes.

Les herbiers peuvent également permettre de caractériser des modifications environnementales des territoires comme celles de la qualité de l'air (liée à des pollutions locales ou des changements plus globaux), ainsi que les impacts du changement climatique sur la phénologie (grâce aux informations des dates de collecte des plantes) et éventuellement la morphologie des espèces végétales.

Une condition du maintien de l'intérêt des herbiers au cours du XXI^e siècle est qu'ils continuent à être vivants, c'est-à-dire régulièrement alimentés par des récoltes de plantes.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Abstract

Besides their fundamental role in taxonomy, herbariums (collections of dried plants) can be very useful tools for macroecological and environmental studies. They can contribute to the evaluation of the floral knowledge of territories and the identification of the “hot spots” of plant biodiversity, as well as to the characterization of the regressions of certain plant species, the study of the history of the introductions and the expansion of invasive exotic plant species and also pathogenic bodies or pests (viruses, bacteria, mushrooms, insects) collected with the plant samples.

Herbariums can also allow to characterize the environmental modifications of territories as those of the air quality (connected to local pollutions or more global changes), as well as the impacts of the climate change on the phenology (thanks to the information of the dates of collections of plants) and possibly the morphology of the species.

A condition of the preservation of the interest of herbariums during the XXIth century is that they continue to be alive, that means regularly fed by plant harvests.



Introduction

Les premiers herbiers ont été constitués en Italie au XVI^e siècle. Ces collections de plantes séchées ont ensuite connu un développement important au cours des siècles suivants. D'après l'*Index Herbariorum*, ce sont environ 3400 herbiers publics qui ont été inventoriés, comportant plus de 350 millions de spécimens d'herbier.

Leur intérêt avait été remis en question à la fin du XX^e siècle avec le développement des outils moléculaires d'étude de la flore. Toutefois de nombreux travaux menés au cours des deux dernières décennies ont réhabilité leur utilité, tant pour la taxonomie que la conservation de matériel végétal permettant des analyses génétiques.

L'intérêt de base des herbiers reste évidemment leur utilisation pour la description et l'étude de la variabilité des taxons. D'autre part, les tissus des spécimens d'herbiers bien conservés peuvent également être utilisés dans des études de phylogénie moléculaire (Savolainen et al., 1995 ; Wandeler et al., 2007). Ils peuvent également être utilisés pour étudier les modifications de diversité génétique, comme cela a été bien illustré en Italie avec l'espèce *Anacamptis palustris* (JACQ.) R.M.BATEMAN, PRIDGEON & M.W.CHASE (Cozzolino et al., 2007). Il est ainsi de plus en plus recommandé que les récoltes d'échantillons d'herbiers soient accompagnées de la récolte systématique et de la conservation en chambre froide de matériel végétal permettant ces études génétiques (Gaudeul et Rouhan, 2013).

Il est recommandé que les récoltes d'échantillons d'herbiers soient accompagnées de la récolte systématique et de la conservation en chambre froide de matériel végétal permettant ces études génétiques (Gaudeul et Rouhan, 2013)

Outre cet intérêt fondamental pour la taxonomie et la systématique, les herbiers ont fait l'objet depuis quelques décennies de nombreuses études sur leur utilisation pour la connaissance des modifications de la biodiversité et des conditions environnementales.

Ce sont principalement les pays anglo-saxons qui ont développé jusqu'à présent cette valorisation des herbiers. Parmi les premières publications importantes sur le sujet, on peut citer la synthèse de Shelter (1969) « *The herbarium : past, present and future* ». L'étude de Teece et al. (2002) relative à l'exploitation de l'herbier de Lewis et Clark, collecté entre 1804 et 1806 (soit deux siècles auparavant) entre Saint-Louis (Missouri) et l'Océan Pacifique, constitue un véritable plaidoyer pour l'utilisation des herbiers pour des applications environnementales. L'engouement pour cette valorisation des herbiers a conduit Funk (2003) à écrire un article intitulé « *100 uses of an herbarium (well at least 72)* ». Une remarquable synthèse sur l'utilisation des herbiers pour les études macroécologiques et environnementales a été récemment publiée par Lavoie (2013).

Evaluation des richesses floristiques et des enjeux de conservation

Les échantillons d'herbier sont normalement accompagnés de données plus ou moins précises sur les dates et lieux de récolte. Ces données permettent d'évaluer les richesses floristiques des territoires (ex. Peat et al. 2007 pour la flore antarctique), et de définir les aires de distribution potentielles des espèces (Hernandez et Navarro, 2007). Ces données sont très utiles en écologie et en biogéographie, notamment pour orienter les recherches de taxons rares ou méconnus dans des zones sous-prospectées, ainsi que pour définir des priorités de conservation et délimiter les contours pertinents de zones à

protéger (cf. par exemple MacDougall 1998 au New Brunswick, Funk et al. 1999 au Guyana, Gimaret-Carpentier et al., 2003 en Inde, Ungricht et al. 2005 en Nouvelle-Calédonie, etc).

En Guyane française, les données de l'herbier de Cayenne ont été largement utilisées dans le cadre de l'inventaire des ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) de ce département et ont servi à la réalisation de zonages pour l'élaboration du SDOM (Schéma Départemental d'Orientation Minière) en 2008.

A partir des données anciennes fournies par les herbiers, il est également possible d'évaluer les pertes de biodiversité et les phénomènes d'extinction d'espèces (cf. par exemple les publications de Lienert et al. 2002 pour *Swertia perennis* L. en Suisse ou Case et al., 2007 pour *Panax quinquefolius* L. aux Etats-Unis).

Etude de l'historique et des voies d'introduction et de colonisation de plantes exotiques envahissantes

Les données de localisation et de date de récolte d'échantillons des espèces exotiques introduites et envahissantes (= espèces invasives) permettent de retracer leur historique d'introduction et de comprendre les mécanismes sous-jacents de leur installation et de leur colonisation.

Cette thématique a fait l'objet de nombreuses études au cours des dernières décennies, qui ont permis, grâce aux informations fournies par les échantillons d'herbier, de retracer l'histoire des colonisations par des espèces qui sont devenues invasives, comme par exemple *Heracleum mantegazzianum* SOMM. & LEV. en Europe centrale (Pysek, 1991), *Ambrosia artemisiifolia* L. en France (Chauvel et al, 2006), *Fallopia japonica* (HOULT.) RONSE DECRAENE, en Amérique (Barney, 2006), trois espèces exotiques de *Solidago* en Europe (Weber, 1998), etc.

Les données des herbiers ont aussi permis d'établir et de discuter la notion de phase de latence entre l'introduction et l'expansion d'une espèce (Delisle et al., 2003; Aikio et al., 2010).

Etude de l'historique de la colonisation d'agents pathogènes et ravageurs des plantes

Les herbiers ont également été utilisés pour étudier l'historique et caractériser les agents pathogènes et ravageurs de certaines plantes. Ainsi, dès 1933, Jenkins et Fawcett ont utilisé des échantillons d'herbier de *Citrus* conservés dans des herbiers anglais et américains pour dater des années 1830 les premiers échantillons de l'espèce infestés par la bactérie *Pseudomonas citri* HASSE (Jenkins & Fawcett, 1933 ; Fawcett & Jenkins, 1933). Le cas le plus célèbre est sans doute celui de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.), dont l'oomycète parasite (*Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY) à l'origine de la famine irlandaise a pu être clairement identifié sur le plan génétique grâce à des analyses réalisées sur 28 échantillons d'herbier collectés entre 1845 et 1847 en Irlande (Ristaino et al, 2001). De même, l'examen de plus de 500 échantillons d'herbier de deux espèces d'*Eucalyptus* a été effectué par Abbott et al. (1999) en Australie pour y détecter et étudier l'historique de la dissémination de papillons « mineurs » du genre *Perthida*. Plus récemment et en Europe, Lees et al. (2011) ont pu localiser dans les Balkans le territoire d'origine de la mineuse du marronnier (*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC), une espèce qui impacte fortement les marronniers, grâce à des chenilles du papillon conservées dans des échantillons

d'herbiers collectés en 1879 et qui ont pu être identifiées par amplification de l'ADN et « barcoding ». D'autres études du même type pourraient encore être citées, toutes basées sur la recherche d'échantillons d'herbier infectés par des pathogènes ou ravageurs.

Etude des biocénoses associées à des récoltes d'échantillons d'herbier

Dans certains cas, les échantillons d'herbier peuvent apporter des informations sur d'autres composantes des biocénoses qui ont été collectés, en général de manière involontaire, avec les échantillons d'herbier. Ainsi des études ont été réalisées aux Pays-Bas sur les communautés de diatomées fixées sur des échantillons d'herbiers de macrophytes aquatiques, telles que *Potamogeton pectinatus* L., *Najas marina* L., *Chara hispida* L. (van Dam & Mertens, 1993) ou encore en République tchèque sur des diatomées fixées sur des sphaignes (Poulícková et al., 2013), afin de caractériser la qualité des habitats.

En France, Bachelard et Chabrol (2010) ont mis en évidence la présence d'œufs déposés par le papillon *Phengaris alcon alcon* D. & S. sur des échantillons d'herbier de *Gentiana pneumonanthe* L., permettant d'attester de la présence ancienne (à l'époque de la récolte de la plante) du papillon et donc, dans certains cas, de sa persistance sur une période de plus de 130 ans d'intervalle. Hembry (2013) a au contraire utilisé les échantillons d'herbier de *Phyllanthus wilderi* (J. FLORENCE) W.L. WAGNER & LORENCE pour confirmer la disparition de papillons à chenilles mineuses de la famille des *Gracillariidae* suite à la déforestation à l'île de Mangareva, dans l'archipel des Gambier (Polynésie française).

Analyse de l'impact de pollutions et modifications de la qualité de l'air au niveau local et global

L'évaluation des conditions environnementales des stations où ont été réalisés les prélèvements d'herbier a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 1970. Dans certains cas, les analyses chimiques ont été faites pour révéler des teneurs naturelles en métaux des substrats sur lesquels des prélèvements des plantes ont été effectués (Brooks et al, 1977 ; Faucon et al, 2010).

De nombreuses études ont concerné des dosages de métaux lourds réalisés sur des échantillons d'herbiers pour caractériser des pollutions locales. Ce sont en particulier les bryophytes et les lichens qui sont utilisés comme bio-accumulateurs de ces métaux lourds. Ainsi Herpin et al. (1997) ont comparé les teneurs en métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, plomb, nickel, vanadium et zinc) d'échantillons d'herbier collectés entre 1845 et 1901 avec des échantillons récoltés en 1991 afin d'analyser la pollution de l'air croissante au 19^e siècle, puis sa diminution récente due aux efforts de réduction des émissions de ces métaux. Des analyses du même type ont été effectuées par Penuelas et Filella (2002) en Espagne, ainsi que par Shotbolt et al. (2007) au Royaume-Uni. En Suisse, Weiss et al. (1999) ont utilisé des échantillons de sphaignes conservés en herbier pour étudier les variations des isotopes présents du Plomb au cours des 130 dernières années.

Des études ont également été menées sur les modifications des teneurs en azote de bryophytes en relation avec les dépôts atmosphériques, par exemple Baddeley et al., 1994 sur *Racomitrium lanuginosum*



(HEDW.) BRID. en Grande Bretagne à partir d'échantillons d'herbier récoltés à partir du milieu du 19^e siècle. Wilson et al. (2009) ont comparé les teneurs en azote des tissus de bryophytes récoltés à proximité de la métropole du Cap en Afrique du Sud à partir de 1875 avec des échantillons récents afin d'évaluer les augmentations des dépôts atmosphériques azotés au cours du 20^e siècle.

Une diminution de la densité des stomates, consécutive à l'augmentation des teneurs en CO₂, a été mise en évidence au Royaume-Uni sur des échantillons d'herbiers de feuilles d'espèces ligneuses (Woodward 1987 ; Beerling et Chaloner, 1993). Des résultats similaires ont ensuite été obtenus en Amérique du Nord (Kouwenberg et al., 2003), ainsi qu'en forêt tropicale en Australie (Greenwood et al., 2003). Plus récemment, une étude a été menée en Guyane française sur la réponse fonctionnelle de deux espèces ligneuses de la forêt tropicale à partir de l'analyse des isotopes de C et O obtenus sur des échantillons d'herbiers de feuilles collectés sur une période de 200 ans (Bonal et al., 2011). Les échantillons d'herbier apparaissent ainsi comme des témoins précieux des réponses anatomiques et physiologiques des espèces aux modifications des teneurs en CO₂.

Enfin, une augmentation des concentrations de flavonoïdes de la mousse *Bryum argenteum* Hedw. a été établie en réponse à la diminution de la couche d'ozone et à l'augmentation des UVB sur des échantillons d'herbier récoltés dans les régions antarctiques (Ryan et al., 2009).

Il est également possible d'utiliser les indications de dates de récolte des échantillons d'herbier pour l'étude des variations de phénologie de la flore au cours des deux derniers siècles, ce qui peut révéler l'effet des changements climatiques sur la flore.

Etude des modifications phénologiques de la flore consécutives aux changements climatiques

Il est également possible d'utiliser les indications de dates de récolte des échantillons d'herbier pour l'étude des variations de phénologie de la flore au cours des deux derniers siècles, ce qui peut révéler l'effet des changements climatiques sur la flore. Cette thématique de recherche s'est beaucoup développée au cours des dernières années, suite à la mise en évidence dans les années 1990 de la réalité de telles modifications phénologiques consécutives au changement climatique pour la flore (Bradley et al., 1999 ; Fitter et Fitter, 2002).

Les premières études utilisant des échantillons d'herbier datent d'une dizaine d'années. Ce sont d'abord Primack et al. (2004) qui ont comparé les périodes de floraison au cours de l'année 2003 de 229 plantes de l'arboretum Arnold de Boston (Massachusetts), le plus ancien des Etats-Unis, avec les données de floraison provenant d'échantillons d'herbiers collectés dans le même arboretum à partir de 1885. Ils ont mis en évidence une floraison plus précoce de 8 jours en moyenne au cours du dernier siècle.

Quelques années plus tard, Houle (2007) a comparé les dates de floraison des plantes vernalles des forêts décidues du Québec et mis en évidence une floraison plus précoce de 2-6 jours à la fin du XX^e siècle par rapport au début. Plus récemment, une étude a été réalisée dans les montagnes australiennes et a utilisé des échantillons d'herbier pour identifier des espèces de l'étage alpin (australien) dont la modification de phénologie pouvait traduire des changements climatiques (Gallagher et al, 2009).

Conclusion

Les herbiers apparaissent ainsi comme de très bons témoins de la flore présente aux périodes de récolte des plantes et des modifications de ces cortèges floristiques dans le temps, mais également comme des révélateurs des changements écologiques et environnementaux dans ces territoires. Ces constats plaident pour un intérêt renforcé vis-à-vis de ces vitrines de la flore et des activités humaines des siècles passés.

Or il a été établi que les récoltes d'échantillons d'herbier avaient sensiblement diminué en Amérique du Nord au cours des dernières décennies (McDougall et al., 1998 ; Prather et al., 2004). Il en est vraisemblablement de même en Europe et en France.

Il serait donc certainement très utile de relancer des campagnes de récolte d'échantillons d'herbier, peut-être davantage ciblées en fonction de besoins identifiés. Pour le territoire français, ces opérations pourraient être menées en partenariat avec les associations botaniques nationales et régionales, ainsi qu'avec les conservatoires botaniques nationaux, dans l'objectif de maintenir des herbiers « vivants », c'est-à-dire régulièrement alimentés par des récoltes de plantes.

Références bibliographiques

- Aikio, S., Duncan, R. P., & Hulme, P. E. (2010). Lag-phases in alien plant invasions: separating the facts from the artefacts. *Oikos*, 119(2), 370-378.
- Bachelard, P. & Chabrol, L. (2010). Témoignages de la présence de *Phengaris alcon* (Lep. Lycaenidae) dans les herbiers anciens. *Oreina*, 9, 4-7
- Baddeley, J. A., Thompson, D. B. A., & Lee, J. A. (1994). Regional and historical variation in the nitrogen content of *Racomitrium lanuginosum* in Britain in relation to atmospheric nitrogen deposition. *Environmental pollution*, 84(2), 189-196.
- Barney, J. N. (2006). North American history of two invasive plant species: phytogeographic distribution, dispersal vectors, and multiple introductions. *Biological Invasions*, 8(4), 703-717.
- Beerling, D. J., & Chaloner, W. G. (1993). The impact of atmospheric CO₂ and temperature changes on stomatal density: observation from *Quercus robur* lammass leaves. *Annals of Botany*, 71(3), 231-235.
- Bonal, D., Ponton, S., Le Thiec, D., Richard, B., Ningre, N., Herault, B., Ogee, J., Gonzalec, S., Pignal, M., Sabatier, D. & Guehl, J.M. (2011). Leaf functional response to increasing atmospheric CO₂ concentrations over the last century in two northern Amazonian tree species: a historical d13C and d18O approach using herbarium samples. *Plant, Cell & Environment*, 34, 1332-1344.
- Bradley, N.L., Leopold, A. C., Ross, J. & Huffaker, W. (1999). Phenological changes reflect climate change in Wisconsin (climate warming/phenology/flowering/bird migration/photoperiod). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 96, 9701-9704.
- Brooks, R. R., Lee, J., Reeves, R. D., & Jaffré, T. (1977). Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants. *Journal of Geochemical Exploration*, 7, 49-57.
- Case, M. A., Flinn, K. M., Jancaitis, J., Alley, A., & Paxton, A. (2007). Declining abundance of American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) documented by herbarium specimens. *Biological Conservation*, 134(1), 22-30.
- Chauvel, B., Dessaint, F., Cardinal-Legrand, C., & Bretagnolle, F. (2006). The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. *Journal of biogeography*, 33(4), 665-673.

- Cozzolino, S., Cafasso, D., Pellegrino, G., Musacchio, A. & Widmer, A. (2007). Genetic variation in time and space: the use of herbarium specimens to reconstruct patterns of genetic variation in the endangered orchid *Anacamptis palustris*. *Conservation Genetics*, 8, 629–639.
- Crawford, P. H., & Hoagland, B. W. (2009). Can herbarium records be used to map alien species invasion and native species expansion over the past 100 years?. *Journal of Biogeography*, 36(4), 651-661.
- Delisle, F., Lavoie, C., Jean, M., & Lachance, D. (2003). Reconstructing the spread of invasive plants: taking into account biases associated with herbarium specimens. *Journal of Biogeography*, 30(7), 1033-1042.
- Faucon, M.-P., Meersseman, A., Ngoy Shutcha, M., Mahy, G., Ngomgo Luhembwe, M., Malaisse, F. & Meerts, P. (2010). Copper endemism in the Congolese flora: a database of copper affinity and conservational value of cuprophytes. *Plant Ecology and Evolution*, 143, 5-18.
- Fawcett, H.S. & Jenkins, A.E. (1933). Records of citrus canker from herbarium specimens of the genus *Citrus* in England and the United States. *Phytopathology*, 820-824.
- Fitter, A. H., & Fitter, R. S. R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 296(5573), 1689-1691.
- Funk, V. (2003). 100 uses for an herbarium (well at least 72). *American Society of Plant Taxonomists Newsletter*, 17-19.
- Funk, V. A., Zermoglio, M. F., & Nasir, N. (1999). Testing the use of specimen collection data and GIS in biodiversity exploration and conservation decision making in Guyana. *Biodiversity & Conservation*, 8(6), 727-751.
- Gallagher, R. V., Hughes, L., & Leishman, M. R. (2009). Phenological trends among Australian alpine species: using herbarium records to identify climate-change indicators. *Australian Journal of Botany*, 57(1), 1-9.
- Gaudeul, M., & Rouhan, G. (2013). A plea for modern botanical collections to include DNA-friendly material. *Trends in plant science*, 18(4), 184-185.
- Gimaret-Carpentier, C., Dray, S., & Pascal, J. P. (2003). Broad-scale biodiversity pattern of the endemic tree flora of the Western Ghats (India) using canonical correlation analysis of herbarium records. *Ecography*, 26(4), 429-444.
- Greenwood, D. R., Scarr, M. J., & Christophel, D. C. (2003). Leaf stomatal frequency in the Australian tropical rainforest tree *Neolitsea dealbata* (Lauraceae) as a proxy measure of atmospheric pCO₂. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 196(3), 375-393.
- Hembry, D. H. (2013). Herbarium Specimens Reveal Putative Insect Extinction on the Deforested Island of Mangareva (Gambier Archipelago, French Polynesia) 1. *Pacific Science*, 67(4), 553-560.
- Hernández, H. M., & Navarro, M. (2007). A new method to estimate areas of occupancy using herbarium data. *Biodiversity and Conservation*, 16(9), 2457-2470.
- Herpin, U., Markert, B., Weckert, V., Berlekamp, J., Friese, K., Siewers, U. & Lieth, H. (1997). Retrospective analysis of heavy metal concentrations at selected locations in the Federal Republic of Germany using moss material from a herbarium. *Science of the Total Environment*, 205, 1-12.
- Houle, G. (2007). Spring-flowering herbaceous plant species of the deciduous forests of eastern Canada and 20th century climate warming. *Canadian journal of forest research*, 37(2), 505-512.
- Jenkins, A. E., & Fawcett, H. S. (1933). Records of *Citrus* scab mainly from herbarium specimens of the genus *Citrus* in England and the United States. *Phytopathology*, 23(5), 475-482.
- Kouwenberg, L. L., McElwain, J. C., Kürschner, W. M., Wagner, F., Beerling, D. J., Mayle, F. E., & Visscher, H. (2003). Stomatal frequency adjustment of four conifer species to historical changes in atmospheric CO₂. *American Journal of Botany*, 90(4), 610-619.
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(1), 68-76.

- Lees, D. C., Lack, H. W., Rougerie, R., Hernandez-Lopez, A., Raus, T., Avtzis, N. D., ... & Lopez-Vaamonde, C. (2011). Tracking origins of invasive herbivores through herbaria and archival DNA: the case of the horse-chestnut leaf miner. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(6), 322-328.
- Lienert, J., Fischer, M., & Diemer, M. (2002). Local extinctions of the wetland specialist *Swertia perennis* L.(Gentianaceae) in Switzerland: a revisitation study based on herbarium records. *Biological Conservation*, 103(1), 65-76.
- MacDougall, A. S., Loo, J. A., Clayden, S. R., Goltz, J. G., & Hinds, H. R. (1998). Defining conservation priorities for plant taxa in southeastern New Brunswick, Canada using herbarium records. *Biological conservation*, 86(3), 325-338.
- Peat, H. J., Clarke, A., & Convey, P. (2007). Diversity and biogeography of the Antarctic flora. *Journal of Biogeography*, 34(1), 132-146.
- Penuelas, J., & Filella, I. (2002). Metal pollution in Spanish terrestrial ecosystems during the twentieth century. *Chemosphere*, 46(4), 501-505.
- Pouličková, A., Hájková, P., Kintrová, K., Bat'ková, R., Czudková, M., & Hájek, M. (2013). Tracing decadal environmental change in ombrotrophic bogs using diatoms from herbarium collections and transfer functions. *Environmental Pollution*, 179, 201-209.
- Prather, L. A., Alvarez-Fuentes, O., Mayfield, M. H., & Ferguson, C. J. (2004). The decline of plant collecting in the United States: a threat to the infrastructure of biodiversity studies. *Systematic Botany*, 29(1), 15-28.
- Primack, D., Imbres, C., Primack, R. B., Miller-Rushing, A. J., & Del Tredici, P. (2004). Herbarium specimens demonstrate earlier flowering times in response to warming in Boston. *American Journal of Botany*, 91(8), 1260-1264.
- Pyšek, P. (1991). *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. *Folia geobotanica et phytotaxonomica*, 26(4), 439-454.
- Ristaino, J. B., Groves, C. T., & Parra, G. R. (2001). PCR amplification of the Irish potato famine pathogen from historic specimens. *Nature*, 411(6838), 695-697.
- Ryan, K. G., Burne, A., & Seppelt, R. D. (2009). Historical ozone concentrations and flavonoid levels in herbarium specimens of the Antarctic moss *Bryum argenteum*. *Global change biology*, 15(7), 1694-1702.
- Savolainen, V., Cuénoud, P., Spichiger, R., Martinez, M. D., Crèvecoeur, M., & Manen, J. F. (1995). The use of herbarium specimens in DNA phylogenetics: evaluation and improvement. *Plant Systematics and Evolution*, 197(1-4), 87-98.
- Shetler, S. G. (1969, November). The herbarium: past, present, and future. In *Papers Presented at a Symposium on Natural History Collections: Past-Present-Future; Proceedings of the Biological Society of Washington* (Vol. 82, pp. 687-758).
- Shotbolt, L., Büker, P., & Ashmore, M. R. (2007). Reconstructing temporal trends in heavy metal deposition: assessing the value of herbarium moss samples. *Environmental Pollution*, 147(1), 120-130.
- Teece, M. A., Fogel, M.L., Tuross, N. McCourt, R. M., Spamer E. E (2002) The Lewis and Clark Herbarium of the Academy of Natural Sciences, Part 3. Modern environmental applications of a historic nineteenth century botanical collection. *Notulae Naturae*, 477, 1-20.
- Ungricht, S., Rasplus, J. Y., Kjellberg, F. (2005). Extinction threat evaluation of endemic fig trees of New Caledonia: priority assessment for taxonomy and conservation with herbarium collections. *Biodiversity & Conservation*, 14(1), 205-232.
- Van Dam, H., & Mertens, A. (1993, January). Diatoms on herbarium macrophytes as indicators for water quality. In *Twelfth International Diatom Symposium* (pp. 437-445). Springer Netherlands.
- Wandeler, P., Hoeck, P. E., & Keller, L. F. (2007). Back to the future: museum specimens in population genetics. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(12), 634-642.

- Weber, E. (1998). The dynamics of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography*, 25(1), 147-154.
- Weiss, D., Shotyck, W., Kramers, J. D., & Gloor, M. (1999). Sphagnum mosses as archives of recent and past atmospheric lead deposition in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 33(23), 3751-3763.
- Wills, I. A., & Burbidge, T. (1999). Historical incidence of *Perthida* leafminer species (Lepidoptera) in southwest Western Australia based on herbarium specimens. *Australian journal of ecology*, 24(2), 144-150.
- Wilson, D., Stock, W. D., & Hedderson, T. (2009). Historical nitrogen content of bryophyte tissue as an indicator of increased nitrogen deposition in the Cape Metropolitan Area, South Africa. *Environmental pollution*, 157(3), 938-945.
- Woodward, F.I. 1987. Stomatal numbers are sensitive to increases in CO₂ from pre-industrial levels. *Nature*, 327, 617-618.



Présentation
de Valéry Gond,
Centre de
Coopération
Internationale
en recherche
Agronomique
pour le
Développement
(CIRAD),
Montpellier,
France

De l'arbre au satellite : comment cartographier la diversité des forêts tropicales d'Afrique Centrale ?

Auteurs

Valéry Gond, Guillaume Cornu, Gaëlle Viennois, Julie Betbeder, Maxime Réjou-Méchain, Adeline Fayolle, Sylvie Gourlet-Fleury, Nicolas Baghdadi, Nicolas Barbier, Frédéric Mortier, Fabrice Benedet, Charles Doumenge

Résumé

Les forêts d'Afrique centrale vont subir de profondes modifications liées au changement climatique ces prochaines décennies. Pour que les sociétés humaines puissent anticiper ou s'adapter à ces changements, il est nécessaire de bien comprendre les mécanismes de fonctionnement de ces forêts et d'être à même de spatialiser leur variabilité. A partir d'une série temporelle de quatorze années d'images satellites MODIS à 250 m de résolution par pixel, nous présentons ici une nouvelle carte des forêts d'Afrique centrale. La production de cette carte, basée sur le comportement phénologique de la canopée, reflète l'activité de la végétation en fonction des saisons.

Mots Clés : télédétection, cartographie, phénologie, forêts tropicales, Afrique centrale

Abstract

African forests are predicted to experience profound climatic changes in the next decades. In order to ensure that human societies can adapted to these changes, it is needed to have a better understanding of the forest functioning. A forest type's location map is a fundamental stage. This map was processed from 14 years remotely sensed MODIS time series at 250m spatial resolution. This map is based on the photosynthetic activity measurements translating phenological canopy stages.

Keywords: remote sensing, mapping, leaf phenology, tropical forests, Central Africa



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Introduction

Durant le XXI^e siècle les forêts d’Afrique centrale vont subir de profonds changements d’ordre climatique avec un accroissement de la température, des modifications de la répartition des pluies et possiblement un allongement de la saison sèche (Liéno *et al.*, 2008 ; Zelanzowski *et al.*, 2011). Une meilleure compréhension de l’influence actuelle du climat sur la structure et le fonctionnement de la végétation est donc nécessaire afin de mieux prédire les conséquences des changements climatiques sur cette dernière. Pour ce faire, il est indispensable de cartographier le plus précisément possible l’organisation spatiale et les caractéristiques des types forestiers. Actuellement, les forêts d’Afrique Centrale cartographiées par télédétection spatiale sont généralement regroupées dans une « grande classe verte » homogène à l’échelle de la région (Mayaux *et al.*, 2004 ; Verheggen *et al.*, 2012). Pourtant, diverses études basées sur des inventaires phytosociologiques, écologiques ou forestiers détaillés identifient des patrons spatiaux de composition et de diversité d’espèce, de trait fonctionnels et de biomasse, suggérant l’existence de plusieurs types forestiers (Devred, 1958 ; Pierlot, 1966 ; Letouzey, 1985 ; Fayolle *et al.*, 2014). Ces types forestiers aux structures et aux compositions contrastées sont décrits localement mais peu ou pas cartographiés, ou alors à une échelle très locale (Hecketsweiler *et al.*, 1991 ; Doumenge, 1992 et 1998). Une carte de végétation détaillée à l’échelle de l’ensemble de l’Afrique centrale est aussi nécessaire pour favoriser une planification régionale basée sur des données représentatives de la diversité des écosystèmes, afin d’en améliorer la gestion et la conservation (Gourlet-Fleury *et al.*, 2014). Nous présentons ici les différentes étapes nécessaires pour aboutir à la réalisation d’une carte homogène à l’échelle de ce massif forestier.

Matériels et méthodes

La zone d’étude couvre l’ensemble des forêts du bassin du Congo. Deux grandes classes forestières sont présentes dans cette région en fonction du degré d’hydromorphie des sols. Il s’agit, d’une part, des forêts marécageuses et périodiquement inondées et, d’autre part, des forêts de terre ferme. Nous avons utilisé des données d’indice d’activité photosynthétique issues du capteur MODIS (2000 à 2013) à 250 ou 500m de résolution spatiale, des données Radar du capteur PALSAR (2007 à 2010) à 100m de résolution spatiale et enfin des données Lidar du capteur GLAS (2003 à 2010) dont chaque mesure à une empreinte au sol de 70m. Ces diverses sources de données nous ont permis de construire des synthèses temporelles sur 14 années de profils saisonniers d’intensité d’activité photosynthétique (Pennec *et al.*, 2011). Les différentes classes forestières ont été séparées à l’aide de classifications non-supervisées de type ISODATA et d’interprétations visuelles. Pour interpréter les classes forestières obtenues nous avons utilisé les données Radar et Lidar pour les zones marécageuses (Betbeder *et al.*, 2014) et des inventaires forestiers pour les régions de terre ferme (Gond *et al.*, 2013). Dix-neuf compagnies forestières ont réalisé des inventaires sur tous les arbres d’un diamètre égal ou supérieur à 30 cm (à hauteur de poitrine) sur des placettes de 0,5 ha géo-positionnées. Un total de 37.898 placettes a été collectionné, renseignant une surface de 6 million d’hectare. Les informations concernant la surface terrière et le degré de déciduité des formations forestières ont été retenues afin de caractériser les forêts en termes de structure et de fonctionnement.

Une meilleure compréhension de l’influence actuelle du climat sur la structure et le fonctionnement de la végétation est donc nécessaire afin de mieux prédire les conséquences des changements climatiques sur cette dernière.

Résultats

L'analyse de ces données a permis de produire une carte d'occupation du sol en fonction de l'activité photosynthétique (Gond *et al.*, 2013 et figure 1). Les inventaires forestiers ont permis de caractériser les différentes classes reconnues. Comme cela a été précisé précédemment, nous avons utilisé en priorité des données de surface terrière (structure forestière) et de traits fonctionnels (marqueurs du fonctionnement et de l'écologie de ces forêts). Grâce à l'analyse de ces données, combinées avec la lecture des cartes forestières de certaines régions, nous avons pu préciser la typologie et la dénomination de ces classes de végétation (figure 1).

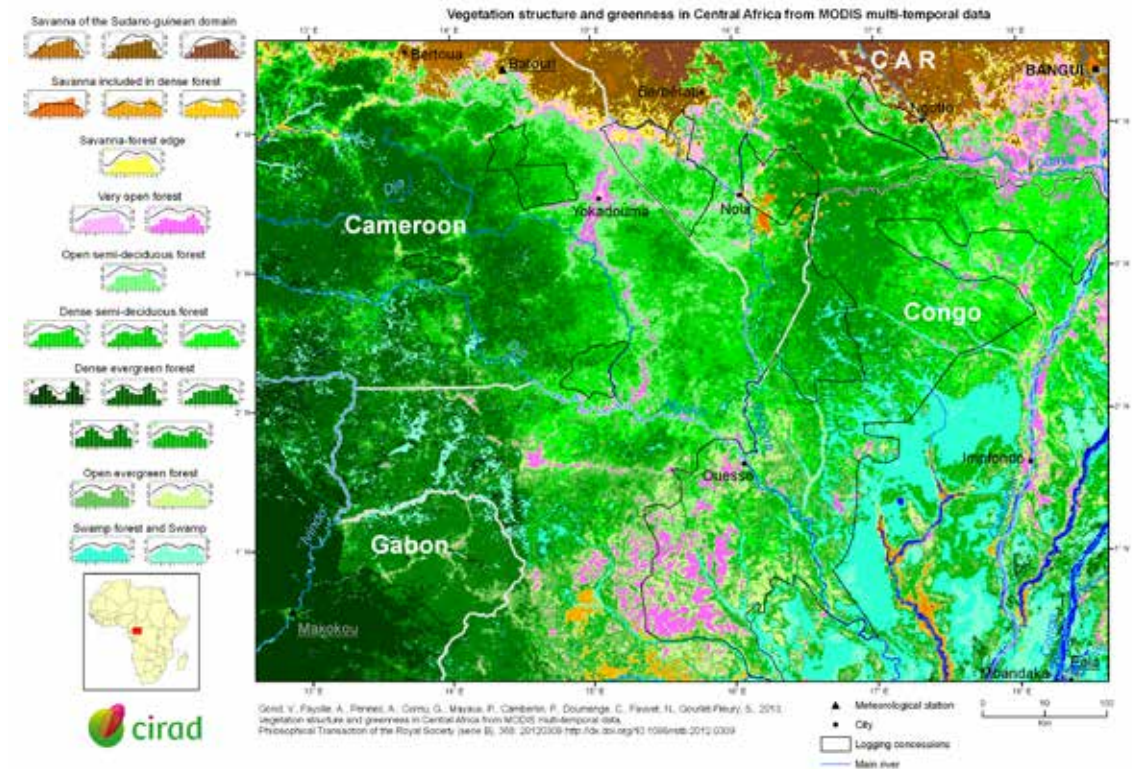


Figure 1 : Structure et traits fonctionnels des forêts tropicales humides dans l'intervalle de la Sangha (sud-est Cameroun, sud-République Centrafricaine, nord-Congo et nord-est Gabon). Les classes de couleurs vertes détaillent le gradient qui s'étend des forêts plutôt sempervirentes (vert foncé) vers des forêts semi-décidues (vert clair). En bleu sont représentées les forêts marécageuses, en rose les formations forestières ouvertes (forêts clairsemées à Marantaceae au Congo, mosaïque forêt-jachère-agriculture le long des axes de pénétrations anthropiques) ; en jaune-orangé et bistre les formations de savanes.



Les forêts de terre ferme montrent d'importantes variations spatiales en termes de déciduité et de structure. Dans la zone marécageuse l'organisation spatiale des forêts est aussi influencée par la période d'inondation (Betbeder *et al.*, 2014 et figure 2).

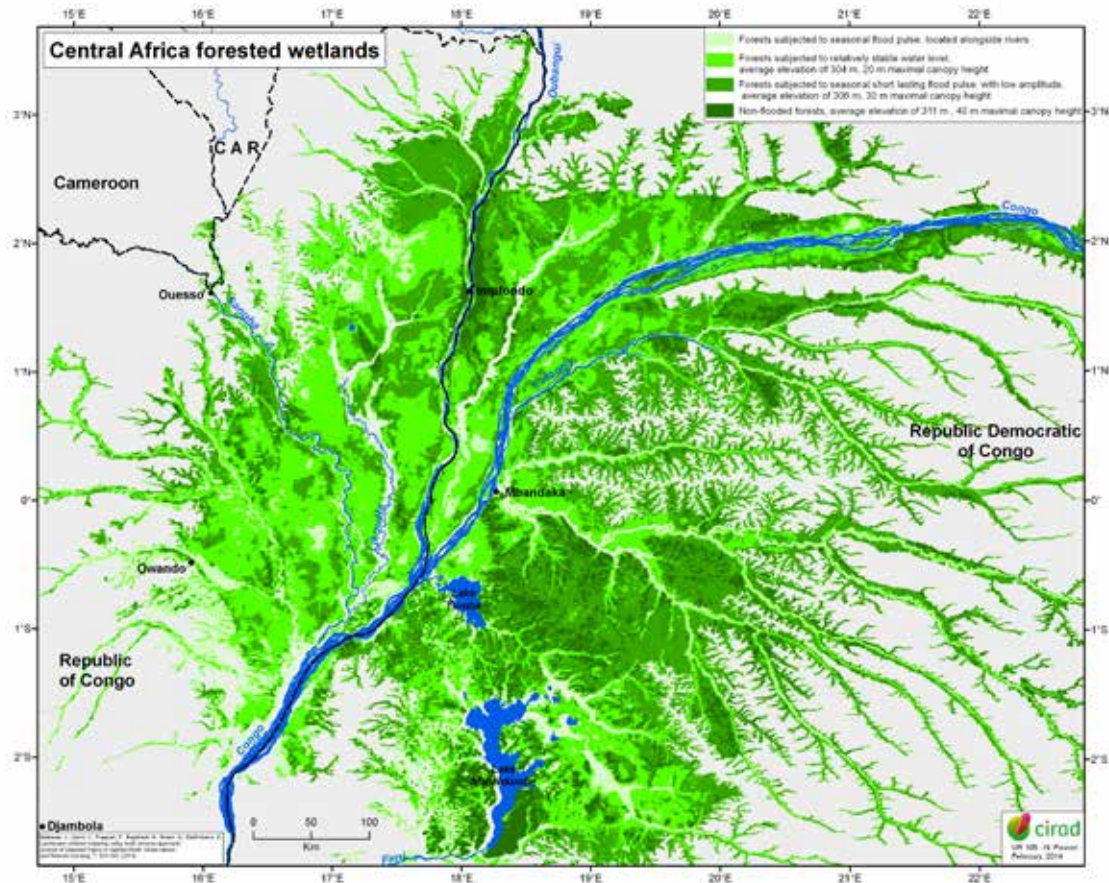


Figure 2 : forêts marécageuse de la cuvette d'inondation du Congo-Oubangui entre la République du Congo et la République Démocratique du Congo. L'inondation a été estimée à partir de données Radar; la hauteur des peuplements par des données Lidar et le type de végétation avec des données optiques.

Ces résultats permettent de décrire l'organisation spatiale des forêts semperverventes et semi-décidues de terre ferme ainsi que celles considérées comme marécageuses ; chacune présentant des dynamiques d'activité photosynthétique contrastées. L'extrapolation à l'ensemble du bassin du Congo a enfin été réalisée, permettant une vision exhaustive de la répartition spatiale des forêts de terre ferme (figure 3).

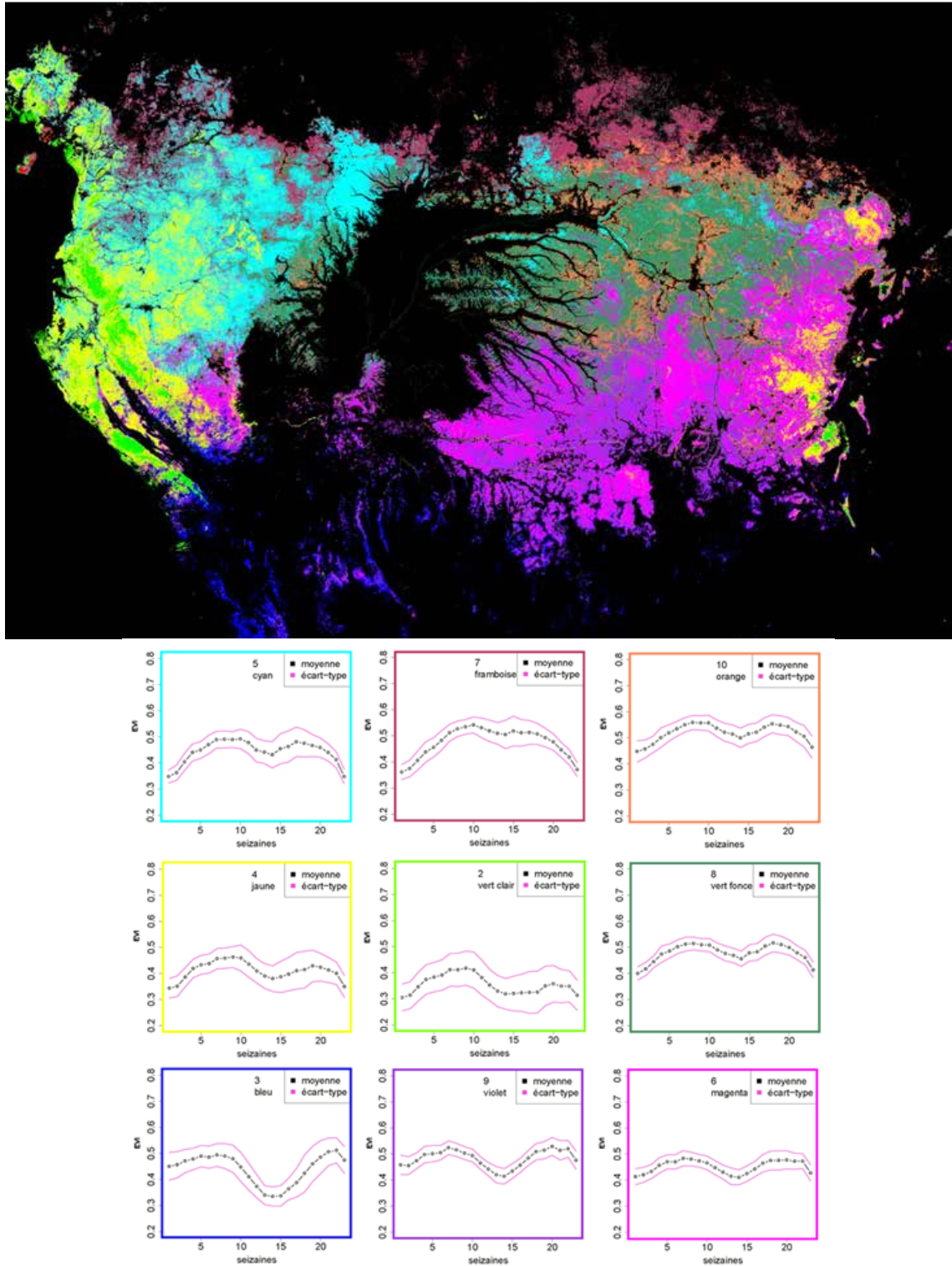


Figure 3 : forêts de terre ferme de l'Afrique centrale. Les neuf classes sont représentées spatialement à gauche. La légende de droite reprend les couleurs de chaque classe tout en décrivant le profil temporel annuel d'activité photosynthétique exprimé en indice EVI (et son écart type) tous les 16 jours au long de l'année synthétique (moyenne EVI sur 14 années d'acquisition satellite).

Sur cette carte générale on aperçoit l'organisation spatiale des forêts d'Afrique centrale au-delà de la « grande couche verte » qui les représente traditionnellement. D'une manière générale, ces types phénologiques de végétation forestière s'ordonnent selon un gradient latitudinal. Les forêts du type 7 (couleur framboise) et 3 (bleu) constituant les deux extrêmes en termes de saisonnalité très marquée, les premières sous un climat tropical d'hémisphère nord (saison sèche de décembre à février), les secondes sous un climat tropical d'hémisphère sud (saison sèche de juin à août). Entre ces deux extrêmes, l'essentiel des forêts présente un comportement phénologique correspondant à un climat équatorial (à quatre saisons) ou subéquatorial (lorsque l'une des saisons sèches est un peu plus forte que l'autre). Cet agencement latitudinal est seulement perturbé à l'ouest, le long du golfe de Guinée, du fait des influences marines de l'océan atlantique et, de manière moins marquée, à l'est, le long du rift africain, du fait de l'influence des reliefs.

Discussion et conclusions

Cette étude montre l'intérêt des inventaires de terrains combinés aux mesures satellites pour caractériser les structures et la phénologie des forêts, et l'importance de mobiliser des compétences complémentaires de spécialistes de la végétation. Dans une région du monde peu documentée (peu de station météorologiques, de parcelles de suivi forestier, de tour à flux), les inventaires forestiers représentent une opportunité unique pour documenter et valider les investigations satellitaires sur de grandes superficies. Ces cartes, une fois établies, deviennent de riches outils d'investigation pour les géographes, biogéographes, botanistes ou gestionnaires intéressés par ces formations végétales tropicales. L'intérêt d'une telle approche réside aussi dans la compréhension des déterminants de gradients de végétation en lien avec les paramètres environnementaux comme la géologie (Fayolle *et al.*, 2012) ou le climat (Philippon *et al.*, 2014). En particulier, la carte de végétation forestière présentée ici permet de relier, pour la première fois à l'échelle de toute la région, le fonctionnement phénologique des forêts avec leur structure et leur composition floristique.

Cette représentation des forêts d'Afrique Centrale donne une vision nouvelle de l'organisation de l'espace forestier. A partir de ces résultats plusieurs orientations scientifiques peuvent en découler. D'une part, des investigations à l'interface atmosphère/biosphère afin de mieux comprendre les mécanismes de transfert d'énergie et de matière dans un contexte de rapide changement. D'autre part, une analyse de secteurs particuliers relevant d'un intérêt spécifique comme la répartition et les surfaces des forêts dégradées ou secondarisées.

Remerciements

Ces études ont bénéficié de l'appui financier des projets Biodiversa CoForChange (www.coforchange.org) et CoForTips (www.fordev.ethz.ch/research/active/CoForTips). Nous voulons remercier les compagnies forestières pour leurs autorisations à utiliser leurs données d'inventaires (Alpicam, BPL, Danzer, DLH, IFB, Likouala Timber, Rougier, SEFCA, SCAD, SCAF et Vicwood). Les auteurs remercient la Nasa pour sa mise à disposition gratuite des données MODIS.

Références bibliographiques

- Betbeder, J., Gond, V., Frappart, F., Bagdhadi, N., Briant, G., Bartholomé, E. (2014). Landscape wetland mapping using multi sensors approach, *Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7, 531-542.
- Devred, R. (1958). La végétation forestière du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. *Bulletin de La Société Royale Forestière de Belgique*, 65(6), 409-468 + carte hors-texte.
- Doumenge, C. (1992). *La Réserve de Conkouati : Congo. Le secteur sud-ouest*. UICN, Gland, Suisse, IV + 231 p., 1 carte hors-texte.
- Doumenge, C. (1998). Forest diversity, distribution and dynamique in the Itombwe mountains, South-Kivu, Congo Democratic Republic. *Mountain Research Development*, 18(3), 249-264.
- Fayolle, A., Engelbrecht, B., Freycon, V., Mortier, F., Swaine, M., Rejou-Mechain, M., Doucet, J.-L., Fauvet, N., Cornu, G., Gourlet-Fleury, S. (2012), Geological substrates shape tree species and trait distributions in African moist forests. *Plos One*, 7(8)
- Fayolle, A., Picard, N., Doucet, J.-L., Swaine, M., Bayol, N., Bénédet, F., Gourlet-Fleury, S. (2014). A new insight in the structure, composition and functioning of central African moist forests. *Forest Ecology Management*, 329, 195-205.
- Gond, V., Fayolle, A., Pennec, A., Cornu, G., Mayaux, P., Camberlin, P., Doumenge, C., Fauvet, N., Gourlet-Fleury, S. (2013), Vegetation structure and greenness in Central Africa from MODIS multi-temporal data. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 368(1625)
- Gourlet-Fleury, S., Aleman, J., Bayol, N., Bentaleb, I., Benedet, F., Billand, A., Bremond, L., Cohen, C., Coste, S., Doucet, J.-L., Doumenge, C., Engelbrecht, B., Fauvet, N., Favier, C., Fayolle, A., Freycon, V., Gillet, J.-F., Gond, V., Laraque, A., Maley, J., Maraval, M.-C., Mayaux, P., Morin-Rivat, J., Mortier, F., Moutsamboté, J.-M., Nasi, R., Ngomanda, A., Nouvellet, Y., Ouedraogo, D., Oslisly, R., Picard, N., Rollin, C., Saya, A., Sonké, B., Swaine, M., Tathy, J.-P., Tovar, C., Toto, M., Vigneron, P., Yongo, O., Willis, K. (2014). Improve the characterization of tropical forests to improve management, *Policy Brief CoForChange*.
- Hecketsweiler, P., & Doumenge, C. (1991). *Le parc national d'Odzala, Congo*. Gland, Suisse: UICN-Union mondiale pour la nature.
- Letouzey, R. (1985) *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500,000* Inst. Carte Intern. Végétation, Toulouse et Inst. Rech. Agron. Yaoundé.
- Lienou, G., Mahe, G., Paturel, J.-E., Servat, E., Sighomnou, D., Ekodeck, G.E., Dezetter, A., Dieulin, C. (2008). Evolution des régimes hydrologiques en région équatoriale camerounaise: un impact de la variabilité climatique en Afrique équatoriale? *Hydrological Sciences Journal*, 53(4), 789-801.
- Mayaux, P., Bartholomé, E., Fritz, S. & Belward, A. (2004) A new land-cover map of Africa for the year 2000. *J. Biogeogr.*, 31, 861-877.
- Pennec, A., Gond, V., Sabatier, D. (2011), Characterization of tropical forests phenology in French Guiana using MODIS time-series. *Remote Sensing Letters*, 2(4), 337-345.
- Philippon, N., Martiny, N., Camberlin, P., Hoffman, T., Gond, V. (2014), Timing and patterns of the ENSO signal in Africa over the last 30 years: insights from Normalized Difference Vegetation Index data. *Journal of Climate*, 27, 2509-2532.
- Pierlot, R. (1966). *Structure et composition de forêts denses d'Afrique Centrale, spécialement celles du Kivu*. Bruxelles, Belgique: Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer. Classe des Sciences naturelle et médicales.
- Verheggen, A., Mayaux, P., De Wasseige, C., Defourny, P. (2012). Mapping Congo Basin vegetation types from 300 m and 1 km multi-sensor time series for carbon stocks and forest areas estimation. *BioGeosciences*, 9, 5061-5079.
- Zelazowski, P., Malhi, Y., Huntingford, C., Sitch, S., Fisher, J. (2011), Changes in the potential distribution of humid tropical forests on a warmer planet. *Phil. Trans. R. Soc. A*, 369, 137-160



Présentation de
Fanch Le Hir,
Conservatoire
botanique
national de
Brest, Brest,
France

Développement d'outils pour la conservation et la valorisation de la flore malgache : exemples de partenariats entre le Conservatoire botanique national de Brest et des acteurs malgaches des régions Diana et Analanjirofo

Auteur

Fanch Le Hir

Résumé

L'île-continent de Madagascar est un haut lieu de biodiversité mondiale et héberge plus de 10 000 espèces végétales, avec un pourcentage de 80 à 90% d'espèces endémiques. Grâce aux travaux de terrain et aux recherches taxonomiques, les botanistes nationaux et internationaux, découvrent régulièrement des espèces nouvelles pour la science comme le palmier *Tahina spectabilis*. Malheureusement Madagascar a subi une très forte déforestation due à la culture sur brûlis, le charbonnage, le surpâturage, la coupe de bois précieux, la pauvreté des populations locales. De nombreuses espèces endémiques risquent de disparaître à très court terme.

Le Conservatoire botanique national de Brest (France), pionnier depuis 1975 dans la conservation et le sauvetage des plantes en voie de disparition à l'échelle locale et internationale, accompagne depuis 2007, dans le cadre de la coopération décentralisée du département du Finistère et de la région Bretagne, des projets de conservation et valorisation de la flore des régions malgaches Diana et Analanjirofo. Le Conservatoire botanique national de Brest intervient à la demande de partenaires locaux qui ont en charge la gestion d'aires protégées. Les projets consistent à élaborer des outils locaux pour protéger et valoriser la flore endémique locale. Plusieurs petites pépinières ont été créées pour multiplier des espèces forestières autochtones afin de restaurer les zones dégradées. Des actions de sensibilisation sont également développées afin de faire prendre conscience aux populations locales et aux visiteurs de l'importance de la sauvegarde des écosystèmes.



[Back to Contents](#)
[Retour au Sommaire](#)

Abstract

The Madagascar continent-island is a high value area for the world's biodiversity. It harbours over 10,000 plant species, with an endemism rate of 80 to 90 %. Thanks to field work and taxonomical researches, local and foreign botanists still discover species new to science such as *Tahina spectabilis*. Unfortunately, Madagascar is subject to a very strong deforestation pressure due to slash and burn agriculture, wood charcoal and precious wood extraction, overgrazing as well as poverty of local population. Many endemic species are at threat of rapid extinction. The Conservatoire botanique national de Brest (France), pioneer since 1975 for the conservation and safeguard of endangered species at local and global scale is committed to the conservation and valuation of the floras of the Malagasy regions of Diana and Analanjirifo since 2007, in the frame of a decentralised cooperation program of the Finistere and the Brittany Region Councils. The Conservatoire botanique national de Brest operates at the request of local partners in charge of managing protected wildlife areas. These projects consist in elaborating local tools to protect and value the endemic flora. Several small plant nurseries have been created to multiply indigenous forest species with the aim of restoring disturbed areas. Awareness actions are also undertaken in order to raise consciousness by local people as well as visitors, of the determining stakes of safeguarding ecosystems.



Introduction

Le Conservatoire botanique de Brest est un établissement créé en 1975 grâce au soutien du Ministère de l'Environnement, de la Communauté urbaine de la ville de Brest et de l'association « Bretagne Vivante ». Le CBN de Brest est entièrement dédié à la conservation des espèces végétales à l'échelle locale et internationale. Il est devenu « Conservatoire botanique national » en 1990 dans le cadre de la création du réseau des « Conservatoires botaniques nationaux » par décision du Ministère de l'Environnement. A l'échelle internationale il intervient dans le domaine du sauvetage d'espèces végétales au bord de l'extinction totale, principalement celles des îles océaniques. Grâce à ses actions de conservation ex situ, le CBN de Brest a sauvé plusieurs espèces, parmi lesquelles *Normannia triphylla*, solanacée de Madère, *Ruzia cordata*, sterculiacée de l'île de la Réunion, *Cylindrocline lorencei*, astéracée de l'île Maurice, *Juniperus ekmanii* d'Haïti. Des programmes de conservation (« recovery programm ») sont menés sur ces espèces éteintes en nature (multiplication dans les serres et pépinières du CNB de Brest ou culture in vitro au laboratoire de biotechnologies VEGENOV, diffusion dans le réseau des jardins botaniques, rapatriement dans leur pays d'origine et ré introduction dans le milieu naturel avec des partenaires locaux). Fort de son expérience en matière de conservation d'espèces végétales menacées, le CBN de Brest mène aujourd'hui des actions de coopération avec des pays tiers confrontés à la perte de leur biodiversité (zones de « hotspots ») et ne possédant pas les outils nécessaires pour enrayer ce phénomène. Il met son savoir-faire et son expertise au service des acteurs de la conservation, des gestionnaires d'aires protégées et des populations locales, souvent victimes de la dégradation de leur environnement.

Matériel et méthodes

L'île de Madagascar fait partie du « hot spot » de l'océan Indien et héberge plus de 10 000 espèces végétales avec un taux d'endémisme très élevé (entre 80 et 90%). Régulièrement de nouvelles espèces sont découvertes, comme le palmier *Tahina spectabilis*, uniquement connu d'une seule station au nord de Mahajunga (figure 1). Malheureusement Madagascar a perdu une grande partie de ses forêts primaires, principalement à cause des cultures sur brûlis (tavy), du charbonnage, du surpâturage, de la coupe de bois précieux. Cependant le pays possède un solide réseau de parcs nationaux et de nouvelles aires protégées sont en cours de création.

Le CBN de Brest a été sollicité à partir de 2006 par des acteurs malgaches de la conservation. La première demande émana de l'ONG Fanamby qui était chargé par l'Etat malgache de mettre en place un réseau de nouvelles aires protégées, notamment dans la région Diana (nord de Madagascar). Fanamby travaillait sur la mise en place de l'aire protégée du massif de l'Andriafiamena, habitat naturel du rarissime propithèque de Perrier (*Propithecus perrieri*). La population du propithèque étant répartie sur deux massifs forestiers séparés par une zone déforestée, l'ONG proposa d'établir un projet de corridor biologique afin de permettre un brassage génétique du propithèque pour assurer sa sauvegarde à long terme. Le CBN de Brest accompagna la réalisation d'une pépinière d'espèces forestières autochtones pour établir ce corridor. Des villageois d'Anjahankely furent formés au métier de pépiniéristes par un jardinier botaniste du CBN de Brest (fig.2). Une cinquantaine d'espèces furent mises en culture parmi lesquelles : *Dupuya haraka* (Madiroala), *Poupartia orientalis* (Sakoandia), *Milletia richardiana* (Taintsidambo), *Vitex beraviensis* (Voantsimoko), *Hyphaene shatan* (Satrana), *Grewia sp.* (Selibe), *Diospyros mapingo* (Malingo maliny), *Adansonia madagascariensis* (Bony). La pépinière étant fonctionnelle, le CBN de Brest mis l'accent sur le suivi des plantations. Des carrés de suivi furent mis en place afin d'optimiser les méthodes de plantations et le choix des espèces. Ce projet s'inscrit

Régulièrement de nouvelles espèces sont découvertes, comme le palmier *Tahina spectabilis*, uniquement connu d'une seule station au nord de Mahajunga.

dans le cadre de la coopération décentralisée entre le Conseil général du Finistère et la région Diana et reçoit le soutien financier de l'association Arche aux Plantes et du groupe Lafarge.



Figure 1 : Inflorescence de *Tahina spectabilis*, nouvelle espèce de palmier découverte récemment. Photo F. LE HIR



Figure 2 : tri de semences de *Tambourissa* sp. à la pépinière d'Anjahankely (massif de l'Andriafiamena (région Diana). Photo F. LE HIR

Par la suite d'autres demandes émanèrent des acteurs de la région Analanjirofo, région du nord est malgache avec laquelle la région Bretagne entretient des échanges dans le cadre également de la coopération décentralisée. Un premier projet de sentier botanique vit le jour dans la forêt littorale de Tampolo au nord de Fénériver Est avec l'ESSA – Forêts, gestionnaire de la forêt classée. Un second projet est en cours avec l'ONG Antongil Conservation, gestionnaire de la forêt littorale de Farankaraina, à proximité de la ville de Maroantsetra. Il s'agit d'un projet de conservation et d'écotourisme soutenu par les régions Bretagne et Nord Pas de Calais. Une pépinière pilote a été créée en 2012 et produit environ 5 000 plantes par année pour restaurer des zones dégradées (fig. 3). Les espèces choisies pour le reboisement sont principalement : *Canarium madagascariense* (ramy), *Terminalia mantely* (mantely), *Intsia bijuga* (hintsy), *Barringtonia butonica* (fotabe), *Terminalia catappa* (atafana), *Calophyllum inophyllum* (foraha), *Mimusops commersonii* (varanto), *Uapaca sp* (uapaka), *Dyopsis lutescens* (lafaza), *Trachylobium verrucosum* (mandrorofo), *Faucherea glutinosa* (nanto). Des espèces fruitières sont également produites afin d'améliorer l'alimentation des populations locales. Un sentier d'interprétation botanique permet de faire découvrir aux visiteurs plusieurs espèces patrimoniales de la forêt ainsi que des espèces utilitaires ou médicinales. Une exposition permanente est en cours de réalisation pour apporter des informations générales aux visiteurs (scolaires et touristes). Enfin le CBN de Brest a été sollicité par des acteurs de l'écotourisme de l'île de Ste Marie (région Analanjirofo) afin de conserver et valoriser les reliques de forêts primaires. Des premiers reboisements sont programmés pour le début de l'année 2015 et un petit jardin conservatoire botanique est en cours de création afin de multiplier les espèces endémiques comme le palmier *Dyopsis sancta mariae* et mener des actions de sensibilisation auprès des scolaires et des visiteurs.

Un nouveau projet a vu le jour en 2013 avec l'ONG SAGE, gestionnaire de l'aire protégée de la Montagne des Français, à proximité immédiate de la ville d'Antsiranana (Diego-Suarez), région Diana. Cette aire protégée, habitat de plusieurs espèces endémiques comme *Adansonia suarezensis*, *Aloe suarezensis*, *Diegodendron humbertii*, subit de nombreuses menaces, principalement le charbonnage illicite dans la partie sud de l'aire protégée, dégradant une superficie très importante. Les enjeux pour la conservation de ce site remarquable sont primordiaux. Deux pépinières ont été créées au sein de l'aire protégée et des villageois et des anciens charbonniers ont été formés au métier de la pépinière. Les premières plantations ont eu lieu début 2014 durant la saison des pluies. Les principales utilisées sont : *Stereospermum sp.* (Somontsohy), *Xanthocercis madagascariensis* (Voankazo meloka), *Syzygium sakalavarum* (Rotro), *Pachypodium ruthenbergianum* (Vontaky), *Adansonia suarezensis* (Bozy). Un petit centre botanique ou « centre Kobaby » est également en cours de création (fig.4). Il comprendra un arboretum, un herbier, une banque de semences, des milieux reconstitués (rocaillies calcaires), des collections de plantes médicinales, un petit centre de recherche dédié aux étudiants et chercheurs. La Montagne des Français est un site écotouristique majeur pour la région de Diego (proximité de la ville, importance de l'axe Nosy Be – Diego), ce qui devrait permettre un autofinancement du projet et la création de nouvelles activités génératrices de revenus pour les populations locales.

Des premiers reboisements sont programmés pour le début de l'année 2015 et un petit jardin conservatoire botanique est en cours de création afin de multiplier les espèces endémiques comme le palmier *Dyopsis sancta mariae* et mener des actions de sensibilisation auprès des scolaires et des visiteurs.



Figure 3 : pépinière de Farankaraina (région Analanjirofo), photo F.LE HIR



Figure 4 : site du futur centre « Kobaby » à la Montagne des Français, près de Diego-Suarez, photo F. LE HIR



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Résultats et discussions

Avec plusieurs années d'expérience, on peut tirer quelques conclusions. Si la production des plantes forestières en pépinières ne posait pas de réels problèmes, à part parfois l'obtention suffisante de semences d'espèces autochtones, le suivi des parcelles plantées n'était pas toujours bien assuré, ce qui mettait en péril la survie des plantes (piétinement par les zébus, dessèchement...). Aujourd'hui des carrés de suivi sont mis en place dès la première année de plantation, notamment dans l'aire protégée de la Montagne des Français et un entretien régulier (désherbage, mulching) est réalisé par les pépiniéristes. Cependant pour être plus efficace et enrayer la déforestation dans ces sites, il est nécessaire d'augmenter les surfaces à reboiser, mais également de mieux maîtriser les coupes et le charbonnage illégaux. Enfin, afin de mutualiser les différentes expériences en matière de reboisement à base d'essences autochtones, il serait opportun de créer un réseau malgache des pépinières et des collections botaniques afin d'améliorer les techniques et le choix des espèces utilisées.

Remerciements

Mes remerciements vont en priorité à tous nos partenaires malgaches : Fanamby, Antongil Conservation, SAGE de la région Diana, ESSA-Forêts, Office du Tourisme de Sainte-Marie, Universités de Mahajunga et d'Antsiranana. Je remercie également le Conseil général du Finistère, la région Bretagne, l'association Arche aux Plantes et le groupe Lafarge pour leur soutien financier. Je remercie enfin Camille Danger, correspondante bénévole du Conservatoire botanique national de Brest, pour le suivi des actions menées en région Diana.

Références bibliographiques

- Allorge L. (2008). *Atlas des plantes de Madagascar*. Paris : Editions Eugen Ulmer.
- Allorge-Boiteau L. & Allorge M. (2007). *Faune et flore de Madagascar*. Paris, Antananarivo : Editions Karthala – Editions Tsipika.
- Anonyme, [s. d.] – *Flore de Madagascar et des Comores (Plantes vasculaires)*. [s.l.].
- Anonyme (2009) – *Projet de conservation de la flore de Madagascar. Développement d'outils et de savoirs locaux. Rapport de la mission effectuée à Madagascar par le Conservatoire botanique national de Brest en juillet 2009*. [s.l.].
- Aubréville A. (1976). Madagascar au sein de la Pangée. *Adansonia*, 15 (3), 295-305.
- Bernardi L. (1974). Problèmes de conservation de la nature dans les îles de l'Océan Indien : Méditation à propos de Madagascar. *Saussurea*, 5, 37-47.
- Dransfield J. & Beentje H.-J. (1995) – *The Palms of Madagascar*. Kew: Royal Botanic Gardens and the International Palm Society.
- Du Puy D., Labat J.-N., Raveohitra R., Villiers J.-F., Bossier J., Moat J. (002) *The Leguminosae of Madagascar*. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Guillaumet J.-L., Koechlin J. (1971). Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales (exemple de Madagascar). *Candollea*, 26 (2), 263-277.
- Koechlin, Guillaumet J.-L., Morat P. (1974) *Flore et végétation de Madagascar*. [s.l.].

- Le Hir F. (2007) *Projet de conservation de la flore de Madagascar. Développement d'outils et de savoirs locaux. Rapport de la mission effectuée à Madagascar par le Conservatoire botanique national de Brest en septembre 2007*. Brest : Conservatoire botanique
- Lenoble-Prédine F. (2007), Madagascar, entre nature et culture. *Hommes & Plantes*, 61, 20-27.
- Moat J., Smith P. (2007). *Atlas of the vegetation of Madagascar (Atlas de la végétation de Madagascar)*. Kew: Kew publishing.
- Munzinger J., (2001). *Flore de Madagascar et des Comores. Famille 133 bis : Diegodendracées (Diegodendraceae)*. Paris: Muséum national d'histoire naturelle. Laboratoire de Phanérogamie.
- Ramananjanahary R.-H., Frasier C.-L., Lowry P., Rajaonary F.-A. & Schatz G. (2010). *Guide des espèces de plantes appartenant aux familles endémiques de Madagascar*. Missouri: Missouri Botanical Garden Madagascar–Research and Conservation Program.





Presentation
by Thomas
le Bourgeois,
Centre de
Coopération
Internationale
en recherche
Agronomique
pour le
Développement
(CIRAD),
Montpellier,
France

Using information technology, communication and citizen science in alien invasive plant management in Kruger National Park, South Africa

Auteurs

Thomas Le Bourgeois, Dave I. Thompson, Anne Guezou, Llewellyn C. Foxcroft, Pierre Grard, Robert W. Taylor, Thembisile Marshall, Alain Carrara

Abstract

Invasive plant species are a major threat to the biodiversity of protected areas and South Africa's Kruger National Park (KNP), which covers about 20 000 km², is no exception. The extensive river network draining highly invaded and transformed external catchments make KNP highly susceptible to alien plant invasion. Efficient control thereof requires early detection of alien species, increased awareness, effective eradication and dissemination of information amongst all relevant stakeholders. Pl@ntInvasive-Kruger was initiated to provide a platform and a range of tools in support of these actions locally by aiming to develop a suite of science-based, computer-driven tools for use by KNP managers, researchers and field teams involved in alien plant control. Four applications were developed, each supported by the global, multi-user PL@NTMANAGER database: 1) PUBLISH returns synthesised species information; 2) IDAO executes computer-aided plant identification; 3) IDENTIFY provides image recognition; and 4) CYBERTRAKER acts as an interface for mobile data collection applications. This toolkit facilitates the sharing of information between stakeholders, including scientists, field officers and citizens, and disseminates synthesised information to managers of invasive plants, eradication teams and conservationists. All tools are usable, or can be downloaded, from an internet based platform where members can also share information and documents and engage in discussions on alien invasive plants. Correct identification is an essential aspect of alien plant control programs, but is difficult and time consuming where large numbers of alien and indigenous plant species co-occur. The Pl@ntInvasive-Kruger database currently contains information on ~237 alien plant species, with the identification tools focussing on the 113 most important species. By facilitating the identification of invasive plants and supporting knowledge-

sharing and the use of shared tools for a common goal, Pl@ntInvasive-Kruger promotes invasive alien plant control and thereby biodiversity conservation in KNP.

Résumé

Les espèces végétales envahissantes sont une menace majeure pour la biodiversité des aires protégées, et le parc national Kruger en Afrique du Sud (KNP) ne fait pas exception. La diversité de paysages et d'habitats et un réseau hydrographique qui draine des bassins versants très envahis à l'extérieur du parc rendent le KNP très sensible aux invasions par les plantes exotiques. Un contrôle efficace de cette menace nécessite une détection précoce des espèces introduites, avec en point-clé initial leur identification rapide et correcte, des méthodes appropriées de lutte, et la diffusion de données actualisées pour accroître la sensibilisation de tous les acteurs impliqués. Un projet de collaboration a été lancé pour soutenir ces actions. Pl@ntInvasive-Kruger fournit une plate-forme et une suite d'outils informatiques destinés à l'usage des gestionnaires du KNP, des chercheurs et des équipes impliquées dans la surveillance et le contrôle des plantes exotiques. Quatre applications ont été développées, toutes supportées par une base de données en ligne, multi-utilisateurs : 1) PUBLISH, permet de publier sur le Web les synthèses d'information sur les espèces; 2) IDAO, utilise l'identification des plantes assistée par ordinateur; 3) IDENTIFY, un système de reconnaissance automatique par image; et 4) CYBERTRAKER, une interface munie d'un processus d'identification simple. La base de données concerne actuellement près de 400 espèces de plantes exotiques, les outils d'identification mettant l'accent sur 113 espèces prioritaires. Cet ensemble d'outils a été développé d'une part, pour faciliter le partage d'informations provenant de différents acteurs tels scientifiques, agents de vulgarisation, équipes de terrain et citoyens, et d'autre part, pour améliorer la diffusion des ces informations aux intervenants chargés de la surveillance et/ou de la lutte contre les plantes envahissantes. Les outils sont utilisables ou téléchargeables, à partir d'une plate-forme collaborative Web où les membres peuvent également partager informations et documents, et organiser des discussions. Par son aide à l'identification des espèces et au partage d'informations, Pl@ntInvasive-Kruger contribue à promouvoir la conservation de la biodiversité du KNP et met en œuvre une approche nouvelle de travail où tous les acteurs apportent leur contribution à partir d'outils communs et dans un but commun, approche désormais essentielle pour la gestion des plantes envahissantes.



Introduction

Since the 1950s, the growing influence of human activities has promoted the dispersal and establishment of species beyond their natural ranges. Often these alien species naturalise, proliferate and spread rapidly over large areas, and can have significant adverse effects to biodiversity (IUCN, 2012), the functioning of ecosystems (Vitousek et al., 1996; Mooney et al., 2005; Vilà et al., 2011) and on the health and economic well-being of human society (Pimentel et al., 2005). Invasions affect virtually all ecosystems and regions of the world, regardless of their status (Lonsdale, 1999) and protected areas, although created to protect natural or semi-natural environments, are not immune to invasions (Foxcroft et al., 2013). Reserves and national parks are affected by invasive species in temperate zones (Pyšek et al., 2002; Pauchard & Alaback, 2004; Allen et al., 2009) as well as in tropical and subtropical areas (Duffey & Usher, 1988; Tye, 2001; Foxcroft & Downey, 2008). In South Africa, 19 national parks have alien plant invasion as a management priority (Spear et al., 2011). Kruger National Park (KNP), spanning 360 km in latitude, contains diverse landscapes and habitats, is traversed by external rivers and is bounded by international borders and surrounded by mining activity, agriculture, private game reserves, cities and settlements. Internally, KNP hosts human residents and substantial tourism, further aggravating susceptibility to invasion by alien plants. The number of alien plant species has increased from six in 1937 to about 350 in 2013, with 81 species considered invasive / potentially invasive (Spear et al., 2013). In 1997 alien plants were recognized as a major threat to biodiversity in KNP, and are a management concern (Braack, 1997).

Control efforts have been funded through the National Working for Water Program (WfW) and South African National Parks (SANParks), and physical control operations, including mechanical, chemical and biological control, have been implemented (Foxcroft, 2003). To optimize the level of control achieved, an adaptive management strategy involving prevention, control and research was adopted in 2003 (Foxcroft & Richardson, 2003). This proactive approach to prevention seeks to avoid the introduction of new species to the park, whilst an early detection program aims to eliminate potentially invasive plants during early establishment. Spatially explicit data define invaded areas, and the extent and density of invasion, thus enabling appropriate management actions. At each step, the correct identification of species by the participants involved in the management program is paramount. Equally important is ease of access and availability of current species information. The ability of stakeholders within and beyond KNP (neighbouring areas, SANParks' other protected areas, and conservation programs elsewhere) to share data and knowledge of alien species, and management thereof, is key.

Spatially explicit data define invaded areas, and the extent and density of invasion, thus enabling appropriate management actions. At each step, the correct identification of species by the participants involved in the management program is paramount.

.....

In KNP and immediate surrounds, different groups of stakeholders are involved in alien plant study, survey and management, including, amongst others, scientists and conservationists from SANParks and the South African Environmental Observation Network (SAEON), researchers from Universities, technicians and rangers from KNP, control teams from WfW, local municipalities, mining companies and survey teams from the Kruger to Canyons (K2C) UNESCO 'Man and Biosphere' program.

The objectives of PI@ntInvasive-Kruger were therefore to 1) develop and implement a combination of tools providing species identification, access to species information and data-sharing, and 2) support the network of stakeholders involved in alien plant science and management in and around KNP.

Methods

Species Identification

Currently KNP rangers and K2C technicians carry out daily environmental observations recording, *inter alia*, the location and abundance of invasive plants. For this they use palmtop computers (PDA) running a specific interface developed using CyberTracker (CT) software (MacFadyen, 2005). For species identification, field guides exist, but are not widely accessible and the species descriptions are often brief or absent. Further, such conventional plant identification tools are not always easy to use by both non-botanists or specialists, especially dichotomous keys (Le Bourgeois et al., 2004).

To overcome identification constraints various approaches, based on information and communication technology (IT&C), have been implemented since the 1970's. In response to needs identified by KNP managers, a revised CT version and two novel tools for plant recognition were proposed *viz.* IDAO (computer-assisted identification) and IDENTIFY (image recognition). These three applications each cover a standard set of 113 alien species that are either commonly found, or are of concern, in KNP (Foxcroft, 2003). The IDAO software initially development in 1995 and undergoing numerous upgrades (Grard et al., 1996; Le Bourgeois et al., 1996). IDAO constructs unknown candidate species in a step-wise manner from prominent characteristics selected by the user from schematic, multiple-choice menus (Le Bourgeois et al., 2008). Factsheets with descriptions and images are available for each species throughout the identification process. IDENTIFY assists users, through image-recognition analyses, with the identification of images of plants and their diagnostic features (Boujemaa et al., 2001; Yahiaoui et al., 2006). The software automatically compares photos submitted by the user with a reference image library, and returns the most similar images and corresponding species names. Based on user input, the CyberTracker identification module initially categorises species by life form; thereafter species are identified from the relevant subset of images and written descriptions.

For species identification, field guides exist, but are not widely accessible and the species descriptions are often brief or absent.

Unlike conventional dichotomous keys, IDENTIFY and especially IDAO do not prescribe the sequence in which characters, or images, are considered by users, and the 'percent similarity' output is tolerant of errors. All three identification tools rely almost exclusively on the observational skill of the user, rather than on specific knowledge or botanical training, and are fun to use. The functionality and efficiency of each application was evaluated through systematic identification tests conducted during workshops held in KNP, during June and July 2013, with participants from SAEON, SANParks, WfW, K2C and Palabora Mining Company (PMC). Evaluation focused both on 1) technical aspects (time to, and accuracy of, identification)

and 2) 'user-friendliness' (e.g. perceived ease of use; importance of prior experience or education; personal or job relevance). In addition to tools being assessed for technical efficiency, participants scored them according to the interface and navigation process, the informative nature of text, supporting imagery and the need and value of the tool in identifying alien plants in KNP. Participants also answered open-ended questions about the advantages and disadvantages of each tool, and were given opportunities to suggest improvements. A total of 59 participants identified 217 plant samples using 23 plant species.



Results

Accuracy of species identification

All three applications, IDAO, IDENTIFY and a customised CyberTracker database for alien plants in KNP have been made available for free download or online use from the participatory platform at <http://community.plantnet-project.org/pg/groups/561/plntinvasivekruger/>.

The average success of species identification was 76.4% (166/217), varying by application from 67.9% (57/84) for CT, 75.8% (47/62) for IDENTIFY and 87.3% (62/71) for IDAO. Time to identification ranged between 1-31 min, with an average of 8 min and a median of 6 min. Identifications were approximately twice as fast using CT than with the other two tools, with IDAO requiring marginally more time than IDENTIFY. Irrespective of the tool used, correct identifications required less time, on average, than incorrect identifications. After 25min the identification was usually incorrect.

Overall the tools were considered by 30% of the respondents as ‘very easy’ to use, ‘easy’ by 34.2%, ‘moderately easy’ by 22.8% and ‘difficult’ by 5.1% of the participants. Participants considered CT easier to use (85% ‘very easy’ or ‘easy’ ratings) than either IDAO (69%) or IDENTIFY (62%). However, this distinction was much less pronounced for specialists/scientists than for technicians. For the latter stakeholder group, IDENTIFY was seen as the most difficult application to use.

The visual interface of the tools were rated mostly as excellent or good, but with more mixed opinions for CT. The navigation process was described mostly as excellent or good; CT was the most popular tool whilst IDENTIFY was considered the most difficult to navigate. For IDAO and IDENTIFY, reference images were highly appreciated, whilst for CT, they were considered to be too few and of poor quality with no option for enlargement due to the PDA specifications. Written descriptions in CT and IDAO were consulted by most participants to confirm image- and observation-based identifications.

All participants considered the tools relevant to alien plant control in and beyond KNP, either in their current version (especially IDAO), or with some refinement (especially for CT). Further, 95% of participants felt that the utility of each tool in KNP, or surrounding environments, could be improved by incorporating additional species, especially where confusion with native species is likely.

Accessibility of species information

Descriptive factsheets for each of the 113 test species, including nomenclature, collector, locations and collections (e.g. images, herbaria) were managed through PI@ntInvasive-Kruger’s online, multi-user database using a derivative of the PI@ntNet DATAMANAGER application (<http://community.plantnet-project.org/pg/groups/5320/plntnetdatamanager/>). The various stakeholders with access to the database, who function collectively as a network, can access, and importantly also update, databased information at any time based on current field observations or learning. Each species-specific module is populated with a general description, vernacular names and other detailed information on, *inter alia*, growth form, cotyledons, aerial organs and seeds, biology, ecology, origin and distribution, level of invasiveness and documented control methods, and possibly confusion with, in particular, similar native species. Further, nearly 5000 supplementary photos, collected either during the project or sourced from institutional

libraries, have been indexed and incorporated into the database and reflect 100 of the 113 test species. A factsheet of combined information and imagery exists for each species and is published in html format (<http://publish.plantnet-project.org/project/plantinvasivekruger>) through the PUBLISH application developed by Pl@ntNet.

Data- and knowledge-sharing between stakeholders

Average identification times, which are currently quicker than those reported by Morse et al. (1996), will improve further as users become accustomed to and can navigate the tools more freely.

.....

The launching page of the participatory web platform of Pl@ntInvasive-Kruger falls within the broader Pl@ntNet platform developed under ELGG 1.7, an open-source social networking engine (Elgg Foundation, 2012). The platform allows all members to communicate, sharing scientific documents, technical papers, protocols, theses or reports and bookmarks of websites of interest. This is particularly valuable for documents lodged with host institutions, but which are not widely accessible via the internet. Further, embedded tools such as the calendar, blog and forum facilitate networking and collaboration between stakeholders and the sharing of ideas, observations and images. This is especially useful where photos of an unidentified plant are uploaded to the platform, so soliciting inputs and benefitting from the collective expertise of the member community. Likewise, any document, photo or information posted on the platform can be commented on and discussed amongst members. The platform also serves as the main point-of-access for the

IDAO, IDENTIFY and CT identification applications, as well as the DATAMANAGER database and synthesised species information via the published html factsheets.

Discussion

The average identification accuracy (76.4%) achieved when assessing the efficacy of the tools developed by Pl@ntInvasive-Kruger falls within the range reported for other automatic or semi-automatic identification tools for various organisms and animal and plant structures (Gaston & O'Neill, 2004). The user-driven IDAO tools' performance of ~87% is very satisfactory, surpassing IDENTIFY (~76%) and being substantially higher than CT (~68%). The ability to detect an error contributes to a tools' utility. For example, using CT as an identification tool, with the lowest accuracy and ability to detect misidentification, CT should only be used as a first step to identification, which should then be confirmed using complementary Pl@ntInvasive-Kruger tools or other reference materials. CyberTracker is therefore best suited to data collection and less reliance as an identification application, especially given the relatively poor botanical training that is typical of field monitors and control teams.

Average identification times, which are currently quicker than those reported by Morse et al. (1996), will improve further as users become accustomed to and can navigate the tools more freely. This is particularly true where participants have little or no experience using computers, as was the case with several participants here. Contrary to Morse et al. (1996), times were quicker for the correct, rather than incorrect, identifications. Further, participants in the Pl@ntInvasive-Kruger project displayed more confidence in their computer-assisted identifications when they were correct, compared to both Morse et al. (1996) and Gočau (2012).

Having images of plant habit and morphological characteristics available in IDENTIFY for consultation by users proved to be a key element in successful identification using both CT and IDAO. However, the lower accuracy of the IDENTIFY tool compared to IDAO suggests that greater efficacy is achieved when the user engages with the computer application and combines images (photos and line drawings)

and text, rather than by relying on user-independent image recognition software. In particular, combining different information formats may help users recognise errors and confirm doubtful identifications.

Workshop participants all showed great enthusiasm for the Pl@ntInvasive-Kruger tools (*participant comment* – “I like everything!!! CyberTracker, IDENTIFY and IDAO!”). Such comments highlight a need to provide assistance with identification and accessible information to stakeholders working on alien plants and their control in KNP and neighbouring areas. Critically, the tools enable the user to access free information and identify unknown alien plant species independently, providing motivation and a sense of empowerment. Users of the three tools are stimulated to develop their botanical and scientific knowledge, and their computer skills (*participant comments* – “Adding more species will be good because we can learn more”, “We would like to learn how we can use the computer”). Previously, access to information and resources such as identification tools has been restricted, particularly to field teams and technicians, who were dependent on their superiors or professional colleagues for identification. Critically, this hinders the implementation of management interventions should suspected alien species be encountered in the field. The ability to act quickly, and with confidence, is essential for teams monitoring, and managing, invasive alien plants. Participants also appreciated the complementarity of the tools, and would combine their use; CT in the field, and IDAO and IDENTIFY in an office at work, or at home. Further, using the tools in combination with the participatory platform provides opportunities for engagement between stakeholders, and augments the central database through the sharing of field data.

Acknowledgements

This project is a case study of the Pl@ntNet project funded by the Agropolis Fondation. We thank the IT Development Team of Pl@ntNet for their assistance. We thank all the volunteers from SAEON, SANParks, WfW, K2C and PMC, who contributed valuable time and personal insights during the testing of the identification applications.

References

- Allen, J.A., Brown, C.S. & Stohlgren, T.J. (2009). Non-native plant invasions of United States National Parks. *Biological Invasions*, 11, 2195-2207.
- Boujemaa, N., Fauqueur, J., Ferecatu, M., Fleuret, F., Gouet, V., Lesaux, B. & Sahbi, H. (2001). Ikona: Interactive Specific and Generic Image Retrieval. IMEDIA – INRIA. In *International workshop on Multimedia Content-Based Indexing and Retrieval (MMCBIR'2001)*. Rocquencourt, France.
- Braack, L.E.O. (1997). Vol VII. An objectives hierarchy for the management of the Kruger National Park. A revision of parts of the Management Plan for the Kruger National Park.
- Bromilow, C. (2010). *Problem plants and alien weeds of South Africa*. Third ed. Pretoria, South Africa: Briza Publications.
- Duffey, E., & Usher, M.B. (1988). Biological Invasions of Nature Reserves. *Biological Conservation* 44 (1-2), 1-135.
- Elgg foundation, (2012). ELGG 1.7. Open source social networking engine. <http://elgg.org/index.php>
- Foxcroft, L.C. (2003). Invasive alien species and biodiversity conservation – Kruger National Park (South Africa). Special issue on invasive alien species and protected areas. *Aliens*, 17, 1-3.

- Foxcroft, L.C., & Downey, P.O. (2008). Protecting biodiversity by managing alien plants in national parks: perspectives from South Africa and Australia. In *Plant Invasions: Human perception, ecological impacts and management*. Leiden: Backhuys Publishers.
- Foxcroft, L.C., Henderson, G.R., Nichols, G.R. & Martin, B. (2003). A revised list of alien plants for the Kruger National Park. *Koedoe* 46 (2), 21-44.
- Foxcroft, L.C., Pyšek P, Richardson, D.M. & Genovesi, P. (eds) (2013). *Plant invasions in protected areas. Patterns, problems and challenges*. Springer, Dordrecht.
- Foxcroft, L.C. & Richardson, D.M. (2003). Managing alien plant invasion in the Kruger National Park, South Africa. In *Plant invasions: ecological threats and management solutions*. Leiden: Backhuys Publishers.
- Gaston, K.J., & O'Neill, M.A. (2004). Automated species identification: why not? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359, 655-667.
- Goëau, H., Bonnet, P., Barbe, J., Bakic, V., Joly, L.A., Molino, J.-F., Barthélémy, D. & Boujemaa, N. (2012). Multi-Organ Plant Identification. *Proceedings of the ACM International Workshop on Multimedia Analysis for Ecological Data*, MAED, Nara, Japan.
- Grard, P., Le Bourgeois, T. & Merlier, H. (1996). *Adventrop Doc : Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne. V. 1.1*. Montpellier, France: CIRAD-CA. CD-Rom.
- Henderson, L. (2001). *Alien Weeds And Invasive Plants*. Agricultural Research Council. Cape Town, South Africa.
- IUCN (2012). *Policy brief on invasive and alien species, biodiversity, human health and food security*. *Biological invasions: a growing threat to biodiversity, human health and food security*. Wednesday, 09 May 2012. http://cmsdata.iucn.org/downloads/policy_brief_in_invasive_and_alien_species_final.pdf 2012 [cited 01 March 2013]. Available from http://cmsdata.iucn.org/downloads/policy_brief_in_invasive_and_alien_species_final.pdf.
- Le Bourgeois, T., Bonnet, P., Edelin, C., Grard, P., Prosperi, J., Théveny, F. & Barthélémy, D. (2008). L'identification des adventices assistée par ordinateur avec le système IDAO. *Innovations agronomiques*, 3, 167-175.
- Le Bourgeois, T., Grard, P. & Merlier, H. (1996). Adventrop : un système multimédia pour l'identification et la connaissance des adventices tropicales. In *Xe colloque international sur la biologie des mauvaises herbes*. Paris, France: ANPP.
- Le Bourgeois, T., Jeuffrault, E., Grard, P. & Carrara, A. (2004). A new process to identify the weeds of La Réunion Island: the AdvenRun system. Paper read at 14th Australian Weeds Conference, at Charles Sturt University, Wagga Wagga, Australia. 6-9 September 2004.
- Lonsdale, W.M. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, 80 (5), 1522-1536.
- Macfadyen, S. (2005). Electronic Ranger Diaries – The Kruger National Park CyberTracker Program.
- Mooney, H.A., Mack, R.N., Mcneely, J.A., Neville, L.E., Schei, P.J. & Waage, J.K. (2005). *Invasive alien species: A new synthesis*. Washington DC: Island Press.
- Morse, D.R., Tardivel, G.M. & Spicer, J.I. (1996). A comparison of the effectiveness of a dichotomous key and a multiaccess key to woodlice. In *Technical Report 14-96*: Computing Laboratory, University of Kent at Canterbury, UK.
- Pauchard, A., & Alaback, P.B. (2004). Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of south-central Chile. *Conservation Biology*, 18 (1), 238-248.
- Pimentel, D., Zuniga, R. & Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.

- Pyšek, P., Jarošík, V. & Kučera, T. (2002). Patterns of invasion in temperate nature reserves. *Biological Conservation*, 104, 13-24.
- Spear, D., McGeoch, M.A., Foxcroft, L.C. & Bezuidenout, H. (2011). Alien species in South Africa's national parks. *Koedoe* 53 (1), 1032-1035.
- Tye, A (2001). Invasive plant problems and requirements for weed risk assessment in the Galápagos Islands. In *Weed risk assessment*, edited by R. H. Groves, F. D. Panetta and J. D. Virtue. Melbourne: CSIRO Publishing.
- Vilà, M., Espinar, J.L., Hedja, M., Hulme, P.E., Jarošík, V., Maron, J.L., Pergl, J., Schaffner, U., Sun, Y. & Pyšek, P. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14, 702-708.
- Vitousek, P.M., D'antonio, C.M., Loope, L.L. & Westbrooks, R. (1996). Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84, 468-478.
- Yahiaoui, I., Herve, N. & Boujemaa, N. (2006). Shape-based image retrieval in botanical collections. In *Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM'06)*. Hangzhou, China.



Presentation
by Gederts
Ievinsh,
Latvian Plant
Protection
Research
Centre, Riga,
Latvia

Bringing physiology back to botany: plant physiological adaptations as a crucial link between genotype and environment

Auteur

Gederts Ievinsh

Abstract

In a light of the expected environmental changes, it is necessary to develop new models better describing possible outcomes in respect to plant diversity. The aim of the present paper is to delineate how physiological knowledge can help to better understand plant responses to global climate change and growing anthropogenic impact. Environmental heterogeneity is the most fundamental feature of the environment and it is manifested both at temporal and spatial scales. When analyzing plant variability, it is necessary to discriminate between biological variability and phenotypic plasticity. While biological variability represents “biological noise” with no particular value in respect to functionality, phenotypic plasticity is a manifestation of an ability of the plant to change appearance (morphology) and functioning (biochemistry) in order to develop a phenotype best suited for a particular set of environmental conditions. It is necessary to form a unite theory of induced physiological plant adaptations as a mean to understand outcomes of plant-environment interaction.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Résumé

En raison des changements environnementaux attendus, il est nécessaire de développer de nouveaux modèles mieux décrire les résultats possibles en ce qui concerne la diversité végétale. L'objectif du présent document est de définir la façon dont les connaissances physiologiques peuvent aider à mieux comprendre les réactions des plantes au changement climatique mondial et l'impact anthropique croissant. Hétérogénéité environnementale est la caractéristique la plus fondamentale de l'environnement et elle se manifeste tant au tempore et échelles spatiales. Lors de l'analyse de la variabilité de la plante, il est nécessaire de distinguer entre la variabilité biologique et la plasticité phénotypique. Bien que la variabilité biologique représente « bruit biologique » sans valeur particulière en ce qui concerne la fonctionnalité, la plasticité phénotypique est une manifestation de la capacité de la plante à modifier l'apparence (morphologie) et le fonctionnement (biochimie) afin de développer un phénotype qui convient le mieux pour un particulier ensemble de conditions environnementales. Il est nécessaire de former une théorie unifier des adaptations physiologiques induites de plantes comme moyen de comprendre les résultats de l'interaction plante-environnement.



Introduction

In the early days of natural sciences, plant physiology was regarded as a subdiscipline of botany. Due to establishment of particular aims and a wide use of purely physiological as well as biochemical and, later, molecular methods, plant physiology has made a huge success as an independent branch of biology. However, within botany itself, together with taxonomy and phytosociology, there has been a shift towards merging with ecology. While the relationship between plants and their environment is at the center of the modern botany, functional understanding of this relationship at the level of particular plant physiological traits is usually lacking, relying mostly on statistical comparisons. The aim of the present paper is to delineate how physiological knowledge can help to better understand plant responses to global climate change and growing anthropogenic impact.

Environmental heterogeneity as a basis for physiological adjustment

Environmental heterogeneity is the most fundamental feature of the environment (Ievinsh, 2006). The environment is heterogeneous both temporally (in time) and spatially (in space). Because of this, plants need to adjust certain traits to meet particular physical and chemical characteristics of the environment. The need for this adjustment is based on the fact that life represents a special set of chemical structures and chemical reactions that have certain range of conditions for optimum performance. This adjustment can be achieved by particular changes of features of critical biomolecules (proteins, membranes, metabolites) or morphological traits forming “optimum phenotypes” for particular ranges of conditions.

Spatial environmental heterogeneity is a basis of forming natural structure at different organizational levels, leading to the appearance of biomes, ecosystems, habitats or biotopes and to the coexistence of particular species (Wiens, 1989; Lundholm, 2009). A multitude of environmental factors interact by themselves, with plants and other organisms in space, forming this heterogeneity. Theoretically, the best adjustment in the case of spatial heterogeneity would be the formation of a genetically determined “optimum phenotype” for the respective location. We can see this in part as the existence of species, subspecies and ecotypes of a particular species. However, even for a particular set of environmental conditions, we can observe the coexistence of both various genotypes and phenotypes, suggesting that this cannot be done in a simple way.

One reason for this complexity is due to temporal environmental heterogeneity seen as both non-periodic and periodic fluctuations in crucial environmental characteristics. We can see the existence of environmental changes of different range on an everyday basis. The main critical feature of this type of heterogeneity is related to predictability of occurrence and predictability of timing, in order to be able to adjust to the changes. From the point of view of temporal heterogeneity, the best type of adjustment could be formation of “inducible phenotype”, where gene expression of particular genes (and corresponding traits) can be switched on and off due to both environmental changes and endogenous mechanisms. In this way, a single genotype can form different phenotypes in response to various conditions.



Biological variability and phenotypic plasticity

A simple question: “Why plants differ from each other?” can be used to understand fundamental principles of biological organization and adaptability of plant individuals in heterogeneous environmental conditions. The first answer to this question is that plants differ because they possess different genotypes. However, if variation can be seen within a group of individuals of the same genotype, one may assume that these individuals are of different age. But are the individuals of the same genotype and age always identical if they are growing in identical conditions? We can set up an experiment involving groups of germinating cabbage seeds in controlled conditions in darkness forming cotyledons and hypocotyls. We can measure length and width of individual cotyledons and height of hypocotyls, and calculate mean values and coefficients of variation (CV) for these parameters. A lot of variation is seen within groups of seedlings, and variation also can be variable: for cotyledon length CV is 11 and 14%, for cotyledon width it is 21 and 13%, and for hypocotyl height it is 15% in both groups. However, when we are looking at variability between the groups, we can clearly see that it is diminishing, meaning that groups of plants in average are less variable than individual plants, which is the result we were expecting. So, it appears, that individuals of the same genotype and age are not identical even in the same conditions.

What about a particular genotype in different environmental conditions? A very nice example from temperate zone of the Northern Hemisphere is Scots pine, *Pinus sylvestris*, which can usually be seen growing in dense forest stands forming high slender trunks, but also is present in open-field conditions, forming significantly shorter and thicker morphotype. But the same species can be found also nearby in a peat bog, forming very thin and short stature, usually not higher than 2 to 3 m. One may consider this to be a type of local genetic adaptation and existence of different ecotypes, but this clearly is not the case. We are dealing with an example of phenotypic plasticity.

These two types of variability, namely, biological variability and phenotypic plasticity, can be seen for the particular genotype either in identical conditions or different conditions, and they have different functional meaning (Amzallag, 2001). While in the case of biological variability we do not know what the exact mechanism of formation is (is it developmental noise, redundancy, or simply a lack of precision), in the case of phenotypic plasticity we know that it represents the genetically-encoded ability of genotype to form different phenotypes if necessary, and this ability can be adaptive (Van Kleunen and Fischer, 2003). The level of plasticity (or absence of plasticity) can be demonstrated by the means of reaction norm, showing possible changes of phenotype due to changes in particular environmental conditions. Using reaction norm we can compare different genotypes in respect to both genetic and phenotypic variation as well as variation of plasticity. The adaptivity of plasticity can be easily seen if we compare genotypes with genotypic differences in plasticity of a particular trait, for example, an ability to change the rate of root growth due to water shortage. In conditions of good water supply these plants will have identical phenotypes. However, in conditions of limited water supply, more plastic genotype will be able to grow longer roots and eventually reach for necessary resource, water.

A simple question: “Why plants differ from each other?” can be used to understand fundamental principles of biological organization and adaptability of plant individuals in heterogeneous environmental conditions.

Physiological adaptations as a mechanism of adjustment to environmental heterogeneity

The concept of induced responses is important in the context of physiological adaptations. Let us consider responses of germinating seed in respect to environmental quality. There is always a chance that the particular seed can germinate if conditions allow for that, or it can become dormant due to some factor or it can even perish. The developing seedling also can develop further, forming different phenotypes depending on environmental quality, or it can perish if conditions are not appropriate. This goes further eventually leading to reproduction, at least, in some cases. What we are seeing here, is an interaction between two different processes, direct physical or chemical effect of particular environmental conditions on biological structures, macromolecules, enzymatic reactions etc., from one side, and differentially regulated gene expression, from the other. It can be related to particular quantitative characteristics of environmental factors, presuming that more optimum conditions will lead to better growth and reproduction, and less optimum conditions will result in more deleterious direct undesirable effect. It appears that differences in environmental quality can induce formation of different phenotypes due to genetically determined phenotypic plasticity, acquired through evolution. The plasticity is manifested at morphological, metabolic, regulative and other levels of biological organization. We do not need to be misled by the term “induced”, because in the case of germinating seed all traits of the forming individual will be sequentially induced during development, while in the case of already established individuals some traits are already expressed (appearing as constitutive) but other will be further induced due to changes of environmental quality.

Looking at growth rate, physiological performance or survival of individuals or groups of individuals in respect to intensity to some essential environmental factor, the forming relationship is usually represented in a form of optimum curve, where a narrow zone of optimum intensity is followed on both sides by usually unseparated zones of negative influence, called “zone of tolerance” and “zone of stress” or similarly (Fig. 1A). However, this type of graph does not allow us to understand what is really happening with the particular plant. It is necessary to provide a different graph together with more information for understanding process of physiological adaptation (or acclimation, which is more widely used term in this context). The shape of curve is different reflecting existence of various physiological events occurring along with a changing intensity of the factor (Fig. 1B). Within the zones of tolerance (indicated as B) we can expect increase of gene expression due to necessity for biochemical adaptation, changes of growth, development etc. These changes include different protection measures not allowing for linear increase of deleterious harmful effects due to increasing intensity. Only after some point, the capacity of the plant to protect itself is not enough, and we can observe fast zone of loss of vital functions (indicated as C). This point is similar to one described as a “stress point” by Elstner et al. (1988). I would like to especially stress out that within the zone B we can clearly see positive effect on plant performance due to physiological adaptation, in means that the performance does not decline in parallel with more negative values of the factor (both too less or too much). We can further relate these zones to particular qualitative differences in physiological performance, reproduction, growth, metabolism and regulation.



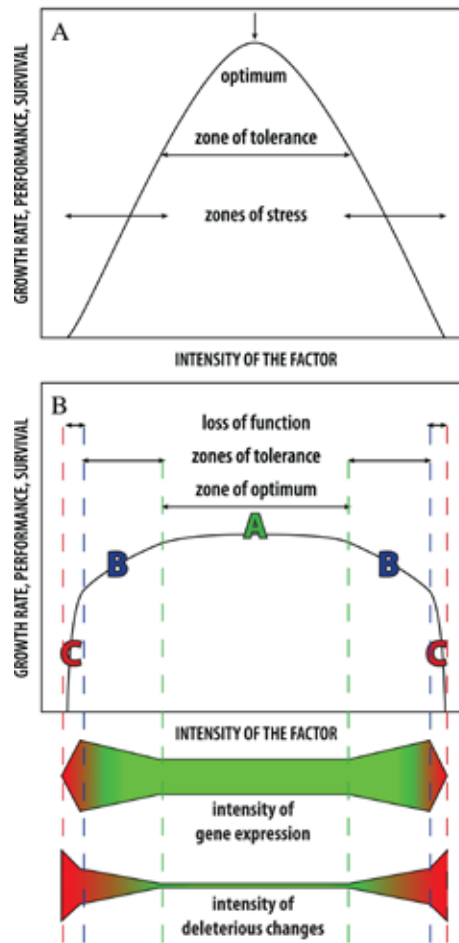


Fig. 1. A, typical representation of plant performance in respect to changes in the intensity of the particular environmental factor. B, modified representation of plant performance including physiological adaptation.

It is evident that usually only the traits, which are needed currently due to the particular environmental quality, are expressed in particular individual (Heil, 2010). Changes at different levels of organization will occur only when necessary. Therefore, we can divide physiological adaptations in different groups in respect to mechanism inducing them. Some traits of clearly adaptive value can be regarded as constitutive because they are induced at a certain developmental stage without involvement of an apparent environmental signal, such as high alkaloid content protecting against herbivores. Some adaptations are simply induced by the same factor they are intended to protect against, such as nonperiodic changes of light intensity due to clouds. Some adaptations are gradually induced by the same factor, as in the case of acquired thermotolerance during heat shock. A certain type of adaptations can be designated as rhythmic because their mechanism involves rhythmic gene expression pattern due to endogenous biological clock, like photoprotection mechanisms in chloroplasts during morning dawn. Finally, the most complicated type of adaptation is the so called preemptive adaptation, where one environmental factor acts as a signal to gain protection against another environmental factor, like first phase of cold adaptation in autumn, which is induced by decreasing length of photoperiod, and only the second phase of cold adaptation is induced by the cold itself.

In conclusion, it is necessary to form a united theory of induced physiological plant adaptations as a mean to understand outcomes of plant-environment interaction.

References

- Amzallag, G.N. (2001). Data analysis in plant physiology: are we missing the reality? *Plant Cell Environ.*, 24, 881–890.
- Elstner, E.F., Wagner, G.A. & Schutz W. (1988). Activated oxygen in green plants in relation to stress situations. *Curr. Topics Plant Biochem. Physiol.*, 7, 159–187.
- Heil, M. (2010). Plastic defence expression in plants. *Evol. Ecol.*, 24, 555–569.
- Ievinsh, G. (2006). Biological basis of biological diversity: physiological adaptations of plants to heterogeneous habitats along a sea coast. *Acta Univ. Latv.*, 710, 53–79. Lundholm, J.T. (2009). Plant species diversity and environmental heterogeneity: spatial scale and competing hypotheses. *J. Veget. Sci.*, 20, 377–391.
- Van Kleunen, M. & Fischer, M. (2003). Effects of four generations of densitydependent selection on life history traits and their plasticity in a clonally propagated plant. *J. Evol. Biol.*, 16, 474–484.
- Wiens, J.A. (1989). Spatial scaling in ecology. *Funct. Ecol.*, 3, 385–397.



Theme

2

part 2

**Botanists
and the
environmental
challenges of the
21st century**

*Les botanistes
face aux enjeux
environnementaux
du 21^e siècle*

Summary by the Chairpersons

Résumé par les Présidents

Jean Patrick Leduc et Elisabeth Dodinet

The presentations were very diverse in the fields, the competencies, the problematic, the geography, and the challenges addressed. What do Marlina Ardiyani faced with a speed rate between resources, competencies and challenges, and Sara Oldfield with her helicopter view of plant biodiversity worldwide challenges have in common?

Is there such a thing as a 21st century botanist? Our discipline is multifolded and increasingly so. We need to work both in the long term as shown by Inocencio Buot and in emergency situations as shown by Fanch Le Hire. We are faced (1) with new challenges and ethical issues such as those entailed by the involvement of botanists in impact studies, as presented by Peter Lowry and his case study on the mining sector in Southern America; (2) new non botanist stakeholders we need to involve in our discipline, the society and citizens at large, on which Thomas Le Bourgeois has presented interesting experiences of citizenship science in Southern Africa. We will need to use novel resources and tools to find shortcuts to address the immense task of documenting both biodiversity and political decisions; at the same time, we need not to forget the historical and traditional fields, like field botany, physiology as Gederts Ievinsh has shown can still bring useful angles to understanding physiological adaptations of plants to the environment or simply the fact to cooperate, as shown by Claudia L. Jolls.

This capacity to address increased complexity can be an immense strength, but also a serious weakness if we forget to unite strengths, tools, time approaches and fields or if we forget to set our priorities versus the environmental challenges and let the finances or other stakeholders set the priorities for us.

We can certainly contribute to understand and help mitigate the effects of climate change

- › by the long term documentation we can mobilise, and on that regard, I do regret the absence of palaeobotanist contributions.
- › by knitting together precisely the diversity of our knowledge and fields of study that may allow us to better grasp the complex issues involved.

I also regret that there has been no conference from learned societies, since they do contribute as independent bodies to the advancement of botany, mixing expert botanists from different fields, researchers and amateurs, providing training, funding, and scientific edition.



In order to do this:

1. we will increasingly work with companies as shown by Peter Lowry and need to learn how to make the best of this to document, prioritise and mitigate;
2. we need to find shortcuts to be more efficient where it matters; and
3. we need to find ways to prioritise collectively and worldwide since climate change and losses of biodiversity are a worldwide challenge.

We are currently faced with rare financial resources and the temptation of trying to attract those to our fields, our tools or our region is strong. However, some of the presentations of this morning or yesterday show dramatically the blanks of our knowledge, some of which pertain to areas, taxa or plant communities that are most likely to be impacted by climate changes. We need as a group to have a collective comprehensive view, and act upon it as the community that we are not anymore or not yet.





Theme
3

© Flickr / leniners CC BY-NC 2.0

Botanist and the social challenges of the 21st century: what strategies are needed to address globalisation, urbanization, food security, the loss of traditional knowledge, and to better appreciate the dimension of art and culture, and man and nature?

.....

Les botanistes face aux enjeux sociaux du 21^e siècle : quels sont les stratégies à adopter face à la globalisation, l'urbanisation, la sécurité alimentaire, la perte des savoirs traditionnels, et pour mieux prendre en compte l'art, la culture, l'homme et la nature ?

.....



Theme

3

Botanist and the social challenges of the 21st century

Les botanistes face aux enjeux sociaux du 21^e siècle

Chairperson



Ameenah Gurib-Fakim, Managing Director of the Center for Phytotherapy and Research (CEPHYR), Mauritius

Presenters

Pierre-André Loizeau, *Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, des botanistes au service de la société*

Germinal Rouhan, *The herbonauts website: recruiting the general public to acquire the data from herbarium labels*

Daniel Mathieu, *Observatoire citoyen de l'environnement et Open Data, l'expérience de Tela Botanica*

Liliana Derewnicka, *Botany in the Community*

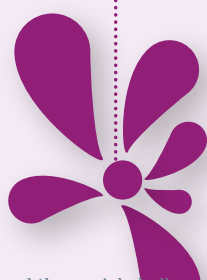
Van Kien Nguyen, *Plant genebank: An outlook of culture, nature and human of Vietnam*

Victor A. Kemeuze, *Sacred groves and biodiversity conservation in semi-arid area of Cameroon: Case study of Diamare plain*

Brian Machovina, *Eating Plants to Save Them*

Daniel Barthélémy, *Pl@ntNet, une plate-forme innovante d'agrégation et partage d'observations botaniques*

Julio Ruiz Murrieta, *Threats to rainforests in the Peruvian Amazo*





Key note
presentation
by Julio Ruiz
Murrieta

Threats to rainforests in the Peruvian Amazon

Abstract

We present here the most notable rainforest ecosystems of the Loreto Region that are under threat. Loreto is a region of the Peruvian Amazon with an exceptional biological and cultural diversity: it has the largest forest extension and the largest oil reserves of Peru. Loreto also hosts in its territory 31 indigenous peoples belonging to 15 linguistic families living in the forest, which makes the region the one with the greatest cultural diversity of Peru. This article presents also the main threats facing the forests of the Loreto Region such as the construction of roads, oil exploitation, mining, agricultural and forestry activities as well as hydroelectric projects. These activities are causing accelerated deforestation and degradation of the forest ecosystems. Finally, this article presents also recommendations and proposes new areas of specialization for botanists to face the challenges facing the Amazon forests in the XXI Century.

Keywords: Peruvian Amazon, rainforest, ecosystems, threats

Résumé

Nous présentons ici les écosystèmes menacés les plus notables de la forêt tropicale de la région de Loreto. Loreto est une région de l'Amazonie péruvienne avec une diversité biologique et culturelle exceptionnelles: elle a la plus grande étendue de forêt et les plus grandes réserves de pétrole du Pérou. Dans cette région vivent 31 peuples autochtones appartenant à 15 familles linguistiques, ce qui en fait une des régions avec la plus grande diversité culturelle du Pérou. Cet article présente également les principales menaces qui pèsent sur les forêts de la région de Loreto tels que la construction de routes, l'exploitation pétrolière, l'exploitation minière, l'agriculture et la foresterie ainsi que les projets hydroélectriques. Ces activités sont à l'origine de la déforestation et de la dégradation accélérée des écosystèmes forestiers. Enfin, cet article présente également des recommandations et propose de nouveaux domaines de spécialisation pour les botanistes pour relever les défis auxquels fait face la forêt amazonienne dans le XXI^e siècle.

Mots-clés: Amazonie péruvienne, la forêt tropicale, les écosystèmes, les menaces

Introduction

The Amazon Rainforest is one of the most important reserves of genetic material on Earth. Some scientists boldly estimate that it contains between 60 and 80% of all species. The Amazon Rainforest is also a wealth of biodiversity per unit area (called the Alpha biodiversity) and in endemic species, those restricted to a very small area. The richest jungles of the entire river basin are in the so called “Andean Amazon Rainforest”, the westernmost section where we find some of the planet’s most important biodiversity Hotspots.

In the Andean Amazon Rainforest, one of the special areas is the Loreto Region, a region famous in the scientific community because of the world’s records in biodiversity held there: for plants, amphibians, reptiles, birds, and others creatures. Loreto is strategically located in the so called “Ecoregion Napo”, which covers the northern sector of the Peruvian Amazon and eastern part of the Ecuadorian Amazon. It is regarded as one of the globally outstanding ecoregions (among the 200 existing in the world) because its high levels of biodiversity, several of which are world records of species for one area: world record of tree species over 10 cm. dbh (diameter at breast height) per hectare, with 300 species and over 500 species greater than 2.5 cm. dbh per hectare. This region is furthermore known to be an important speciation center (the species generation process) and amasses a large number of endemic species especially plants. The area’s extraordinary wealth is found in its wide environmental variation, expressing itself in different forest types with their specialized plant and animal communities that grow on soils of different origins, ages, textures, meteorization state and nutrient content.

The Loreto Region also shelters a community of plants that are unique in the Peruvian Amazon. Many species are rare habitat specialists (like those of white sand forests or the forests flooded by black waters of the Nanay river), and there are some species than even today are not known to live anywhere else in the world. The diversity of plants in this area is beginning to be researched representing a challenge for botanists. In the Loreto Region there is a danger that many plant species disappear before they are even known to science. Rainforests of the Loreto Region are highly threatened today by roads, hydrocarbon activities, mining, hydroelectric, coca plantations and drug trafficking. The main environmental impacts are deforestation due to change of use of land and the degradation of forests through agriculture, logging, mining, oil exploration and exploitation, and by transformation into artificial lakes, inflicting damage on the global environment, the economy, and local peoples. Nevertheless some efforts are being made to conserve these forests and its plants. This is the subject of this article.



Figure 1 : Loreto region in Peru © Huhsunqu
CC BY-SA 3.0 Wikimedia Commons

The Loreto Region

Threatened rainforest ecosystems

Since 2011, the Peruvian Scientific University (UCP) started a research program in collaboration with indigenous communities to develop traditional knowledge in particular on the most notable forest ecosystems of the Loreto Region of Peru of economic, social, cultural and environmental importance to indigenous populations. Some results are presented in this chapter.

Loreto is the largest region of Peru (36.88 million hectares) and the most forested (more than 35 million hectares).¹ The forest resources of Loreto are well above the forest resources of Papua New Guinea, Japan, Malaysia, Chile, Thailand, Vietnam, New Zealand, Korea, the Philippines, Brunei, Singapore, Taiwan and Hong Kong.² In the Loreto Region, indigenous and forest peoples depends mainly on the forest resources for food, health, housing, processing tools, working tools and instruments, as well as for transportation. The most notable rainforest ecosystems of the Loreto Region of great importance to indigenous peoples that are under threat are the following:

Aguajales are large hydromorphic ecosystems, which remain flooded during most of the year. They are located in the floodplain on both sides of the Amazon and its tributaries. Aguajales are forest ecosystems covered with lush vegetation where the aguaje palm (*Mauritia flexuosa*) is the dominant plant. The most important species are *Mauritia flexuosa* Lf (aguaje), *Mauritia vinifera* Mart (aguaje) and *Mauritia peruviana* (Becc) Burret (aguajillo). In the Loreto region, the surface of aguajales is 4 million hectares (10% of the forest area of this region), mainly in the territory known as the Ucayali-Marañón Rivers) flooded throughout the year. Aguajales are also the natural habitat of several species of plants of economic, food and cultural value, such as unguahui (*Jessenia batahua*), huasai (*Euterpe precatória*), chonta (*Euterpe oleracea*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), huacrapona (*Iriartea deltoïd*), poloponta (*Elaesi oleifera* HBK), yarina (*Phytelephas microcarpa*), copal (*Protium* sp.) and charichuleo (*Rheedia* sp.). An inventory conducted in an aguajal in the Itaya river (an Amazon tributary) shows a total of 18 species of palms per hectare, species of high nutritional value that play an important role in the food regime of rural and indigenous populations. For these peoples the *aguajal* is the “mother of the forest”. They believe that people, jaguars, anacondas, owls, and crocodiles were born in the aguajal. Indigenous peoples believe that *aguajales* are the work of a spiritual force and as such are sacred. Aguajales thus form a major part of the fabric of the Amazon forests. Understanding their cultural and economic values can provide useful insights into their long term sustainable use.³

Marshes are wetlands covered with formations of semiaquatic grasses and other plants such as ferns. This ecosystem covers about 2% of the Loreto Region. This ecosystem is valued by indigenous and rural populations because it is habitat of important medicinal and magic plants and of a diversity of birds and mammals used for food.

Bajiales or Várzeas are forests periodically flooded by clear waters of the rivers originating in the Andean region: Ucayali, Marañón, Huallaga, Amazonas, Pastaza, Tigre, Napo and its tributaries below 200 m. They also occur in all the islands and on one or both sides of the rivers. These forests have species adapted to flooding and have a great diversity of species because of the presence of nutrients and

1 Plan de Desarrollo Concertado Región Loreto 2008-2021. Iquitos. GOREL

2 Ruiz Murrieta, J. (2003). Los bosques: recursos estratégicos de la Región Loreto. Iquitos. UCP

3 Ruiz Murrieta, J.; Levistre-Ruiz, J. (1966) L'Alimentation en forêt tropicale. Vol.II.1249-1264. Paris. UNESCO

sediments in the soil brought by the flooding waters. The most important tree species in this ecosystem are: Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), Cecropia (*Cecropia spp.*) Lupuna (*Ceiba pentandra*), Huimba (*Ceiba Samauma*), Topa (*Ochroma spp.*), Renaco (*Ficus guianensis*), Catahua (*Hura crepitans*) and Capinuri (*Maquira coriacea*).⁴

Tahuampales or Igapò in Brazil are forests that are regularly inundated by black-waters for extended periods during the flood season. The best known of such forests are found in the Nanay Basin where they make up about 2% of the total rainforest. Igapò forest trees are shorter than those of non-flooded forest because of the instability caused by the wet, poorly drained soils. Many igapò tree species have stilt roots and flying buttresses to lend structural support. Throughout the Nanay river basin flooded forests by black waters occupy an area of approximately 99,596 hectares, representing 6.79% of the basin. These ecosystems are located near the bed of the Nanay River and streams. The dominant species are: parinari (*Coupeia sp.*), aceite caspi del bajo (*Haploclaathra longifolia*), quillo sisa (*Erismia bicolor*), huacapurana (*Campsiandra laurifolia*) yacu moena (*Ocotea argyrophylla*) machimango (*Eschweilera bracteosa*), quinilla blanca (*Ecclinusa lanceolata*) and quinilla colorada (*Manilkara bidentata*). These timber species have some local use, although they are not quoted in the national and international market. But its conservation is important as they are essential habitat for reproduction and feeding of the fishes of the basin, and as regulator for the water regime and for its scenic and tourist value. In these ecosystems also grow diverse lianas such as abuta (*Abuta grandifolia*), clavo huasca (*Tynanthus panurensis*) and sarsaparilla, (*Smilax aspera*) among others, which have an important economic and cultural value for indigenous populations.⁵

The “varillal forests” are forests where more than 98% of the nutrients are in the plants themselves: the sandy soil is pure quartz and once the forest is cut down, the thin layer of surface vegetation is quickly washed away by the water, making the soil completely sterile.

Restingas (forests on high terraces), **Terra firme** in Brazil, are forests that occur on the banks of rivers and in the forest interior. They are not flooded even in the great floods. These forests are similar in structure to the highland forests and they are terraces due to changes of the nearby river, and subjected to geological movements of the Amazon. This ecosystem covers 1374.129 million hectares (3.92% of the total forests of Loreto). Tree species abundant in this ecosystem are Cetico (*Cecropia spp.*), Sangre de grado (*Croton spp.*), Shimbillo (*Inga spp.*), Rifari (*Miconia spp.*) and Chullachaqui caspi (*Tovomita spp.*).⁶

Forests on white sand or “varillales” are divided in three communities of varillal: dry, humid and “chamizal”. In the Nanay basin this ecosystem covers an approximate area of 26,385 hectares, equivalent to 1.53% of the basin. The plants are made mostly of thin, straight trunks, called *varillas*, which means sticks (where we get the name varillal). Among the main species of varillas are aceite caspi (*Caraipa spp.*), boa caspi (*Dicymbe uaiparuensis*) and punga de varillal (*Pachira brevipes*).

In the varillal forests occasionally grow palms such as huasai de varillal (*Euterpe catinga*), aguaje de varillal (*Mauritia carana*), ñejilla de varillal (*Bactris bifida*) and a diversity of lianas. The “varillal forests” are forests where more than 98% of the nutrients are in the plants themselves: the sandy soil is pure quartz and once the forest is cut down, the thin layer of surface vegetation is quickly washed away by the water, making the soil completely sterile. To preserve the valuable nutrients, the varillal trees invest more than 60% of their resources in their root systems, forming a veritable tangle that absorbs each nutrient molecule that is washed away by the water. The trees of the varillal lake aceite caspi (*Caraipa spp.*), are widely used by the area inhabitants for building their rustic houses since the amount

4 Ruiz Murrieta, J. (2013). Los bosques: recursos estratégicos de la Región Loreto. Iquitos. UCP

5 IIAP (2006). Nanay el país de los Iquito. Iquitos. IIAP.

6 Kalliola, R., Puhakka, M., Danjoy, W. (1993). Amazonia peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano amazónico. Turku. Universidad de Turku.

of toxic substances in the trunk are high, making them practically invulnerable to insect attacks. In order to defend themselves from herbivores, the varillal plants store a wide variety of toxic compounds. These substances have potential medicinal and industrial use, which turns the varillal forests into true genetic treasures for future generations. The sachapapa de varillal (*Dioscorea iquitosensis*) or “fake potato” is used by the Iquito Indians living along the Nanay River, to cure skin diseases, and aceite caspi tree (*Caraipa spp.*) against malaria. The varillal is habitat of the Chullachaqui caspi (*Tovomita calophyllophylla*) a tree that is a new varillal species, described in 2004. Its popular name alludes to the asymmetry of its root or “feet” (the chullachaqui in Amazonian Spanish means “unequal foot”). The bark of its roots has the reputation for being an excellent aphrodisiac.⁷ The varillales then has a great cultural significance. Indeed, indigenous people believe that the *Chuyachaqui* lives in the varillal. The Chuyachaqui is the most popular demon of Amazonian legend, and indigenous and other Amazonian people considered the varillal as a sacred forest.⁸

Highland forests (Bosque de Colinas) are hills which range from 5-50 meters above the level of the nearest river. The soils are generally clay or clay loam. The highland forests are generally “mature forests” where little activity is presented. These forests are used for harvesting fruit, palm leaves such as irapay (*Lepidocaryum tenue*) and yarina (*Phytelaphas macrocarpa*) for roofing and fibers like huambé (*Philodendron solimoensis*), tamishi (*Heteropsis spp.*) and vara casha (*Desmoncus spp.*). In general these forests are characterized by generally small numbers of individuals and many species (more than 300 trees with DBH \geq 10 cm. hectare), with massive trees emerging in the upper canopy and loaded with epiphytes, lianas, ferns and large herbs in the understory. This ecosystem covers 57% of total forests of the Loreto Region. In the Nanay River basin the leaves of the irapay palm (*Lepidocaryum tenue*) have been used since before recorded history to roof the rustic homes, not only in the rural area but also in the city of Iquitos.

Cloud forests cover an area of 1.1 million hectares (2.96% of the total Loreto Region) and their habitat is between 800 to 1,600 meters. The landscape is mountainous with steep hills and crossed by a network of streams forming many narrow valleys at lower levels. On top of these mountains or ridges feature there is the presence of an almost permanent cloud cover, causing frequent drizzle or light rain, so they are called rainforests or cloud forests. The climate is warm and clear. The trees reach over 30 meters high and vegetation is transitional between flat and high Amazonia.

Threats to rainforest ecosystems

Since 2011, the Peruvian Scientific University (UCP) started a program in collaboration with indigenous communities to evaluate the main threats to rainforests in the Loreto Region. Some results are presented here.

We can assure that the Peruvian Amazon and particularly the Loreto Region is entering in a new cycle of frenzied exploitation of its natural resources that, such as occurred in the past with rubber, rosewood and others, does not take into account the environmental and social consequences. The economic aspects, as in the past, seem to be seen merely from an immediate profit point of view. However, the difference with previous waves of exploitation is that now all natural resources are simultaneously targeted and that they are coupled by an exceptionally high number of ambitious infrastructures.

7 Alvares Alonso, J. (2006). Imágenes del paraíso. Iquitos. IIAP.

8 IIAP (2007). Varillal: bosques que dan para vivir. Iquitos. IIAP

The main impacts associated with oil activities include alteration of water quality, contamination of soil and rivers, the destruction of ecosystems and habitats, changes in the behavior and distribution of species and the introduction of disease vectors.

.....

It is since the 1970s, that accelerated **deforestation** and degradation activities started in the Amazon basin of Peru.⁹ Deforestation in the Amazon is the result of a complex process of land use that causes the replacement of the forest by roads, agricultural land, mining areas, or areas intended for the construction of major infrastructure and urban growth. Deforestation affects negatively the services of forest ecosystems generating changes that modify or damage the climate, biodiversity, water sources, soil erosion, depletion of nutrients, detriment of the functions of regulation in watersheds and the emission of gases that warm the climate, in addition to its effects on human health. In the Peruvian Amazon and particularly in the Loreto Region, the main causes of deforestation are the opening of roads and oil and mining activities. Degradation of the forest ecosystems on the contrary is difficult to measure. Degradation of the forest generates loss of biological diversity and the reduction of the other values and services of the forest. Forest degradation also exists when the species, despite being present in a particular area has been reduced in number, so that it no longer fulfills the function in the ecosystem that it originally did.

The presence of **roads** in the Amazon promotes and accelerates the process of deforestation. Their construction is associated with predatory forms of removal of the forest resources (such as the illegal exploitation of timber), to the processes of substitution of the forest landscape by agricultural activities and to the large infrastructure projects and urbanization. On the other hand, there exists in the region an accelerated growth of illegal roads associated with the degradation of the forest, particularly associated with the illegal exploitation of timber. Here we have to include the projects of the “Initiative for the Integration of Regional Infrastructure in South American” (IIRSA) and railroads such as the Yurimaguas-Iquitos Project, which for sure will change the landscape and accelerate the destruction of the diversity of the forest ecosystems.

The growing demand for **oil** worldwide and the high price of oil have stimulated exploration and exploitation activities in the Peruvian Amazon to unprecedented levels. The Peruvian government decides the use of such resources from policies that do not include prevention and mitigation, and the investments required for the compensation of its social and environmental impacts. The main impacts associated with oil activities include alteration of water quality, contamination of soil and rivers, the destruction of ecosystems and habitats, changes in the behavior and distribution of species and the introduction of disease vectors. The search for hydrocarbons that already razed mainly northern Loreto, has now expanded beyond more than 70% of the Peruvian Amazon region and this can increase. At this time, there are 27 lots in Loreto for hydrocarbons. Of these, 4 are in operation and 23 in exploration. The batch production are done by multinational oil companies such as Pluspetrol Norte SA (Lot 1AB and 8), and Maple Gas S.R.L (Lot 31B). Lot 8 is spread over 5 different areas, while Lot 67 as is spread in two areas, representing 15% of the Loreto territory. The transportation of oil from the Amazon to the Peruvian coast (Terminal Bayovar) is done through pipelines being the more important the North Peruvian pipeline. For the next ten years the Peruvian government is promoting 17 new lots for oil exploration in Loreto.¹⁰

Since the time of the Conquest there began in the Amazon the search of “El Dorado”, because even at that time the Europeans knew of the great **mineral** wealth of this region. For centuries their prospecting and exploitation was concentrated in gold and silver mines in the Andean region. Only in the XXth Century, with the discovery of large mineral deposits in the Amazon there started to develop rapidly a progress of

9 RAISG (2012). Amazonia bajo presión. Instituto Socio Ambiental. Sao Paulo.

10 Dourojeanni, M., Barandiaran, A., Dourojeanni, D. (2010). Amazonia peruana en 2021. SPDA. Lima.

mining activities that now cover much of the region, be they through batch exploitation, or through the so called “illegal mining”. Since then the need for Peru to generate income from the Amazonian natural resources, has made mining a great opportunity for economic growth. However these opportunities do not take into account their environmental impacts. The impacts of mining activities on local water quality, the nutrients of the soil and forest destruction are alarming in the Peruvian Amazon. Mining activities cover more than 10 million hectares of the Peruvian Amazon basin in the form of title rights. Several of these are located in the regions of Loreto, Amazonas and San Martin. On the other hand, the informal gold exploitation has tragic characteristics in social and environmental terms in the Marañón, Napo and Putumayo river basins and now is in full expansion.

The rush to exploit the Amazon natural resources has no historic precedent. The Peruvian Ministry of Energy and Mining (MEM) has 52 **hydroelectric** generation projects in the Amazon basin, 26 being in the low jungle itself, including the largest, such as that foreseen in the Marañón River, which according to the Peruvian government should be executed during the next decade. The social and environmental impacts of construction and operation of hydroelectric plants with alterations in hydrology, hydro-biological reduction of diversity, pollution of water and acceleration of deforestation has generated in 2013 strong social movements in the city of Iquitos capital of the Loreto Region to protest against the Marañón project which foresees the construction of 22 hydroelectric plants along the Marañón River a major tributary of the Amazon River.¹¹

In Loreto **agricultural** activity is nascent. There are an estimated 160,000 hectares of land devoted to subsistence farming inputs (cassava, plantain, maize in particular). Also there are about 10,000 hectares of oil palm plantations. Livestock farming uses about 31,000 acres for pasture. The plantations of coca to produce cocaine are since the 1990s a flourishing activity in the Loreto region but also considered an activity that also produces deforestation and forest degradation. New figures reveal that there are in Loreto close to 40,000 hectares of illegal coca plantations indicating that the production grew 300% in the last ten years. The Regional Government of Loreto estimates that there are close to 1.3 million hectares deforested by agricultural activities.

In Loreto and throughout the Amazon **forestry** activity is selective. More than 50 species of trees are being harvested by logging companies, the most used amongst them are: the Cumala (*Virola sebifera*), Lupuna (*Chorisia sp.*), Marupa (*Simauruba amara*), Cedro (*Cederla odorata*), Lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*), Tahuari (*Tabebuia serratifolia*), Capirona (*Calycophyllum sprucearum*), Tornillo (*Cedrelinga catanaeformis*), Estoraque (*Myroxylon balsamun*) and Shihuahuacu/ Cumarú (*Dipteryx micrantha*). There are also tree species that are harvested by indigenous and other forest people to build their houses or to sell them in the city of Iquitos to build rustic houses in poor urban areas such as: Aceite caspi (*Caraipa sp.*), Boa Caspi (*Dicymbe uaiparuensis*), Brea caspi (*Caraipa utilis*), Espintana (*Anaxagorea brebipes*), Punga de varillal (*Pachira brevipes*), Quillo sisa (*Erisma bicolor*), Huacapú (*Minquartia guianensis*), Huacapurana (*Campsiandra agustifolia*), Loro shungo (*Humira balsamifera*), Machimango (*Eschweilera coriacea*),

The social and environmental impacts of construction and operation of hydroelectric plants with alterations in hydrology, hydro-biological reduction of diversity, pollution of water and acceleration of deforestation has generated in 2013 strong social movements in the city of Iquitos capital of the Loreto Region

11 Ruiz Murrieta, J. (2013). Proyecto Marañón: el hijo del perro del hortelano. Diario La Región. Iquitos

Quinilla colorada (*Manilkara bidentata*), Quinilla blanca (*Pouteria aubrevillei*), and Pashaco colorado (*Macrobium microcalyx*). Finally these people harvest, use and commercialize the leave of the palm Irapay (*Lepidocaryum tenue*) to build the roofs of houses in rural areas and in poor urban areas. Forest activity because it selects and harvests only a few species without forest management plans is degrading the forest ecosystems.¹²

In the forests of the region of Loreto there also live about 200 thousand **indigenous people** in more than 1,000 communities belonging to 31 ethnic groups who speak 15 different languages. The forest is also home to thousands of crossbred forest communities, which together with the indigenous are holders of a rich traditional knowledge of plant and animal species living in different forest ecosystems. These human populations are also suffering along with the plants and animals of the forest threats aforementioned complicating sustainable human development of these populations and the possibility of losing the traditional knowledge of the forest that they have.

Efforts to conserve the Loreto forest ecosystems

In the forests of the region of Loreto there also live about 200 thousand indigenous people in more than 1,000 communities belonging to 31 ethnic groups who speak 15 different languages.

Loreto has 15 protected areas covering more than 23% of its territory within two categories of management. There are areas of indirect use where natural resources cannot be exploited such as the Cordillera Azul National Park. All other being national or regional are of direct use, allowing people to use the natural resources of the protected areas. In Loreto there are 4 national reserves covering an area of 3.2 million hectares. The oldest is the Pacaya Samiria National Reserve (2.1 million hectares). There are also four reserved areas covering an area of 2. million hectares. Finally there are three areas of regional conservation (ACR) that cover an area of 1.8 million hectares. In summary, although apparently Loreto has a significant percentage (23%) of its territory protected, this figure is misleading, because conservation of the natural resources is not guaranteed when exploitation of the natural resources is allowed, besides the lack of economic and human resources needed for efficient management.¹³

The Peruvian Scientific University (UCP) has launched an initiative to support the inclusion of local and indigenous knowledge in forest conservation and management of the Amazon. The education programs at UCP are providing important tools for sustainable development, compromising the transmission of indigenous knowledge. These programs are enhancing the transmission of indigenous knowledge, as a complement to mainstream education. Efforts are now being made at UCP to bring indigenous language and knowledge into university curricula, and to move learning back into the community, thus reaffirming the status of elders as knowledge holders.¹⁴

12 Ruiz Murrieta, J. (2013). Los bosques: recursos estratégicos de la Región Loreto. Iquitos. UCP

13 Dourojeanni, Marc. (2013). Loreto sostenible al 2021. DAR. Lima

14 Ruiz Murrieta, J. (2014). Indigenous peoples and traditional knowledge for sustainable development: "The mother of the forest". Iquitos. UCP (in press)



Conclusions and recommendations

The threats to the Amazon are signals that the rainforests are being replaced by degraded forests, savannas, and more dry and homogeneous areas. The rainforest of Loreto, with about 10,000 years of anthropic action, remains an area of extraction and/or production of agro inputs and non-renewable raw materials for domestic and international markets, which compromises its future sustainable development and affects the habitats of important species of plants and animals as well as of indigenous populations. Deforested and degraded forest ecosystems are evident in Loreto (20,000 hectares from 2000 to 2010). Clearly, if the threats identified for road, oil, mining and agriculture projects become reality in the near future, about half of the rainforest ecosystems of the Loreto region could disappear. The creation of more protected areas is an urgent need as well as the need to improve forest, water and energy governance, together with policies and actions to preserve the traditional knowledge of indigenous and forest peoples.

The threats then are of economic, social, cultural, environmental and political order. To address these threats and challenges, botanists of the XXI Century, must have in addition to their biological knowledge, also economic, social, cultural, anthropological and political knowledge related to forests and plants, and an understanding of the indigenous peoples' knowledge of plants. Collaboration between botanists and indigenous is needed in order to overcome the assumption that botany science is superior to traditional knowledge. The indigenous knowledge educational program at UCP is an effort in this direction.





Présentation
de Pierre-
André Loizeau,
Conservatoire
et Jardin
botaniques
de la Ville
de Genève,
Genève, Suisse

Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, des botanistes au service de la société

Auteur

Pierre-André Loizeau

Résumé

Le maintien du lien à la Nature au sein de la société est l'une des conditions de la survie de l'espèce humaine !

Les musées scientifiques publics ont la capacité de répondre aux attentes dans ce domaine. L'exemple des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG), fondés en 1817 par Augustin Pyramus de Candolle, et dépositaires de la Tradition botanique genevoise, retenue dans la liste suisse du Patrimoine immatériel de l'UNESCO, montre que les multiples facettes de l'institution offrent une base solide à la réussite de cet objectif.

L'héritage de nos ancêtres botanistes a doté l'institution municipale genevoise du 5^e herbier au monde, de l'une des trois plus complètes bibliothèques spécialisées en botanique systématique, et d'un Jardin botanique reconnu internationalement puisque l'institution a été retenue pour organiser en 2017 le 6^e Congrès mondial des jardins botaniques.

En s'appuyant sur ces collections, les collaborateurs des CJBG peuvent occuper tous les champs d'activités nécessaires au maintien du lien à la Nature, en répondant à leurs cinq missions : *Explorer, Conserver, Rechercher, Transmettre, Protéger*.

A ces missions s'ajoute le terme *Coopérer*, puisque les CJBG supervisent des programmes de soutien à des Jardins botaniques ou à des associations actives en éducation environnementale dans des pays comme le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Sénégal, la Bolivie, ou le Paraguay.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Le lien à la Nature commence par le maintien de cette séquence d'activités au sein de l'institution, chaque maillon de cette chaîne étant nécessaire à la cohérence de l'ensemble.

Mais c'est aussi, au vu de l'évolution de la société, de la démographie et de la répartition des populations vivant de plus en plus dans les villes, la nécessité d'ouvrir de nouveaux champs dans la mission *Transmettre*. En effet, le contact direct avec la Nature, l'expérimentation dans le terrain, sont de plus en plus difficiles.

Le botaniste du 21^e siècle doit prendre part aux réflexions sur l'avenir de notre société, en apportant un éclairage naturaliste. Les Jardins botaniques alliant recherche scientifique et pédagogie naturaliste deviennent des éléments essentiels offrant une lucarne en milieu urbain sur la nature sauvage, un premier lien avec la Nature.

Abstract

The maintenance of a link with Nature within society is one of the conditions of survival for the human race!

Public scientific museums have the capacity to respond to the expectations in this domain. The example of the Conservatory and Botanical Garden of the City of Geneva (CJBG), founded in 1817 by Augustine Pyramus de Candolle, guardian of the Genevan botanical tradition, registered on the Swiss list of UNESCO Intangible Cultural Heritage, shows the multiple facets of the institution that offer a solid foundation for the success of this objective.

The inheritance from its botanist ancestors has endowed this municipal institution of Geneva with the 5th largest herbarium in the world, one of the three most complete libraries specializing in systematic botany, and a Botanical Garden that is recognized internationally as it will organize the 6th Global Botanic Garden Congress in 2017.

Using these collections, the scientists of the CJBG can occupy all the spheres of activity that are necessary for the preservation of our link with Nature by fulfilling their five missions: to explore, to conserve, to research, to transmit, to protect.

The theme of cooperation can be added to these missions as the CJBG oversees programmes that support environmental education in countries such as Burkina Faso, the Ivory Coast, Senegal, Bolivia and Paraguay.

The link with Nature begins with the preservation of this sequence of activities within an institution, and each link in the chain is necessary for coherence of the ensemble.

In view of the evolution of society, demography and the concentration of people in cities it is necessary to open new fields within the mission of transmitting knowledge. In effect, direct contact with nature, exploration within the field is becoming more and more difficult.

The botanist of 21st Century should take part in reflections on the future of our society from the point of view of a naturalist. Botanical Gardens that combine scientific research and environmental education are essential elements within an urban environment that offer a window into the natural world: the first link with nature.

Mots-clés : Tradition botanique, herbier, lien à la Nature, systématique, protection, conservation, éducation environnementale, coopération.



Introduction

Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève ont été fondés en 1817 par Augustin Pyramus de Candolle. Après avoir fait ses études à Paris, Augustin Pyramus de Candolle dirige le Jardin botanique de Montpellier dès 1808, puis devient le recteur de l'Académie de cette même ville pendant la période des Cents Jours. Mais les troubles qui suivent le contraignent à rentrer à Genève. En 1817, il accepte d'occuper la chair d'histoire naturelle englobant la botanique et la zoologie, avec la promesse implicite de l'Académie de créer un Jardin botanique afin qu'il puisse l'utiliser pour son enseignement (Candolle et al., 2004).

Pour de Candolle, un Jardin botanique a 3 fonctions : enseigner, rechercher et acclimater.

Enseignement – un jardin botanique doit conserver autant d'espèces que possible. Le choix des plantes ne doit pas se limiter aux espèces utiles à la médecine ou à l'agriculture, et les plantes doivent être présentées en suivant la méthode de l'ordre naturel des familles.

1. Recherche – le jardin est une collection vivante où le botaniste, s'il accepte de limiter ses recherches à un groupe spécifique de plantes, peut observer la variabilité des espèces et faire progresser la classification. C'est la meilleure place pour étudier la germination, le développement des organes et tous les phénomènes liés à la physiologie des plantes.
2. Acclimatation – le transfert ou l'introduction d'espèces utiles ou belles poussant dans des contrées exotiques (par exemple la tomate, la pomme de terre, le café ou l'arbre à pain) est une autre fonction des jardins botaniques qui n'est pas supposée entrer en compétition avec les pépinières (Sigrist et Bungener, 2008).

Deux autres fonctions sont ajoutées parfois, dans les rapports annuels entre 1823 et 1849. Il s'agit de la recherche botanique, au sens de la systématique, et de promenades didactiques destinées aux citoyens genevois.

Des graines et des plantes issues des essais d'acclimatation et de sélection étaient distribuées chaque année à environ 200 à 300 personnes. Ceci a permis la diffusion de nouvelles variétés et l'ouverture de nouveaux marchés pour les pépinières locales. Cette distribution de plantes a probablement été déterminante dans la perception du Jardin botanique comme une institution publique et populaire.

A noter que le Jardin botanique a toujours été accessible gratuitement au public (Sigrist et Bungener, 2008).

Actuellement, la définition d'un Jardin botanique très généralement adoptée est celle proposée par Peter Wise Jackson en 1999 (BGCI, 2012) : “ *Botanic gardens are institutions holding documented collections of living plants for the purposes of scientific research, conservation, display and education.* ” L'association des Jardins botaniques de France et des pays francophones l'a utilisée pour établir sa Charte des Jardins botaniques, un document définissant le périmètre de ce qu'est un Jardin botanique. *Hortus Botanicus Helveticus*, l'association des Jardins botaniques suisses, en a fait de même lors de l'adoption d'un texte fondateur au cours de son assemblée générale en juillet 2014.

Le choix des plantes ne doit pas se limiter aux espèces utiles à la médecine ou à l'agriculture, et les plantes doivent être présentées en suivant la méthode de l'ordre naturel des familles.

Une tradition botanique genevoise

L'héritage de nos ancêtres botanistes a doté l'institution municipale genevoise du 5^e herbier au monde, de l'une des trois bibliothèques les plus complètes spécialisées en botanique systématique, et d'un Jardin botanique reconnu internationalement puisque l'institution a été retenue pour organiser en 2017, du 25 au 30 juin, le 6^e Congrès mondial des Jardins botaniques, sous l'égide du BGCI (Botanical Garden Conservation International).

En s'appuyant sur ces collections, les collaborateurs des CJBG peuvent occuper tous les champs d'activités nécessaires au maintien du lien à la Nature, en répondant à leurs cinq missions :

Explorer afin d'élargir la connaissance

- › *Conserver* afin de garder à jour et disponibles ces dictionnaires de la biodiversité végétale que constituent l'herbier et la bibliothèque
- › *Rechercher* afin de comprendre le monde
- › *Transmettre* afin de diffuser la connaissance, ceci à tous les âges et tous les publics
- › *Protéger*, que ce soit *ex situ* avec nos programmes de renforcement de population et la constitution d'une banque de semences d'espèces menacées, ou *in situ*.
- › A ces missions s'ajoute le terme *Coopérer*, puisque les CJBG supervisent des programmes de soutien à des Jardins botaniques ou à des associations actives en éducation environnementale dans des pays comme le Sénégal, le Paraguay, la Bolivie, la Côte d'Ivoire, ou le Burkina Faso.

Un contexte politique de plus en plus conscient de la nécessité de maintenir la biodiversité

La Ville de Genève, et plus particulièrement le département de la culture et du sport, placé sous la direction politique de Sami Kanaan, maire socialiste, a voulu définir une politique muséale qui soit commune à l'ensemble des musées genevois. Concernant la recherche dans les musées, et donc aux CJBG, les enjeux sont définis de la manière suivante : « *Complémentaires aux universités qui traitent essentiellement des concepts, les musées acquièrent, conservent et étudient les témoins matériels et immatériels du patrimoine culturel, naturel, scientifique et artistique de la société. L'étude de ces témoins permet de les rendre accessibles, compréhensibles et de leur donner un sens. [...] Lieux de connaissance, de réflexion et d'esprit critique, les musées font découvrir aux visiteurs et visiteuses la richesse du monde, sa complexité, ainsi que le sens de la condition terrienne* » (Ville de Genève – Département de la Culture et du Sport, 2014).

La conscience de l'importance de la connaissance et de la protection de notre environnement a conduit les gouvernements du monde entier à adopter des principes de gouvernance, notamment en 1992 dans le cadre de la Convention sur la Diversité biologique : conserver la diversité biologique, utiliser durablement les ressources biologiques, et partager équitablement les bénéfices dérivés de l'utilisation des ressources génétiques (Nations Unies, 1992). Concernant la Suisse, celle-ci a adopté un Stratégie Biodiversité Suisse le 25 avril 2012 qu'elle est en train de réaliser sous la forme d'une série de plans d'action, en cours de discussion au Parlement (Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, Office fédéral de l'environnement OFEV, 2011). Le canton de Genève est le



premier de Suisse à adopter une loi sur la biodiversité, votée par le Grand Conseil le 14 septembre 2012 (Etat de Genève, 2012). La Ville de Genève, une municipalité, signe la Charte d'Aalborg en 1995, puis adhère au réseau ICLEI (acronyme pour « Gouvernements locaux pour le développement durable ») en 1998. Son intérêt pour le développement durable prend toute son importance avec la signature des « Engagement d'Aalborg » le 23 avril 2008. Le Conseil administratif de la Ville de Genève lance alors un vaste programme d'identification et de mise en œuvre d'action de développement durable au sein de la cité, et notamment concernant les CJBG un inventaire des espèces végétales présentes dans des sites d'intérêt en Ville de Genève. Ce travail a localisé près de 750 espèces de plantes à fleur, fougères, mousses et lichens, sur les 2232 du canton, dont 6 espèces de lichens nouvelles pour la Suisse, et 54 pour le canton. Il a surtout fait prendre conscience à la population genevoise et aux autorités que la Nature pouvait éventuellement être associée à la ville moderne (Mombrial et al., 2103).

Nous vivons dans un monde de plus en plus urbain. Si plus de 50% de la population mondiale vit dans des agglomérations urbaines, cette moyenne est fortement augmentée en Europe pour atteindre 70% (Lecuir, 2012). Le lien à la Nature est fortement menacé par cet environnement de plus en plus anthropisé. Ce phénomène est accentué par le fait que le modèle de la ville compacte est favorisé afin de lutter contre l'étalement urbain et le mitage du territoire (Mombrial et al., 2103). Des études en Suisse sur la perception des citoyens sur leur environnement proche montrent qu'ils doivent pouvoir se ressourcer, s'évader et tisser des liens sociaux. Par ailleurs ils préfèrent des paysages complexes à des alignements d'arbres sur des gazons uniformes (Home, 2009).

Le Jardin botanique au centre de la Ville

Très généralement les Jardins botaniques sont liés à des espaces urbains. Ils sont parfois dans des cas extrêmes les seuls espaces verts d'une ville. Ainsi tout récemment la Ville de Genève a été sollicitée par la Ville de Beyrouth pour étudier la possibilité de créer un Jardin botanique dans la Forêt de Pins, une surface triangulaire de 300'000 m², actuellement fermée au public pour diverses raisons, mais que la municipalité à l'intention d'ouvrir au public, en y installant notamment un Jardin botanique. Ce projet, plébiscité par la population, montre avec une certaine acuité l'importance d'avoir des espaces verts proches des habitants. Le rôle des Jardins botaniques est dès lors fortement renforcé avec les programmes d'éducation environnementale qu'ils peuvent proposer. Ils sont par ailleurs le lieu de présenter des aspects fondamentaux de la connaissance généraliste des plantes : les plantes sauvages, les plantes utilitaires, la diversité du vivant, et finalement l'impérieuse nécessité de laisser une place dans notre environnement à la Nature sauvage, afin que cette Nature nous rende au minimum les services écologiques nécessaires à notre propre survie.

Les missions d'un Jardin botanique et de ses botanistes

Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève ont la chance de pouvoir couvrir presque tous les champs d'actions possibles pour une institution de type Jardin botanique, malgré leur relative modestie en termes de dimensions. Les botanistes qui travaillent dans l'institution ont quasiment tous dans leur cahier des charges trois orientations principales : conserver, rechercher et vulgariser.

C'est notre volonté de maintenir un lien fort entre ces différentes missions, afin que la connaissance de l'une puisse bénéficier directement aux autres. Nous pensons que le botaniste du 21^e siècle doit incarner la connaissance et le respect du monde végétal, doit devenir un référent permettant d'aider à la prise de décision de la société concernant son environnement, afin de sortir d'une logique purement économique.

Nous pensons que le botaniste du 21^e siècle doit incarner la connaissance et le respect du monde végétal, doit devenir un référent permettant d'aider à la prise de décision de la société concernant son environnement, afin de sortir d'une logique purement économique.

Le fait d'avoir à son cahier des charges ces trois missions principales place le botaniste dans une position très favorable par rapport à ses interlocuteurs : il va sur le terrain, il rapporte des échantillons ou des informations, il les conserve ou les archive, il les traite ou les étudie, il en tire des conclusions, qu'il transmet directement, que ce soit au grand public, aux scolaires ou aux universitaires.

Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève au cœur de la Cité

Il est évident que tous les collaborateurs des CJBG ne peuvent pas participer à toutes les actions simultanément. Mais un lien quasi organique lie tous les botanistes au sein de l'institution, notamment grâce à la relative modestie de ses dimensions : sur 120 collaborateurs fonctionnaires (équivalents à 86 ETP), environ 25 sont des scientifiques. Les contacts sont aisés et fréquents, les échanges d'information réguliers.

Explorer

L'exploration est une constante des scientifiques de l'institution, notamment à Madagascar, mais aussi en Suisse, en Corse, en Côte d'Ivoire, au Paraguay, au Brésil, au Panama, au Costa Rica, etc. Les échantillons rapportés sont identifiés et placés dans l'herbier, disponibles pour des études immédiates ou ultérieures. Ce sont près d'une trentaine d'espèces nouvelles pour la science qui sont décrites annuellement depuis plusieurs années, essentiellement dans le cadre des explorations des forêts malgaches (Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, 2012).

Conserver

Le travail de conservation des quelque 6 millions d'échantillons de l'herbier est réparti entre 16 des 25 scientifiques. Autrement dit, chacun a la responsabilité d'en moyenne 375'000 échantillons. Ce sont entre 10'000 et 15'000 échantillons qui sont prêtés de par le monde annuellement, pendant que l'herbier reçoit la visite d'une centaine de chercheur. La collection est répartie sur des étagères qui totalisent 38 km de rayonnages. Les acquisitions « allongent » la collection de 120 mètres linéaires par année.

Les CJBG mettent à disposition de la communauté scientifique sur internet quelques bases de données d'importance mondiale : le catalogue des herbiers qui offre sur internet près de 250'000 références, dont près de 100'000 types digitalisés grâce au projet de la *Mellon foundation*, la base de donnée des plantes à fleurs d'Afrique (APDB) qui compte un peu moins de 200'000 noms incluant leur statut nomenclatural, et l'Index Hepaticarum qui dresse la liste de tous les noms d'hépatiques et d'anthocérotes publiés entre le 1^{er} mai 1753 et le 31 décembre 1973, soit plus de 30'000 épithètes. On trouvera aussi le Catalogue des lichens de Suisse et une base de données des calligraphies de 264 collecteurs des herbiers de G. On notera que l'APDB et l'Index Hepaticarum ont participé à l'élaboration de The Plant List (www.theplantlist.org). L'APDB est utilisée par de plus en plus de Flore de pays africains comme colonne vertébrale taxonomique de leur projet.



Rechercher

La recherche conduit non seulement les collaborateurs à publier près d'une trentaine d'articles dans des revues à comité de lecture, mais aussi de très nombreux articles de vulgarisation. Cependant l'apport des scientifiques pour la société est plus important au niveau des outils d'identification de la végétation : outre la participation à des flores dans le cadre de leur spécialité respective (Aquifoliaceae, Arecaceae, Dicranaceae, Gesneriaceae, Parmeliaceae, Sapotaceae), les collaborateurs éditent ou publient la Flore du Paraguay, la Flore de Corse, la Flora Helvetica et la Flora Alpina. Une version de la Flora Helvetica a même été portée en fin 2012 pour une utilisation pour smartphone. Le nombre de vente de cet outil montre qu'il n'intéresse pas seulement les scientifiques, mais aussi les botanistes amateurs et même le grand public.

Transmettre

Les CJBG, en tant que musée municipal mais aussi chargés de l'enseignement universitaire de la botanique systématique à l'Université de Genève, doivent offrir une large palette d'activités de médiation et d'enseignement. Le Jardin lui-même est constitué de Jardins thématiques : Rocailles, Jardin des Senteurs et du Toucher, Terrasses des utilitaires et officinales, Botanicum, Serres des Gesneriaceae, Serres des Bromeliaceae, Jardin d'hiver présentant des espèces tropicales comestibles, etc. Bien que les CJBG possèdent une petite cellule de médiation de 2 personnes, ce sont l'ensemble des collaborateurs, jardiniers, scientifiques, personnel technique, bibliothécaire, administratifs, qui participent à la création de l'exposition temporaire annuelle, aux manifestations et à la conduite des visites, chacun en fonction de ses intérêts et de ses disponibilités du moment.

L'exposition annuelle aborde des thématiques diverses intéressant la société : « Réagir » proposait des constats et des solutions en relation avec la perte de biodiversité, « Jardin de math » permettait d'aborder des problèmes mathématiques en observant la Nature, « Edelweiss, mythe ou paradoxe » lançait une réflexion sur notre « suissitude », et notre prochaine exposition « Plantes et Spiritualité » réfléchira à l'utilisation des plantes dans notre relation à la spiritualité.

Tout au long de l'année, des visites à thème sont proposées le mardi à 12h30 au grand public. Les scolaires sont reçus dans le cadre des Ateliers Verts, des cours mêlant plantes et art sont offerts à des classes, un jardinier est à disposition le jeudi après-midi pour une visite improvisée en fonction des désirs du public ou des opportunités du Jardin.

Au niveau universitaire, des cours de botanique systématique sont dispensés aux étudiants en biologie et en pharmacie, ainsi que des cours de floristique, de botanique alpine et tropicale, de rédaction scientifique, de statistique et de biologie moléculaire, etc., notamment dans le cadre d'un master en biologie, option Systématique et Biodiversité. Bachelors, masters et doctorats sont aussi dirigés aux CJBG.

Protéger

Avec la prise de conscience générale de la perte de biodiversité, les Jardins botaniques ont acquis une nouvelle mission, celle de Protéger. La conservation in situ et ex situ est une mission fondamentale des botanistes au service de la société. L'Etat de Genève et la Ville de Genève ont signé en 2010 une convention de partenariat, qui définit une collaboration dans le cadre de la mise en œuvre des programmes de conservation de la Flore. Cette collaboration initiée dès le début des années 2000 a

permis la publication de documents fondamentaux pour la connaissance de la flore cantonale et sa protection (Atlas de la flore du canton de Genève (Theurillat et al., 2011), Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste rouge (Lambelet-Haueter et al., 2006), Espèces et sites prioritaires (Lambelet-Haueter et al., 2011), Liste rouge des mousses (Burgisser et Cailliau, 2012), ainsi que sous presse une liste rouge des lichens). Ces éléments font parties intégrantes des données nécessaires aux prises de décision concernant l'aménagement du territoire. Le canton de Genève assure le suivi de ces travaux et a mandaté les CJBG pour effectuer le monitoring de la biodiversité végétale du canton pour la période 2012-2015.

Cette collaboration initiée dès le début des années 2000 a permis la publication de documents fondamentaux pour la connaissance de la flore cantonale et sa protection.

Les CJBG ont créé une banque de semences qui compte actuellement la moitié des espèces menacées du canton de Genève, soit un peu plus de 200 espèces sur environ 450 espèces menacées (Palese et Wyler, 2013). Partant de cet exemple les CJBG ont proposé à la Confédération d'étendre cet effort au pays en utilisant l'ensemble des Jardins botaniques suisses pour la récolte de graines d'espèces menacées, en tant que plan d'action issu de la Stratégie Biodiversité Suisse. Les plans d'action sont en cours de discussion au Parlement.

La complémentarité entre scientifiques et jardiniers au sein des CJBG a été l'occasion d'effectuer des renforcements spectaculaires de stations. Ainsi par exemple *Littorella uniflora* (L.) Asch., une Plantaginaceae des grèves sablonneuses, avait quasiment disparu des bords du Lac Léman. La dernière station de Messery, en Haute-Savoie, ne comptait plus que 35 individus en 2004, alors qu'on pouvait en trouver au même endroit plus de 10'000 10 ans plus tôt. A la suite d'un travail de diplôme, d'études génétiques et de multiplications in vitro et ex situ aux CJBG, 1'560 individus ont été replantés entre 2004 et 2008. Avec l'accompagnement de mesures de gestion du milieu, il était possible de compter 29'000 individus en 2010.

Les CJBG possèdent aussi un laboratoire de cartographie qui a mis au point une méthode semi-automatique de cartographie des milieux naturels du canton de Genève. En créant un système expert exploitant données topographiques, orthophotos, modèle numérique de terrain, observations de terrains, bases de données, cartes historiques numérisées, etc., le projet a produit une carte au 1/10'000 du canton de Genève, soit 300 km², en une année par 2 collaborateurs. Cette carte permet des analyses très intéressantes en termes d'aménagement du territoire, comme par exemple la surface totale de différents milieux, le positionnement de continuum, la fragmentation d'un territoire ou sa naturalité.

Coopérer, une nouvelle mission pour les Jardins botaniques

Depuis une vingtaine d'année, les CJBG soutiennent des Jardins botaniques dans les pays du Sud. Dans le cadre de conventions signées entre municipalités, les CJBG apportent avant tout une expertise et parfois de petites sommes d'argent attribuées par le fond de solidarité de la Ville de Genève. Ainsi par exemple un Jardin de plantes médicinales vendues sur les marchés d'Asunción au Paraguay a-t-il été implanté au Jardin botanique de cette même ville. Un ouvrage décrivant ces espèces a été publié (Pin et al., 2009). Au Sénégal, le Jardin botanique de Dakar dans le parc de Hahn est aussi soutenu, et dans ces deux villes un Centre d'éducation environnementale a été installé. Celui de Dakar reçoit par exemple annuellement plus de 1500 enfants des écoles primaires alentours. Dernier en date après le Paraguay, le Sénégal, le Mali, la Bolivie, le Brésil, etc., c'est la Ville de Beyrouth qui a sollicité l'expertise des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève afin de l'aider à implanter un Jardin botanique sur son territoire.

Conclusion

Nous en sommes convaincu, le botaniste du 21^e siècle apporte, par son travail d'inventaire, de recherche et de transmission, des connaissances et soutient les réflexions liées aux décisions engageant l'avenir de l'Humanité. Son travail doit absolument être soutenu, préférablement dans des structures qui présentent une homogénéité thématique tout en couvrant un champ relativement vaste. Nous plaçons pour le renforcement des Jardins botaniques en leur attribuant non seulement des missions de « délectation » du public, mais surtout en renforçant leur rôle de référent sur la biodiversité végétale. Les Jardins botaniques alliant recherche scientifique et pédagogie naturaliste deviennent des éléments essentiels offrant une lucarne en milieu urbain sur la nature sauvage. Dans un monde où la population est de moins en moins en contact avec cette nature sauvage, les Jardins botaniques et les botanistes qui y travaillent peuvent offrir ce premier lien avec la Nature.

Références bibliographiques

- BGCI (Ed.) (2012). *International agenda for botanic gardens in conservation*, Richmond, England: Botanic Gardens Conservation International.
- Burgisser, L. & A. Cailliau (2012). *Les Mousses: Liste rouge, inventaire et initiation aux bryophytes du canton de Genève*. Genève: Conservatoire et jardins botaniques.
- Candolle, A.P. de, J.-D. Candaux & J.-M. Drouin (2004). *Mémoires et souvenirs (1778-1841)*. Bibliothèque d'histoire des sciences, Vol. 5, Georg, Genève.
- Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (2012). *Rapport annuel 2012*. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, Office fédéral de l'environnement OFEV (2011). *Rapport Stratégie Biodiversité Suisse*.
- Etat de Genève 2012. *Loi sur la biodiversité: M 5 15 (LBio)*.
- Home, R. (2009). *The social value of urban nature in Switzerland: Dissertation zur Erlangung der naturwissenschaftlichen Doktorwürde*. Zürich: Universität Zürich.
- Lambelet-Haueter, C., C. Schneider et B. v. Arx (2011). *Conservation des plantes vasculaires du canton de Genève: Espèces et sites prioritaires. Publication hors-série, no. 12*. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Lambelet-Haueter, C., C. Schneider & R. Mayor (2006). *Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste rouge. Publication hors-série, no. 10*. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Lecuir, G. (2012). Politiques urbaines et biodiversité. Recueil d'actions de villes et agglomérations françaises et européennes, available at: http://www.natureparif.fr/attachments/forumdesacteurs/politiques-urbaines/Recueil_Politique-urbaines-Biodiversite-web.pdf (accessed 18 September 2014).
- Mombrial, F., B. Bäumlér, P. Clerc, C. Habashi, H. Hinden, C. Lambelet-Haueter, P. Martin, M. Price & R. Palese (2013). *Flore en Ville: Sites et espèces d'intérêt en Ville de Genève*. Plantes à fleurs, fougères, mousses, lichens. *Hors série*, Vol. 15. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Nations Unies (1992). *Convention sur la Diversité Biologique: CDB*.
- Palese, R. & N. Wyler (2013). *Surveillance de la flore et des milieux naturels du canton de Genève: Projet Monitoring GE Rapport d'activités 2013*. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.

- Pin, A., Cretton, S. & Roguet, D. (Eds.) (2009). *Plantas medicinales del Jardín Botánico de Asunción*, Asunción: Asociación Etnobotánica Paraguaya.
- Sigrist, R. & Bungener, P. (2008). The first botanical gardens in Geneva (c. 1750-1830): private initiative leading science. *Studies in the History of Gardens and Designed Landscapes*, 28(3-4), 333–350.
- Theurillat, J.-P., C. Schneider & C. Latour (2011). *Atlas de la flore du canton de Genève: Catalogue analytique et distribution de la flore spontanée. Publication hors-série*, no. 13, Conservatoire & jardin botaniques, ville de Genève. Genève: Société botanique de Genève.
- Ville de Genève – Département de la Culture et du Sport (2014). *La Genève des musées. concept & stratégie 2015-2020*.





Presentation
by Germinal
Rouhan,
Muséum
national
d'Histoire
naturelle, Paris,
France

The herbonauts website: recruiting the general public to acquire the data from herbarium labels

Auteurs

Germinal Rouhan, Simon Chagnoux, Bruno Denetière, Véronique Schäfer, Marc Pignal

Abstract

The Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN, Paris, France) completed the most ambitious digitization project ever conducted on one of the world's largest herbaria: all 6,000,000 specimens of vascular plants and macroalgae housed at the National Herbarium (P, PC) have been digitized with all images now available online at <http://coldb.mnhn.fr>. This is a major outcome of a five-year massive effort of the MNHN to renovate both the building and the specimens of a collection that was initiated as early as 1650, continually enriched since then with plants from all continents, and currently counting 8,000,000 specimens (including vascular and non-vascular plants, algae and fungi).

Thus, specimens are now accessible not only physically to over 200 international researchers annually, but also online to everyone through images. However, except for less than 15% of the specimens that were already fully databased, the associated database records contain only a minimum set of attributes (family following APGIII, species name under which the specimen is filed in the Herbarium, barcode number of the specimen, and continent of origin). As many more information is most often available on the photographed labels, the MNHN launched in 2012 a participatory science website (<http://lesherbonautes.mnhn.fr>) to enrich the database with transcriptions done by the general public. To encourage participation, projects covering small subsets of the herbarium, focused on a given theme and called "missions" (on a taxonomic group, a famous botanist, a specific region, etc.) are presented to the public with a target number of contributions expected. The site includes social aspects to incite participants, named 'herbonauts', to discuss missions and specimens. The quality of the validated contributions is ensured by the gradual access of rights to input the seven kinds of information, training of participants through "quiz" of growing complexity to assess and increase their abilities, and redundancy mechanisms in the data entry. Evaluating the quality of

herbonauts' contributions showed that it compares well with those made by the Herbarium staff. The website is receiving an average of 35,000 contributions per month. Most of them are brought either by occasional visitors or by a small group of herbonauts enthusiasts making thousands of contributions.

Résumé

Le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN, Paris, France) a réalisé le projet de numérisation le plus ambitieux jamais conduit dans l'un des plus grands herbiers du monde : les 6 000 000 de spécimens de plantes vasculaires et de macro-algues conservés à l'herbier national (P, PC) ont été numérisés, avec désormais toutes les images disponibles en ligne à l'adresse : <http://colddb.mnhn.fr>. C'est l'un des résultats majeurs résultant d'un projet sans précédent de cinq ans mené par le MNHN pour rénover le bâtiment et les collections. Initiées dès 1650, les collections de l'herbier de Paris se sont continuellement enrichies avec des plantes de tous les continents pour compter aujourd'hui 8 000 000 de spécimens (incluant les plantes vasculaires et non-vasculaires, les algues et les champignons).

Ainsi, les spécimens sont maintenant accessibles non seulement physiquement à plus de 200 chercheurs internationaux chaque année, mais aussi à tout le monde grâce aux images en ligne. Cependant, excepté pour moins de 15% des spécimens qui étaient déjà complètement informatisés, les données numériques associées contiennent peu d'information (la famille suivant APGIII, le nom d'espèce de rangement dans l'herbier, le numéro de code à barres du spécimen, et le continent d'origine). Comme beaucoup plus d'information est souvent disponible sur les étiquettes photographiées, le MNHN a lancé en 2012 un site internet de sciences participatives (<http://lesherbonautes.mnhn.fr>) pour enrichir la base de données avec des transcriptions d'étiquettes faites par le grand public. Pour encourager la participation, des projets thématiques concernant un petit nombre de spécimens sont proposés au public, en affichant un objectif du nombre de contributions attendues. Ces projets, nommés 'missions', portent sur un groupe taxonomique, un botaniste célèbre, une région particulière, etc. Le site inclut des aspects sociaux pour inciter les participants, nommés 'herbonautes', à discuter les missions et les spécimens. La qualité des contributions validées est assurée par un accès progressif à des droits permettant de transcrire sept types d'information, par l'entraînement des participants avec des quiz de complexité croissante pour tester et améliorer les compétences, et par un système de redondance nécessaire pour la validation des données entrées par les herbonautes. L'évaluation des données des herbonautes a montré que la qualité était comparable à celle des données saisies par le personnel de l'herbier. Le site internet reçoit 35 000 contributions en moyenne par mois. La plupart d'entre elles émanent de visiteurs occasionnels ou d'un petit groupe d'herbonautes passionnés produisant des milliers de contributions.



Introduction

The national herbarium (acronyms: P, PC) of the Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN, Paris, France) is one of the world's most important natural history plant collections: initiated as early as 1650, the collection has been continually enriched since then with plants from all continents, and it currently counts 8,000,000 specimens (vascular and non-vascular plants, algae and fungi) including about 400,000 nomenclatural types.

In a building built in 1935 for a maximum of 6,000,000 specimens, major obstacles facing the Paris herbarium were the serious lack of space which, together with the lack of human workforce, led to about 1 million plants waiting to be sorted and mounted. For this reason, a 5-year (2008-2012) massive effort of the MNHN was planned to renovate both the building and the collections, mainly including the installation of compactor units, reconditioning of all specimens and sorting and mounting of the unmounted ones, and reordering them following a phylogeny-based linear sequence inspired by the Angiosperm Phylogeny Group (APGIII, 2009, Haston et al., 2009).

Given that each plant was going to be handled anyway, it was decided to digitize the whole collection. As a result, the MNHN has recently completed the most ambitious digitization project ever conducted on such a large natural history collection: all 6,000,000 vascular plant specimens and macroalgae housed at the Paris herbarium have been digitized, with all images available online through a renewed website of 'Sonnerat', the database of the herbarium: <http://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search/form>. Baseline data (family, genus, species, continent, barcode) were databased for each herbarium specimen during the process of imaging, but it is widely acknowledged that the entire label data are needed for any herbarium-based study. To fill this gap and capture full labels information, the MNHN launched a program of participatory science. This program is based on a website called "LesHerbonautes" that is hereafter presented.

The MNHN has recently completed the most ambitious digitization project ever conducted on such a large natural history collection: all 6,000,000 vascular plant specimens and macroalgae housed at the Paris herbarium have been digitized, with all images available online through a renewed website of 'Sonnerat'

.....

Why a participatory science program?

Less than 15% of the Paris specimens have been fully databased by the herbarium staff over the past 20 years. The number of specimens is so large and the task of databasing can be so time-consuming (especially for reading some of the handwritten labels) that, if maintaining the same effort, we estimated that 500 years would be needed for one person to achieve the full databasing of all specimens.

Alternatively, optical character recognition (OCR) softwares can be used to capture the textual label data from herbarium specimens. However, there are two main issues: i/ whereas typed text can be easily processed with OCR, it is much more complicated to localize and recognize old handwritten text (but see Mund et al., 2010), and ii/ even if words are automatically and correctly recognized, they need to be organized in a structured database; in other words, correct reading is not enough. For these reasons, and given that most of the specimens of the Paris herbarium bear handwritten labels, we refrained to widely apply OCR to the available images.

In addition, our idea was not only to access the textual label data from herbarium specimens to allow data mining and increase our knowledge of the plant diversity, but also to raise awareness of the general

public about the value of herbaria and, more generally, about the scientific potential of natural history collections. This led us to conceive a participatory science program, choosing the form of a website focused on the images of herbarium specimens. This website, called 'LesHerbonautes', was launched in December 2012 at <http://lesherbonautes.mnhn.fr>.

What are contributors asked for?

Since the website is focused on herbarium specimens, people who join the program and contribute to the website form a community of 'herbonauts'. The website presents specimen images, and herbonauts are asked to read and transcribe the herbarium labels into seven fields corresponding to existing fields of the Paris herbarium database: country, geographic region (to choose among pre-defined items), date of collection, collector's name, name of the person who determined the plant, locality, and geographical coordinates of the collection (see screen capture: Fig. 1).

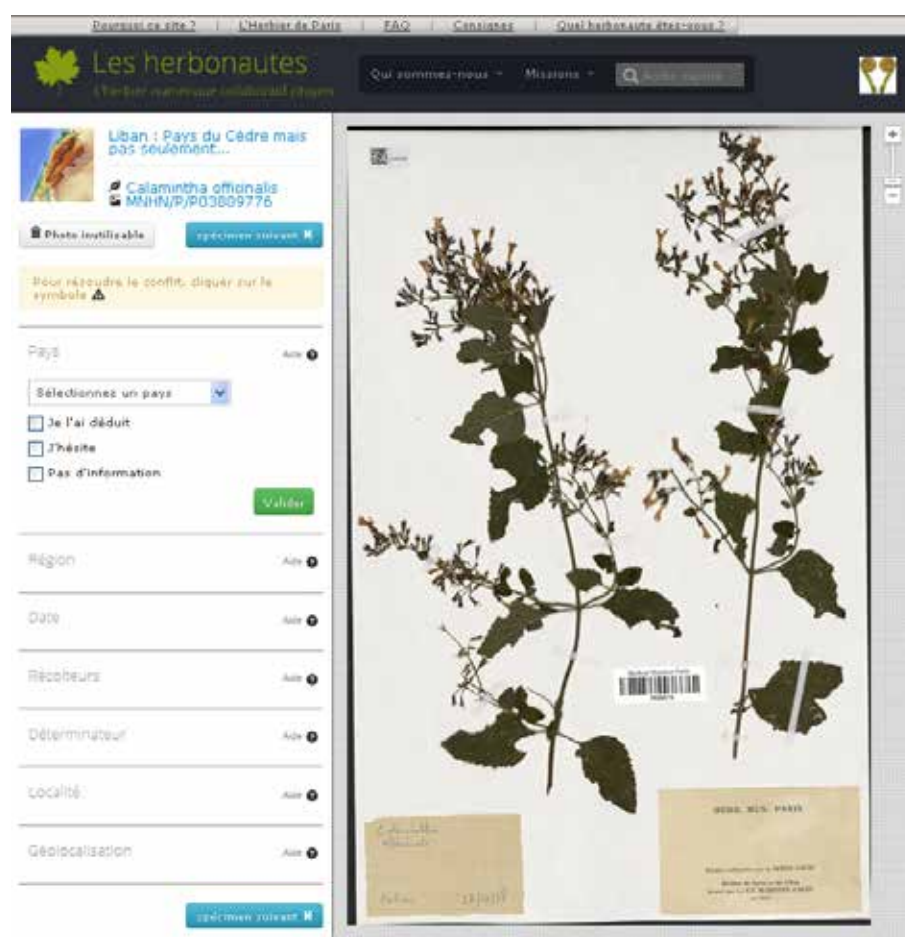


Figure 1: Screen capture of the page for contributing to the science participatory website 'LesHerbonautes': images of herbarium specimens appear on the right, and fields to be filled by herbonauts on the left.

Because transcription of herbarium labels can be repetitive and the whole task is so huge, the website does not propose to contribute at random to one of the 6 million images. Instead, images are organized in thematic projects (called 'missions') forming smaller subsets that are of more tractable size and can be achieved in a reasonable amount of time (one project typically includes 3000-4000 images, and lasts some months). This allows keeping herbonauts mobilised and motivated. At any given time, herbonauts can contribute to about five ongoing 'missions'.



How to guarantee the high quality of the data contributed by the herbonauts?

Herbonauts are non-professional people, and it is indeed not needed to be experienced in reading herbarium labels, or to have any background in botany to start contributing. However, the quality of the data is critical for any potential study based on these data. Therefore, four kinds of internal controls were introduced:

1. Skill levels. Each field corresponds to a skill level. Anyone is allowed to contribute to the first field (country), but it is needed to contribute a given number of times to this field, for different images –and so, to acquire experience– before being allowed to also contribute to the next level/field for any future image examined.
2. Training. Between two successive levels, herbonauts are asked to undertake a quiz, designed to provide guidelines on how to localize and transcribe the information requested in the next field/level.
3. Control of the data through cross-validation. Each field needs to be filled with the same value by at least two herbonauts to be validated.
4. Each ‘mission’ is supervised by an experienced botanist who can help to solve disagreements between the contributions entered by different herbonauts. This is made possible by the website that is lively and social, with regular updates about activities, and the possibility to discuss general topics or ask questions on a given image.

The herbonauts community after two years

From December 2012 to November 2014, 1700 herbonauts contributed to the program. They examined 87,365 specimens, made 1,108,967 contributions (one contribution corresponds to one field filled), and completed 20 thematic ‘missions’ (counting 900 to 9075 specimens each). Most herbonauts participating to the program made less than 100 contributions, but a few enthusiasts made over 5000 contributions (Fig. 2A). Strikingly, the top five contributors actually allowed collecting 50% of all contributions (Fig. 2B). But the second largest group is the group of occasional contributors (excluding the top 20 contributors), highlighting that supervisors of the projects must remain careful with contributions by people who are not always experienced with the program.

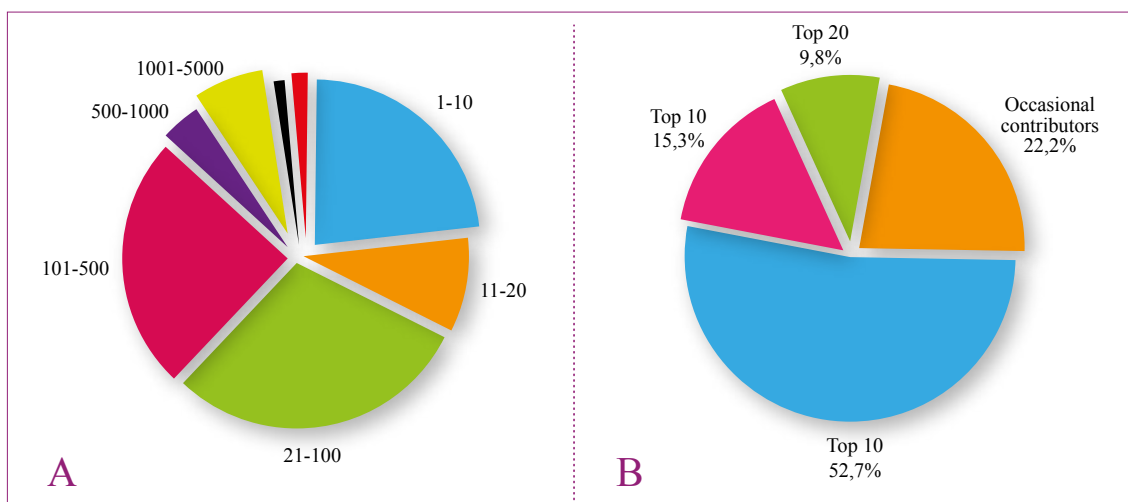


Figure 2: Statistics on the herbonauts and their contributions to the program. A. Number of contributions per person. B. Relative contribution of the top 20 and more occasional contributors to the total number of contributions.

What is next?

So far, almost all images that were included in the program came from the Paris herbarium. With 6 millions images produced, Paris will keep its leading position. However, many other French herbaria are currently in the process of digitizing their specimens, thanks to the program E-Recolnat (funded by the program “Investing for the future” of the French government) and with the goal to extract and make available all the data related to the natural history collections kept in France.

If the website is currently implemented in French only, we aim at developing it in other languages in the near future, and we will likely make the code available to the GBIF. Finally, all herbarium labels data gathered with the project will undoubtedly provide new opportunities to tackle major scientific questions in systematics, ecology, conservation, and inform on e.g. the impact of global change.

Acknowledgements

The website ‘LesHerbonautes’ (MNHN/TelaBotanica) is part of the national infrastructure e-RECOLNAT (ANR-11-INBS-0004) funded by the program “Investing for the future” of the French government. The MNHN supported this project through a program e-Museum, and we also acknowledge the support of the Fondation de la Maison de la Chimie.

References

- Angiosperm Phylogeny Group. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 105–121.
- Haston, E., Richardson, J.E., Stevens, P.F., Chase, M.W., & Harris, D.J. (2009). The linear Angiosperm Phylogeny Group (LAPG) III: a linear sequence of the families in APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 128–131.
- Mund, B., And Steinke, K.H. (2010). Processing handwritten words by intelligent use of OCR Results. Pp 174–185 in: P. Petra (eds.). *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects*, Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg.





Présentation de
Daniel Mathieu,
Tela Botanica,
Montpellier,
France

Observatoire citoyen de l'environnement et Open Data, l'expérience de Tela Botanica

Auteur

Daniel Mathieu, Tela Botanica, Montpellier, France

Résumé

Enseigner la botanique, accroître les connaissances en sciences naturelles (indispensable dans le contexte du réchauffement climatique et de la réduction de la biodiversité), diffuser largement ces connaissances en libre accès, créer des liens entre tous les botanistes francophones, sont les principales raisons de la création en 1999 du réseau Tela Botanica. Après avoir initié un travail de fond sur les référentiels taxonomiques de la flore de France, Tela Botanica a créé un observatoire citoyen de la flore gratuit et ouvert au public. Toutes les données collectées sont diffusées sous licence libre. Elles contribuent à la connaissance de la répartition des plantes et à enrichir une flore électronique très complète en libre accès sur Internet <http://www.tela-botanica.org>. Des outils ont été développés pour collecter, vérifier et diffuser les données auprès d'un large public. Cet observatoire citoyen de la flore, initié en France, étend aujourd'hui son rayon d'action à l'Afrique du Nord, au Moyen-Orient et à l'Afrique tropicale. Dans la continuité de son action au service de la botanique, Tela Botanica envisage de proposer des formations à distance sous forme de MOOC (*Massive Open Online Courses*) à l'ensemble des botanistes francophones.

Abstract

Tela Botanica network was created in 1999 with, as main objectives, to teach botany, to increase natural life knowledge (particularly needed in a context of climate change and loss of biodiversity), to give free and widespread access to this knowledge, and to create links between all French-speaking botanists. After initiating work on the taxonomic references



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

of the flora of France, Tela Botanica created a citizens observatory of plants, free and open to the public at large. All information collected is available as open source data. They contribute to the knowledge of plants distribution and to the enrichment of a comprehensive electronic flora, freely available on the Tela Botanica website <http://www.tela-botanica.org>. Tools have been developed to collect, verify (*Identiplante*, an application for checking species from photographs), and make data available to a wide audience (*eFlore*, a structured Web interface, and *Smartflore*, a smartphone application) This citizens observatory, which began in France, has spread its activity to North Africa, the Middle East and tropical Africa. As a follow up to its work at the service of botany, Tela Botanica intends to provide distance learning in the form of MOOCs (Massive Open Online Courses) to all French-speaking botanists.



Introduction

L'enseignement de plus en plus marginal des disciplines naturalistes, notamment de la botanique, l'importance, face aux modifications climatiques et à la perte généralisée de la biodiversité, d'accroître les données objectives sur notre environnement, la nécessité de mettre l'ensemble des connaissances en accès libre et gratuit pour tous, l'accroissement des possibilités techniques de stockage, de compilation et de diffusion des données ont conduit à la création en 1999 du réseau Tela Botanica des botanistes francophones.

Objectifs

Le réseau se fixe pour objectifs de :

1. faciliter les échanges entre botanistes francophones du monde entier,
2. collecter des données sur la flore sauvage,
3. diffuser auprès du public les connaissances acquises,
4. assurer la formation et la sensibilisation du public à la flore sauvage.

Pour cela, Tela Botanica diffuse une lettre d'actualité hebdomadaire et anime de nombreuses collaborations dans l'ensemble du monde francophone. Le réseau regroupe aujourd'hui plus de 24 000 personnes réparties dans une centaine de pays.

Une stratégie *open source*

Dès sa création, Tela Botanica a choisi de diffuser des connaissances sur la flore sous licence libre afin de favoriser leur circulation et d'en accroître la valeur d'usage. Les données collectées ont deux sources principales : d'une part, des connaissances expertes fournies par les meilleurs spécialistes de la flore de France pour constituer des référentiels (nomenclature, taxinomie, phytosociologie), et, d'autre part, des données collectées dans le cadre de programmes de science participative. Le principe de base est d'agréger les données fournies par les botanistes de terrain autour de référentiels validés scientifiquement.

Ces référentiels taxonomiques et de nomenclature, outils indispensables pour communiquer aux niveaux national et international, ont été constitués dans le cadre d'un partenariat avec le Muséum national d'histoire naturelle de Paris, la Fédération des conservatoires botaniques nationaux et le Ministère de l'environnement.

Les données collectées dans ce cadre participatif sont des observations géoréférencées permettant d'établir des cartes de répartition, des photographies permettant de qualifier les observations et d'enrichir une base d'images sur la flore, ainsi que des connaissances sur les noms communs et l'usage des plantes.

Des outils adaptés

L'ensemble des données collectées est accessible via eFlore, interface Web destinée à présenter les connaissances de façon structurée : nomenclature, description, écologie, illustration, répartition...

Pour mener à bien ses missions, l'équipe permanente de Tela Botanica a développé des outils génériques facilement utilisables par un large public naturaliste.

Collecte des données

Le « *carnet en ligne* » (CEL) est l'outil permettant de collecter les observations de terrain avec une interface grand public facilitant le chargement d'images, et une interface professionnelle permettant de saisir et de gérer ses données de façon très fine. Des services permettent d'importer et d'exporter facilement les données vers d'autres logiciels. Une version sur smartphone est en cours de développement. À ce jour, plus d'un million d'observations et plus de deux cent mille photos ont été collectées.

Vérification des données

À l'exception des données de base concernant les référentiels, les données collectées dans le cadre du réseau Tela Botanica ne sont pas validées par des experts, mais par l'ensemble des membres du réseau lui-même. L'auteur de toute observation suspecte peut être contacté directement par courriel par tous les membres du réseau. Les images dont la détermination est incertaine sont soumises à la critique grâce à l'application **Identiplante** qui permet à chacun de proposer un nom ou de donner un avis critique sur l'identification de la plante photographiée.

Restitution des données

L'ensemble des données collectées est accessible via **eFlore**, interface Web destinée à présenter les connaissances de façon structurée : nomenclature, description, écologie, illustration, répartition... . **Smartflore**, une application développée sur smartphone, permet d'accéder à une information adaptée au grand public grâce à des QR-code. Les données sont par ailleurs toutes librement téléchargeables et diffusées à l'échelle mondiale via le GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*).

Une ouverture internationale

Tela Botanica, s'adressant à l'ensemble des botanistes francophones, ne limite pas ses activités à la France métropolitaine. Le réseau a récemment pris une nouvelle ampleur avec le déploiement de partenariats avec d'autres pays et sur d'autres continents. Les outils ont intégré de nouveaux référentiels taxonomiques : Afrique, Collectivités d'Outre-Mer, Liban... . Ils s'appuient sur le référentiel géographique mondial *Open Street Map*, indépendant et en libre accès. Diffusés prochainement en deux langues, le français et l'anglais, ces outils peuvent toucher un public très large. Ils sont notamment bien adaptés aux communautés disposant de peu de moyens qui souhaitent accéder rapidement à des



applications opérationnelles pour inventorier leur flore, la faire connaître du public et diffuser largement l'information collectée. L'intégration envisagée du référentiel taxonomique mondial *The Plant List* et la couverture planétaire d'*Open Street Map* laissent entrevoir la possibilité d'utiliser les outils de Tela Botanica dans l'ensemble des pays du monde.

À ce jour, ces applications ont été déployées dans les départements français d'Outre-Mer (Guadeloupe, Martinique, Réunion), en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie) et en Afrique tropicale (Côte-d'Ivoire, Sénégal, Burkina Faso) en partenariat avec les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (référentiel d'Afrique) et avec le soutien financier de l'Organisation internationale de la francophonie. Prochainement, ils seront déployés au Liban avec l'Université Saint-Joseph de Beyrouth ; d'autres demandes attendent leur concrétisation dans le cadre de l'OPTIMA (*Organization for the PhytoTaxonomic Investigation of the Mediterranean Area*).

Tela Botanica moissonne par ailleurs de nombreuses données issues d'autres structures, notamment associatives, afin d'en faire la promotion et de les rendre facilement accessibles au public.

Importance de la formation

En recul dans presque tous les cycles universitaires, les disciplines naturalistes sont enseignées de façon de plus en plus marginale par les institutions et les associations. Cette lacune pose le problème de la formation des naturalistes de terrain qui, en revanche, sont de plus en plus sollicités pour intervenir dans le suivi de la biodiversité. Elle pose également le problème de la sensibilisation du public à la connaissance de la nature. L'émergence, grâce à Internet, de dispositifs de formation à distance performants et à large échelle comme les MOOC (*Massive Open Online Courses*) est une opportunité dont il faut se saisir pour combler cette lacune. Tela Botanica y réfléchit en partenariat avec des universitaires et des associations compétentes en matière de botanique et d'enseignement. Nous envisageons ainsi de proposer aux botanistes francophones de tous les pays, notamment africains, des **cycles de formation** de différents niveaux avec certification dès 2016.

Conclusions

En conclusion, Tela Botanica souhaite s'inscrire dans la botanique du futur en :

- favorisant le travail en coopération (sciences participatives) ;
- travaillant en réseau pour briser les barrières (âge, compétences, nations...) ;
- développant des outils génériques (Web) en *Open Source* ;
- utilisant des licences libres pour partager les connaissances ;
- mettant en place des formations qualifiantes pour tous (MOOC) ;
- renforçant son identité dans la francophonie, tout en...
- s'ouvrant sur l'ensemble du monde, sans exclusivité !



Presentation
by Liliana
Derewnicka,
Botanic
Gardens
Conservation
International
(BGCI),
Richmond, UK

Botany in the Community

Auteurs

Liliana Derewnicka, Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Richmond, UK

Abstract

As important sites of research and conservation, both *ex situ* and *in situ*, botanic gardens are in a prime position to engage the public with botany, plant science and environmental issues.

We are living under a cloud of growing concern for our planet yet we also live in a world where the population is increasingly disconnected from nature.

BGCI's Communities in Nature is an initiative that makes botany relevant to people. As part of the initiative botanic gardens are reconnecting communities with nature, by developing projects that help to alleviate environmental issues by raising awareness and facilitating participation in addressing them, whilst simultaneously combating social issues.

This paper will describe how three UK projects have engaged the public with botany, plants, conservation and sustainable practices by empowering them as individuals and communities.

In their project, Bristol Community Plant Collection, Bristol Zoo Gardens worked with community groups from deprived areas of Bristol and those facing social exclusion, to establish a dispersed collection of Calendula.

Royal Botanic Garden, Edinburgh, through the Edible Gardening Project, worked with young people affected by social problems to engage them with concepts surrounding sustainable food production, the carbon footprint of food, biodiversity and food security, through training and by supporting them to establish and tend their own vegetable plots.

At Westonbirt, the National Arboretum, staff worked with local community groups to develop programmes of activities, which focused on environmental issues, such as climate change, sustainable woodland management and the global importance of trees.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

The successes of each project can be seen to rely on three key features: the science involved is of clear relevance to the group, participants developed a sense of pride through their involvement, since there is obvious mutual benefit, and groups were given responsibility and autonomy, which allowed them ownership over the project. When the above features are present, projects of this nature are capable of, not only raising awareness and increasing local knowledge about plants, the environment and its relevance to people lives, but also can facilitate public action in conservation and environmental issues, whilst helping to alleviate social issues and increase wellbeing.

Résumé

En tant qu'importants sites de recherche et de conservation, à la fois ex situ et in situ, les jardins botaniques occupent une position cruciale dans l'engagement du public envers la botanique, la science des plantes et les problèmes environnementaux.

Les inquiétudes au sujet de notre planète sont de plus en plus importantes et dans le monde d'aujourd'hui et pourtant les gens sont de moins en moins en phase avec la nature.

Le projet Communities in Nature de BGCi est une initiative qui renforce le lien entre la botanique et la population. En y prenant part, les jardins botaniques participent à la mise en contact de cette population avec la nature. Ils développent des projets qui aident à réduire les problèmes environnementaux, sensibilisent et encouragent les gens à participer à la résolution de ces problèmes, et ce, tout en tentant de résoudre les inégalités sociales.

Cet article décrit la manière dont ces trois projets britanniques ont permis d'éveiller l'intérêt du public envers la botanique, les plantes, la conservation et les pratiques durables en rendant les individus et les communautés responsables.

Via leurs projets, la Bristol Community Plant Collection, et les Bristol Zoo Gardens ont travaillé avec des groupes issus de communautés défavorisées et les personnes victimes d'exclusion sociale de Bristol afin de mettre en place une large collection de *Calendula*.

Le Royal Botanic Garden d'Edimbourg, a mis en place un projet de jardinage comestible, permettant à des jeunes issus de milieux défavorisés de cultiver leurs propres potagers. Ce qui les a sensibilisé aux concepts de l'agriculture durable, à l'empreinte carbone qu'elle produit, à la biodiversité et à la sécurité alimentaire.

A Westonbirt, le personnel du National Arboretum s'est également joint aux communautés locales pour développer un programme d'activités relatif aux problèmes environnementaux, tels que le réchauffement climatique, la gestion durable des forêts et l'importance des arbres pour la planète.

Le succès de chacun de ces projets repose sur trois points clés: le type de science ciblé est d'une claire pertinence pour le groupe, les participants ont développé un sens de fierté à l'issue de leur participation, une fierté nourrie par les bénéfices que les deux parties ont tirés de l'expérience. Ils ont chacun reçu des responsabilités et ont agi de manière autonome, ce qui leur a permis de se sentir maître de leur projet. En présence de ces points clés, ce type de projet peut non seulement sensibiliser mais il permet aussi aux populations locales de mieux connaître les plantes et l'environnement qui les entourent. Ces projets aident également à faire émerger les bienfaits des plantes sur la vie des gens et facilitent l'action du public en matière de conservation et de problèmes environnementaux, tout en participant à la résolution des problèmes sociaux et à l'amélioration du bien-être des populations concernées.



Introduction

We are living under a cloud of growing concern for our planet, its natural resources and our local and global environments. We also live in a world where a growing majority live in cities – as of 2014 54% of the world’s population now live in cities (WHO, 2014). This growing urbanisation has led to a physical separation between humans and nature. This and the phenomenon of plant blindness, defined by Wandersee and Shussler as ‘the inability to see or notice the plants in one’s own environment, leading to the inability to recognize the importance of plants in the biosphere and in human affairs.’ (Allen, 2003, p.926) has produced a population that, not only, is unaware of their reliance on plants and nature but is also disinterested in botany and plant science. This can be seen through the decline in the number of students studying degrees related to plant science. As of 2010 no British universities offer degree courses in pure botany (Drea, 2011).

According to the CBD’s (2010) Aichi Target 1, by 2020 all people should become aware of the values of biodiversity and the steps they can take to conserve and use it sustainably. To achieve this, our disconnection from nature must be reversed. Botanic gardens are multifaceted intuitions that posses the skills and resources required to reconnect people with the plant world. They are important sites for both research, conservation, education and public engagement; ‘holding documented collections of living plants for the purposes of scientific research, conservation, display, and education’ (Wyse Jackson, 1999, p.27). However, they are also often underused by large sections of the public. According to Dodd and Jones (2010), research has shown that many botanic gardens are only relevant and accessible to a particular section of society; predominantly white, middle class, older visitors with other groups perceiving them to be exclusive and elite institutions. To fully exploit botanic gardens’ ability to reconnect the public with plants and nature they must reach out to the underrepresented, hard-to-reach audiences, break down the barriers between them and engage them with the garden and in turn with plants, botany and the environment.

The inability to see or notice the plants in one’s own environment, leading to the inability to recognize the importance of plants in the biosphere and in human affairs.’
(Allen, 2003, p.926)

Botanic Gardens Conservation International (BGCI) the world’s largest network of botanic gardens worldwide, focuses on the importance of plant conservation. In 2012, supported by the Calouste Gulbenkian Foundation, the organization set up the Communities in Nature initiative to support botanic gardens to become more socially relevant. Communities in Nature seeks to support gardens to grow their social role. BGCI’s Manual for Gardens defines this as a botanic garden ‘Working in Partnership with its local community on common issues of social and environmental importance’ (Vergou and Willison, 2013, p.4). It has achieved this by piloting and evaluating small scale community projects in gardens across the UK.

The initiative focuses on making botany relevant to people. Through it botanic gardens are reconnecting communities with nature, by developing projects that help to alleviate environmental issues by raising awareness and facilitating participation in addressing them, whilst simultaneously combating social exclusion (Vergou, in press).

To date, BGCI has directly supported the development and delivery of seven Community projects. The key to their success has been flexibility and ensuring that they cater for the particular community groups involved, therefore the projects differ widely between garden, area and audience group. There are however common features that are evident in all successful projects of this nature.

This paper argues that there can be seen to be three key features present within successful projects that lead them to be truly engaging; providing benefits for the individual participant, the garden, the environment and the community as a whole. In each of the successful project supported by BGCI participants were given a sense of pride from the mutual benefit of the projects, empowered by being given ownership over the project or its outputs and were engaged in the scientific topics raised due to their apparent relevance to their lives. The three key features can therefore be summarised as: relevance, ownership and mutual benefit.

The above will be illustrated with three different case studies from three UK projects which were funded and supported by BGCI. The projects actively engage the public with botany, plants, conservation and sustainable practices by empowering them as individuals and communities. To achieve success each garden has moved away from the deficit model of science communication. This model was popularised during the 1980s and assumes that by providing a scientifically ignorant public with information they will become more knowledgeable and more involved with scientific practices (Broks, 2006). It is now well accepted that to engage the public with science and technology it is simply not enough to deliver information to them. Institutions must employ more creative, innovative and inclusive techniques to make the public see the worth of their research and messages. They must establish bi-directional dialogues, they must expect and welcome interaction and contribution from non-scientists (ibid.). The projects outlined below successfully implemented methods which allow, and necessitate, real dialogue and active participation on the part of the public. They were therefore were able to engage new audiences with science and the gardens themselves.

Case studies

Bristol Zoo Gardens: Bristol Community Plant Collection.

This project supported the garden's local community to reconnect with plants and take an active role in their conservation. Like most botanic gardens BZG's audience demographic is predominantly white, middle class, older people. Therefore, the garden staff worked with established community groups from deprived areas of Bristol and those facing social exclusion, such as residents of care homes for the elderly with dementia. In 2012 the project engaged with nine community groups: Avon Club for young people, Bannerman Road Children's Centre, Cabot Primary School, Holymead Junior School (year 5), Stoke Bishop Church of England Primary School Eco Club, Chard Court Sheltered Housing, Robinson Care home (specialising in dementia care), The Severn Project (working with those recovering from drug and alcohol dependence) and Upper Horfield Community Garden. (Vergou and Willison, 2013)

The aim of the project was to establish a dispersed collection of *Calendula*. The garden staff invited the community groups to training sessions, during which they were taught to grow the plants and collect seed for next year. They were then provided with seed and equipment and sent back to their own sites. The garden staff kept in contact and visited the community groups throughout the growing season and to collect seed. The collection has been given provisional, National Plant Collection Status, by Plant Heritage (Moore, 2013). However Plant Heritage is revising its guidelines in order for National Plant Collection Status to be permissive of this communal manner of growing (Moore,2012).



It is important to note that, although this project was prescriptive in its nature, it was flexible and targeted enough in its delivery to achieve the three key features outlined above. The horticultural and botanical subject matter contained within the project was made relevant to those involved due to the flexibility of staff running the project. They were able to provide further horticulture training on the request of participants were able to ask for further horticulture training on the request of participants. They applied this in beautifying their sites which highlighted the relevance of these skills to their own wellbeing (Moore, 2012). Gardening is noted for its therapeutic ability to improve physical health (Pretty et al, 2007 and this was a recurring theme within the Bristol Community Plant Collection participants(Moore,2013). This illustrates that even those sites which did not use their new horticultural skills to enhance their site were aware of the direct impact that this project was having on them and hence the relevance of plants to their own lives. Although the project was prescriptive in nature the participants were empowered by a sense of ownership over the project's outputs, i.e. the plants and the collection. Additionally to this, although the garden staff were always on hand for advise and visited the community groups throughout the growing season. the participants were essentially left to do the job themselves. This not only enhanced the sense of pride and ownership over the plants but also allowed them the freedom to direct the project as they wished and in fact some participants set up their own experiments to assess the effect of fertilizer one growth rate by measuring growth daily of fertilized and non-fertilized plants(Moore, 2012).

In this project mutual benefit was particularly explicit and fed into the sense of pride in their work that participants felt. From their point of view they were able to apply their new skills and beautify their own environment or improve their well being by carrying out therapeutic activities, whilst they were also aware that they were actively involved in conservation. By growing plants for a National Palnt Collection they themselves were being relied upon to perform an important task with implications for the environment. This is exemplified in the words of a resident at Chard Court who said *'I knew that there are things that are going extinct, but I didn't think much about it; you just assume that someone else is going to do something about it...normally plant conservation is something that other people are doing. For me it is great that Bristol Zoo Gardens are saying 'well they are going to see if people in sheltered accommodation would like to do it'* (Moore, 2012, p.18)

It is also important to note that this quote also links to the idea of personal relevance. The participant now sees that plant conservation is not out of their hands, but something that they themselves can be involved in.

By exploiting these three key features, Bristol Community Plant Collection project was successful in engaging new audiences with the garden, botany and conservation. The project also improved the cohesion of the communities involved. A participant from Chard Court Sheltered Housing reported that *'The project brought everyone together because we are all about the gardens now and the plants which are growing. Before we would all just be in our flats; ...but now we all get together for our cups of tea and coffee and we all do our little bits of our gardens and we discuss it'* (Moore, 2012). Therefore the project can be seen to have had a positive impact on the community as a whole as well an improving the wellbeing of the individuals there in.

Royal Botanic Garden, Edinburgh (RBGE) – Edible Gardening Project

Through Communities in nature RBGE extended their Edible Gardening to connect with disadvantaged young people. Through this project the garden engaged these groups with sustainable gardening practices and healthy eating; the garden staff training and supporting them to grow their own food (Foulkes, 2012). RBGE's audiences as with most botanic gardens is comprised of mainly middle class visitors many of which are over 55. The Garden wanted to overcome the barriers felt by many in deprived areas of the city, i.e. that the garden was not for them (Scotifom, 2008). Therefore it worked with 23 young people from four community groups from demographics which are underrepresented in its audience. These were: Broughton High School: More Choices, More Chances (MCMC) (an initiative to reduce the number of young people out of education) and English as a second language group, Rock Trust (an organization that tackles youth homelessness), Kaimes Special school Pilton Community Health Project and The Mayfield and Easterhouse Youth 2000 Project (an informal education facility). (Foulkes, 2012)

There were several benefits for the participants themselves during this project. They harvested and prepared their vegetables, providing them with healthy nutritious food and a sense of pride as well as learning new skills.

Participants from Broughton High School, the Rock Trust and Kaimes Special School were given plots in the garden. They visited weekly, over a period of five months planted up and maintained their plots and then harvested, prepared, and ate the vegetables they had produced (Vergou, in press). In addition, they attended training sessions to engage them with concepts surrounding sustainable food production, the carbon footprint of food, biodiversity and food security and environmentally friendly practices such as water conservation, peat free gardening and composting (Vergou and Willison, 2013).

The two other groups attended one-off training sessions about establishing and maintaining community gardens (Vergou, in press). As with BZG, this horticultural training is of clear relevance to the lives of the participants because they will directly apply it in their own community. Moreover, the scientific content delivered was all framed around food. Not only is this something that everyone can relate to since it is an important feature of everyone's everyday life, but Scotland's high rates of obesity mean that healthy eating is particularly relevant to its people. For example 'Childhood obesity rates in Scotland are worryingly high. In the school year 2010/11, 21.4% of Primary 1 children were classified as overweight, including 9.6% obese and 5.5% severely obese' (BMA Scotland, 2012, p.1). Therefore, highlighting the importance of healthy eating and nutrition is particularly pertinent to Edinburgh's population. Furthermore, to ensure that the project was directly relevant to participants, although training sessions were broadly similar, the specifics we designed to cater for the needs of the individuals in each group (Vergou and Willison, 2013). By providing the participants with their vegetable plots the participants were given control. Of course the garden staff could be relied upon for help, support and advice but participants were ultimately responsible for their plots and therefore the success or failure of their crops, this was the main way that ownership was handed over to the community groups.

There were several benefits for the participants themselves during this project. They harvested and prepared their vegetables, providing them with healthy nutritious food and a sense of pride as well as learning new skills. This all worked to increase the confidence of participants (Foulkes, 2012). An important aspect of apparent mutual benefit comes from the fact that they were aware of improving the local environment by using sustainable gardening practices and the fact that their plots were contributing to the botanic garden itself.



One of the community group leaders stated they thought '...the edible garden initiative has made [RBGE] more accessible' and another that it is 'more educational in an accessible way than I realised' (Foulkes, 2012, p. 6). Thus, edible gardening was able to open up the garden to new audiences, previously underrepresented in the garden's audience demographic and engage them with horticulture and environmentally friendly gardening practices. This not only directly benefited them by providing new skills and healthy food, but they were able to take these skills back into the community to enhance community gardens and improve the local environment. Furthermore, the project also gave garden staff the skills required to work with these groups (Foulkes, 2012)

Westonbirt, the National Arboretum – Hidden Voices

The Hidden Voices project aimed to engage with underrepresented audiences by making the arboretum more accessible to them. This project worked with 3 community groups: The Bristol drugs Project (supporting people affected by substance abuse), Stroud Macular Disease Society (SMDS) (which supports older people with impaired vision) and 'Raise your voice' (a group for Asian women that tackles problems of domestic abuse and poverty) (Vergou and Willison, 2013).

This project took a less proscriptive approach to the previous two case studies. The staff worked with the community groups to develop programmes of activities. These activities focussed on environmental issues, such as climate change, sustainable woodland management and the global importance of trees. These activities, not only included practical exercises, like laurel coppicing, but also connected the participants with plants and their environment via artistic enterprises, like creative writing and photography. The project culminated in a celebration event and the opening of an exhibition featuring their art work (ibid.).

Relevance to lives of the participants was naturally built into Hidden Voice with the co-development process. Garden staff only selected topics favoured by the community groups, which were therefore important to them. Furthermore, there was sufficient flexibility built in to allow the programme to be tweaked as it proceeded. It became apparent that each group had different reasons for being involved in the project that the garden staff had not foreseen, for example, SMDS group did not perceive climate change to be something that would affect them. This topic was refocused on gardening and the group were found to be more engaged (Oliver and Meakin, 2012). This highlights the importance of ensuring that participants see the relevance of topics to their lives. The co-development process in the project also ensured that the participants had a sense of ownership over it. They devised the programme of activities and therefore directed the project. So again, by its very nature, hidden voices ensured that the participants were responsible for the project as well as outputs like a trail for visually impaired visitors.

Hidden voices benefitted the participants in numerous ways, it provided them with new skills, improved well being and self-esteem, provided opportunity for recreation and to build relationships with others (Ibid.). At the same time, the participants were aware of having a positive impact on the garden. The projects outputs became features, for example SMDS's trail for visually impaired visitors and the photography produced by BDP included in an exhibition for the public. SMDS had previously been involved with advising other organisations about how they can make their sites more accessible to the visually impaired and so were keen to do so at Westonbirt (ibid.). Contributing to a garden in this way shows participants that they are being relied on. It builds self-esteem and actively engages them with the organisation.

Not only did Hidden voices improve the lives of the individuals involved by improving the wellbeing of vulnerable people, but in doing so it improved community cohesion by providing an opportunity for these groups to mix. It also made the garden more accessible to these groups and others like them, for example by providing a new trail. Above all Hidden Voices provides an example of a project that is collaborative. Co-development allows for projects that are relevant to the audience and ensure the participants are engaged through a sense of ownership over the direction of the project.

Conclusion

Projects in which botanic gardens focus on their social role not only open up the institutions to new audiences and engage these groups with botany and environmental issues, but they also have the power to improve community cohesion and the lives of the individuals involved.
.....

In conclusion, it is no mean feat to connection with hard-to-reach audiences. Projects must be sensitive to their needs and carefully planned. The key to this is to know your audience. Projects that are flexible and empower participants are capable of great things. A member of BDP remarked ‘I didn’t know Westonbirt until I had an opportunity to visit through BDP and I absolutely love it, great, great place. To tell you honestly, sometimes when I feel sad or down, this place comes to mind and I feel better; I have gained more serenity, awareness and a sense of belonging’ (Oliver and Meakin, 2012, p. 23).

Therefore we can see that projects in which botanic gardens focus on their social role not only open up the institutions to new audiences and engage these groups with botany and environmental issues, but they also have the power to improve community cohesion and the lives of the individuals involved. To achieve this the communities must feel included; their needs catered for. Projects and the botany and environmental issues they intend to communicate must appear relevant to the target audiences’ lives. Community projects must empower those involved by allowing them autonomy and therefore ownership over a project and its outputs. They must also ensure that the community are aware of the fact that they are contributing in some way, either to society or the garden i.e. there is obvious mutual benefit written into the project. The three case studies outlined above highlight the variety of ways projects can achieve this, either through proscribed but flexible projects that ask participants to perform an important task or through a development process that works with participants from the outset. Projects that grow a gardens social role are not a case of one size fits all. They must focus of the specific needs and wants of the audience they choose to engage with. staff and projects must be flexible, responsive and understanding. When projects do have explicit mutual benefit, relevance to participants lives and empower community groups through a sense of ownership, they have the ability to engage with hard-to-reach audiences and encourage them to become actively involved with cultural and scientific institutions and participate in alleviating environmental issues. This is beneficial to the individuals, the institutions and staff and to society at large.



References

- Allen, W. (2003) Plant Blindness. *Bioscience*. 53 (10) 926.
- BMA Scotland (2012) *BMA Scotland briefing not: Childhood obesity*. British Medical Association, Scotland, Edinburgh.
- Broks, P. (2006) *Understanding Popular Science*. Open University Press, Maidenhead
- CBD (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Targets 'Living in Harmony with Nature' CBD: Montreal, Canada Available at: <http://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf> [Accessed 10 January 2014].
- Dodd, J. and Jones, C. (2010). *Redefining the Role of Botanic Gardens – Towards a New Social Purpose*. Leicester, UK: Research Centre for Museum and Galleries (RCMG) and BGCI
- Drea, S. (2011) The End of the Botany degree in the Uk. *Bioscience education*, 17
- Foulkes, J. (2012) *communities in Nature: Growing the Social Role of Botanic Gardens. Edible Gardening Project at the Royal Botanic Garden Edinburgh*. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Moore, E. (2012) *Communities in Nature: Bristol Community Plant Collection at Bristol Zoo Gardens*. Bristol zoo Gardens, Bristol.
- Moore, E. (2012) *Bristol Community Plant Collection 2013*. Bristol Zoo Gardens, Bristol.
- Oliver, B. & Meakin, C. (2012) *Hidden Voices Final Report*. Westonbirt, The National Arboretum.
- Pretty, J., Peacock, J., Hine, R., Sellens, M., South, N. & Griffin, M. (2007) Green Exercise in the UK Countryside: Effects on Health and Psychological Well-Being, and Implications for Policy and Plannery. *Journal of Environmental Planning and Management*. 50 (2), 211– 231.
- Scotinform (2008) *Royal Botanic Garden Edinburgh, Survey of Visitors to the Edinburgh Garden. Visitor Survey Report 2006-2008*. Scotinform Ltd, Edinburgh.
- Vergou, A. & Willison, J. (2013) *Communities in Nature: Growing the Social Role of Botanic Gardens. Evaluation Summary report*. BGCI, London.
- Vergou, A. & Willison, J. (2013) *Communities in Nature: Growing the Social Role of Botanic Gardens. Manual for Gardens*. BGCI, London.
- Vergou, A. & Willison, J. (in press). Relating social inclusion and environmental issues in botanic gardens. *Environmental Education Research*.
- WHO (2014) *Global Health Observatory (GHO)*. [online] Available from: http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/urban_population_growth_text/en/ [Accessed 17th November 2014]
- Wyse Jackson, P. S. (1999). Experimentation on a Large Scale – An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic Gardens. *BGCNews*, 3, 3.



Presentation
by Nguyen Van
Kien, Plant
Resources
Center, Hanoi,
Vietnam

Plant genebanks: An outlook of culture, nature and humanity in Vietnam

Author

Nguyen Van Kien

Abstract

Vietnam is known as a country with an agricultural culture which is a complex product of cultural, natural and human factors. Wide a wide variety of ethnic groups, geography and climate, the culture of Vietnam is extremely diverse and highly differentiated between each ethnic group or specific region. Moreover, Vietnam is l one of the mega-biodiverse regions of the world which has a significant impact on human culture. Biodiversity is always based upon the diversity of the plant kingdom. And, plants are recognized as a moment of the process. In fact, Vietnam was seen as a culture of horticulture and tilling. For example, the terraced fields in the mountainous regions of northern Vietnam like Hoang Su Phi, Sapa ones were recognized as nature heritage at national level of Vietnam. That is a symbol of agriculture culture. All the cultural and social activities of each community are closely linked to the scheme of the cropping season. This means that the evolution and development of humans and their culture is also in line with the evolution of plants and nature. For this reason, plant genebanks are considered to represent an overview of the diversity of culture, ethnicity/humanity and nature of Vietnam. The Plant Resources Center (PRC) is the national coordinator of plant genetic resources for food and agriculture in Vietnam. PRC is currently conserving 450,000 accessions of 400 crop species and wild species relatives at 35 centers/institutes in the agricultural and rural sector across Vietnam. Our records of the plant resources in these genebanks prove that plant diversity is a factor expressed andreflected in the diversity of languages, knowledge, experience and culture where they developed. They also reflect the conditions of nature and the environment where they are distributed. Finally, plants area separate and distinct part of culture, nature and people of Vietnam. They are integrated into every area of Vietnamese life and spirit.

Keywords: Plant, Culture, Human, Nature



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Résumé

Le Vietnam est connu pour être un pays avec une culture agricole qui est le produit complexe de facteurs culturels, naturels et humains. Les groupes ethniques, la géographie et un climat très divers ont fait que la culture du Vietnam est extrêmement diversifiée et hautement différenciée entre chaque groupe ethnique ou région spécifique. En outre, le Vietnam est l'une des régions de méga-biodiversité mondiale qui a un impact significatif sur la culture humaine. En fait, la culture au Vietnam a été considérée basée sur l'horticulture et le labour. Par exemple, les cultures en terrasses dans les régions montagneuses du nord du Vietnam Hoang Su Phi, Sapa ont sont un patrimoine naturel national du Vietnam. C'est un symbole d'une Culture basée sur l'agriculture. Toutes les activités culturelles et sociales de chaque communauté sont étroitement liées aux saisons culturelles. Cela signifie que l'évolution et le développement de l'homme et leur Culture est également liée à l'évolution des plantes et de la nature. Pour cette raison, les banques de gènes de plantes sont considérées représenter un aperçu de la diversité de la Culture, de l'ethnicité / humanité et de la nature du Vietnam. Le centre des ressources végétales (CRV) est le coordinateur national des ressources génétiques végétales pour l'alimentation et l'agriculture au Vietnam. Le CRV conserve plus de 450.000 spécimens provenant 400 espèces de plantes cultivées et d'espèces sauvages apparentées dans 35 centres / instituts à travers le Vietnam. Nos données sur la source de ces banques de gènes prouvent que la diversité végétale est un facteur exprimé et reflété dans la diversité des langues, la connaissance, l'expérience et la Culture là où ils se sont développés. Elles reflètent également les conditions de la nature et l'environnement où elles sont localisées. Finalement, l'on ne peut pas séparer et dissocier les plantes de la Culture, de la nature et du peuple du Vietnam. Ils sont intégrés dans tous les domaines de la vie et de l'esprit vietnamiens.

Mots clés : Plantes, culture, être humain, nature

Introduction

Horticulture features are apparent across all Vietnamese territories and every ethnic group but fishing occurs only in coastal and delta areas. Together the topographic complexity, botany and crops of Vietnam are extremely diverse and high distinctive

.....

Vietnam is located in Southeast Asia one of the regions of the world most abundant in biodiversity in general and the plant kingdom in particular. Many plant and crop species originated in the region (2,3,4). Additionally, Vietnam is seen as a multicultural country with multiple ethnic groups and multiple religions. This is demonstrated by the resilience of 54 ethnic groups, the existence of 13 religions and the civilizations of Van Lang-Au Lac, Dai Viet, Champa, etc (1). Under the influence of Chinese culture and islands culture in Southeast Asia region as well as immigration of Indian and Western culture, Vietnam culture is known as an agricultural culture with horticulture and fishing features (1). Horticulture features are apparent across all Vietnamese territories and every ethnic group but fishing occurs only in coastal and delta areas. Together the topographic complexity, botany and crops of Vietnam are extremely diverse and high distinctive (2,3,4). The characteristics of the plant are formed in development and evolution of specific environment here. Then, plant has been partly reflecting various kinds of Vietnamese culture, nature and people. In Vietnam the national plant genebank, which is conserving plant genetic resources for food and agriculture expresses a lively and multi-color outlook on this rich diversity.

Methodology

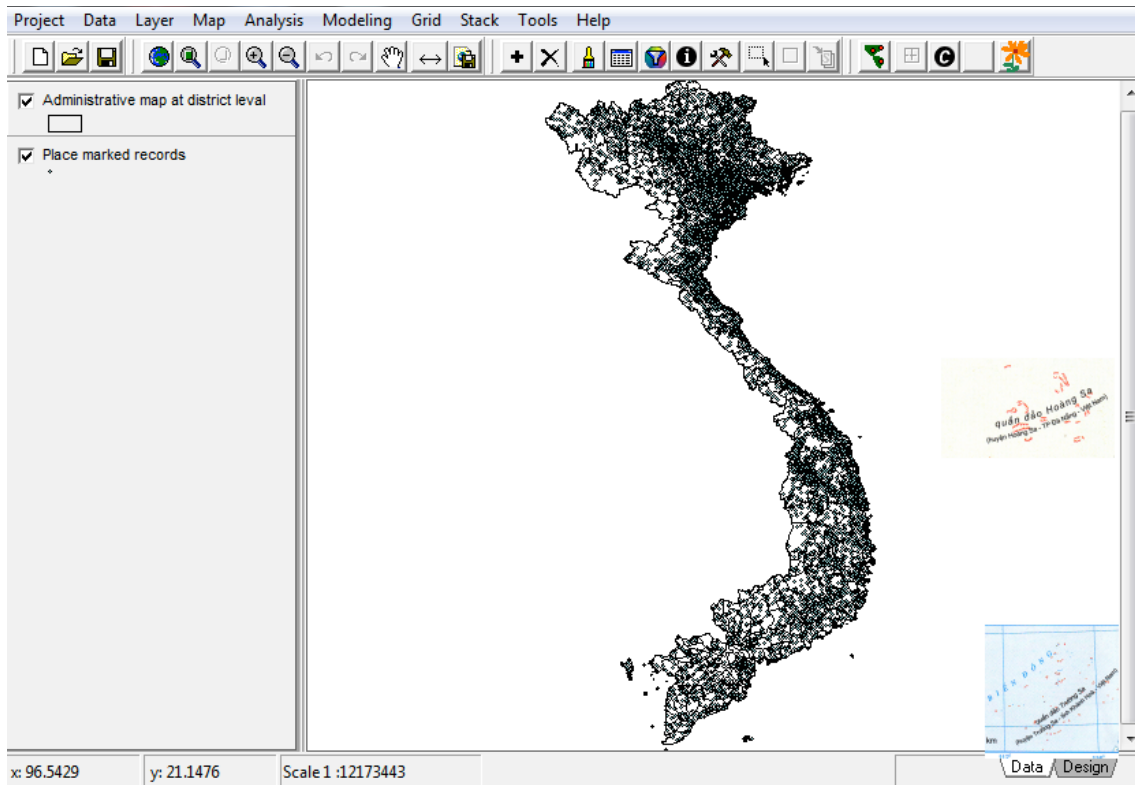
Using and exploring mega-data sources of more than 75,000 records of crop species and crop wild relatives (CWRs) stored at the national plant genebank (plant resources center), including data:

- › Passport data;
- › Data of ethno-botany, indigenous knowledge;
- › Values of culture, religions, usage.
 - Using software to map out and to make analysis and statistics
 - Finding further relevant legend, tale, folk and proverbs
 - Finding further values of landscape and heritages
 - Updating state and relevant reports

Results and discussion

Data and material in plant genebanks showed that there were more than 75,000 records of plant accessions over the territory of Vietnam. The distribution of these plant resources is presented in map 1.





Map 1: Distribution of plant resources conserved at plant resources center and network

Map 1 shows that conservation interventions of plant genetic resources in Vietnam were interested and carried out during several decades ago. The intervention is implemented across whole agro-ecological regions of Vietnam. Our statistics show that there are currently 450 crop species and crop wild relatives conserved in national plant resources network for food and agriculture. However, the figure is fewer than the number of plants used in Vietnam and documented in previous publications (3). This shows that despite many successes already achieved, plant conservation intervention in Vietnam is facing great challenges. For example, many useful plant species have not yet been collected and conserved. These plants are usually underutilized plant species but they can play key roles in nutrient provision, diet, health and livelihood.

According to this data, the components and quantity of conserved plant species at plant resources center in 8 agro-ecological regions of Vietnam are identified and shown in Table 1:

No	Agro-ecological regions	Quantity of accessions	Quantity of species	Representatives
1	North West	15,531	277	<i>Oryza sativa</i> , <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Vigna unguiculata</i> var. <i>unguiculata</i> , <i>Brassica juncea</i> , <i>Solanum melongena</i> , , <i>Triticum aestivum</i> L., etc
2	North East	13,512	284	<i>Oryza sativa</i> , <i>Benincasa hispida</i> , Adzuki bean(<i>Vigna unguicularis</i>) Bottle gourd, <i>Lagenaria siceraria</i> , <i>Cucurbita moschata</i> , <i>Coix lacryma-jobi</i> var. <i>mayuen</i> , <i>Elsholtzia ciliate</i> , etc
3	Red river delta	18,543	231	<i>Oryza sativa</i> , <i>Abelmoschus esculentus</i> , <i>Vigna unguiculata</i> subsp. <i>Sesquipedalis</i> , <i>Lablab purpureus</i> , <i>Vigna unguiculata</i> var. <i>unguiculata</i> , etc
4	Central North	8,547	135	<i>Oryza sativa</i> , <i>Glycine max</i> , <i>Vigna radiate</i> , <i>Cucumis sativus</i> , <i>Coriandrum sativum</i> <i>Arachis hypogae</i> L., etc
5	Central South	5,979	132	<i>Oryza sativa</i> , <i>Trichosanthes cucumerina</i> , etc
6	Highland	6,530	181	<i>Oryza sativa</i> , <i>Trichosanthes anguinea</i> , <i>Capsicum annum</i> , etc
7	South East	8,093	145	<i>Oryza sativa</i> , <i>Hibiscus sabdariffa</i> , <i>Fagopyrum esculentum</i> , <i>Plantago major</i> , etc
8	Mekong river delta	7,067	179	Rice (<i>Oryza sativa</i>) , <i>Nephelium lappaceum</i>), <i>Luffa aegyptiaca</i> , <i>Coix lacryma-jobi</i> var. <i>lacryma-jobi</i> , <i>Arachis hypogae</i> L.

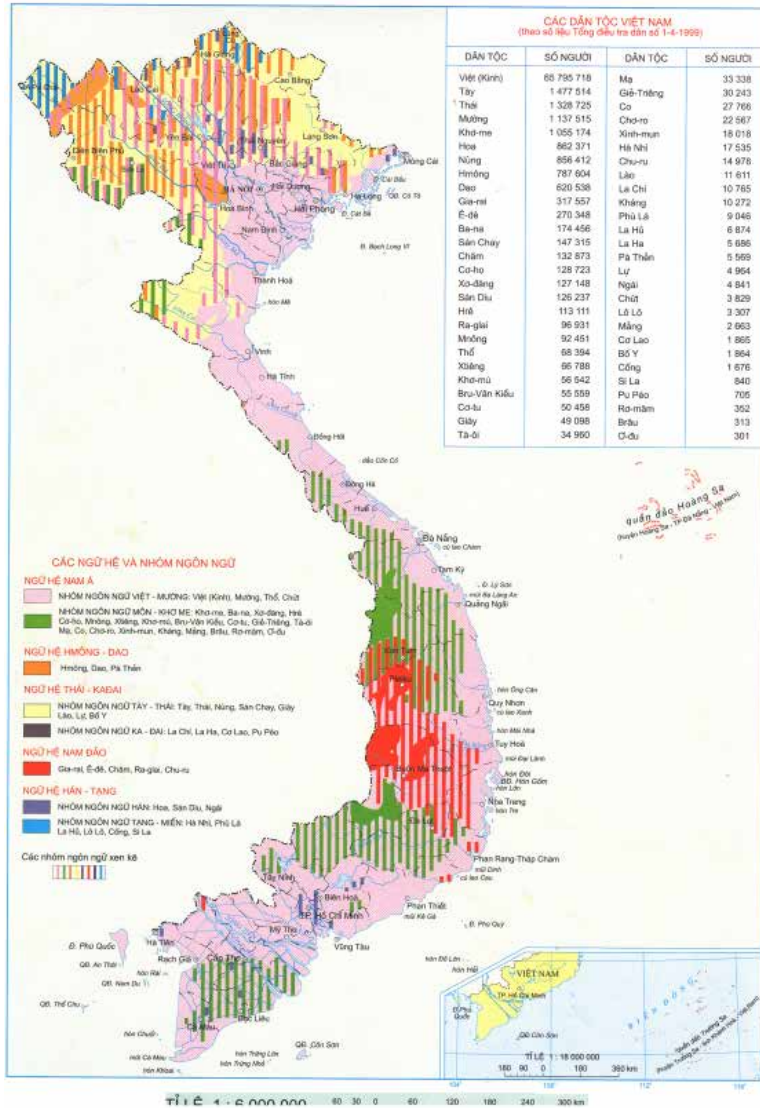
Table 1: Components and quantity of conserving plant species at plant resources center in 8 agro-ecological regions of Vietnam

In Table 1, components and quantity of plant species conserved at plant resources center in 8 agro-ecological regions of Vietnam are enumerated. There are several plant species which appear in both Vietnam South and Vietnam North such as rice (*Oryza sativa*), but some plant species are restricted to Southern Vietnam, under tropic climate, such as rambutan (*Nephelium lappaceum*), Durian (*Durio zibethinus*), Sugar-apple (*Annona muricata*) or in the North under subtropical climate as Lychee (*Litchi chinensis*), Apricot (*Prunus persica*), Plum (*Prunus salicina*), Ber (*Ziziphus mauritiana*) and Persimmon (*Diospyros kaki*). However, there are still gaps in the facts and figures at national plant genebank. Specifically, map on distribution of ethnic groups in Vietnam presented that there are great difference in distribution of ethnics in various agro-ecological regions in Vietnam as shown in map 2.

Map 2 showed that North East and South West regions have the most diversity of ethnic groups. Then, highland region and mountainous, hilly areas in Central North, Mekong river delta. Last one is Red river delta and Central South. Moreover, Vietnam northern mountainous and Vietnam highland regions are owned temperature weather areas. Under the reason, appearance of temperature plant species are



possible, of course. Then, diversity of plant species and variety component in the regions are the highest in Vietnam. Therefore, investigation and collecting interventions of plant genetic resources should continue to be carried out to bridge gaps in facts as well as contributing knowledge of the ethnics groups of plant species.



Map 2: Distribution of ethnic groups in Vietnam

Furthermore, from the data profile, the scheme of seasons of whole crops in 8 different ecological regions was recognized. In general, there are two seasons for tropical areas, including the dry and rainy reason and there are four season for subtropical areas, these are summer, autumn, winter and spring. The scheme of every season is always started by a between-season period, when rain occurs. Some endemic plants are conserved at Research and Development organizations in a national network but almost all of them are conserved at in-situ sites. For examples, Thanh Ha lichi, Hung Yen longan, Vinh orange, Bac Ha plum, etc. These plants are so famous throughout well-known places and many of them are under geographic instructions.

Why plant genebank is a outlook of culture, nature and people of Vietnam

For a variety of reasons, plant genebanks reflect the diversity of ethnic groups, the richness and variety of different languages systems, the diversity of behaviors and culture, and diversity of climate, topography, soil. In plant genebanks we could see social, cultural, languages, behaviors, religions environment and festival events in Vietnam. Amongst the people, every plant is closely with a folk story or a legend. For example: In Vietnam, there were legends concerning star fruit, folk story of 100 nodes bamboo, legend of star apple, etc. And different ethnic groups have different knowledge of each plant. For instance, there is a ethnic group in Vietnam Central North who use a local rice variety to treat broken bones and use leaf of local taro to treat stomachache. Furthermore, some plant are local specialties and are under geographic instructions. In Vietnam, Many plant are integral parts of famous cuisines. All of these facts prove that plants are fitted to name of the land, the name of people and a part of the culture of Vietnam.

Conclusion, recommendation and policy implication

Vietnam national plant genebank is conserving invaluable plant genetic resources germplasm In term of material that is kinds, parts of conserved endemic/ indigenous plant resources. The material is rich in valuable traits such as tolerance, resistance and yield quality. The valuable traits ahave evolved in specific natural, socio-cultural environment in every community. And the traits perhaps just appear there and its nature is unique in the world. In term of non-material that is knowledge, behaviors/practices as well as values of culture, religions and spirits in every community. This is an evidence of development of plant under socio-cultural factors in Vietnam history.

In Vietnam today, plants not only provide for the crucial needs of human being like food, nutrienst and health but also is a part of symbol of culture, nature and people here. Furthermore, plant plays key role in biological diversity/environment and establishment of landscapes. These values are key forces in sustainable development of a modern society. Therefore, plant resources conserved at PRC and in the nature should be considered and managed better for future needs and challenges.

In a modern society, values of traditional culture, behaviors and practices are increasingly facing challenges. Although the change is inevitable, sustainable development is also shaped by evolution and inheritance. Therefore, policy makers and stakeholders should re-consider conservation interventions before delivering decisions on development. And conservation science should be an integral part of culture, nature and environment. Whereas, plant conservation also be seen as a key force.

References

Civilizations of Vietnam. Source: <http://idoc.vn/tai-lieu/cac-nen-van-minh-viet-nam.html>

Ministry of Natural Resources and Environment (2013), Vietnam national report on biological diversity.

Pham Hoang Ho, Botany of Vietnam. The youth publishing house

Pham Thi Sen, Luu Ngoc Trinh. Country report on the state of plant genetic resources for food and agriculture.
Source: FAO





Presentation
by Victor A.
Kemeuze,
University of
Ngaoundéré,
Cameroon

Sacred groves and biodiversity conservation in semi-arid area of Cameroon: Case study of Diamare plain

Auteurs

Kemeuze V. A., Sonwa D. J., Nkongmeneck B.-A., Mapongmetsem P. M.

Abstract

Worldwide, the conservation of sacred forests has raised interest among scientific communities in the recent years. However, they have remained largely unknown in the dry land areas of Cameroon. Unfortunately, the dry land ecosystems in this part of the country are facing severe degradation due to land pressures, uncontrolled and abusive exploitation of their resources, invasive species, wild fires, population growth, etc. Sacred forests may offer a good opportunity for biodiversity conservation and other co-benefits such as carbon storage. Understanding the plant diversity and structure of these land use types can be a good step toward their sustainable management for the delivery of ecosystem services to local communities. In this perspective, a floristic survey was conducted in 04 sacred groves of the Diamare plain (Moundang ethnic group) through nested circular plot of 1257 m². About 24 circular plots totaling 03 ha were sampled in the of the study area. All trees, shrub and lianas with average diameter at breast height (dbh) ≥ 2.5 cm were enumerated. Preliminary results have indicated the presence of 40 plant species belonging in 19 families and 28 genera. The most rich families are Mimosaceae with 8 species, followed by Combretaceae (6 species) and Caesalpiniaceae (4 species). The analysis of species diversity indexes shows an important biodiversity and the vegetation structure showed a good regeneration of plant species.

These preliminary results suggest that the sacred groves of Cameroon dry land need to be taken into account in national environment protection policies as an alternative to achieve international agreement such as biodiversity conservation.

Key words: Sacred groves; semi-arid area; biodiversity, climate change; desertification

Résumé

Bien que la conservation des forêts sacrées au Cameroun ait suscité un intérêt particulier ces dernières années au sein de la communauté scientifique, celles de la zone semi-aride restent très peu connues. Malheureusement, les écosystèmes de cette zone font face à une sévère dégradation causée par une pression sur les terres, l'exploitation non contrôlée et abusives des ressources naturelles, les feux de brousse, la colonisation par les espèces invasives, la croissance démographique, etc. Cependant, les forêts sacrées apparaissent comme une bonne opportunité pour la conservation de la biodiversité et pour la fourniture d'autres bénéfices additionnels tels que la séquestration du carbone. Comprendre la diversité floristique et la structure de ces types d'utilisation des terres peut être une bonne étape pour leur gestion durable pour la fourniture des services écosystémiques aux populations locales. A cet effet, un inventaire floristique a été effectué dans 04 principaux types de forêt sacrée de la plaine du Diamaré. Tous les arbres et arbustes de diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égale à 2.5 cm ont été mesurés. Les résultats préliminaires indiquent la présence de 40 espèces végétales regroupées en 28 genres et 19 familles. La famille des Mimosaceae est la plus riche avec 8 espèces suivit par les Combretaceae (6 espèces) et les Caesalpiniaceae (4 espèces). L'analyse des indices de diversité et de la structure diamétrique montre une relative importance de la biodiversité végétale et une bonne régénération.

Ces résultats préliminaires montrent que les forêts sacrées de la zone sèche du Cameroun devraient être prise en compte dans les politiques environnementales nationales, comme étant une des alternatives pour respecter ses engagements internationaux en matière de conservation de la diversité biologique, de lutte contre les changements climatiques et la désertification.

Mots clés: forêts sacrées; semi-aride; biodiversité, changement climatique; désertification.



Introduction

Based on climate regime, Cameroon can be divided in two climatic zones: the south humid zone and the northern dryland. Each of these climatic zones contains several ecological landscapes with a rich biological diversity as reported by several decades of scientific research (Froumsia et al., 2012; Donfack, 1998; Fongzossie, 2011; Lawton et al, 1998; Kemeuze, 2010). These landscapes are undergoing changes due to human activity in the sector of land use, land use change and forestry (LULUCF) (Madi *et al.*, 2003 ; Wafo Tabopda, 2008 ; Fotsing, 2009; Ntoupka, 1999; Moritz *et al.*, 2010). LULUCF is also recognized by National Biodiversity Strategies and Action Plans (NBSAP) as being among the major causes of biodiversity loss in Cameroon. The population of northern Cameroon have conserved since several decades some patches of dry forest for their cultural and religious practices. Many studies on sacred groves worldwide highlight their rich potential for biodiversity conservation (Kokou et Kokutse, 2007; Sambandan and Dhatchanamoorthy, 2012; Kour and Sharma, 2014; Sharma and Devi, 2014; Savadogo et al., 2011; Bhagwat S. A. and Rutte C., 2006). Although the scientific community has taken an interest in the conservation of sacred forests in Cameroon in recent years , the sacred groves of dry land regions remain largely unknown. Target 13 of Cameroon's NBSAP predicts by 2020, the promotion of community-based biodiversity conservation and ecosystem management approaches through rehabilitation and classification of more sacred forests. This study aims to assess the plant diversity and structure of sacred groves of semi-arid areas of Cameroon in order to promote their integration into national environmental policies.

Materials and methods

Study area

The Diamare plain (Fig. 1) is situated in the southern part of the Far North Region of Cameroon. Administratively, four main Divisions compose the zone including Diamare, Mayo Kani (partial), Mayo Sava (partial) and Mayo Danay (partial). The main ethnic groups found in the region include Moundang, Guiziga, Massa, Tupuri and Peuls.

Floristically, the area is part of the Sahelian zone, in midway between Sahelian Acacia savannah and West Sudanian savannah ecoregions. The climate is Sudanian type with rainfall of 833 mm over 4 months of and 8 months of dry season. Annual average temperatures range from 25-35°C from April to May (UNDP, 2012).



Figure 1: Location of study area in the Far north Region of Cameroon

Data collection

› Identification of the main sacred groves types

Focus group discussions were used to identify the main sacred groves of the study area. The main respondents were local traditional authorities. The data collected were completed by field observations.

› Vegetation survey of the sacred groves

A total of 24 nested circular plots (Fig., 2) of 1257 m², 616 m² and 50 m² were established in four sacred groves types. The diameter of woody plant species were measured at 30 cm in each circular plot.

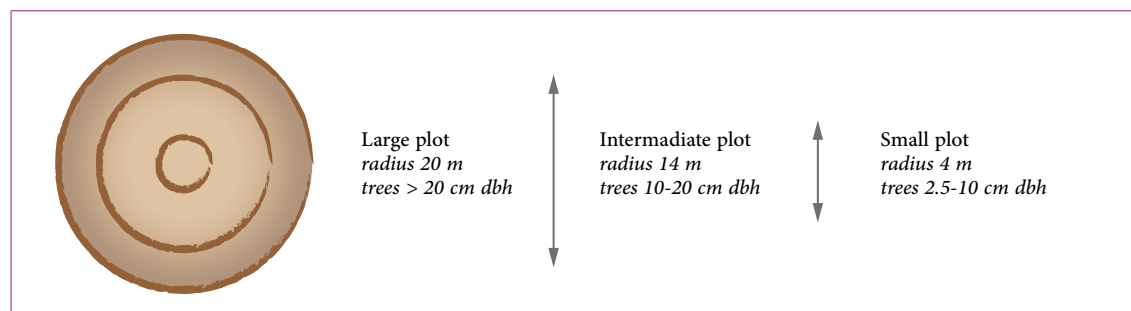


Figure 2: Schematic diagram of sampling plots

Data analysis

Shannon-wiener index (H), Simpson indices (D) and Hill index were used to calculate the species diversity in each sacred grove (Shannon and Wiener, 1963; Hill, 1973).

$H = - \sum P_i \log_2 P_i$, Where $P_i = n_i / N$, n_i is the number of individuals of the species and N is the total number of individuals of all species.

$$D = \sum P_i^2$$

Hill = $(1/\lambda)/e^H$, where $1/\lambda$: is the reciprocal of the Simpson index; e^H : This is the exponential of the Shannon index.

The Density, relative abundance and relative of each species in the different sacred grove was also calculated.

Results

Major sacred groves types

A total of 92 sacred groves have been identified in the Diamare plain. These sacred groves can be grouped into four main categories including Chiefdom cemetery (called « pal dah » in Moundang), forest of gods (« deddao »), Residence of village Totems (« yan ») and, initiation and other rites (« ma dashilé » in Moundang). Of the 92 sacred groves inventoried, only one is forest plantation. Sixty-eight percent of them were found to have an area less than 1 ha and 6 % with surface area greater than 10 ha (Fig. 3).

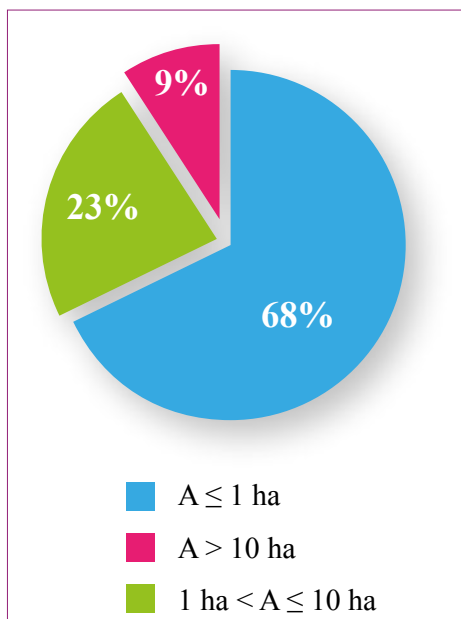


Figure 3: Distribution of Sacred groves by surface area

Floristic characteristics of sacred groves

Taxonomic composition

A total of 650 woody plants were counted during the floristic inventory. They belong to 40 species, 28 genera and 18 families. The richest families are the *Combretaceae* (7 species), the *Mimosaceae* (6 species), the *Caesalpiniaceae* (5 species), the *Anacardiaceae* and *Meliaceae* (4 species each) and *Burseraceae* (6 species). Twelve families are monospecific. They include *Sapotaceae*, *Moraceae*, *Balanitaceae*, *Ulmaceae*, *Ebenaceae*, *Rubiaceae*, *Verbenaceae*, *Sterculiaceae*, *Fabaceae*, *Annonaceae*, *Bignoniaceae* and *Euphorbiaceae*. At level of genera, *Combretum* (6 species), *Acacia*, *Prosopis* (4 species), *Piliostigma* (2 species), *Lannea* (2 species) and *Ficus* (2 species) are the most rich in term of species number, 22 genera are monospecific (*Sclerocarya*, *Azadirachta*, *Tamarindus*, *Anogeissus*, *Balanites*, *Commiphora*, *Sterculia*, *Dalbergia*, *Vitex*, *Diospyros*, *Mitragyna*, *Erythrina*, *Boswellia*, *Faidherbia*, *Senna*, *Antidesma*, *Stereospermum*, *Haematostaphis*, *Vitellaria*, *Hexalobus*, *Celtis* and *Khaya*).

In Chiefdom cemetery, 139 woody plants were recorded belonging to 14 species, 12 genera and 9 families (table I). The richest families are *Meliaceae* (4 species) and *Caesalpiniaceae* (3 species). In the forest of gods, the 78 woody plants recorded are arranged in 10 species, 9 genera and 7 families. The richest families are *Combretaceae* (3 species) and *Mimosaceae* (2 species). In the Forest for initiation and other rites, 293 woody plants were recorded belonging to 24 species, 16 genera and 10 families. The richest families are *Combretaceae* (7 species) and *Mimosaceae* (4 species). Finally, 140 woody plants were counted in the residence of village totems. They belong to 16 species, 14 genera and 9 families. The richest families are *Caesalpiniaceae* (4 species) and *Combretaceae* (3 species).

Families	Chiefdom cemetery	Forest of gods	Forest for Initiation and other rites	Residence of village Totems
<i>Anacardiaceae</i>			●●●	●
<i>Annonaceae</i>		●	●	
<i>Balanitaceae</i>	●	●	●	●
<i>Bignoniaceae</i>		●		
<i>Burseraceae</i>			●●	
<i>Caesalpiniaceae</i>	●●●	●	●●●	●●●●
<i>Combretaceae</i>	●	●●●	●●●●●●●	●●●
<i>Ebenaceae</i>	●	●		●
<i>Euphorbiaceae</i>				●
<i>Fabaceae</i>	●			
<i>Meliaceae</i>	●●●●		●	●
<i>Mimosaceae</i>		●●	●●●●	●
<i>Moraceae</i>	●			



Families	Chiefdom cemetery	Forest of gods	Forest for Initiation and other rites	Residence of village Totems
<i>Rubiaceae</i>				●
<i>Sapotaceae</i>			●	
<i>Sterculiaceae</i>			●	●
<i>Ulmaceae</i>	●			●
<i>Verbenaceae</i>	●			

Table I. Taxonomic composition of the different sacred groves types in the Diamare Plain

Species richness, diversity and abundance

The total number of species identified per sacred grove type was 10 in gods place forest, 14 in Chiefdom cemetery, 16 in Totem's residence and 24 in Forest for Initiation (Table II). Globally, Shannon wiener diversity index in the study area is around 4.10 bits. However, at level of sacred grove types, this index varied between 2.15 and 3.44 bits. Minimum value was found in "gods places sacred groves and maximum in forests for initiation and other rites. Based on 1-Hill index, these sacred groves can be qualified as diversified (1-Hill index are closed to 1).

	Total area (ha)	Sampling rate (%)	Densities (trees/ha)	SR	H (bit)	D	1-Hill
SG-gods place	8	7.86	655.8	10	2.15	0.33	0.64
SG-Cemetery	3	20.95	326.3	14	2.18	0.37	0.69
SG-Totem's residence	5.5	11.43	1091.6	16	3.01	0.19	0.74
SG-Initiation	20.6	5.49	4743.0	24	3.44	0.15	0.78
Total	37.1	45.73	1704	40	4.17	0.08	0.81

SG: sacred groves, SR: Specie richness, H: Shannon diversity index, D: Simpson index, 1-Hill: Hill diversity index

Table II: Tree densities, species richness and diversity of sacred groves

Khaya senegalensis represents 58 % of the total woody plant recorded in chiefdom cemetery. This specie is followed by *Tamarindus indica*, *Azadirachta indica*, *Celtis integrifolia* and *Combretum adenogonium*. In gods place, the most abundant species includes *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum collinum*, *Piliostigma reticulatum* and *Diospyros mespiliformis*. *Combretum collinum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia gerrardii*, *Acacia hocki* and *Combretum adenogonium* are the most abundant in forest for initiation and *Celtis integrifolia*, *Sterculia setigera*, *Mitragyna inermis*, *Sclerocarya birrea* and *Tamarindus indica* in Totems forest.

The most dominant species include:

- *Khaya senegalensis* (77.1%), *Azadirachta indica*, *Tamarindus indica*, *Ficus platyphylla* and *Celtis integrifolia* in chiefdom cemetery (table III);
- *Anogeissus leiocarpus*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Diospyros mespiliformis* and *Acacia tortilis* in gods place forest;
- *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum collinum*, *Prosopis africana*, *Sterculia setigera* and *Boswellia dalzielii* in forest for initiations;
- *Celtis integrifolia*, *Mitragyna inermis*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica* and *Diospyros mespiliformis* in Totems forest.

Species	Chiefdom cemetery		Forest of gods		Initiation and other rites		Residence of village Totems	
	RA	RD	RA	RD	RA	RD	RA	RD
<i>Acacia gerrardii</i>					9,9	1,3		
<i>Acacia hockii</i>					6,5	1		
<i>Acacia sieberiana</i>					1	5,2	0,7	2
<i>Acacia tortilis</i>			1,3	3,3				
<i>Anogeissus leiocarpus</i>			51,3	63	18,4	41	1,4	0,2
<i>Antidesma venosum</i>							0,7	0
<i>Azadirachta indica</i>	10,8	11			2,4	0,4	2,1	0,4
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,7	0,6	21,8	11	0,3	1,5	2,9	2,3
<i>Boswellia dalzielii</i>					0,7	5,3		
<i>Celtis integrifolia</i>	7,2	1,5					37,1	58
<i>Combretum adenogonium</i>	3,6	0,5	1,3	1,2	5,1	2,4	1,4	1,5
<i>Combretum collinum</i>			11,5	0,2	30	7,5		
<i>Combretum glutinosum</i>					5,1	0,8	0,7	0,3
<i>Combretum micranthum</i>					2,7	1,6		
<i>Combretum molle</i>					2	0,1		
<i>Combretum nigricans</i>					0,7	0,1		
<i>Commiphora africana</i>					1,4	3,9		
<i>Dalbergia sissoo</i>	0,7	0,4						
<i>Diospyros mespiliformis</i>	3,6	0,9	2,6	4,4			4,3	2,9
<i>Erythrina senegalensis</i>	0,7	0						
<i>Faidherbia albida</i>			1,3	12				
<i>Ficus estrangulator</i>	0,7	1,4						



Species	Chieftom cemetery		Forest of gods		Initiation and other rites		Residence of village Totems	
	RA	RD	RA	RD	RA	RD	RA	RD
<i>Ficus platyphylla</i>	0,7	2,1						
<i>Haematostaphis barteri</i>					0,7	2,2		
<i>Hexalobus monopetalus</i>			2,6	1,1	3,1	0,6		
<i>Khaya senegalensis</i>	58,3	77						
<i>Lannea fruticosa</i>					0,7	1,9		
<i>Lannea schimperi</i>					0,7	0,1		
<i>Mitragyna inermis</i>							12,1	14
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,7	0	5,1	1,5			2,9	0,5
<i>Piliostigma thonningii</i>	0,7	0,1			0,3	0,6	4,3	1,2
<i>Prosopis africana</i>					1	7,3		
<i>Prosopis juliflora</i>							0,7	0,7
<i>Sclerocarya birrea</i>							8,6	10
<i>Senna singueana</i>					4,4	3,7		
<i>Sterculia setigera</i>					1,4	5,9	15	2,6
<i>Stereospermum kunthianum</i>			1,3	1,9				
<i>Tamarindus indica</i>	10,8	4,2			0,7	1,6	5	3,2
<i>Vitellaria paradoxa</i>					0,7	4,7		
<i>Vitex doniana</i>	0,7	0,7						

RA: Relative abundance; RD: Relative dominance

Table III: Relative abundance and dominance of woody species in the main sacred groves (%)

Structure of woody vegetation

Size-class distribution of the tree population

Diameter structure of sacred groves except Chieftom cemetery, presents relative high tree density within the lower diameter classes which decreases gradually with increasing diameter (Fig. 4). The high proportion of young individuals suggests a dynamic balance in the natural regeneration of these groups. This structure suggests stability and permanent regeneration in these forests.

Globally in the study zone, average density of woody species is 1704 stems/ha. Lower density is found in Cemetery (326 stems/ha), while the greatest is in initiation forest (4743 stems/ha).

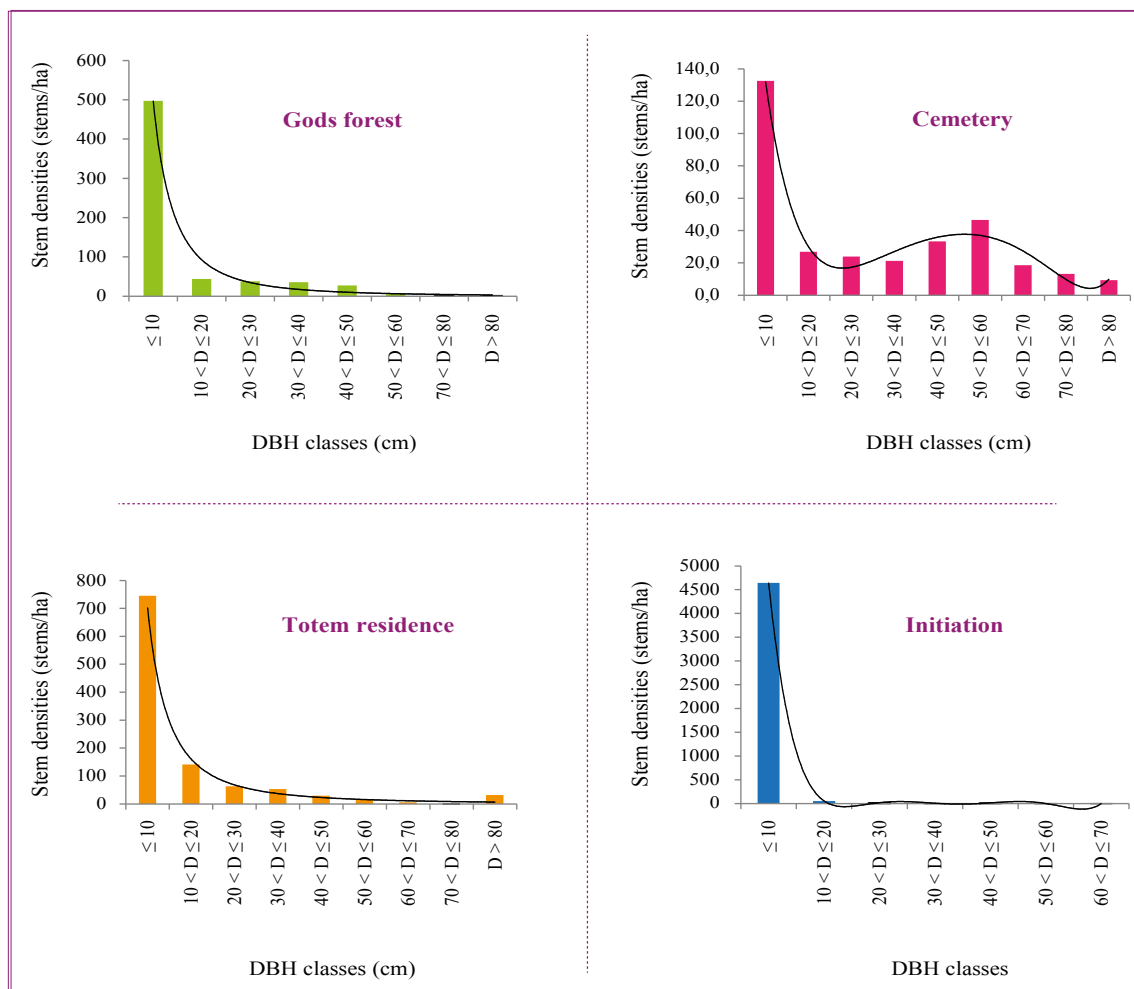


Figure 4. Diameter structure of each of the main sacred groves

Current status and threats to sacred groves

Focus group discussions with stakeholders revealed 44 % of sacred groves are degraded in Diamare plain and 51 % non-degraded (fig. 5).

Though many sacred groves are still well conserved, many have been destroyed and others are now threatened by human infringement. The main factors of sacred groves degradation include agricultural land extension (67 % of sacred groves inventoried), grazing, bush fire, soil erosion and uncontrolled wood harvesting (Fig. 6). These threats significantly contribute to reduction of size of sacred groves according to local population.

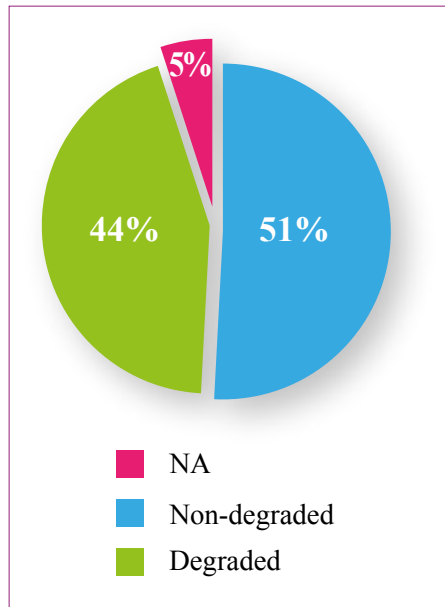


Figure 5. Current status of sacred groves

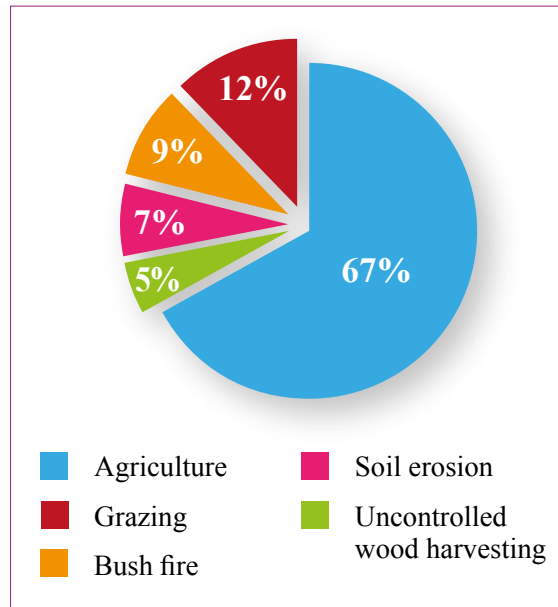


Figure 6. Main threat to sacred groves

Discussion

Sacred groves coverage in Diamare plain

Several sacred groves in Diamare plain were found with surface area lower than 1 ha. A similar result was obtained by Sawadogo *et al.* (2011) in the same ecological zone (Mossi society) in Burkina Faso (66 %), where the surface area varied between 0.48 and 3.78 ha. Sanou *et al.* (2013) found an average area of 0.16 ha in Bwaba cultural area in the same country. Most of the sacred groves with surface area greater than 10 ha in Diamare plain are used for initiation rites.

Sacred groves and plant diversity conservation

Acknowledging their contribution to biodiversity conservation, sacred groves have been recently integrated in Cameroon National Biodiversity Strategy and action plan (Republic of Cameroon, 2012). As far as their floristic composition is concerned in Diamare plain, *Combretaceae*, *Mimosaceae* and *Caesalpinaceae* have been identified in the area as the richest plant families. Similar result was obtained by Sawadogo *et al.* (2011) Mossi sacred groves. Plant diversity is lower than that found in the surrounding vegetation communities in protected area. The low sampling can explain these results. Ntoupka (1999) and Froumsia *et al.* (2012) found 53 and 86 woody species respectively in the Kalfou and Laf forest reserves. The increase of inventoried surface area can provide best knowledge of woody plant richness in sacred forest in Diamare plain. However, species richness obtained in initiation sacred grove is similar to those obtained by Sanou *et al.* (op. cited) in Bwaba sacred groves in Burkina Faso. Of the 40 woody species inventoried in the study zone, only 7.5 % are introduced.

Sacred groves, desertification and climate change mitigation

Local traditional protection of forest through sacred groves, are considered a successful climate change mitigation strategy (Bharali and Latif Khan, 2011). Sacred groves for initiation ritual in Diamare plain with their high density of woody species and understory vegetation, are potential sink of carbon. Assessment of carbon sequestration of these land use could provide more information about their contribution to climate change mitigation in the zone.

Sacred groves play significant role in combating desertification in dryland zone through protection of land degradation. They are considered as major participatory approaches for dry land management and anti-desertification in Burkina Faso, Ghana, Kenya and Zimbabwe (Annorbah-Sarpei et al., 1993). Some of these sacred groves in Diamare plain are forest plantations. The implementation of National plan to combat desertification of Cameroon has to consider them in semi-arid zone.

Conclusion

Sacred groves have been recognized since several decades as indigenous strategy of biodiversity conservation. In Diamaré plain in semi-arid zone of Cameroon, a total of 92 sacred groves identified and grouped into 04 major types. At least 44 % of them are degraded. The tree diversity is relatively low compare to the studies in similar environments and might be indicative of the threats faced by these ecosystems and suggest the need for good planning and sustainable management. Local conservation status of plant species has to be studied in the semi-arid zone. Although sacred groves have been integrated into the NBSAP, the development of management plans which integrates biodiversity conservation and local communities' needs will be of paramount importance. Sustainable management of sacred groves could contribute to achieve the objectives of CBD. Reforestation of degraded sacred groves could also contributed to avoid soil degradation, thus to combat desertification.

Acknowledgement

This study was conducted as part to the component 3 of Global Comparative Programme of CIFOR with financial support of The Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) to whom we express our sincere gratitude. We also thank IDEA WILD for their support in field equipment and all our village informants for their cooperation and assistance. Finally, we thank Dr Evariste Fongzossie for proofreading this paper.

References

- Annorbah-Sarpei, A. J., Dube, N., Rugumayo E. S. Schearer, B. & Tomlinson J. (1993). The Importance of Participatory Approaches For Dry Land Management and Anti-desertification programs: Case Studies from Burkina Faso, Ghana, Kenya and Zimbabwe. Report prepared for the Intergovernmental Negotiating Committee for a Convention to Combat Desertification. New York, USA.
- Bhagwat S. A. & Rutte C. (2006). Sacred groves: potential for biodiversity management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(10), 519–524.
- Bharali, S. & Latif Khan M. (2011). Climate change and its impact on biodiversity; some management options for mitigation in Arunachal Pradesh. *CURRENT SCIENCE*, 101 (7), 855-860



- Donfack, P. (1998). Végétation des jachères du Nord-Cameroun : typologie, diversité, dynamique, production. Thèse doctorat d'Etat. Univ. Yaoundé I, Yaoundé.
- Fongzossie Feudoung, E. (2012). Structure, composition et diversité floristique du Complexe parc national de Kom-Sanctuaire à Gorille de Mengamé (Sud Cameroun). Thèse de Doctorat/PhD, Université de Yaoundé.
- Fotsing, E. (2009). SMALL SAVANNAH: Un Système d'Information pour l'analyse intégrée des changements d'utilisation de l'espace à l'Extrême Nord du Cameroun. Thèse de PhD, Université de Leiden.
- Froumsia, M, Zapfack L., Mapongmetsem P.M. and Nkongmeneck B-A. (2012). Woody species composition, structure and diversity of vegetation of Kalfou Forest Reserve, Cameroon. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 413, 333-343
- Hill, M., O., 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54, (2), 427-432.
- Kokou K. & Kokutse A. D., (2007). Conservation de la biodiversité dans les forêts sacrées littorales du Togo. *Bois et Forêts des Tropiques*, 292 (2), 59-70.
- Kour, K. & Sharma S., (2014). Diversity and Phytosociological Analysis of Tree Species in Sacred Groves of Vijaypur Block, Samba (J&K). *International Journal of Science and Research*, 3 (6), 859-862.
- Lawton, J. H., Bignell, D. E., Bolton, B., Bloemers, G. F., Eggleton, P., Hammond, P. M., Hodda, M., Holt, R. D., Larsen, T. B., Mawdsley, N. A., Stork, N. E., Srivastava, D. S. & Watt, A. D. (1998). Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391, 72-76.
- Madi A., Huub P. & Sali B. (2003). La demande urbaine en bois énergie et nécessité d'une gestion rationnelle des ressources naturelles : le cas de la ville de Maroua à l'Extrême Nord du Cameroun. In Jamin JY, Seiny Boukar L and Floret C (Eds), *Savanes africaines: des Kemeuze V. A. 2010. Diversité et ethnoécologie du genre Combretum dans les régions semi-arides du Cameroun. Mémoire de Master, Université de Dschang.*
- Moritz, M., Soma, E., Scholte, P., Xiao, N., Taylor L., Juran, T. & Kari, S. (2010). An Integrated Approach to Modeling Grazing Pressure in Pastoral Systems: The Case of the Logone Floodplain (Cameroon). *Human Ecology*, 38 (6), 775-789
- Ntoupka, M. (1999). Impact des perturbations anthropiques (pâturage, feu et coupe de bois) sur la dynamique de la savane arborée en zone soudanohélienne Nord du Cameroun. Thèse de Doctorat soutenue à l'Université Paul Valéry. 260 p.
- Republic of Cameroon (2012), National Biodiversity Strategy and Action Plan – Version II –MINEPDED.
- Sambandan, K & Dhatchanamorthy N. (2012). Studies on the Phytodiversity of a Sacred Grove and its Traditional Uses in Karaikal District, U.T. Puducherry. *Journal of Phytology* 4(2), 16-21.
- Sanou, L., Devineau, J-L. & Fournier, A. (2013) Groupements floristiques et capacité de régénération des espèces ligneuses des sanctuaires boisés dans l'aire culturelle Bwaba (département de Bondoukuy, Ouest Burkinabé), *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 160 (1), 77-102.
- Savadogo S., Ouedraogo A. & Thiombiano A., 2011. Diversité et enjeux de conservation des bois sacrés en société Mossi (Burkina Faso) face aux mutations socioculturelles actuelles. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(4), 1639-1658.
- Shannon, C. E. & Wiener, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Urbana: Ullinois press.
- Sharma S. and Devi R. (2014). Sacred Groves: Traditional Way of Conserving Plant Diversity in Block Bhalwal of Jammu District (J&K). *International Journal of Science and Research*, 3 (2), 239-242.
- Tabopda Wafo G. (2008). Les aires protégées de l'Extrême-Nord Cameroun entre politiques de conservation et pratiques locales. Thèse de doctorat Ph/D, Université d'Orléans. 331 p.



Presentation
by Brian
Machovina,
Florida
International
University,
Miami, USA

Eating Plants to Save Them

Auteurs

Brian Machovina & Kenneth J. Feeley

Abstract

Extinction rates of plants and animals are far greater than natural background rates, driven foremost by habitat loss. Consumption of animal products by humans is the largest use of land by mankind, the foremost driver of habitat loss, and the likely leading cause of biodiversity loss. Livestock and feedstock production and demand are increasing rapidly in megadiverse developing tropical countries, with increases in China of special concern. Livestock production is also an important cause of global warming, compounding pressures on biodiversity. Animal product consumption is also the underlying cause of the diseases causing the largest numbers of death of humans. Three solutions are proposed to help improve human nutritional health, decrease the land demands of agriculture, and protect plant and animal biodiversity (1) reduce animal product consumption, (2) replace meat, and especially meat from ruminant sources, with more efficient protein sources, and (3) reintegrate livestock into diverse agricultural production systems.

Résumé

Les taux d'extinction de plantes et d'animaux sont beaucoup plus élevés que les taux naturels et sont principalement issus de la perte d'habitat. La principale utilisation de la terre par l'homme est destinée à la production animale pour la consommation, premier conducteur de la perte de l'habitat et la cause probable de la perte de biodiversité. La production et la demande de matière première et de bétail augmente rapidement dans des pays tropicaux riches en biodiversité qui se développent ; cette augmentation est particulièrement préoccupante en Chine. L'élevage est également une cause importante du réchauffement climatique et aggrave les pressions qui pèsent sur la biodiversité. La consommation de produits animaux est aussi la cause sous-jacente des maladies causant le plus grand nombre de décès de l'homme. Nous proposons ici trois solutions pour aider à améliorer la santé nutritionnelle, à diminuer la demande de terres agricoles, et à protéger la biodiversité végétale et animale (1) réduire la consommation de produits d'origine animale, (2) remplacer la viande, et en particulier la viande de ruminants, par des sources de protéines plus efficaces, et (3) réintégrer le bétail dans divers systèmes de production agricole.



Introduction

Current extinctions of plants and animals are occurring about 1000 times faster than the estimated natural background rate of extinction (Pimm et al., 2014). The foremost cause of habitat and biodiversity loss worldwide is agriculture (Goldewijk, 2001, Geist and Lambin, 2002, Gibbs et al., 2010), but the majority of agricultural expansion is not to grow vegetables, fruits, or grains to be eaten directly by people. Rather, the overwhelming reason that natural habitats are destroyed is to feed livestock. Livestock production uses over 70% of all agricultural land and 30% of the land surface of Earth, making it the single largest use of land by mankind (Steinfeld et al., 2006a). In the Amazon, over 70% of deforested lands are now under cattle pasture, and a majority of the remaining deforested areas are utilized to grow crops, like soy, which are exported around the world for feed to livestock (Nepstad et al., 2006, Nepstad et al., 2008, Walker et al., 2009).

As another example, in Costa Rica, a country widely heralded for its biodiversity protection, approximately half of the country's area is used to produce livestock – on land cleared from biodiverse tropical forests (Morales-Hidalgo, 2006). As a comparison of land use productivity, banana plantations, the top export industry in Costa Rica, cover only approximately 40,000 ha of land but produce 1.9 billion kg of bananas annually, far greater than the 97 million kg of beef or 951 million kg of milk from the country's pastures – approximately twice the level of food production on 1/55th the amount of land (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014). Other biodiverse Central American and Latin American nations have seen similar losses of forest to make way for pastures (Szott et al., 2000).

Such vast extents of land are dedicated to livestock production because it requires a much larger area to raise animal-sourced protein vs. plant-sourced protein (Steinfeld et al., 2006a, Elferink and Nonhebel, 2007, Rööß et al., 2013). After controlling for weight, soybeans contain approximately twice the protein of beef, pork or chicken, and 10 times more protein than whole milk (U.S. Department of Agriculture, 2013). Animal protein production is inherently inefficient since much of the plant energy that an animal consumes is lost by the metabolism rather than being used to produce muscle. Ruminants have the worst conversion efficiency (Herrero et al., 2013). Compared to soybeans, it takes three times as much land to raise 1 kg of chicken protein, 9 times more land raise 1 kg of swine protein, and nearly 28 times more land to raise 1 kg of beef protein (Rööß et al., 2013, U.S. Department of Agriculture, 2013). Producing meat via cattle raised on pasture in the tropics is even more inefficient, requiring up to 100 times greater area than feedstock-raised animals (Cowan, 1986).

The foremost cause of habitat and biodiversity loss worldwide is agriculture (Goldewijk, 2001, Geist and Lambin, 2002, Gibbs et al., 2010), but the majority of agricultural expansion is not to grow vegetables, fruits, or grains to be eaten directly by people.

Increasing animal products in megadiverse developing nations

Mankind's appetite for meat combined with the intrinsically low energetic conversion of meat production has already had huge effects on our planet, and these effects are only going to grow in magnitude. Unfortunately, many of these impacts will occur in the areas that have the highest levels of plant biodiversity. For generations most of the world's people have survived on diets composed largely of fruits, vegetables, and grains, and with only a small contribution of meat or fish. But the animal-product

centered diet of the modern western nations is spreading among developing cultures around the world. The proportions animal products in modern human diets ranges from about 45% in the United States and France to as low as 5% in some African countries (Bonhommeau et al., 2013). Average global per capita animal product consumption is increasing, with increases primarily occurring in developing countries. Half of global meat production now takes place in developing countries (Green et al., 2005), where from 1980-2002 annual per capita consumption of meat doubled from 14 kg to 28 kg (Steinfeld et al., 2006b).

Of the seventeen megadiverse countries (Mittermeier et al., 1997) – a group of countries that collectively harbor the majority of the Earth's species – fifteen are developing tropical countries and eleven of these have increasing rates of per capita meat production (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014). Extrapolating rates of production of cattle, pigs, and chickens from 1985-2013 and the land area required to produce them (Röös et al., 2013) indicates that the developing tropical megadiverse countries could expand their agricultural areas by 3 million km² over the next 35 years to meet projected increases in meat production, an area equivalent to about one-third of the size of the entire United States or 4.5 times larger than the size of France. Ecuador, Brazil and China would expand their agricultural lands by more than a third beyond their current agricultural areas, and the Philippines by 50%. As many of these countries have limited area or arable soils available for agricultural expansion, some of this demand for meat production land (direct grazing or feedcrop production) will necessarily be outsourced to other countries.

Important role of China

This expansion will come at the cost of biodiversity, soil erosion, and pollution. Previous studies have estimated that by 2050 an additional 1 billion hectares of agricultural land will be required to feed the growing global population (Tilman et al., 2001). This is an area greater in size than the entire United States. China will have an especially large impact by causing rapid and extensive habitat destruction well beyond its borders. China currently houses approximately 20% of all human beings and has a relatively-low but rapidly-rising rate of per capita animal product consumption. In 1989, only 10% of the average Chinese diet was comprised of animal products. This grew to 20% in 2009 and is on trajectory to reach 30% by 2030 (Bonhommeau et al., 2013). China's per capita consumption of meat, milk and eggs increased four-, four- and eight-fold, respectively, between 1978 and 2002 (Liu and Diamond, 2005). As land for direct grazing and feedcrop production is limited in this populous country with highly degraded soils (Liu and Diamond, 2005), much of China's livestock production is fed on soy grown in the Brazilian Amazon (Rae and Hertel, 2000). Feedcrop production is projected to grow in the Amazon, with Brazil predicted to increase soybean harvests from 60 to 95 million metric tons annually between 2010 and 2030 (Masuda and Goldsmith, 2009) and much of this production going to feed cattle and other livestock in China.

International land grabbing, the transfer of the right to own or use land from local communities to foreign investors through large-scale land acquisitions, is also being driven by the rise in animal product consumption. Land grabbing has increased dramatically since 2005, reaching a peak in 2009. The increase began in response to the 2007–2008 global increase in food prices and growing food demand, especially in China and India. Biodiverse tropical developing countries such as Liberia, Gabon, Papua New Guinea, Sierra Leone, and Mozambique have relatively high grabbed-to-cultivated area ratios, suggesting that the grabbed land may not have been cultivated before the acquisition but was rather was likely developed through deforestation and land-use change (Hansen et al., 2010, Rulli et al., 2013).



Human health connection

A rise in meat consumption is not necessary nor is it inevitable. Along with increasing rates of animal product consumption come increased rates of many “diseases of nutritional extravagance” (Shu et al., 1993, Campbell et al., 1998, Gonzales et al., 2014) such as heart disease, type 2 diabetes, and many cancers. In fact, the leading cause of human death in the world is heart disease, killing approximately 8.5 million people annually and comprising approximately 15% of all deaths. The second leading cause of death is strokes (6.7 million people annually, approximately 12% of all deaths) (WHO, 2014). The proximate cause of deaths from heart disease and stroke are blockages of blood vessels supplying oxygen to the heart muscle and brain, respectively, but the ultimate, underlying cause is often the consumption of animal-based food products such as meat, eggs, and dairy (Campbell et al., 1998, Campbell and Campbell, 2007).

Studies have suggested that even small intakes of foods of animal origin are associated with significant plasma cholesterol concentrations, which are associated with significant increases in chronic degenerative disease mortality rates (Campbell and Junshi, 1994). This has been evident with recent trends in China, which will play a major factor in livestock-related biodiversity loss. Diets of Chinese people that are higher in animal products are associated with increases in many diseases (Campbell et al., 1998, Campbell and Campbell, 2007, Popkin and Du, 2003, Popkin et al., 2012). The same trend is evident in Western societies like the United States (Pan et al., 2012, Pan et al., 2013). Diets rich in fruits, vegetables, and plant-based protein sources are much healthier, and switching to a plant-dominated diet can greatly aid in weight loss (Campbell and Campbell, 2007). Vegetarian, and especially vegan, diets can be deficient in B vitamins and some fatty acids, but these deficiencies can be addressed through small amounts of animal products (especially fish) in the diet, dietary diversity, and simple nutritional guidelines (Woo et al., 1998, Davis and Kris-Etherton, 2003).

Studies have suggested that even small intakes of foods of animal origin are associated with significant plasma cholesterol concentrations, which are associated with significant increases in chronic degenerative disease mortality rates (Campbell and Junshi, 1994).

Solutions

Eliminating livestock and growing crops only for direct human consumption could increase the amount of calories that can be produced on existing agricultural lands by an estimated 70%. This could feed an additional 4 billion people – significantly more than the projected global population growth of 2–3 billion by 2050 (Cassidy et al., 2013). Three solutions are proposed to help improve human nutritional health, decrease the land demands of agriculture, and protect plant and animal biodiversity: (1) reduce animal product consumption, (2) replace meat, and especially meat from ruminant sources, with more efficient protein sources, and (3) reintegrate livestock into diverse agricultural production systems.

Reducing animal product consumption will directly reduce the demand for new agricultural area and thus the need for deforestation. Reducing the contribution of animal products in the human diet, ideally halving consumption from a current global average of 20% down to 10% (roughly equivalent to limiting daily consumption of meat to a portion that is approximately the size of a deck of playing cards with no other animal products consumed that day) would help to minimize the impacts of agriculture on Earth’s natural systems (Machovina and Feeley, 2014b, Machovina and Feeley, 2014a). This will require

significant decreases of per capita animal product consumption in developed countries like the U.S. where >45% of the diet comes from animal products, and countries like China returning to consumption patterns that existed only 25 years ago but that supported its people for thousands of years (Bonhommeau et al., 2013). Such an overall reduction in meat consumption will enable future population growth to be fed on existing agricultural lands, without additional habitat destruction and loss of biodiversity. This would also greatly reduce other environmental impacts related to use of water, fertilizer, fossil fuels and biocides. It will also have a major positive impact on climate change as livestock production is a leading contributor of greenhouse gases (Ripple et al., 2014).

The impacts of meat consumption can be further reduced by replacing land-demanding meat sources (e.g., beef) with less demanding sources (e.g., chicken) and increasing the contribution of other energy efficient sources of protein such as aquaculture fish and insects (Verkerk et al., 2007). Finally, many benefits could be achieved through a shift away from extensive monoculture feed production and the reintroduction of livestock and protein production into integrated and diverse agricultural production systems that strive to maximize production of foods from solar (not fossil fuel) energy, conserve water, and produce little waste (Mollison and Holmgren, 1979, Prein, 2002).

Perhaps the single most effective action a person can take to better their health, the health of their family, and the health of the planet, is to make a simple choice: Eat more plants and encourage others to do the same.

References

- Bonhommeau, S., Dubroca, L., Le Pape, O., Barde, J., Kaplan, D. M., Chassot, E. & Nieblas, A.-E. (2013). Eating up the world's food web and the human trophic level. *PNAS*, 110, 20617-20620.
- Campbell, T. C. & Campbell, T. M. (2007). *The China study: the most comprehensive study of nutrition ever conducted and the startling implications for diet, weight loss and long-term health*, Wakefield Press.
- Campbell, T. C. & Junshi, C. (1994). Diet and chronic degenerative diseases: perspectives from China. *Am. J. Clin. Nutr.*, 59, 1153S-1161S.
- Campbell, T. C., Parpia, B. & Chen, J. (1998). Diet, lifestyle, and the etiology of coronary artery disease: the Cornell China Study. *Am J Cardiol*, 82, 18-21.
- Cassidy, E., West, P. C., Gerber, J. S. & Foley, J. A. (2013). Redefining agricultural yields: from tonnes to people nourished per hectare. *Environ Res Lett*, 8, 8.
- Cowan, R. S. (1986). Beef and Dairy Production in the Wet Tropics. *Pasture Management for the Wet Tropics of South East Asia Course Manual*. 6th FAO Regional Training course.
- Davis, B. C. & Kris-Etherton, P. M. (2003). Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications. *Am J Clin Nutr*, 78, 640S-646S.
- Elferink, E. V. & Nonhebel, S. (2007). Variations in land requirements for meat production. *J Clean Prod*, 15, 1778-1786.
- Food And Agriculture Organization Of The United Nations (2014). FAOSTAT. Rome, Italy: FAO.
- Geist, H. J. & Lambin, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *Bioscience*, 52, 143-150.
- Gibbs, H. K., Ruesch, A. S., Achard, F., Clayton, M. K., Holmgren, P., Ramankutty, N. & Foley, J. A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *PNAS*, 107, 16732-16737.

- Goldewijk, K. K. (2001). Estimating global land use change over the past 300 years: The HYDE Database. *Global Biogeochem Cy*, 15, 417-433.
- Gonzales, J. F., Barnard, N. D., Jenkins, D. J., Lanou, A. J., Davis, B., Saxe, G. & Levin, S. (2014). Applying the Precautionary Principle to Nutrition and Cancer. *J Am Coll Nutr*, 1-8.
- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P. W. & Balmford, A. (2005). Farming and the Fate of Wild Nature. *Science*, 307, 550-555.
- Hansen, M. C., Stehman, S. V. & Potapov, P. V. (2010). Quantification of global gross forest cover loss. *PNAS*, 107, 8650-8655.
- Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., Blümmel, M., Weiss, F., Grace, D. & Obersteiner, M. (2013). Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *PNAS*, 110, 20888-20893.
- Liu, J. & Diamond, J. (2005). China's environment in a globalizing world. *Nature*, 435, 1179-1186.
- Machovina, B. & Feeley, K. J. (2014a). Meat consumption as a key impact on tropical nature: a response to Laurance et. al. *Trends Ecol Evol*, 29, 430.
- Machovina, B. & Feeley, K. J. (2014b). Taking a Bite Out of Biodiversity. *Science*, 343, 838.
- MASUDA, T. & GOLDSMITH, D. 2009. World Soybean Production: Area Harvested, Yield, and Long-Term Projections. *Int Food Agribus Man*, 12.
- Mittermeier, R. A., Gil, P. R. & Mittermeier, C. G. (1997). *Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations*. Mexico City, Mexico: CEMEX.
- Mollison, B. C. & Holmgren, D. (1979). *Permaculture*, Transworld Publishers.
- MORALES-HIDALGO, D. 2006. *Tree Cover Assessment: With Special Focus on the Relative Position Issue; Case Studies in Open Areas in Costa Rica*, Cuvillier Verlag.
- Nepstad, D. C., Stickler, C. M. & Almeida, O. T. (2006). Globalization of the Amazon Soy and Beef Industries: Opportunities for Conservation. *Conserv Biol*, 20, 1595-1603.
- Nepstad, D. C., Stickler, C. M., Filho, B. S.-. & Merry, F. (2008). Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 363, 1737-1746.
- Pan, A., Sun, Q., Bernstein, A. M., Manson, J. E., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2013). Changes in red meat consumption and subsequent risk of type 2 diabetes mellitus: three cohorts of US men and women. *JAMA internal medicine*, 173, 1328-1335.
- Pan, A., Sun, Q., Bernstein, A. M., Schulze, M. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Willett, W. C. & Hu, F. B. (2012). Red meat consumption and mortality: results from 2 prospective cohort studies. *Arch Inter Med*, 172, 555-563.
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M. & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344.
- Popkin, B. M., Adair, L. S. & Ng, S. W. (2012). Global Nutrition Transition And The Pandemic Of Obesity In Developing Countries. *Nutr Rev*, 70, 3-21.
- Popkin, B. M. & Du, S. (2003). Dynamics of the nutrition transition toward the animal foods sector in China and its implications: a worried perspective. *J Nutr*, 133, 3898S-3906S.
- Prein, M. (2002). Integration of aquaculture into crop-animal systems in Asia. *Agricultural systems*, 71, 127-146.
- Rae, A. N. & Hertel, T. W. (2000). Future developments in global livestock and grains markets: the impacts of livestock productivity convergence in Asia-Pacific. *Aust J Agric Resour Econ*, 44, 393-422.

- Ripple, W. J., Smith, P., Haberl, H., Montzka, S. A., Mcalpine, C. & Boucher, D. H. (2014). Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Clim Change*, 4, 2-5.
- Rööf, E., Sundberg, C., Tidåker, P., Strid, I. & Hansson, P.-A. (2013). Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? *Ecol Indicators*, 24, 573-581.
- Rulli, M. C., Saviori, A. & D'odorico, P. (2013). Global land and water grabbing. *PNAS*, 110, 892-897.
- Shu, X. O., Zheng, W., Potischman, N., Brinton, L. A., Hatch, M. C., Gao, Y.-T. & Fraumeni, J. F. (1993). A population-based case-control study of dietary factors and endometrial cancer in Shanghai, People's Republic of China. *Am J Epidemiol*, 137, 155-165.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V. & Haan, C. D. (2006a). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Steinfeld, H., Wassenaar, T. & Jutzi, S. (2006b). Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends. *Rev sci tech Off int Epiz*, 25, 505-516.
- Szott, L., Ibrahim, M. & Beer, J. (2000). *The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America*, Bib. Orton Iica/Catie.
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W. H., Simberloff, D. & Swackhamer, D. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. *Science*, 292, 281-284.
- U.S. Department Of Agriculture, A. R. S. 2013. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26. Nutrient Data Laboratory Home Page* [Online]. Available: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> [Accessed 7/30/2014].
- Verkerk, M., Tramper, J., Van Trijp, J. & Martens, D. (2007). Insect cells for human food. *Biotechnol Adv*, 25, 198-202.
- Walker, R., Browder, J., Arima, E., Simmons, C., Pereira, R., Caldas, M., Shiota, R. & Zen, S. D. (2009). Ranching and the new global range: Amazônia in the 21st century. *Geoforum*, 40, 732-745.
- Who (2014). The top 10 causes of death. In: ORGANIZATION, W. H. (ed.).
- Woo, J., Kwok, T., Ho, S. C., Sham, A. & Lau, E. (1998). Nutritional status of elderly Chinese vegetarians. *Age Ageing*, 27, 455-461.





Présentation
de Daniel
Barthélémy,
Centre de
Coopération
Internationale
en recherche
Agronomique
pour le
Développement
(CIRAD),
Montpellier,
France

Pl@ntNet, une plate-forme innovante d'agrégation et partage d'observations botaniques

Auteurs

Daniel Barthélémy, Nozha Boujemaa, Jean-François Molino, Alexis Joly, Hervé Goëau, Vera Bakić, Souheil Selmi, Julien Champ, Jennifer Carré, Mathias Chouet, Aurélien Peronnet, Christel Vignau, Samuel Dufour-Kowalski, Antoine Affouard, Julien Barbe, Pierre Bonnet

Résumé

Pl@ntNet est un réseau humain s'appuyant sur une infrastructure informatique, permettant l'identification, l'agrégation et le partage d'observations botaniques à très grande échelle. Cette initiative mobilise différentes institutions de recherche dans divers champs scientifiques (informatique, agronomie, écologie) et de larges réseaux associatifs de naturalistes ; elle a permis au cours des 20 derniers mois la collecte de plusieurs dizaines de milliers d'observations de plantes sur le territoire européen. Celles-ci sont collectées à travers un système web ou mobile d'aide à l'identification des plantes par l'image, au sein duquel chacun des participants peut partager des observations déterminées ou non, avec différents niveaux d'informations. Ces observations, sont ensuite révisées collaborativement à travers 2 applications web, l'une dédiée à la révision de la détermination des observations (IdentiPlante), l'autre à l'estimation de la qualité visuelle des images illustrant l'observation (PictoFlora). Les observations révisées et / ou validées, viennent alors enrichir la base d'observations publiques exploitée par le système d'aide à l'identification par l'image. Bien que cette infrastructure logicielle soit encore récente (lancement des applications mobiles en février 2013), elle a été exploitée au cours des 20 derniers mois par près de 300 000 utilisateurs à travers le monde. Les modalités de fonctionnement de celle-ci, ainsi que les perspectives d'évolution sont présentées dans cet article, qui se conclut par une discussion sur les changements actuels que les nouvelles technologies de l'information permettent d'opérer en Botanique.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Abstract

Pl@ntNet is a human network based on IT infrastructure, enabling identification, aggregation and sharing of botanical observations at a large scale. This initiative mobilizes various research institutions in several scientific fields (computer science, agronomy, ecology) and wide associative networks of naturalists. It has over the past 20 months collected tens of thousands of observations of plants on the European territory. These are collected through a web or mobile application systems based on an image plant identification approach, in which each participant can share observations, with different levels of information. These observations are then collaboratively evaluated through two web applications, one dedicated to the review of the taxonomic determination (IdentiPlante), the other one to estimate the visual quality of images (PictoFlora). Revised and/or validated observations enrich the public database used by the image-based identification system. Even if this software infrastructure is new (launch of the mobile application in February 2013), it has been exploited in the past 20 months by nearly 300,000 people worldwide. Operating procedures and outlooks are presented in this article, which concluded with a discussion of the current changes that new information technologies allow to operate in Botany.



Introduction

Bien que le besoin d'expertise en botanique n'ait jamais été aussi important pour faire face aux grands défis de notre société (changement climatique, crises alimentaires récurrentes, érosion de la biodiversité sans précédent), l'accès à cette expertise est de plus en plus difficile compte-tenu de la réduction du nombre de botanistes professionnels au cours de ces dernières décennies (Bidwell, 2013 ; Whitfield, 2012). L'un des verrous majeurs pour s'investir en botanique est l'identification des plantes, qui fait appel à une large expérience et à la connaissance fine du vocabulaire usuel dans cette discipline. Cette étape d'identification, constitue bien souvent une barrière importante que beaucoup de novices ne réussissent pas à franchir rapidement, et qui laisse alors place à un découragement important. L'usage de clés dichotomiques ou multi-entrées, textuelles ou illustrées, se heurte souvent à la nécessité de bien maîtriser la terminologie descriptive du groupe auquel appartient l'espèce recherchée (cf. Fougères, Gymnosperme, *Orchiadaceae*, *Cyperaceae*, etc.). Certains termes ne se trouvent en effet utilisés que pour des groupes taxonomiques précis. Un novice qui abordera une nouvelle et vaste flore se retrouvera alors bien souvent démuné devant le volume et la diversité des mots et expressions employés pour différencier des taxons entre eux. Les guides papiers, souvent très largement illustrés, et structurés par couleurs et/ou formes des principaux organes (fleurs, feuilles, fruits) ont, quant à eux, connu une attractivité importante ces dernières décennies notamment grâce au fait qu'ils s'affranchissent en grande partie d'un vocabulaire trop avancé. Ils se heurtent cependant à des difficultés pour passer à l'échelle, et permettre d'identifier plusieurs milliers de taxons avec fluidité. Leur transfert sur support numérique offre de nouvelles perspectives (Farnsworth et al., 2013). Dans ce contexte, l'initiative Pl@ntNet s'est ainsi attelée au développement d'outils numériques innovants (i) d'aide à l'identification taxonomique par l'image, (ii) de révision collaborative de la qualité des données, (iii) de gestion de gros volumes d'observations botaniques. Le fonctionnement, l'originalité et l'apport de chacun d'eux sont présentés dans les sections suivantes, avant d'en discuter les perspectives d'évolution, favorisant l'engagement d'un plus grand nombre d'acteurs dans cette démarche.

L'un des verrous majeurs pour s'investir en botanique est l'identification des plantes, qui fait appel à une large expérience et à la connaissance fine du vocabulaire usuel dans cette discipline.

Matériels et méthodes

Pl@ntNet s'appuie sur des expertises, méthodes et jeux de données complémentaires, qui ont été développés depuis 2009 pour un même objectif : faciliter l'aide à l'identification des plantes sur le territoire de France métropolitaine, ainsi que dans différentes régions tropicales, pour le plus grand nombre de personnes possibles. Dès le début du projet Pl@ntNet (<http://www.plantnet-project.org/>), les scientifiques et volontaires mobilisés pour parvenir à cet objectif ont ainsi produit des jeux de données de plus en plus riches et complexes pour évaluer et faire progresser les méthodes actuelles de reconnaissances visuelles, afin de les appliquer à l'identification des plantes. Une image est en effet vectrice d'un très grand nombre d'informations, puisqu'il est possible à travers une photo de fleur par exemple d'en dénombrer les pétales ou sépales, d'en identifier la / les couleurs, les formes et dispositions des structures qui la composent. Un lot de quelques photos d'une plante qui, réalisées à différentes échelles et sous différents angles de vue, peut aisément en permettre l'identification par un botaniste (Leggett & Kirchoff, 2011). Il est ainsi de plus en plus fréquent de voir sur les réseaux sociaux (cf. Twitter ou FaceBook) des demandes d'aides à l'identification s'appuyant sur un petit jeu d'images et quelques informations complémentaires.

Fort de ce constat, nous avons constitué des jeux de données de différentes natures pour évaluer les techniques les plus avancées de reconnaissance visuelle. Les feuilles étant les motifs visuels les plus largement traités dans ce domaine nous avons constitué un premier jeu de données, intitulé Pl@ntLeaf, constitué de scans, photos de feuilles sur fond uniforme et photo de feuilles directement insérées sur la plante (Goëau et al., 2011a). Ce jeu de données bien que de taille modeste, a été produit de manière collaborative avec l'aide de 17 contributeurs, permettant d'illustrer 70 espèces ligneuses de la flore française. Son exploitation a permis de constater que les méthodes d'analyses visuelles, basées sur des approches généralistes par point d'intérêts permettaient d'approcher les performances des méthodes ad hoc dédiées à ce seul motif visuel (Goëau et al., 2011b).

Ce travail s'est poursuivi avec l'animation d'un projet collaboratif plus vaste intitulé « capitalisation d'images » au sein de l'infrastructure du réseau Tela Botanica (<http://www.tela-botanica.org/>). Celui-ci a abouti 2 ans plus tard à la production d'un jeu de données, constitué d'observations végétales, multi-images (plusieurs images du même motif visuel d'une plante) et multi-vues (plusieurs motifs visuels distincts d'une même plante). Les différentes vues mobilisées étaient alors celles de « ports », « fleurs »,

Les projets de sciences participatives menés à travers le monde et plus particulièrement en Europe ont prouvé la très grande capacité de ce type d'initiative pour produire rapidement et en masse, des jeux de données nouveaux permettant de répondre à de nouvelles questions en écologie.

« feuilles » (scan ou photo), « fruits », et « tiges ». Ce jeu de données intitulé Pl@ntViews, a été produit par 327 contributeurs et permet l'illustration de 250 espèces ligneuses et herbacées (Goëau et al., 2013). Il s'agit de l'un des premiers jeux de données libres (licence CC-BY-SA), aussi vaste (en nombre d'espèces) et diversifié (en nombre d'images), permettant de refléter la très grande hétérogénéité visuelle des plantes grâce à la mobilisation d'un grand nombre d'appareils photo numériques exploités tout au long de l'année, par un grand nombre de personnes.

En parallèle de la constitution de jeux de données de plus en plus vaste, et continuellement révisés, nous avons travaillé sur le développement d'outils informatiques dédiés à la navigation au sein de banques visuelles de plantes, avec un focus particulier sur la recherche des noms des plantes. Ces outils, web ou mobiles, ont alors été enrichi d'un nombre croissant d'observations pour arriver en septembre 2014 à la constitution d'un jeu de données de 108 000 images illustrant 4 390 espèces de la flore de France métropolitaine. La présentation de ce jeu de données, et de l'infrastructure à travers laquelle il a été produit et exploité est effectuée dans la section suivante.

Résultats

Les projets de sciences participatives menés à travers le monde et plus particulièrement en Europe ont prouvé la très grande capacité de ce type d'initiative pour produire rapidement et en masse, des jeux de données nouveaux permettant de répondre à de nouvelles questions en écologie. L'animation des réseaux humains impliqués dans le projet Pl@ntNet a ainsi permis de confirmer cela, en permettant la constitution d'un jeu de données structuré, unique en son genre, parmi les plus vaste et diversifié au niveau mondial. Celui-ci se compose de 108 000 images illustrant 4 390 espèces, réparties comme suit : 18 427 images ports, 43 810 de fleurs, 29 432 de feuilles, 10 403 de fruits, 6 096 de tiges. Ce jeu d'images porte sur X familles de trachéophytes référencées dans la BDTFX. Il est actuellement principalement produit à travers 2 outils logiciels distincts :



- le carnet en ligne (CEL), un outil web de gestion d'observations individuelles (<http://www.tela-botanica.org/page:cel>)
- Pl@ntNet-mobile, (Goëau et al., 2014) un outil mobile de navigation interactif [fig. 1] et d'aide à l'identification des plantes par l'image (<http://identify.plantnet-project.org/fr/>). Contrairement au CEL, cet outil permet de parcourir l'ensemble des données agrégées à travers le carnet en ligne, mais ne sont visibles que celles révisées collaborativement à travers les outils de révision IdentiPlante (<http://www.tela-botanica.org/appli:identiplante>) et PictoFlora (<http://www.tela-botanica.org/appli:pictoflora>). Il intègre un système d'aide à l'identification automatique de plantes à partir de photos qui s'appuie sur un moteur de recherche visuel novateur [Figure 1]. Ce système permet à l'utilisateur de soumettre jusqu'à 5 photographies d'une même plante selon différentes vues détaillées de ses organes (fleur, feuille, fruit, écorce). Les photos sont alors comparées automatiquement avec les images de la base de données botanique développée. L'application permet alors de trouver le nom de l'espèce d'une plante à partir d'une liste de résultats, si celle-ci est suffisamment illustrée [Figure 2]. Le nombre d'espèces traitées par cette application, ainsi que le nombre d'images exploitées, s'accroissent continuellement grâce aux contributions à ce projet. Elle fonctionne d'autant mieux que les images soumises sont centrées sur un organe ou une partie de plante bien précise. Depuis 2011, le moteur de recherche visuelle développé est évalué à travers la tâche d'identification des plantes de la campagne d'évaluation internationale ImageCLEF (2011-2013) (Goëau et al., 2013b) puis LifeCLEF (2014) (Joly et al., 2014a).

En travaillant sur (i) la constitution d'un jeu de données structuré, (ii) le développement d'outils de recherche innovants, (iii) la constitution d'une communauté de volontaires, l'initiative Pl@ntNet a permis l'agrégation d'un volume très important d'observations botaniques (plus de 600 000 observations actuellement en cours d'analyse), issues des requêtes d'identification de la communauté d'utilisateurs. L'infrastructure mise en œuvre a été exploitée par une très vaste typologie d'utilisateurs (de novices à chercheurs confirmés), dans près de 150 pays du monde, par plus de 300 000 personnes. Ce constat permet d'envisager une nouvelle forme de collecte de données botaniques dans le futur, s'appuyant sur des réseaux humains plus diversifiés qu'actuellement, et impliquant notamment un plus grand nombre d'acteurs de la société civile (Joly et al., 2014b).



Figure 1 : Acquisition d'une photo de fleur, pour la réalisation d'une requête visuelle à travers l'application Pl@ntNet-mobile (version Android).

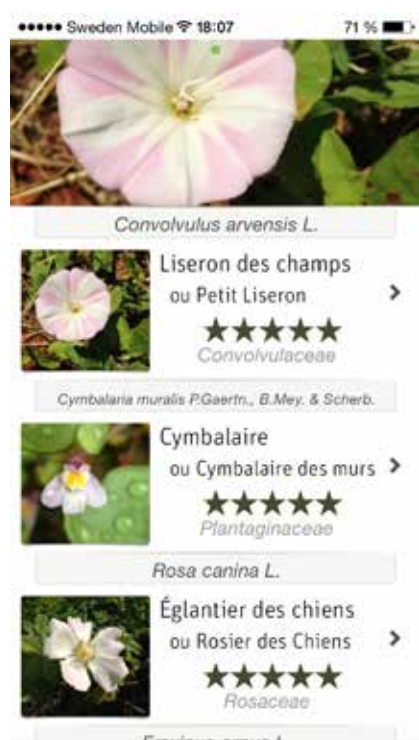


Figure 2 : Résultat d'une requête visuelle, à travers l'application Pl@ntNet (version IOS). La photo en haut de l'interface, est l'une des photos de la requête utilisateur, les espèces situées sous cette image, sont illustrées par les photos les plus proches de la requête.

Discussion

L'essor des sciences citoyennes a contribué dans de nombreuses disciplines à collecter des données dans des volumes et gammes spatio-temporelles, jamais égalées jusque-là (Newman G. et al., 2012). Compte-tenu de la difficulté relative de l'identification taxonomique en botanique, avec un nombre de plusieurs milliers d'espèces par pays, la mise en œuvre d'une démarche scientifique, engageant le grand public sur de grands ensembles taxonomiques est plus difficile que pour d'autres disciplines (ornithologie, biologie marine, etc.). Pour pallier à cela, différentes initiatives visent à développer des approches novatrices d'aide à l'identification des plantes. Xper (Ung, V. et al., 2010) est l'une d'entre elle, et permet la constitution de bases descriptives de manière collaborative. LeafSnap (Kumar N. et al., 2012) fût quant à elle la première approche mobile basée sur des méthodes de reconnaissance visuelle. Elle a permis d'ouvrir la porte à d'autres initiatives développant ou exploitant des techniques de « machine learning », telles que « FlowerChecker », « Folia » (Cerutti et al., 2011), et « Pl@ntNet ». Ces approches qui permettent d'impliquer rapidement des novices en botaniques, s'avèrent particulièrement encourageantes pour leur développement dans des contextes éducatifs. Au-delà des contextes floristiques limités dans lesquels ont été mobilisées ces approches, elles offrent des opportunités énormes dans le futur, pour l'agrégation en masse de données. Un enjeu majeur pour la communauté scientifique, sera la mise en place de flux de validation appropriés de ces données d'origines variées, mais qui devrait permettre d'impliquer un plus grand nombre d'acteurs dans le suivi de l'évolution de la biodiversité et de la phénologie des plantes, à des échelles inégalées jusque-là.

Remerciements

Ce projet est soutenu par Agropolis Fondation (<http://www.agropolis-fondation.fr/>) qui en a fait son premier projet étandard. Les auteurs souhaitent également remercier l'ensemble des volontaires qui ont participé à ce travail notamment en partageant des milliers d'observations botaniques à travers l'infrastructure réalisée.

Références bibliographiques

- Bidwell A. (2013). *The Academic Decline: How to Train the Next Generation of Botanists*. US News, Nov. 12, 2013.
- Cerutti G., Tougne L., Vacavant A., Coquin D., (2011). *A Parametric Active Polygon for Leaf Segmentation and Shape Estimation*. In Advances in Visual Computing, vol. 6938, Lecture Notes in Computer Science serie, ed. Bebis, G. and Boyle, R. and Parvin, B., Koracin, D. and Wang, S. and Kyungnam, K. and Benes, B. and Moreland, K. and Borst, C. and DiVerdi, C. and Yi-Jen, C. and Ming, J., Springer Berlin Heidelberg, pp. 202-213.
- Farnsworth E. J., Chu M., Kress W. J., Neill A. K., Best J. H., Pickering J., Stevenson R. D., Courtney G. W., VanDyk J. K., and Ellison A. M. (2013). *Next-Generation Field Guides*. BioScience, 63(11), 891-899.
- Goëau, H., Bonnet, P., Joly, A., Affouard, A., Bakic, V., Barbe, J., Dufour, S., Selmi, S., Yahiaoui, I., Vignau, C., (2014). *Pl@ntnet mobile 2014: Android port and new features*. In: Proceedings of International Conference on Multimedia Retrieval, p. 527. ACM.
- Goëau H., Bonnet., Joly A., Bakic V., Barthélémy D., Boujemaa N. & Molino J.-F., (2013a). *The ImageCLEF 2013 Plant Identification Task*. CLEF 2013 Working Notes, Valencia, Spain, 2013.
- Goëau H., Bonnet., Joly A., Bakic V., Barthélémy D., Boujemaa N. and Molino J.-F., 2013b. *The ImageCLEF Plant Identification Task 2013*. Proceedings of the 2nd ACM International Workshop on Multimedia Analysis for Ecological Data, MAED 2013, Barcelona, Spain.
- Goëau H., Bonnet P., Joly A., Boujemaa N., Barthélémy D., Molino J.-F., Birnbaum P., Mouysset E. & Picard M., 2011a. *The CLEF 2011 plant images classification task*. CLEF 2011 working notes, Amsterdam, The Netherlands, 2011, pp. 1-23.
- Goëau H., Joly A., Yahiaoui I., Bonnet P. & Mouysset E., 2011b. *Participation of INRIA & Pl@ntNet to ImageCLEF 2011 plant images classification task*. CLEF 2011 working notes, Amsterdam, The Netherlands, 2011, pp 1-13.
- Joly A., Goëau H., Bonnet P., Bakic V., Barbe J., Selmi S., Yahiaoui I., Carrée J., Mouysset E., Molino J.F., Boujemaa N., Barthélémy D., 2014b. *Interactive plant identification based on social image data*. Ecological Informatics. Vol. 23, Sept. 2014, Pages 22–34.
- Joly A., Goëau H., Glotin H., Spampinato C., Bonnet P., Vellinga W.P., Planque R., Rauber A., Fisher R., Müller H. 2014a. *Lifeclef 2014: Multimedia life species identification challenges*. In: Information Access Evaluation. Multilinguality, Multimodality, and Interaction, pp. 229-249. Springer.
- Kumar N., Belhumeur P., Biswas A., Jacobs D., Kress J. Lopez, I., and Soares, J., 2012. *Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification*. Computer Vision-ECCV 2012, pp. 502-516, 2012. Springer.
- Leggett R., Kirchoff B. K., 2011. *Image use in field guides and identification keys: Review and recommendations*. AoB Plants 2011.
- Newman G., Wiggins A., Crall A., Graham E., Newman S., and Crowston K., 2012. *The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms*. Frontiers in Ecology and the Environment 10: 298–304.
- Ung, V., Dubus, G., Zaragüeta-Bagils, R., and Vignes-Lebbe, R., 2010. *Xper2: introducing e-taxonomy*. Bioinformatics, vol. 26, Number 5, pp. 703-704. Oxford Univ Press.
- Whitfield J., 2012. *Superstars of botany: Rare specimens*. Nature News, Nature Publishing Group, Apr 25, 2012.

Theme

3

Botanist and the social challenges of the 21st century

Les botanistes face aux enjeux sociaux du 21^e siècle

Summary by the Chairperson

Résumé par la Présidente

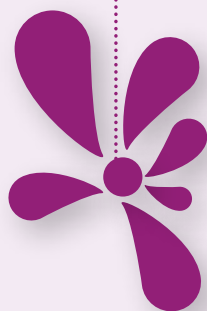
Ameenah Gurib-Fakim

This afternoon we have had very rich presentations in terms of all on the concerns scientists have raised on the issue of botany.

A large component of the issue is the need to documentation. We have seen, with the initiatives that has been taken at CIRAD and with TelaBotanica, the drive to address the issue of documentation. There is general consensus that we are racing against time to save information, traditional knowledge, etc.

We also had a very interesting presentation on the need to safeguard land and to prevent the conversion to agricultural land. We had a very graphic presentation to showcase the need for going more towards vegetarian diets as opposed to a meat-based diet.

The overarching message that came in from presentations from the developing world (Africa and Vietnam in particular) is the fact that there is still a lot to be done to address biodiversity loss. It put into the focus the need to have botanists fully trained and to be able to actually address the need of training capacity building.





© Anatheia Brooks

Theme

4

Botanists of tomorrow:
what skills and training do we need to
develop botanical expertise and capacity and to
develop it around the world?

Les botanistes de demain : De quelles
compétences et de quelle formation avons-
nous besoin pour développer le savoir-faire et la
capacité botanique, afin de pouvoir les mobiliser
à l'échelle mondiale ?



Theme

4

Botanists of tomorrow

Les botanistes de demain

Chairperson



Vololoniaina Jeannoda, Lecturer-researcher at the University of Antananarivo, Madagascar

Presenters

Janine Victor, *Strategy for biosystematics research in South Africa: overview of the plant systematics component*

Alan Paton, *Plant name resources: building bridges with users*

Frédéric Dupont, *Les facultés de pharmacie, temples de la botanique ?*

Régine Vignes Lebbe, *Xper3: nouveaux outils pour le travail collaboratif, la formation et la transmission des connaissances sur les phénotypes végétaux*

Palese Raoul, *Flora Helvetica goes mobile*



Back to Contents
Retour au Sommaire



Presentation
by Janine
Victor, National
Herbarium
(SANBI),
Pretoria,
South Africa

Strategy for biosystematics research in South Africa: overview of the plant systematics component

Auteurs

J.E.. Victor, G.F. Smith & A.E. Van Wyk

Abstract

A strategy has been developed by the South African National Biodiversity Institute (SANBI) to provide guidance to institutions and individual researchers that are involved in biosystematics research on the South African flora.

Users of taxonomic information require the names, descriptions of species and identification tools such as keys, along with information on distributions and habitats, various plant properties and evolutionary relationships. The basis of this information is provided via taxonomic research mainly at species level, which has battled to attract sufficient funding in the last few decades.

A prioritisation process was used as guideline for establishing taxonomic research priorities. Such a process is an effective way to clearly justify the use of resources (either derived from funding agencies or taxpayers) to carry out biosystematics research.

Keywords : biosystematics, strategy, prioritisation

Abstract

Une stratégie a été élaborée par le South African National Biodiversity Institut (SANBI) pour conseiller les institutions ou les chercheurs individuels qui sont impliqués dans la recherche en biosystématique de la flore de l’Afrique du Sud. Les utilisateurs de l’information taxonomique ont besoin des noms, des descriptions des espèces ainsi que d’outils d’identification tels que des clés, ainsi que des informations sur les distributions et les habitats, différentes propriétés des plantes et l’évolution des plantes. Cette information est fournie à travers des recherches taxonomiques au niveau des espèces qui a du lutter pour attirer suffisamment de financement dans les quelques dernières décennies. Un processus de priorisation a été utilisé comme ligne directrice pour établir les priorités de recherche en taxonomie. Un tel processus est un moyen efficace pour justifier clairement la l’utilisation des ressources (soit issus d’organismes de financement ou des contribuables) pour effectuer des recherches en biosystématique.

Mots clés : biosystématique, stratégie, priorisation



Introduction

Biosystematics research, which for our purposes includes the science of taxonomy and classification, underpins all biodiversity studies and involves discovering, naming, describing and classifying biological organisms. The importance of taxonomy as a vital discipline for all other fields of biological science is undisputed (Ebach *et al.* 2011).

Taxonomic research in South Africa has historically been driven by curiosity in the rich and diverse flora that develops through the course of exploration and curatorial work and by personal motivation to investigate groups of interest, in which problems are uncovered and investigated. The disadvantage of this approach is that the value of the results can be underestimated or remain unrecognised, and sometimes urgent taxonomic problems in neglected groups remain unresolved. Biosystematics research would benefit from having a coordinated strategy to address the needs of end-users of plant names in a strategic manner, to improve the relevance and impact of research products that are delivered.

The three major resources required by users of plant names are an inventory of the flora of a geographical region or political area; a means to identify the taxa, i.e. descriptions of species and keys; and an inventory of specimen records in the area, from which information about the plants can be collated. These three requirements drive the prioritisation process for the research that is required to improve, complete and disseminate these products.

Methods

The Biosystematics Research Strategy of the South African National Biodiversity Institute (SANBI) was developed around the three main outputs that taxonomists are responsible for:

1. the inventories (checklist) of the flora for the country,
2. descriptions of taxa and a means to identify them (e.g. keys),
3. and for each taxon, a compilation of associated data e.g. spatial distribution information, herbarium specimen data, and possibly data from fields such as morphology, anatomy, cytology, genetics, cytogenetics, chemistry and molecular biology.
4. These outputs require taxonomic information derived from research mainly at three different levels: family, genus and species/subspecies/variety level. Gaps in information at these levels provide guidance as to where research should be directed.

Family level

Victor & Smith (2011) prioritised which plant groups should receive focused taxonomic research attention by identifying families with a high incidence of taxonomic problems. In addition to this, those with outdated treatments should be prioritised. Treatments of large families that are understudied, particularly those with taxa that present challenges to identify in a herbarium, are of particular importance and should be prioritised.

The South African plant checklist, compiled by generations of SANBI's plant taxonomists and lodged on the SANBI website (<http://www.sanbi.org/information>), will constitute the backbone of an online electronic Flora of South Africa (e-Flora). Prioritisation of the families requiring treatments will contribute towards filling gaps in information required to populate the e-Flora.

Genus level

The following criteria were used to prioritise plant genera requiring taxonomic research: date on which genus was last revised; quality of revision (relying on specialist input to refine the genus-rank inventory); proportion of unidentified specimens in each genus in herbaria collections; proportion of plant species in each genus that is categorised as Data Deficient (IUCN 2001) for taxonomic reasons (DDT according to Victor 2006); economic importance of the family to which the genus belongs; and proportion of species in the genus occurring in South Africa.

More details on the procedure followed, as well as the algorithm employed to do the ranking of genera, are available on request from the first author.

Species level

Taxonomic uncertainties impede the determination of the conservation status of these species, and the species can therefore escape conservation attention.
.....

Prioritising research on families and genera can overlook single species of conservation or economic importance in genera that are otherwise not in need of revision. Taxonomic uncertainties impede the determination of the conservation status of these species, and the species can therefore escape conservation attention. Species that are categorised as DDT but are not covered by the prioritisation process for families and genera are prioritised here.

The gaps in taxonomic knowledge on families, genera and species were used to inform where the priority research activities should be directed in the next five years.

Results

In summary, the strategic objectives for the Biosystematics Research Strategy for plants are to:

1. produce an online Flora of South African plants by 2020;
2. revise priority plant genera that are in need of revision; and
3. resolve isolated taxonomic problems to improve the inventory.

These strategic objectives are the basis of three proposed research programmes.

Programme 1: e-Flora

Programme 1 addresses the first strategic objective, namely, to produce an e-Flora for South Africa by 2020. This will contribute to the World Flora Online, the first target of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC), following the approach published by Victor *et al.* (2014).

The key tasks of Programme 1 are to:

1. maintain or develop research capacity in priority families;
2. produce family treatises for those families and geographical areas of South Africa that have not yet been completed; and
3. provide content for an online Flora for South African plants by 2020.

Programme 2: Revisions of plant genera

The strategic objective addressed by programme 2 is to revise plant genera that are most in need of revision, which will contribute to filling gaps in the knowledge of South Africa's flora.

From analyses of literature and SANBI herbarium specimen database information, a list of plant genera categorised according to their priority for revision was developed and circulated widely amongst biosystematics researchers in the country. The list of priority genera can be accessed on the SANBI website (http://www.sanbi.org/sites/default/files/documents/documents/taxonomic-experts-sa-floramay2014_0.pdf). This list will be updated regularly, and used to track progress to reflect the value of having a strategy in place.

Programme 3: Data Deficient Plant Programme (DDPP).

The aim of this programme is to solve isolated problems targeting taxonomically problematic species that are not targeted by Programmes 1 and 2, especially those of conservation or economic importance. This list of species identified to be taxonomically problematic will be made available on the SANBI website (www.sanbi.org.za). It is also recognised that resolving taxonomically problematic species listed under this programme may necessitate revising the genus to which it belongs.

Conclusions

An analysis of gaps in taxonomic knowledge has enabled the establishment of three strategic objectives, and three research programmes that will address these objectives. Within SANBI, existing capacity will be utilised towards addressing the priorities of the Biosystematics Research Strategy for its plant systematics component. It needs to be acknowledged that a considerable amount of biodiversity research on the South African flora is conducted outside SANBI, and outside South Africa, notably at institutions such as universities and museums, as well as by amateur/private taxonomists and naturalists. Higher education institutions such as universities are also responsible for the training of future taxonomists. Hence the strategy will be made available on the internet to be consulted by all potential stakeholders, and circulated to funding agencies so that funding towards these research priorities can be stimulated.

The benefits of a strategy for plant systematics are that it leads biosystematics research in South Africa by providing guidelines for research priorities; communicates the value of taxonomic research to the public, academic institutions and funding agencies; makes the most strategic use of limited time and resources; guides future decisions on capacity development, staff recruitment and training; stimulates dissemination of priority taxonomic information to end-users; and provides a shared vision to guide research. This strategy will be updated regularly and act as a resource to stimulate interest in the research strategy, in this way co-ordinating biosystematics research on South African Flora.

Acknowledgements

We extend our gratitude to all taxonomists from South Africa and abroad who gave constructive advice and input during the development of the strategy.

References

- Ebach, M.C., Valdecasas, A.G. & Wheeler, Q.D. (2011). Impediments to taxonomy and users of taxonomy: accessibility and impact evaluation. *Cladistics* 27, 550–557.
- IUCN (2001). *IUCN Red List Categories and Criteria: version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland.
- Raimondo, D., von Staden, L., Foden, W., Victor, J.E., Helme, N.A., Turner, R.C., Kamundi, D.A. & Manyama, P.A., (eds) (2009). Red List of South African plants. *Strelitzia* 25.
- Victor, J.E. (2006). Data Deficient flags for use in the Red List of South African plants. *Bothalia* 36, 85–86.
- Victor, J.E. & Smith, G.F., (2011). The conservation imperative and setting plant taxonomic research priorities in South Africa. *Biodiversity & Conservation* 20, 1501–1505.
- Victor, J.E., Smith, G.F., Turland, N.J., Le Roux, M., Paton, A., Figueiredo, E., Crouch N.R., Van Wyk A.E., Filer, D. & Van Wyk, E. (2014). Creating an Online World Flora by 2020: a perspective from South Africa. *Biodiversity & Conservation* 23, 251–263.





Alan Paton,
Royal Botanic
Gardens, Kew,
UK

Plant name resources: building bridges with users

Auteurs

Alan Paton, Robert Allkin, Irina Belyaeva, Elizabeth Dauncey, Rafaël Govaerts, Sarah Edwards, Jason Irving, Christine Leon & Eimear Nic Lughadha

Abstract

Plant names are the key to communicating and managing information about plants. This paper considers how providers of high quality technical plant name information can better meet the requirements non-botanical audiences who also rely on plant names for elements of their work. The International Plant Name Index, World Checklist of Selected Plant Families and The Plant List are used as examples to illustrate the strengths and weaknesses of plant name resources from a non-expert user's perspective. The above resources can be thought of as botanists pushing data at audiences. Without closer engagement with users, however, there is a limit to their relevance and impact. The need to cover common names is a frequent criticism of existing resources. The Medicinal Plant Names Services (MPNS, www.kew.org/mpns) is an example of how plant name resources can be adapted to better address the needs of a non-botanical audience. Some of the major challenges are outlined and solutions suggested.

Key words: Bouchout Declaration, medicinal plant names services, nomenclature, taxonomy, user engagement



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Résumé

Les noms de plantes sont la clé de la communication et de la gestion de l'information sur les plantes. Cet article examine comment ceux qui identifient les plantes avec une haute qualité technique peuvent mieux répondre aux besoins du public non-botaniques qui ont aussi également besoin du nom de plantes comme éléments de leur travail. L'« International Plant Name Index », « World Checklist of Selected Plant Families » et « The Plant List » sont utilisés comme exemples pour illustrer les points forts et les faiblesses des ressources pour identifier le nom des plantes dans la perspective d'un utilisateur non-expert. Les ressources ci-dessus peuvent être considérées des sources de données mises à la disposition du public par les botanistes. Cependant, sans un engagement plus étroit avec les utilisateurs, il y a une limite à leur pertinence et à leur impact. La nécessité de couvrir les noms communs est une critique fréquente des ressources existantes. « The Medicinal Plant Names Services » (MPNS, www.kew.org/mpns) est un exemple de la façon dont les ressources peuvent être adaptées pour mieux répondre aux besoins du public non-botaniste. Certains des principaux défis sont décrites et des solutions suggérées.

Mots clés: Déclaration de Bouchout, services fournissant le nom de plantes médicinales, nomenclature, taxonomie, l'engagement des utilisateurs



Introduction

Plant names are the means by which we find information about plants (Paton *et al.* 2008; Patterson *et al.* 2010; Allkin, 2014a). However, plants have on average three different scientific names¹⁵ each: roughly 370, 000 vascular plant species have almost one million names at species level. Commonly used plants have many more names; medicinal plants, for example, have on average 12 scientific names¹⁶ at species level and some have many more. Non-scientific names are often used by professionals in disciplines other than botany. Hence a single species may be referred to by multiple scientific and non-scientific names causing confusion and ambiguity – with potentially serious consequences. For example, inappropriate plants have been used in the production of herbal medicinal products, resulting in deleterious health effects to the consumer.

How can botanists meet the needs of diverse user communities for easy, intelligible access to, and use of, plant names? Part of the solution is technological, for example the provision of systems which can facilitate linking scientific plant names to other names and information resources. However, the greater barriers are sociological. What do non-botanical audiences want? How can botanists discover their needs? How can we build relationships with audiences focused on plant uses and help them to use plant names effectively, accurately and unambiguously? Should we prioritise their needs over those of the botanical community?

This paper presents the Royal Botanic Gardens, Kew's current plant name resources and attempts to outline their strengths and weaknesses from a non-expert user's perspective. We then explore how the needs of these users can be better met. We use the Medicinal Plant Names Services project as an example of how we are addressing some of the challenges of effective delivery of plant name information to a non-botanical audience.

Plant Names Resources

In 1882, Charles Darwin contacted Joseph Hooker, the then Director of Royal Botanic Gardens at Kew, with an offer to provide in his will “about £250 a year for 4 or 5 years for the formulation of a perfect m.s. catalogue of all known plants.”. Darwin had used Steudel's *Nomenclator* (Steudel 1840) for his work and recognized the value of such a tool. The task fell to Daydon Jackson who realised that a catalogue of all known plants would quickly go out of date. He suggested that a list of plants described, with their bibliographic details, would be of immense value, and could be maintained (Jackson 1887, 1924). The first volume of *Index Kewensis* was produced in 1895.

The origins of *Index Kewensis* illustrate some important points of equal relevance today. Darwin had a particular requirement and interest. Jackson and Hooker discussed with Darwin how his needs might be best addressed given the resources at hand. Funding was identified to enable the project to begin and a host organisation was prepared to support its further development. In other words, the strengths and core activities of an institution were focused to develop a new product to meet Darwin's need and those of many others.

15 Scientific plant names are routinely referred to as ‘Latin names’, however, pharmaceutical names used in many pharmacopoeias are also written in Latin and referred to by practitioners, manufacturers and health regulators as ‘Latin names’. To avoid confusion, we use the terms ‘scientific name’ and ‘pharmaceutical name’ in this paper.

16 Data from Medicinal Plant Names Services resource, see later for details.

In 2000 the *International Plant Names Index* (IPNI) (www.ipni.org) was launched as an on-line collaboration between *Index Kewensis* (The Royal Botanic Gardens, Kew), the Gray Herbarium Card Index (Harvard University Herbaria) and the Australian Plant Name Index (Centre for Plant Biodiversity Research, Canberra), initially funded by the US National Science Foundation and the US Geological Survey (Croft et al. 1999). IPNI is a database of the names and associated basic bibliographic details of seed plants, ferns and lycophytes. Its goal is to eliminate the need for repeated reference to primary sources for basic bibliographic information about plant names. The data are freely available and are gradually being standardised and checked. IPNI is a dynamic resource, depending on contributions by many members of the botanical community. IPNI aims to be comprehensive for all plant names within its scope. It includes over 1.6 million plant names and the editorial team keep it up to date, adding new names and checking, linking and standardising earlier records. Although IPNI is aimed at a taxonomic audience, it does not provide taxonomic synonymy, but focuses purely on nomenclature: it is a list of names rather than of plant taxa. The difference between a name and a taxon concept – which includes all the names relevant to a particular taxon – is a common source of confusion for the more general user and even many botanists!

The task of creating a list of plants and assigning all possible synonyms to each is huge and, as Jackson rightly recognised, any such list is soon outdated as evidence accrues from further studies. Ultimately, of course, this is the work of the entire botanical community and requires the support of multiple “curators”. The urgent need for a working synonymised list of plants was articulated as Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) in 2002. Such prominence in the GSPC acknowledges the importance of being able to communicate unambiguously about plants, and that names used for a particular plant taxon are key to finding information relevant to its conservation (Paton *et al.* 2008). We highlight some of issues faced by non specialists using two examples of these systems: the *World Checklist of Selected Plant Families* and *The Plant List*.

The difference between a name and a taxon concept - which includes all the names relevant to a particular taxon - is a common source of confusion for the more general user and even many botanists!

.....

The *World Checklist of Selected Plant Families* (WCSP, www.kew.org/wcsp) covers all species in 174 families of vascular plants. It is complete for monocots and for other large, important plant families such as the coffee family (Rubiaceae), the mints (Lamiaceae), spurge (Euphorbiaceae) and myrtles and eucalypts (Myrtaceae). WCSP is compiled from the botanical literature and then reviewed by experts. One of its strengths is that it is supported by over 160 collaborators around the world, who contribute to and review the data. It provides full synonymy, distribution information to country level enabling geographically based searches, information on life form, bibliographic references to taxonomic concepts, and links to further information. However, coverage is incomplete (126,400 species), and it may be unclear to non-specialist users whether their plant of interest is treated or not. WCSP is aimed at botanists and horticulturists using scientific names.

The Plant List (TPL, www.theplantlist.org) is a collaborative venture coordinated by the Royal Botanic Gardens, Kew and Missouri Botanical Garden, and relies on collaborators managing significant taxonomic data resources. The approach adopted was to merge into a single consistent database the best of the taxonomic information available in digital form through a defined and automated process. Accepted names and synonymy relationships from global checklist datasets were augmented by additional names and synonymy relationships drawn from floristic (regional and national) datasets. An automated process was used to compare the taxonomic judgements expressed within the diverse datasets and conflicts or inconsistencies were resolved using suites of logical rules designed to mimic the thought processes a taxonomist might use to decide between two divergent accounts. Species names not incorporated as a result of this process were added from IPNI, rendering the TPL comprehensive for plant names. Final checks and adjustments enhanced logical consistency.

The Plant List met its objective of providing a ‘best effort’ list, responding to the demand for a working list and stimulating further efforts. The strengths of TPL (Allkin 2014b) are that it is comprehensive, indicates synonymy based upon the contributing data sources and uses a star rating to indicate the relative confidence in the status of each name record. The user interface is simple and attractive with links to data sources and other information. Nonetheless, TPL is far from perfect and represents work in progress. Around 25% of names in TPL are ‘unresolved’ indicating that the source data sets included no information on their taxonomic status or conflicted with one another. Several authoritative sources of taxonomic opinion for large groups or regions were not included in the current version of TPL simply due to constraints on time and resources. TPL is static: it is neither edited directly nor updated regularly from the original data sources. Feedback and corrections pertaining to records in TPL are passed to the source database for consideration. If accepted by the source database they may be incorporated in a future version of TPL. This results in TPL data becoming out of date. Unlike WCSP, TPL contains no geographical information.

Despite limitations in the quality of data it provides, TPL attracts far more use than IPNI or WCSP from a much wider set of users (Table 1). It seems the audiences for IPNI and WCSP are more sophisticated users, comfortable with the more complex interfaces and interpreting high quality technical information. Feedback from users suggests that the audiences of TPL are attracted by its comprehensive nature, its ease of use and the external linkages to other information resources. These linkages also contribute to TPL’s prominent position in the results of web search engines. One of most frequent criticisms received by the editors of these plant name resources are that they do not deal with common names and lack validated images.

Resource	Number of visits	Number of unique users
The Plant List	2,726,096	1,337,771
IPNI	589,733	213,683
World Checklist	269,894	112,838

Table 1. Usage statistics the plant name resources calculated from Google analytics. Number of visits (sessions) and number of unique visitors calculated from 1 January 2015 to 31 December 2015.

Deciding how best to interpret common names which are used to refer to more than one plant is a problem for many users. The name ‘fang ji’, for example, is a noteworthy case in point. Owing to certain shared clinical attributes, this name was widely used within Traditional Chinese Medicine (TCM) to refer to the root of either *Stephania tetandra* S.Moore or *Aristolochia fangchi* Y.C.Wu. This dual usage arose due to an understanding within TCM that these species could be used interchangeably to treat certain medical conditions. Their chemistry, however, is quite different, with *A. fangchi* (like all species in this genus) containing nephrotoxic compounds called aristolochic acids, together with carcinogens. In the early 1990s, unaware of these toxicity differences and indeed probably also that this common name could refer to more than one species, a Belgian slimming company included ‘fang ji’ in one of its slimming products (unconnected with TCM), with fatal consequences. The ‘fang ji’ included was the *Aristolochia* species and not the *Stephania*; the latter is devoid of these toxic compounds. The outcome was 115 patients with kidney failure, of which 46 also developed urinary carcinomas. At least four patients died (Gokmen and Lord, 2012; Nortier *et al.*, 2000; Vanherweghem *et al.*, 1993). Had there been greater awareness of the potential confusion over the identity of ‘fang ji’, these tragic outcomes might have been avoided.

Methods: determining the needs of users

To varying degrees IPNI, WCSP and TPL are aimed at plant scientists, some particularly at systematists. However, high quality plant names underpin everyone's ability to communicate and discover information about plants. How can the information in these resources be made more accessible and useful to a broader audience? To answer this question it is vital to understand users' requirements: what information do users need, and how is it to be used?

Kew's Medicinal Plant Names Services (MPNS) (www.kew.org/mpns) is a project designed to build a global resource for medicinal plant names, enabling health professionals and researchers to access information about plants relevant to pharmacological research, health regulation and traditional medicine. Although the resource has relevance for a much wider audience, for example conservationists, MPNS deliberately focused on a particular group of related users so as to determine more precisely the requirements of this user community. From the outset, identification of and interaction with the user landscape was prioritised, with a significant budget for this activity, as well as time and resources to respond to lessons learnt both in terms of the design and functionality of the services, and the scope of the underlying resource.

A range of different approaches including conferences, questionnaires, invited workshops, one to one meetings and planning meetings were selected as means of engaging with prospective users to discover their requirements and priorities. Our involvement with these communities of users gradually intensified as we have understood more clearly how to engage and as those communities have come to recognise our work. Professional meetings provide opportunities to communicate and disseminate the services that we offer, explain their relevance and hear suggestions. Workshops target particular audience segments with which we can work to define the benefits to them of more efficient and more rigorous use of plant names. Workshops enable us to test ideas, observe users interacting with proposed systems and obtain feedback to drive improvements. One to One meetings allow us to learn of local functional requirements and priorities.

Results: medicinal plant names services

Extended and diversified engagement with users has made us aware of major requirements such as the absolute necessity of covering pharmaceutical, trade and common names (and how these map onto the botanical nomenclature) as well as the ability of users to find scientific names exactly as they are used within the medicinal literature and regulations (however misspelt or misused they may be). We also better understand how plant names are captured in users' own systems. In many cases their existing data structures are unable to deal appropriately with plant names. For example, they may not be able to deal with multiple names for a single species (synonymy) or appreciate that the same binomial may refer to more than one species (homonymy). Many users request training as to how best to deal with the complexities of plant names.

To meet the identified demands, MPNS has designed and built several outputs in the form of information services. An open access portal provides for simple manual search of scientific, pharmaceutical (pharmacopoeial) and common names (<http://apps.kew.org/mpns-portal/>). A search using 'Fang Ji' returns the currently accepted scientific names of both species to which 'Fang Ji' may be applied, along with the alternative scientific names for these species, other relevant non-scientific names and references in which those names appear. Further information tabs take the user to links to external digital resources and allow the user to search these using either the accepted scientific name alone, or all scientific synonyms of that plant simultaneously. As might be anticipated the latter searches return far more data records since many will be stored under older synonyms.

MPNS will offer other services designed to meet more complex needs. These include:

1. **Name Validation:** checking lists of plant names held by other organisations and individuals. MPNS can correct spellings, propose updates to taxonomy and nomenclature, and enrich such lists with all known synonyms for each plant. This enables detection of single plants appearing repeatedly under alternative names, and can embed unique digital identifiers into client databases to facilitate maintenance of data and future updates.
2. **Web Services:** connecting user IT systems to MPNS electronically enabling validation of names as they are entered, the refreshing of client databases as plant names change, building comprehensive names indexes, and intelligent data mining.
3. **Vocabulary Control:** providing authoritative reference lists, ontologies, terminological controls and data subsets for use in other organisation's information systems.
4. **Harmonisation:** mapping plant lists onto plants cited in legislation or by other organisations or publications so as to show overlaps, detect gaps and enhance communication.
5. **Consultancies:** providing expert advice in the use and interpretation of medicinal plant names, as well as in devising workflows to capture and store scientific plant names appropriately and designing database structures to manage these names.
6. **Training:** specialist training courses for people working with medicinal plant names to enable safe and efficient working practices. Courses at Kew or on-site for larger clients.

Extended and diversified engagement with users has made us aware of major requirements such as the absolute necessity of covering pharmaceutical, trade and common names ... as well as the ability of users to find scientific names exactly as they are used within the medicinal literature and regulations ...

Access to the portal is free, but there are charges for some of the more complex, value-added services, generating revenue to help cover the costs of maintaining and updating the core taxonomic and nomenclatural data as well as the costs of providing the services themselves.

Discussion: plant names resources in the 21st century

MPNS exemplifies a way ahead for botanical resources. It demonstrates the relevance and importance of taxonomic research but provides mechanisms for non-specialist users to access that information. Three major challenges are inherent in the approach taken by MPNS: technical, sociological and resourcing.

Technical Challenges

Technical innovations are required to maximise the potential reuse of data. Key approaches include attaching persistent identifiers to elements of knowledge such as names and taxonomic concepts (the accepted name and its set of synonyms). Persistent identifiers allow users always to refer to a particular record unambiguously and facilitate transfer of information from one computer-based system to another. Persistent identifiers for scientific names have been implemented by IPNI and others, but are lacking for taxonomic concepts which would be more useful to the MPNS audience. The MPNS audience are interested in links to other data resources. Registries of information content would make potentially available resources more easy to discover and facilitate linkage.

Sociological Challenges

Unlike traditional botanical resources, the emphasis of MPNS is not on providing the correct name which should be used for a particular species, although that information is indicated. Rather the focus is on allowing users to appreciate what names might have been applied to the plant they are interested in, and using that data to mine other resources or manage their own data more effectively. This is a change of mind-set for many botanists and involves developing new practices, such as maintaining a record of misspellings and inappropriate use of names in order to interpret data from resources with less reliable plant name data. The nomenclatural purist would seek to “correct” those errors and hide them. In the real world these names are in use. The user group offers opportunities since they have their own information on plant names, and hold data which may be missing from MPNS. Viewing users and providers as one community who can work together will lead to stronger relationships and a higher quality product.

Although MPNS does not seek to impose the use of particular names, through use of MPNS over time, different user groups may improve their understanding of plant names and perhaps move towards an increasing consensus as to which names to use in preference to others. That such consensus may ultimately be reached voluntarily is indeed a goal worth working towards, since this may gradually introduce increased harmonisation of names reducing current confusion, for the benefit of all.

Working with the developers of professional data standards and legislation relevant to a particular user group is another way of disseminating the value of the MPNS resource to those working with medicinal plant names. MPNS has provided expert advice on the implementation of an ISO standard¹⁷ for the unique identification of substances used in medicinal products. By co-authoring the Herbal annex and providing controlled vocabularies for plant parts and plant names, MPNS is contributing to the ISO’s requirement for consistency in the naming of substances, and will benefit from increased impact and sustainability for the MPNS resource and associated services.

Resource Challenges

There is a growing demand for open access to information. Currently many resources make data available under restrictive licences, hampering the flow of information. The EU Framework 7 project i-proBiosphere developed the Bouchout Declaration (<http://www.bouchoutdeclaration.org/declaration/>) as a set of principles for institutions and individuals to sign and support. These outline the need for open access and some of the technical requirements, mentioned above, necessary to create an ‘open biodiversity knowledge management’ system. The aim is to improve the availability of biodiversity information and its management. Adoption of these principles will greatly enhance the impact and utility of the information that botanists produce. Pressures for open access to data derive increasingly from Government and from funding bodies. The Wellcome Trust that supports MPNS has an explicit open access policy “*The Wellcome Trust therefore supports unrestricted access to the published output of research as a fundamental part of its charitable mission and a public benefit to be encouraged wherever possible*” (<http://www.wellcome.ac.uk/About-us/Policy/Policy-and-position-statements/WTD002766.htm>). Nevertheless The Wellcome Trust Programme Officers express equal concern for the sustainability of resources and services developed by MPNS.



17 ISO/DTS19844 Health Informatics – Identification of medicinal products – Implementation Guide for EN ISO 11238 Data elements and structures for the unique identification and exchange of regulated information on substances (2014)

That MPNS has been developing an explicit business model to sustain both data resources and the services built upon them may, at first glance, appear contrary to the principle of open access. Institutional support for such resources is critical, and in particular the technical structures, core data and business needs must be embedded within the strategic aims of the institution. As pressure increases on budgets for publically funded research in general, enhanced cost recovery even for partly publically funded institutions is vital. MPNS approaches this problem in several ways. The portal is open access whilst value added services are provided under licence which may therefore be charged for and the income used to help offset costs. The development of MPNS has been designed to be modular, enabling the scope of services or name data to increase as further funding from clients or grants becomes available. Cost savings can result from building a core institutional information architecture which can service different communities with appropriate, tailored data. Developing income-generating services for each new group requires close communication with the intended users to ensure a clear understanding of their specific needs and how the benefits of the service to the user outweigh the costs.

Conclusions

Plant name resources should serve a wider community than just the botanists and systematists that have previously been their creators and their audience. Additional users of plant names will differ in their requirements. Understanding these requirements is best achieved through collaboration between data providers and potential users, and it takes time to nurture these complex relationships. Plant names resources need to become more collaborative with providers, who understand the strengths and limitations of their data, reaching out to potential users, who may also have a role in improving or adding data. It is important to obtain clearly articulated user needs including how best to disseminate data for maximum benefit. The providers of plant name resources will need to be more business-like in their approach, understanding their costs, potential income streams and balancing the needs of open access and income generation through value added services or grants. Building bridges with users will ultimately increase the impact of plant name data across society.

Acknowledgements

MPNS is funded by the Wellcome Trust Grant #046369: “Plant Name Information Services. Work on the Bouchout Declaration was funded as part of pro-iBiosphere project (<http://www.pro-ibiosphere.eu/>) funded by the EU Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement №312848.

References

- Allkin, R. (2014a) Communicating safely and effectively using plant names. In *Traditional Medicine and Globalization, Society of Ethnopharmacy, Maven* (Kolkata) (pp 111-125).
- Allkin, R. (2014b) What is in a name? The need for accurate scientific nomenclature for plants. *Journal of Ethnopharmacology* 152, 393-402.
- Croft, J., Cross, N., Hinchcliffe, S., Lughadha, E. N., Stevens, P. F., West, J. G., & Whitbread, G. (1999). Plant names for the 21st century: the International Plant Names Index, a distributed data source of general accessibility. *Taxon*, 317-324.
- Gokmen, M. And Lord, G., (2012). Aristolochic Acid Nephropathy: A disease that could be prevented through more careful regulation of herbal products. *BMJ* 344 (E4000), 1-2.
- International Plant Name Index (2014). Published on the Internet; www.ipni.org [accessed 1 October 2014].
- Jackson, B. D. (1924) The history of the compilation of the Index Kewensis. *Journal of the Royal Horticultural Society of London*, 49, 224-9
- Jackson B. D. (1887) the new 'Index of Plant Names'. *Journal of Botany, British and Foreign*, 25: 66-71, 150-151.
- Medicinal Plant Names Services Portal (2014), Royal Botanic Gardens, Kew, accessed on 01/10/2014.
- Nortier J.L. *et al.* (2000) Urothelial carcinoma associated with the use of a Chinese herb (*Aristolochia fangchi*) *N Engl J Med* 342: 1686-1692.
- Paton, A. J., Brummitt, N., Govaerts, R., Harman, K., Hinchcliffe, S., Allkin, B., & Lughadha, E. N. (2008). Towards Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation: a working list of all known plant species—progress and prospects. *Taxon*, 57(2), 602-611.
- Paton, A. (2009). Biodiversity informatics and the plant conservation baseline. *Trends in Plant Science*, 14(11), 629-637.
- Patterson, D. J., Cooper, J., Kirk, P. M., Pyle, R. L., & Remsen, D. P. (2010). Names are key to the big new biology. *Trends in ecology & evolution*, 25(12), 686-691.
- Steudel, E. G. (1840). *Nomenclator botanicus, seu: Synonymia plantarum universalis, enumerans ordine alphabetico nomina atque synonyma, tum generica tum specifica, et a Linnaeo et a recentioribus de re botanica scriptoribus plantis phanerogamis imposita* (Vol. 1). Typis et sumptibus JG Cottae.
- The Plant List (2014). Version 1.1. Published on the Internet; www.theplantlist.org/ (accessed 1 October 2014).
- Vanherweghem, J. L., Tielemans, C., Abramowicz, D., Depierreux, M., Vanhaelen-Fastre, R., Vanhaelen, M., ... & Jadoul, M. (1993). Rapidly progressive interstitial renal fibrosis in young women: association with slimming regimen including Chinese herbs. *The Lancet*, 341(8842), 387-391.
- WCSP (2014). *World Checklist of Selected Plant Families*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://apps.kew.org/wcsp/> Retrieved 1 October 2014.



Présentation
de Frédéric
Dupont,
Université de
Lille 2, Lille,
France

Les facultés de pharmacie, temples de la botanique ?

Auteur

Frédéric Dupont

Résumé

Les facultés de pharmacie, les facultés des sciences, les écoles d'ingénieurs du vivant et les formations supérieures courtes techniques sont les lieux actuels de transmission du savoir botanique en France. Jusqu'en 2010, les facultés de pharmacie étaient le lieu principal de la transmission d'un savoir étendu sur la systématique des Cormophytes avec plus de 50 heures de cours magistral lors de la première année, complété en 3^e année d'enseignements sur les plantes médicinales et toxiques. Depuis la création de la PACES (première année commune des études de santé) en 2010, cet enseignement a fortement diminué : il ne comporte plus, selon les facultés de pharmacie de France, qu'entre 7 et 20 heures de cours en seconde année de licence. L'expertise botanique du pharmacien d'officine devient alors insuffisante. La France est particulièrement impactée par la diminution de la botanique. Après la suppression des diplômes français d'herboriste en 1941, la part de la botanique dans l'enseignement supérieur a régulièrement baissé depuis les années 1950, y compris dans les autres filières non pharmaceutiques. L'expertise botanique attendue à l'issue des différentes filières scientifiques et médicales n'est plus au rendez-vous. Le savoir naturaliste en général et botanique en particulier disparaît chez les formateurs puis chez les maîtres eux-mêmes dont un nombre croissant n'osent plus révéler leur ignorance de la botanique devant les élèves ou les étudiants.

La création des conservatoires botaniques nationaux, hauts-lieux d'activité botanique, ne doit pas être considérée comme une solution au problème car les buts premiers de ces structures sont les inventaires botaniques et la conservation avec éventuellement un aspect éducatif.

En réaction au vide croissant dans les universités françaises, certaines facultés commencent aussi à proposer de nouveaux enseignements optionnels de botanique de terrain, de systématique, d'écologie et d'ethnobotanique.

Hors du cadre universitaire, en attendant un véritable retour des enseignements naturalistes dans l'enseignement supérieur, des formations, très demandées par tout un public, se mettent en place. Les formations naturalistes proposées peuvent être prises en main par des professionnels ou des universitaires (écoles des plantes) mais aussi par des amateurs ou des passionnés.

Le but de cette présentation est de faire un état des lieux des enseignements de la botanique en France en général et dans la filière pharmaceutiques en particulier, pour que nos décideurs mettent enfin en adéquation l'offre à la demande pour le 21^e siècle.

Mots-clés : formation, expertise, botanique, enseignement supérieur

Abstract

Faculties of pharmacy, faculties of sciences, life engineering schools and technical vocational higher education institutions are the current places for transmission of botanical knowledge in France. Until 2010, systematics of Cormophytes is mostly taught in faculties of pharmacy. With the creation of the PACES (common first year of health studies) in 2010, this teaching has declined drastically. The botanical expertise of pharmacists becomes insufficient. France is particularly affected by the decrease in botany training. After the removal of French diplomas herbalist in 1941, the place of botany in higher education has steadily declined since the 1950s, including in other non-pharmaceutical sectors. The expected botanical expertise after the various scientific and medical training is lacking. The naturalist knowledge and, especially botany, disappears among trainers and teachers. The creation of national botanical conservatories, high places for botanical activities should not be considered as a solution to the problem because the primary goals of these structures are plant inventories and plant conservation with possibly an educational component.

In response to the growing lack in French universities, some Faculties are starting to offer new optional botany, systematic, ecology and ethnobotany field training.

Outside universities, lots of trainings are put in place to fill the need and interest of general public, pending the return of naturalist teaching in higher education. Proposed trainings are carried out by professionals or academics (plant schools) but also by amateurs or passionate individuals.

The purpose of this presentation is to take stock of the place of botany in France in general and in the pharmaceutical sector in particular. It is an advocacy towards policy makers to shape the offer in botany training in line with the needs for the 21st century.

Keywords: training, expertise, botany, higher education

Introduction

Lors de la fin de mes études secondaires, déjà passionné de botanique, se posait la question de choisir la bonne filière pour suivre des études supérieures et devenir botaniste.

A l'époque, deux voies s'offraient, celle de la faculté de pharmacie de Lille, vivier de botanistes comme le Pr. Géhu, qui m'a initié à la phytosociologie ou le Pr. J.-R. Wattez, autre phytosociologue de renom, également pharmacien, puis le Pr. A. Delelis, auquel je succède depuis 2005. L'autre voie, celle de la faculté des sciences a été finalement choisie car elle comportait à l'époque davantage de sciences naturelles et la possibilité de suivre une maîtrise de botanique. Oui, des maîtrises de botanique existaient en France, puis des DEA et enfin des doctorats... Dans les facultés des sciences fleurissaient encore de grands noms de la botanique que j'ai côtoyé à Toulouse les professeurs H. Gaussen et J. Trochain ou bien eu comme maîtres à Lille : les professeurs R. Linder, R. Jean, D. Petit, R. Bourriquet, L. Lacoste, E. Bonnot). J'ai eu aussi la chance de goûter à la troisième voie qui implique la botanique, celle des écoles d'ingénieur du vivant et ses maîtres : le Pr. R. Delpech à Paris et les Pr. J. Montégut et Ph. Jauzein à Versailles. Aujourd'hui le mot « botanique » voire même « végétal » a disparu des formations de même niveau (la maîtrise se situait entre la licence et le master). Mon expérience avant-après la réforme de 2010 dont il sera question permet d'analyser l'évolution récente de l'enseignement de la botanique dans ces lieux et plus spécialement dans les facultés de pharmacies, qui étaient jusque dans les années 2010 les temples de la botanique en France.

La botanique dans les facultés de pharmacie françaises jusqu'en 2010

Depuis des siècles, les facultés de médecine et de pharmacie (parfois encore physiquement associées) sont les lieux privilégiés de l'étude scientifique et de l'enseignement de la botanique.

La botanique a disparu des programmes des études de médecine dans les années 1960. Selon les textes officiels du programme français des études de pharmacie (section II-Sciences de la vie ; II-10 : Biologie végétale et botanique, site 1) : « L'enseignement de la botanique en pharmacie a pour but de donner aux étudiants :

- › les bases nécessaires à la connaissance de toute espèce végétale intéressante en pharmacie
- › les notions d'écologie végétale en relation avec l'environnement »

Il existe 25 facultés de pharmacie en France dont les botanistes et mycologues forment une association nationale STOLON (site 1).

Une enquête faite par STOLON en 2006 présente la situation d'avant 2010 : les enseignements de botanique en faculté de pharmacie étaient concentrés sur les deux premières années au cours des six années d'études de pharmacie. En première année, la plus importante pour la botanique, le temps moyen d'enseignement en botanique générale était de 48 heures de cours + 15 heures d'enseignements dirigés, sans compter la pharmacognosie ainsi que des unités optionnelles réparties entre la 3^e et 5^e année ; tout ceci avec une grande hétérogénéité géographique.

Depuis des siècles,
les facultés de médecine
et de pharmacie (parfois
encore physiquement
associées) sont les lieux
privilégiés de l'étude
scientifique et de
l'enseignement
de la botanique.
.....

Cours	Enseignement dirigé	Travaux pratiques
volumes horaires en 1^{ère} année		
32,5 heures [20 – 42]	9 heures [1,5 – 18]	
volumes horaires en 2^e année		
17,5 heures [8 – 24]	5,5 heures [1,5 – 7,5]	14,5h [9 – 18]
total 1^{ère} et 2^e années		
48,5 heures [30 – 64]	48,5 heures [30 – 64]	14,5h [9 – 18]

Figure 1. Hétérogénéité des volumes horaires avant la réforme de 2010, d'après l'enquête SOLON de 2006 sur l'enseignement de la botanique et de la mycologie en faculté de pharmacie en France

La figure 1 nous révèle à la fois l'importance globale de la botanique avant la réforme de 2010 et son hétérogénéité géographique (les données extrêmes sont indiquées entre crochets).

Le cas de la faculté de pharmacie de Lille avant 2010

Il s'agissait d'un cas moyen en France avec un bon volume horaire de botanique générale et de systématique préparant aux enseignements de pharmacognosie (site 2).

Le cours magistral de 1^{ère} année (700 étudiants) représentait la plus grande partie de la botanique dans le cursus pharmaceutique ; il comprenait 38 heures de cours de Botanique générale et systématique phylogénétique illustré par 14 heures d'enseignements dirigés.

Ce cours de botanique était complété par 18 heures cours de biologie végétale (physiologie).

A cause du nombre trop élevé d'étudiants en 1^{ère} année, les travaux pratiques étaient remplacés par des expositions et une présentation du jardin botanique de la faculté.

Les travaux pratiques étaient repoussés en 2^e année, après le *numerus clausus*, avec seulement 200 étudiants à Lille avec 2 TP de physiologie végétale , 2 TP d'anatomie végétale et un TP d'identification de la flore, en vue de réaliser l'herbier à rendre en 5^e année

Un enseignement dirigé de 15 heures de biologie végétale était également proposé.

La botanique revenait un peu en 3^e année, sous forme de cours d'écologie végétale (option officine) : (écosystèmes, environnement et santé, démarche ethnopharmacologique, rôle du pharmacien d'officine), complétés d'une sortie, la seule excursion de tout le cursus des six années de pharmacie.

Enfin en dernier cycle : les étudiants de 5^e année officine devaient suivre une UV obligatoire « Plantes et Santé » basée sur la reconnaissance et l'identification (reconnaitances, plantes médicinales sèches (avec la pharmacognosie), champignons sur le terrain, végétaux toxiques (avec la pharmacognosie), homéopathie (avec la pharmacognosie). Un herbier facultatif de 50 plantes complétait cet enseignement.

Parmi les autres formations botaniques en faculté de pharmacie figurait – et figure toujours – le DEUST Santé Environnement, formation de deux ans mise en place pour les reçus-collés du concours de pharmacie.

Ce DEUST comporte aujourd'hui encore un nombre d'heures de botanique important (25 heures cours Systématique, 6 heures de sorties 12 heures de travaux pratiques, herbier de 30 plantes)

C'est le seul herbier qui subsiste aujourd'hui. Les pharmaciens n'en font plus.

Depuis 2001 fonctionne à Lille la seule formation diplômante universitaire en ethnobotanique, le DU (diplôme universitaire) d'ethnobotanique appliquée : il comprend, outre des notions d'anthropologie, de sociologie et de méthodologie, notamment 15 heures d'initiation à la botanique et à l'identification des plantes ; cette formation a toujours beaucoup de succès.

Menaces annoncées en 2006

Avant la mise en place de la réforme, des menaces pesaient déjà et s'accroissaient depuis plusieurs années :

L'enquête STOLON de 2006, faisait état de la perte de 8 postes de professeurs de botanique ou de mycologie perdus depuis 2004, dans l'ensemble des 25 facultés de pharmacie de France et 3 postes menacés à court terme.

A l'époque, 10 facultés de pharmacie sur 25 n'avaient plus de professeurs de botanique ou de mycologie.

La réforme du 1^{er} cycle des études de santé débute en 2010 avec la 1^{ère} année commune des études de santé (PACES), ne fera que précipiter cette évolution.

Le projet de modifier les études de santé est annoncé en juin 2006, pour adapter les cursus des différentes filières des études de santé qui ne suivaient pas le système Licence-Master-Doctorat appliqué partout en Europe.

Le mot « botanique » disparaît alors des programmes de pharmacie (Projet de réforme des études de santé, rapport Thuilliez, juin 2006, site 3)

L'enseignement de la botanique est différé en seconde année (L2) et remplacé par le mot biologie végétale. Aujourd'hui, ce qui reste de botanique est caché sous le titre de l'unité de valeur V de Licence « Biodiversité et bio-évolution des règnes végétal et animal », totalisant 30 heures de cours (voir plus loin).

Analyse des conséquences de la mise en place de la réforme de 2010

La PACES est venue ébranler l'édifice, en équilibre depuis quelques années. La plupart des matières de 1^o année de pharmacie comme la botanique ont du migrer vers les autres années ou se dissoudre. Peu de disciplines purement pharmaceutiques trouvaient leur place dans les programmes de PACES dont les programmes ont été fortement influencés par ceux des facultés de médecine.

Au niveau français, un bilan a été fait fin 2010 pour chiffrer l'état de l'enseignement de la botanique en PACES, année qui remplace l'ancienne première année de pharmacie.

Seule l'unité d'enseignement 7 intitulée « Santé, société, humanité » permet d'inclure la botanique par le biais de l'environnement. Le tableau (figure 2) complété par STOLON (site 1) donne l'état des lieux fin 2010, après la mise en place de la 1^o année PACES.

Amiens	UE7 : 20 h ; UE spécifique : 15 h de Botanique générale
Angers	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 9 h de Botanique
Besançon	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Bordeaux	UE7 : 5 h ; UE spécifique : 0 h
Caen	UE7 : 30 h (20 h de CM et 10 ED); UE spécifique : 0 h
Clermont-Ferrand	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 22 h (introduction à la Botanique pharmaceutique)
Dijon	UE7 : 12 h ; UE spécifique : 0 h
Grenoble	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Limoges	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Lille	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Lyon	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 8 h
Marseille	UE7 : 16 h (dont 10 h de Botanique) ; UE spécifique : 0 h
Montpellier	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Nancy	UE7 : 26 h (dont 7 h de Bota/Myco) ; UE spécifique : 0 h
Nantes	UE7 : 15 h (dont 10 h de Bota/Myco) ; UE spécifique : 20 h (13 h Bota/Myco)
Paris V	UE7 : 0 h ; UE spécifique : 0 h
Paris XI	UE7 : 24 h (dont Bio Animale : 6 h) ; UE spécifique : 0 h
Poitiers	UE7 : 2 à 4 h ; UE spécifique : 12 h de Sciences végétales et Santé
Reims	UE7 : 10 h ; UE spécifique : 0 h
Rouen	UE7 : 8 h ; UE spécifique : 0 h
Toulouse	UE7 : 5h30 (4 h CM et 1h30 ED) ; UE spécifique : 0 h
Tours	UE7 : 5 h ; UE spécifique : 20 h

Figure 2. Volumes horaires de botanique ou de mycologie au cours de la première année de mise en place de la PACES, dans 22 facultés de pharmacie françaises

Les chiffres très inégaux illustrent bien la liberté des programmes dans les universités mais aussi l'inégalité flagrante vis-à-vis de la botanique. Les extrêmes vont de zéro à 30 heures. Pour plusieurs facultés de pharmacie dont Lille, il n'y a plus du tout de botanique en 1^{ère} année.

Le cas de Lille depuis la mise en place de la réforme

A la faculté des sciences biologiques et pharmaceutiques de Lille (site 2), depuis 2010, la botanique n'apparaît qu'en 2^e année (tronc commun, 220 étudiants) dans la seule UE 7 qui comporte de la botanique, intitulée « Biodiversité et bio-évolution des règnes végétal et animal » : 30 heures (3ETCS).

La moitié de l'UE concerne les sciences végétales et fongiques : 15 heures (1,5 ETCS)

Avec 9 heures de cours Magistraux (1 heure de physiologie végétale, 1 heure de présentation du règne fongique et 7 heures de botanique générale : 1^o Procaryotes photosynthétiques, 2^o Eucaryotes végétaux, 3^o algues, 4^o bryophytes, 5^o ptéridophytes, 6^o Spermaphytes (Anatomie, morphologie et évolution).

2 séances de 3 heures de travaux pratiques : anatomie, morphologie, fonctionnement de l'appareil végétatif puis de l'appareil reproducteur des végétaux.

Un étudiant de Lille pourra ainsi sortir diplômé pharmacien en n'ayant eu dans son long cursus de six années, pour la botanique : 7 heures de cours + 6 heures de TP (+ 2 heures de mycologie + physiologie) et pour les plantes médicinales 15 heures de cours + 4 heures d'ED (enseignements dirigés) +12 heures de TP : en tout, il aura passé en moyenne 7 heures par année d'étude à entendre ou à voir des plantes ou des champignons.

Les programmes de pharmacognosie ont mieux résisté à la réforme que la botanique. A Lille, la phytochimie est faite en 2^e année (tronc commun) et les monographies de plantes médicinales en 3^e année (tronc commun) avec 15 heures de cours magistral : 15 heures , 3 heures d'enseignements dirigés et 4 séances de 3 heures de travaux pratiques sur les plantes médicinales.

Comme dans d'autres facultés, les officinaux reçoivent en 5^e année un enseignement sur les plantes et champignons toxiques, il s'agit de l'UE4: « Pharmacien et environnement » avec 15 heures d'enseignement les champignons toxiques, les végétaux toxiques et la toxicologie de l'environnement.

Comparaison avec des pays voisins

Que se passe-t-il autour de nous en Europe ?

Faculté	Botanique générale	Plantes médicinales et toxiques	Mycologie	TOTAL BOTANIQUE MYCOLOGIE
France (2006)	77	nc	nc	nc
Lille – F	14 + (25)	30 + (5)	1 + (5)	45 + (35)
Clermont-Fd – F	32 + (33)	50	10	92 + (33)
Louvain – B	40	37	20	97
Lausanne et Genève – CH	130	30	12	172

Figure 3. Comparaison entre deux exemples français contrastés (Lille, site 2 et Clermont-Ferrand, site 4) et deux exemples européens francophones (Belgique, site 5 et Suisse, site 6). Les chiffres sont de 2014 et indiquent les volumes horaires de d'enseignements de botanique ou de mycologie, accompagnés éventuellement des volumes horaires d'enseignements optionnel..

La figure 3 a été obtenue d'après l'examen des programmes d'enseignement de 4 facultés de pharmacie, dont deux étrangères. Lille est un exemple de faculté de pharmacie où l'on enseigne en 2014 le minimum de botanique en France, avec 8 heures de cours de botanique générale dont 1 heure de physiologie (contre 77 jusqu'en 2010) soit 10 fois moins! Clermont-Ferrand est l'une des facultés où l'on enseigne le plus de botanique, avec un volume comparable à celui de Louvain en Belgique. Nos voisins suisses font beaucoup de botanique générale en cours et travaux pratiques bien que sous des libellés botaniques, certains autres cours (environnement, écologie...) puissent être glissés (P-A. Loiseau, communication orale).

Pourquoi une telle évolution de la botanique en faculté de pharmacie ?

On peut distinguer des facteurs qui touchent tout l'enseignement et ceux qui touchent spécifiquement les facultés de pharmacie.

Causes générales

Différents facteurs interviennent d'une manière générale dans l'enseignement supérieur, aussi bien en pharmacie, en sciences que dans les écoles d'ingénieurs agronomes ou horticoles :

- d'abord, c'est l'émergence de nouvelles disciplines : biologie moléculaire, biotechnologies, informatique ou le développement d'autres comme l'anglais, l'expression orale ; il fallait faire de la place dans les programmes et dans de nouveaux recrutements d'universitaires,
- ensuite, c'est la difficulté pour obtentions de crédits et de postes réservés longtemps aux disciplines susceptibles d'améliorer la santé humaine,
- c'est aussi la séduction pour des sciences sophistiquées qui nécessitent des équipements de recherche lourds compliqués et coûteux,
- inversement, on a consciemment ou inconsciemment, rejeté les sciences poussiéreuses descriptives pratiquées depuis plusieurs siècles, dont la botanique, la zoologie et la géologie,
- de plus, c'est la lenteur inhérente aux recherches en botanique sur le terrain allée à la difficulté d'accès aux revues prestigieuses, qui pénalise la carrière des chercheurs qui choisissent cette voie,
- enfin, les écoles doctorales ont un rôle négatif sur la botanique car elles ne proposent plus le mot végétal dans leurs thématiques ; pour les doctorants en sciences pharmaceutiques, seulement 10%

des thèmes de recherche de doctorats (site 1) concernent la biodiversité et l'écologie avec, sous ces libellés, éventuellement, un peu de botanique. Ceci pose donc des problèmes de recrutement de jeunes universitaires qui préfèrent la recherche en laboratoire à la botanique de terrain ; cela se traduit par la rareté des candidats et leurs niveaux pratiques insuffisants pour enseigner la botanique générale. L'interpellation du gouvernement à l'assemblée nationale en 2007 (MALECOT, 2007) souligne ce fait : Madame Poletti, députée, déclare « ...*Il semble qu'il y ait une désaffection pour ce type de formations universitaires...* ». Les nouveaux doctorants sont très pointus dans leur domaine mais ne connaissent plus les plantes en général, faute de pratique.

Les nouveaux doctorants sont très pointus dans leur domaine mais ne connaissent plus les plantes en général, faute de pratique.



Causes propres aux facultés de pharmacie

C'est la place croissante de la chimie et des synthèses qui a réduit l'impact des médecines traditionnelles à base de plantes, sous l'influence de certains laboratoires pharmaceutiques. Enfin et spécifiquement en France, nous l'avons détaillé plus haut, la mise en place de la réforme des études de santé, dont la PACES a été régie – de fait – par beaucoup de facultés de médecines au détriment des disciplines pharmaceutiques, ces dernières ont du mal à se redéployer dans les années suivantes, déjà encombrées.

Actions menées pour compenser cette évolution

Avec des notions limitées aux seules plantes médicinales et toxiques reçues en tronc commun, il manque à présent dans le cursus pharmaceutique les bases fondamentales de la botanique et de la systématique des familles de plantes. Ces bases font l'articulation entre les notions d'évolution des végétaux et les monographies de plantes médicinales.

L'enseignement librement choisi « Botanique de la Santé »

Pour pallier à ce manque important de botanique générale, quelques facultés de pharmacie, comme celle de Lille, ont proposé depuis 2010 un enseignement optionnel qui présente les principales familles de plantes et les espèces les plus utilisées dans le domaine de la santé.

A Lille (site 2) : en 2^e année, les étudiants en pharmacie doivent choisir deux ELC (Enseignements librement choisis) valant chacun 3 ETCS.

L'ELC de botanique de la santé a ainsi été mis en place en 2011 et comporte 25 heures d'enseignement bloqués sur une semaine avec 15 heures de cours magistral sur la classification et systématique des végétaux (Gymnospermes et Angiospermes), 2 séances de 3 heures travaux pratiques : dissection florale et identifications de la flore à l'aide de clés dichotomiques et la visite d'un jardin botanique.

Le diplôme universitaire de botanique de terrain

Le déficit de formations universitaires naturalistes a été stigmatisé en 2007, donc avant même la mise en place de la réforme LMD, par Madame Poletti (MALECOT, 2007) en interpellant le Ministre de l'éducation nationale l'assemblée, lors des questions au gouvernement ainsi :

« ...le manque de spécialistes de la faune et de la flore en France. En effet, actuellement, lorsque l'on veut mener une étude sur la faune ou la flore, on rencontre des difficultés pour trouver un spécialiste en la matière, que ce soit un zoologue ou un botaniste. Il semble qu'il y ait une désaffection pour ce type de formations universitaires. Or, à l'heure où l'on parle de préservation et de valorisation de la biodiversité et des paysages, il est regrettable de faire un tel constat. Aussi, elle lui demande le nombre de spécialistes de la faune et de la flore en France, les universités françaises qui délivrent ces formations, et les mesures qu'il entend prendre afin de rendre ces formations plus attractives... ».

A côté des besoins en botanique dans le domaine de la santé, il faut relever aussi une forte demande émergente autour des connaissances botaniques (et naturaliste en général) : étudiants et public chevronné associatif (sociétés de botanique, Tela Botanica, site 7, grand public débutant ou amateur, gestionnaires d'espaces (territoriaux, verts, réserves, jardins botaniques, conservatoires botaniques nationaux...)

Ce D.U. a été mis en place en 2010 sous l'égide de la Société Botanique de France , (site 8) à la faculté de pharmacie d'Amiens (site 9) pour répondre à la demande croissante et à la régression de l'offre universitaire en botanique ; il comprend 120 heures réparties 4 modules d'une semaine dont le premier comporte des cours théoriques sur la botanique générale, sur la systématique de la flore sauvage et des travaux pratiques correspondants ; les 3 semaines suivantes correspondent à des stages pratiques sur le terrain avec un rendu de mémoire.

Actions réalisées hors cadre universitaire

Hors du cadre universitaire, en attendant un véritable retour des enseignements naturalistes dans l'enseignement supérieur, des formations, très demandées par tout un public, se mettent en place. Les formations naturalistes proposées peuvent être prises en main par des professionnels ou des universitaires (école des plantes de Bailleul (site 10), école lyonnaise de plantes médicinales (site 11) ...) mais aussi par des amateurs ou des passionnés.

Actions à mener

- Il serait souhaitable d'intervenir sur la 1^o année PACES, parcours pharmacie, pour harmoniser des programmes actuellement très disparates, au niveau national et rendre obligatoires l'enseignement de la botanique systématique et les bases de biologie végétale et de mycologie.
- Pour les autres années de pharmacie, faire un bilan complet des formations en botanique, biologie végétale, mycologie et pharmacognosie pour harmoniser les programmes en France.
- Alerter le ministère de la disparition possible de la discipline au niveau du doctorat et par conséquent dans les postes universitaires futurs, faute d'école doctorale acceptant des thèmes de recherche incluant la botanique.

Conclusions

La lente diminution historique de la botanique dans l'enseignement supérieur s'est accélérée depuis 2010 dans les facultés de pharmacie françaises plus que dans les facultés des sciences ou dans les écoles des ingénieurs du vivant. Cette inflexion négative va à l'encontre d'un besoin croissant de spécialistes universitaires en botanique, ce qui entraîne la baisse du savoir botanique général et stérilisation de la recherche. La mise en place du système LMD semble avoir eu un impact plus négatif en faculté de pharmacie que dans les autres filières (scientifiques et techniques) en raison de la concurrence avec les disciplines médicales. Des solutions sont possibles en harmonisant les formations hétérogènes en France et en Europe et mettant en place de nouveaux enseignements qui doivent trouver leur place dans le système licence-master-doctorat ou dans des formations parallèles universitaires et diplômantes. Un exemple encourageant vient de la faculté des sciences de Paris-Sud (site 12) qui a été créé récemment une licence de « biologie des organismes et écologie » (BOE) incluant en L3 24 heures de cours magistral et 26 heures de travaux pratiques de botanique.



Bibliographie

- Ecole de Pharmacie de l'UCL (Université Catholique de Louvain). Retrived from www.uclouvain.be/farm.html
- Ecole de pharmacie Genève Lausanne. Retrived from <http://epgl.unige.ch/pharm/fr/>
- Tela Botanica. Retrived from www.tela-botanica.org
- Ecole des plantes de Bailleul. Retrived from www.ecoledesplantes-bailleul.fr
- Ecole Lyonnaise de Plantes Médicinales. Retrived from <http://www.ecoledeplantesmedicinales.com/>
- Faculté de Pharmacie de Clermont-Ferrand. Retrived from <http://pharmacie.u-clermont1.fr/contacts.html>
- Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques de Lille. Retrived from <http://pharmacie.univ-lille2.fr/faculte-des-sciences-pharmaceutiques-et-biologiques-de-lille.html>
- Licence de biologie des organismes et écologie de Paris-Sud. Retrived from <http://www.u-psud.fr/fr/formations/diplomes/licences/sciences-technologies-sante/biologie.html>
- Malecot V. (2007) – Nombre et formation des naturalistes en France Direction Générale de l'Enseignement Supérieur (DGES) du Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche (MESR). Rapport Thuilliez. Retrived from <http://www.lors.fr/article/Etudes-et-rapports/1560-Rapport-Thuilliez-integration-des-etudes-medicales-au-LMD.html>
- Société botanique de France (SBF). Retrived from <http://www.bium.univ-paris5.fr/sbf/>
- D.U. de botanique de terrain. Retrived from <https://www.u-picardie.fr/dep/infocentre/gestion/index.php/Catalogue/fiche/idf/550>
- STOLON : Association des enseignants-chercheurs des Sciences Végétales et Fongiques des Facultés de Pharmacie de Langue Française. Retrived from www.grecan.org/stolon/stolon.html



**Présentation
de Régine
Vignes Lebbe,
Sorbonne
Universités,
Paris, France**

Xper3: nouveaux outils pour le travail collaboratif, la formation et la transmission des connaissances sur les phénotypes végétaux

Auteurs

Régine Vignes Lebbe, Pascale Chesselet, My Hanh Diep Thi

Abstract

Botanical experts, amateur naturalists and citizen scientists need access to the morphology and anatomy of plants. Such information is mandatory for taxonomy, ethnobotany, ecology or phylogenetic studies.

Our experience with Xper2, a software solution dedicated to descriptive data and identification keys, has led us to provide a new implementation that uses modern web technology. Indeed, botanical expertise on a taxonomic group or on a biogeographic region is scattered and Information Technology (ICT) is crucial to offer an online service to share and to publish data in a collaborative environment. In the same way, citizen science requires online help to identify specimens.

In this context Xper3 and associated web services have been developed. The collaborative editor is especially useful for botanical research networks. Scientist may share their data on phenotypes (structured descriptions, documented by images, videos, text including bibliography and external links), compare the phenotypes and import or export partial or total content in various standard formats such as SDD, CSV and NEXUS for external analyses.

Without additional work, Xper3 provides interactive free access keys (via a dedicated web service Mkey+) and gives access to a key generator web service to compute single-access keys.

The flexibility of the Xper3 platform makes it possible to adapt the interface depending on the content of the key and the audience (for instance, we are achieving a custom interface for the portal of the citizen science project on pollinator insects SPIPOLL). With an internet connection in the field scientists and amateur naturalists can use a smartphone and the identification web interface.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Xper3, as well as Xper2, provide an efficient tool for training in biodiversity: for observation and inventory practice by using existing free access keys, but also by offering students a user-friendly interface for summarizing their knowledge on a taxonomic group and creating their own knowledge base.

The Xper3 system may be linked to other collaborative environments such as Scratchpads for web pages (<http://scratchpads.eu>), and Bio-Portals for controlled vocabulary and ontologies (<http://bioportal.bioontology.org/>). After one year Xper3 has been adopted by more than 490 users on <http://www.xper3.fr/>.

Résumé

Experts en botaniques, naturalistes amateurs et citoyens scientifiques doivent avoir accès à la morphologie et l'anatomie des plantes. Cette information est obligatoire pour la taxonomie, l'ethnobotanique, l'écologie ou les études phylogénétiques.

Notre expérience avec Xper2, une solution logicielle dédiée à la description des données et des clés d'identification, nous a conduit à proposer une nouvelle application qui utilise la technologie web moderne. En effet, l'expertise botanique sur un groupe taxonomique ou sur une région biogéographique est dispersée et la technologie de l'information (TIC) est essentielle d'offrir un service en ligne pour partager et publier des données dans un environnement collaboratif. De la même manière, la science citoyenne nécessite une aide en ligne pour identifier les spécimens.

Dans ce contexte Xper3 et des services web associés ont été développés. L'éditeur de collaboration est particulièrement utile pour les réseaux de recherche botanique. Le scientifique peut partager ses données sur les phénotypes (descriptions structurées, documentées par des images, des vidéos, du texte, y compris la bibliographie et des liens externes), comparer les phénotypes et importer ou exporter du contenu partiel ou total dans différents formats standards tels que SDD, CSV et NEXUS pour les analyses externes.

Sans travail supplémentaire, Xper3 fournit des clés d'accès libre interactifs (via un service web dédié MKEY +) et donne accès à un service clé générateur de web pour calculer touches simple d'accès.

La flexibilité de la plate-forme Xper3 permet d'adapter l'interface en fonction du contenu de la clé et du public (par exemple, nous atteignons une interface personnalisée pour le portail du projet de science citoyenne sur les pollinisateurs insectes Spipoll). Avec une connexion Internet sur le terrain, les scientifiques et les naturalistes amateurs peuvent utiliser un smartphone et l'interface d'identification Web.

Xper3, ainsi que Xper2, constituent un outil efficace pour la formation à la biodiversité: pour l'observation et la pratique de l'inventaire en utilisant les touches d'accès libre existantes, mais aussi en offrant aux étudiants une interface conviviale pour résumer leurs connaissances sur un groupe taxonomique et créer leur propre base de connaissances. Le système Xper3 peut être lié à d'autres environnements collaboratifs tels que Scratchpads pour les pages web (<http://scratchpads.eu>), et Bio-portails pour le vocabulaire contrôlé et ontologies (<http://bioportal.bioontology.org/>). Après un an Xper3 a été adopté par plus de 490 utilisateurs sur <http://www.xper3.fr/>.



Introduction

Les caractères morphologiques sont indispensables dans toute étude de Systématique. Ce sont aussi les bases de la reconnaissance des familles végétales. Tout botaniste doit donc apprendre la terminologie et l'observation des principaux caractères végétatifs et floraux, pour tirer partie de la littérature, des collections, des clés d'identification et de ses observations.

Concernant la terminologie botanique, des glossaires et des ontologies existent en ligne ; voir par exemple le glossaire en français sur Telabotanica (http://www.tela-botanica.org/page:aperçu_botanique_glossaire), le glossaire anglophone du site de phylogénie des angiospermes du Missouri botanical garden (<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/welcome.html>) et PlantOntolgy sur le Bioportal (<http://bioportal.bioontology.org/ontologies/PO>). Mais, contrairement aux données d'observation et de collection, aux séquences moléculaires, et aux référentiels taxonomiques pour lesquels on dispose d'une certaine mobilisation et parfois même coordination au niveau international pour offrir des portails d'accès en ligne à ces données (par exemple le GBIF pour les données primaires d'occurrences d'espèces ; Genbank pour les données moléculaires ; IPNI ou Species 2000 pour les noms scientifiques) les descriptions phénotypiques sont peu accessibles et peu partagées sous une forme numérique et structurée.

Il existe pourtant quelques logiciels dédiés aux descriptions taxonomiques depuis les travaux de biologistes pionniers dans le domaine de l'informatique pour la biodiversité (domaine identifié aujourd'hui sous le terme Biodiversity Informatics) tels que Mike Dallwitz en Australie (Dallwitz, 1974), Richard Pankhurst (1975) en Angleterre, Jacques Lebbe en France (Forget et al., 1986). Des contenus structurés, appelés bases de connaissances, existent bien mais dispersés sur la toile. Les botanistes trouveront sur <http://delta-intkey.com/angio/> (Watson et Dallwitz 1992) d'importantes ressources numériques sur les descriptions des plantes à fleurs, et sur <https://florabase.dpaw.wa.gov.au/keys/> pour la flore australienne. Le projet Dryades rassemble lui des clés d'identification accessibles sous différents formats (voir <http://www.dryades.eu/home1.html>) et des galeries de ressources photographiques, spécialement pour les espèces végétales et fongiques d'Europe du sud. Pour les botanistes intéressés par la diversité des travaux, méthodes et applications, concernant l'aide à l'identification, ils pourront télécharger en ligne l'ouvrage résultant du congrès international sur les méthodes d'identification taxonomique qui s'est tenu à Paris en 2010 (Nimis et Vignes Lebbe, 2010).

Depuis une vingtaine d'années le laboratoire Informatique et Systématique s'attache à développer méthodes et programmes dédiés à la gestion des descriptions taxonomiques et à l'aide à l'identification (Ung et al., 2010). Les descriptions sont formalisées et standardisées sous forme de bases de connaissances grâce au logiciel Xper2, programme gratuit, téléchargeable (<http://www.infosyslab.fr/>) pour une utilisation locale. Les descriptions phénotypiques peuvent ainsi être stockées, publiées et surtout utilisées par des méthodes automatiques. Par exemple des algorithmes de construction de clés d'identification peuvent s'y appliquer (Burguière *et al.*, 2013).

Les bases de connaissances élaborées avec le logiciel Xper2 concernent aussi bien des organismes fossiles (Kerner, 2012) qu'actuels (Gaubert et al, 2008), des végétaux (Thomas 2013) (Corvez & Grand, 2014) ou des animaux des milieux terrestres (Mathieu et al., 2012), d'eau douce ou marins (Equipe Bacomar, 2011), des utilisateurs hautement spécialisés (Chrétiennot-Dinet et al., 2014) ou un large public (voir les clés d'identification sur <http://www.echinodermes.org/>, <http://coraux.univ-reunion.fr/?lang=fr>, et <http://lis-upmc.snv.jussieu.fr/xperbotanica/>).

Le contexte universitaire de notre laboratoire, et notre implication dans la formation des futurs systématiciens, nous a permis également d'innover sur le plan pédagogique en intégrant la construction de bases de connaissances et l'utilisation de clés informatisées dans des enseignements.

L'expérience accumulée ainsi durant depuis plus de 10 ans avec la version Xper2, et l'évolution des pratiques scientifiques ont conduit à programmer une nouvelle version du logiciel : Xper3, une version en ligne et collaborative permettant le travail en réseau. Son architecture et les technologies informatiques utilisées en font une plate-forme facilement adaptable et évolutive pour répondre aux besoins des utilisateurs et en particulier à ceux des botanistes de demain. Nous présentons ici l'existant et les réflexions sur les futurs développements et applications pour les botanistes du XXIème siècle.

Matériels et méthode

L'expérience d'Xper2 et les collaborations avec des taxonomistes sur des groupes très divers ont permis de définir le cahier des charges d'Xper3, c'est-à-dire les choix techniques, le modèle de représentation des connaissances, et les priorités sur les méthodes à mettre en oeuvre.

Architecture informatique

Le mode de travail des taxonomistes et donc celui des botanistes, a profondément évolué durant les dernières années. Le travail à distance et en réseau est devenu une nécessité. Ainsi les collections se sont largement informatisées pour donner un accès distant à ces ressources.

Le mode de travail des taxonomistes et donc celui des botanistes, a profondément évolué durant les dernières années. Le travail à distance et en réseau est devenu une nécessité. Ainsi les collections se sont largement informatisées pour donner un accès distant à ces ressources. L'informatisation de l'herbier national à Paris en est un exemple remarquable avec ses 6 millions de planches d'herbier reconditionnées, numérisées et aujourd'hui accessibles pour les botanistes professionnels, mais aussi pour les amateurs via le premier site de sciences participatives consacré aux collections d'herbiers (<http://lesherbonautes.mnhn.fr>).

Ce besoin de travail collaboratif a été émis par différents utilisateurs du logiciel Xper2. Par exemple le programme de révision de la flore des bambous d'Indochine implique des participants dispersés sur 4 pays, Vietnam, Laos, Cambodge et France (Diep et al., 2010) et nécessiterait que tous les participants aient une vision simultanée sur l'ensemble de la base de connaissances pour y contribuer en direct. Mais Xper2 est un logiciel fonctionnant localement sur l'ordinateur de chaque utilisateur. Les participants du programme bambous doivent alors échanger des fichiers, les fusionner, synchroniser les modifications etc.

L'architecture informatique d'Xper3 veut donc répondre aux critères suivants :

- Permettre le travail collaboratif en ligne, c'est-à-dire permettre de collaborer à plusieurs et à distance sur l'informatisation des descriptions d'un ensemble de taxons.
- Permettre d'importer dans une base de connaissance existante de nouvelles ressources, des nouvelles espèces, de nouveaux descripteurs, ou fusionner le travail de plusieurs spécialistes.
- Etre compatible avec la version locale Xper2, et permettre des imports et exports dans différents formats standards pour assurer la compatibilité et l'échange avec d'autres logiciels.
- Etre modulaire et facilement évolutif grâce à la technologie webservices (<http://www.w3.org/TR/ws-arch/wsa.pdf>) pour pouvoir être personnalisé et s'intégrer dans des projets et des sites différents.



Le modèle de connaissances

Il s'agit d'exprimer les descriptions taxonomiques sous une forme structurée et standardisée : structurée car le texte classique de description d'un taxon doit être décomposée en petites entités selon un modèle sémantique ; et standardisée car la terminologie utilisée pour exprimer ces données doit être la même pour toutes les descriptions.

Le modèle de connaissances utilisé a été formalisé par J. Lebbe (1991). Il distingue les entités décrites (le plus souvent des spécimens ou des taxons), les propriétés choisies pour les décrire (caractères et états de caractère), et les éléments de description eux-mêmes (distribution des valeurs possibles prenant en compte le polymorphisme). Ces différents concepts sont appelés respectivement items, descripteurs, états et descriptions dans Xper3 (cf figure 1).

Une structure hiérarchique sur les items permet de gérer des taxons de rangs différents et d'exprimer la classification. Des relations de dépendances logiques peuvent structurer la liste des descripteurs et gérer les inapplicabilités (par exemple le pédoncule d'un cône de pin ne peut pas être mesuré si le pédoncule est absent). Descripteurs, états et dépendances logiques définissent le modèle descriptif qui s'appliquera à tous les taxons, et les labels choisis pour tous les éléments de ce modèle, normalise la terminologie.

La mise en oeuvre du modèle dans Xper3 doit garantir la possibilité de son extension future, pour exprimer d'autres types que des descripteurs qualitatifs ou numériques : coordonnées 2D et 3D, sons, images, séquences etc.

Les méthodes

En plus des opérations élémentaires de gestion des connaissances (édition, suppression, modification), des opérations de duplication et de fusion sont autorisées. Au niveau des états de caractères les fusions permettent de faire évoluer les choix de structuration des connaissances : regrouper des états ou au contraire affiner le découpage en valeurs plus précises. Au niveau des taxons, la fusion permet d'inférer par généralisation la description d'un groupe (la description d'un genre à partir des descriptions d'espèces par exemple) ou peut faciliter la mise à jour des connaissances en cas de modification de la classification (fusion pour les mises en synonymies, duplication en cas d'éclatement d'un taxon).

L'analyse simple des descriptions phénotypiques permet de comparer deux ou plusieurs items, mais aussi des groupes entre eux, et de rechercher les particularités uniques au sein de chaque phénotype.

Des fonctionnalités d'import et d'export dans différents formats standards garantissent l'ouverture du logiciel vers d'autres systèmes.

Des méthodes d'identification sont fournies : clés à accès libre, et construction de clés à accès simple (Hagedorn et al., 2010).

Résultats

La plate-forme Xper3 a été mise en ligne en octobre 2013 (<http://www.xper3.fr/>). Pour l'utilisateur, aucune installation logicielle n'est nécessaire puisque l'accès ne requiert qu'un navigateur internet. Chaque utilisateur est invité à se créer un compte personnel qui lui permettra d'informatiser les données de son choix, d'y avoir accès depuis n'importe quel ordinateur connecté où qu'il soit, et de les partager ou

non. Un groupe de botanistes peut ainsi collaborer sur une flore régionale ou sur la révision d'un groupe taxonomique. Un enseignant peut faire travailler des étudiants en groupe sur une même application. Un spécialiste peut compléter sa base de connaissances au fil de ses différentes missions, puis publier en ligne sa clé en un simple clic.

Onze mois après sa mise en service Xper3 comptait 490 utilisateurs et la création de 820 bases de connaissances sans qu'aucun problème technique significatif n'ait été à déplorer. Le système se révèle stable et très accessible par la qualité de l'interface utilisateur et par la simplicité d'accès.

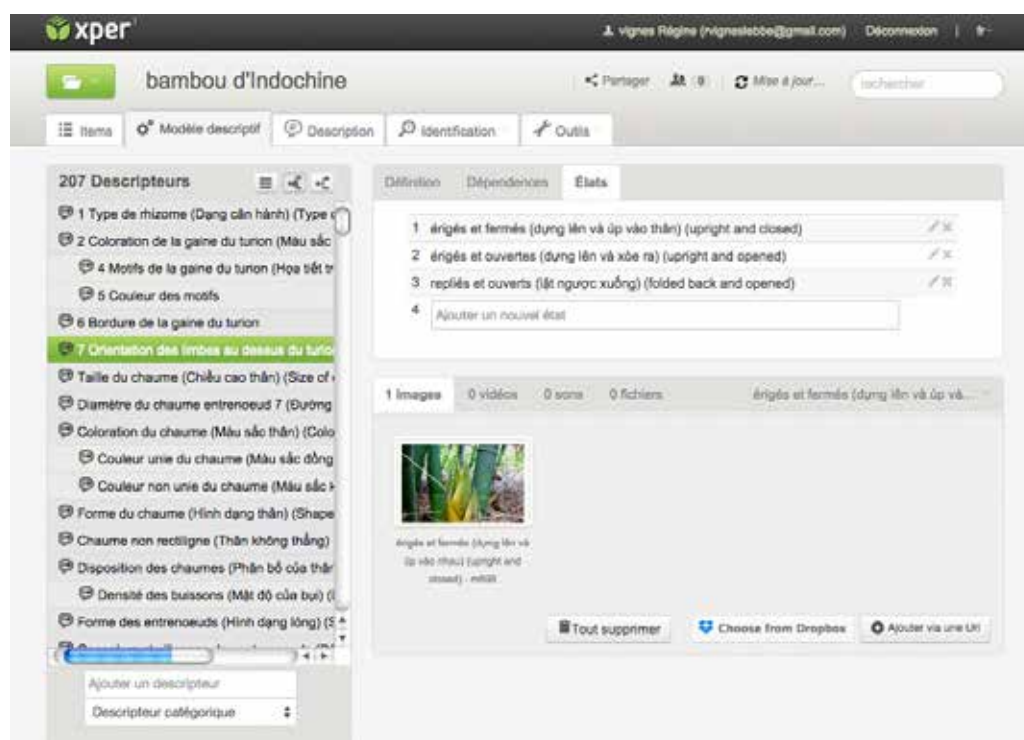


Figure 1 : Ecran de la plate-forme Xper3 pour l'édition du modèle descriptif des bambous d'Indochine. La partie gauche de l'écran liste les 207 descripteurs et leurs dépendances. À droite se visualisent les états documentés par des textes et des images

Un système ouvert

Xper3 s'appuie sur le modèle de description taxonomique résumé précédemment, et utilise comme format d'échange, le standard international SDD (Structured Descriptive Data) (Hagedorn et al., 2005 ; voir <http://www.tdwg.org/standards/116/>) défini par la communauté internationale TDWG (Biodiversity Information Standards) (<http://www.tdwg.org/>). C'est grâce à cet import SDD que la base de connaissance des bambous a pu être facilement transférée d'Xper2 vers Xper3.

Les imports/exports dans des formats standards (CSV, Nexus) font d'Xper3 une plate-forme ouverte sur l'extérieur : avec les tableurs (via le format CSV), avec les logiciels de phylogénie (via Nexus) et surtout avec d'autres logiciels de gestion des descriptions taxonomiques respectant les standards (Dallwitz, 2011).

Les imports évitent aussi de ressaisir des données. Par exemple il est très simple d'importer via le format CSV une liste d'espèces provenant d'IPNI. Mais on peut aussi importer des données à fusionner avec une base de connaissances déjà en cours. Xper3 prend en charge la gestion des conflits en interaction avec l'utilisateur.

L'accès à internet pouvant être difficile ou sujet à des aléas importants dans de nombreuses régions en particulier tropicales, la fusion de contenus et la compatibilité Xper² / Xper³ permettent au botaniste de travailler en local hors connexion internet si nécessaire, en mission par exemple, puis d'intégrer le nouveau contenu à son travail préalable sous Xper³ lorsqu'il dispose à nouveau d'un accès réseau.

Des fonctions simples d'analyse et des webservices pour l'identification

Les différentes fonctionnalités d'analyse listées dans le cahier des charges sont disponibles : vérification de la cohérence et de la complétude des descriptions, recherche de doublons ou de chevauchement dans les descriptions empêchant de différencier correctement les taxons, comparaison de taxons et de groupes (figure 2). La comparaison de toutes les espèces des genres met en évidence les caractères constants au sein du genre et les caractères différenciant les espèces au sein du genre. La comparaison de groupes permet par exemple de comparer des genres dont on a décrit les espèces.

bambou d'Indochine - Comparaison d'Items				
xper				
	1. La thung - MH13 - Pseudocymbasura monolepis ACN 1144	2. Mât mély - MH15 - Pseudocymbasura polymorpha col 89 ACN 1150	UNION	INTERSECTION
1. 1 Type de thung (Tang zân háng) (Type of thung)	+ pachymorphe	+ pachymorphe	+ pachymorphe	+ pachymorphe
2. 2 Coloration de la gaine du thung (Màu sắc của máng) (Colour of sheath)	+ non uniforme (không đồng nhất) (not uniform)	+ uniforme (đồng nhất) (uniform)	+ non uniforme (không đồng nhất) (not uniform) + uniforme (đồng nhất) (uniform)	+ non uniforme (không đồng nhất) (not uniform) + uniforme (đồng nhất) (uniform)
3. 4 Motifs de la gaine du thung (Hoa văn trên máng) (Motif of sheath)	+ strié (có sọc) (striped)		+ strié (có sọc) (striped)	+ strié (có sọc) (striped)
4. 5 Couleur des veinilles	+ jaune		+ jaune	+ jaune
5. 6 Bordure de la gaine du thung	+ couleur différente de la gaine	+ même couleur que la gaine	+ couleur différente de la gaine + même couleur que la gaine	+ couleur différente de la gaine + même couleur que la gaine
6. 7 Orientation des limbes au dessus du thung (Orientation of the sheath blade on top of the sheath)	Uniforme	+ angée et fermée (đứng lên và ép vào) (upright and closed)	+ angée et fermée (đứng lên và ép vào) (upright and closed) + angée et ouverte (đứng lên và xòe ra) (upright and opened) + repliée et ouverte (gập ngược xuống) (folded back and opened)	+ angée et fermée (đứng lên và ép vào) (upright and closed)
7. 7 Taille du chaume (Chiều cao thân) (Size of culm)	+ grand: 7 à 20 m (đều: 7 đến 20 m) (large: 7 to 20 m)	+ grand: 7 à 20 m (đều: 7 đến 20 m) (large: 7 to 20 m)	+ grand: 7 à 20 m (đều: 7 đến 20 m) (large: 7 to 20 m)	+ grand: 7 à 20 m (đều: 7 đến 20 m) (large: 7 to 20 m)
8. 8 Diamètre du chaume enveneur 7 (Đường kính thân) (Culm diameter)	+ 1 à 5 cm (1 đến 5 cm) (1 to 5 cm)	+ 1 à 5 cm (1 đến 5 cm) (1 to 5 cm)	+ 1 à 5 cm (1 đến 5 cm) (1 to 5 cm)	+ 1 à 5 cm (1 đến 5 cm) (1 to 5 cm)
9. 9 Coloration du chaume (Màu sắc thân) (Coloration of the culm)	+ non unie (không đồng nhất) (not uniform)	+ unie (đồng nhất) (uniform)	+ non unie (không đồng nhất) (not uniform) + unie (đồng nhất) (uniform)	+ non unie (không đồng nhất) (not uniform) + unie (đồng nhất) (uniform)
10. 10 Couleur unie du chaume (Màu sắc đồng nhất của thân) (Uniform colour of the culm)		+ vert grisâtre (xanh xám) (grey-green)	+ vert grisâtre (xanh xám) (grey-green)	+ vert grisâtre (xanh xám) (grey-green)
11. 11 Couleur non unie du chaume (Màu sắc không đồng nhất của thân) (Non-uniform colour of the culm)	+ strié jaune sur chaume vert (vạch vàng trên thân màu xanh) (yellow stripes on green culm)		+ strié jaune sur chaume vert (vạch vàng trên thân màu xanh) (yellow stripes on green culm)	+ strié jaune sur chaume vert (vạch vàng trên thân màu xanh) (yellow stripes on green culm)

Figure 2 : Comparaison des descriptions de deux espèces de bambous. Les différentes couleurs mettent en évidence les descripteurs pour lesquels les espèces se différencient ou non, de façon total ou partielle (chevauchement au moins pour un état de caractère)

L'aide à l'identification est proposée sous forme de clé interactive à accès libre (via le webservice Mkey+) et par la construction automatique de clés à accès simples (via le webservice Ikey+) (figure 3). Cette dernière repose sur des algorithmes qui optimisent des critères globaux sur la topologie de la clé en minimisant le nombre moyen de questions (Lebbe et Vignes, 1991) tout en prenant en compte le poids relatif de chaque descripteur exprimé par le(s) auteur(s) de la base. A l'inverse, l'identification interactive à accès libre ne contraint pas à suivre un chemin pré-établi lors de l'identification. A la fin de l'identification Mkey+ justifie les conclusions en signalant dans la fiche de chaque taxon éliminé ce qui n'est pas compatible avec le spécimen à identifier.



Figure 3 : Accès direct aux deux webservices d'identification à partir de l'interface Xper3.

Le visuel de la plate-forme Xper3 s'adapte automatiquement à la taille de l'écran. Il est donc possible de l'utiliser sur appareil mobile, tablette ou smartphone, à condition de disposer d'une connexion internet. Un export vers un outil d'identification sur mobile sous Android développé par le service du Patrimoine Naturel du MNHN est en cours de finalisation (voir <http://www.android-software.fr/malaco-fr>).

Discussion

Une des préoccupations actuelles et à venir des botanistes est la réalisation d'une flore mondiale en ligne (http://www.plants2020.net/world_flora/). Les logiciels Xper3 et Xper2 apportent dès aujourd'hui des outils simples à utiliser pour y contribuer. En effet ces logiciels proposent des clés d'identification accessibles en ligne mais aussi des exports automatiques en format HTML créant ainsi des pages web pour chaque taxon décrit.

Une autre préoccupation est la formation des botanistes de demain. Le parcours international de master « Biodiversité et environnements végétaux tropicaux » du master commun UPMC-MNHN, mis en place et soutenu par le programme Sud Experts Plantes (<http://www.sud-expert-plantes.ird.fr/>) du MAEE a été mis en place pour répondre à cette préoccupation. Dans les stages et les enseignements de floristique, la création et l'utilisation de bases de connaissances informatisées apparaissent déjà comme un outil pédagogique motivant pour la jeune génération. Ils permettent de proposer des clés d'identification locales adaptées aux stages de terrain. Ils offrent aussi un éditeur de données structurées grâce auquel les étudiants peuvent formaliser les connaissances sur un groupe taxonomique et synthétiser les données collectées dans la littérature ou lors de leurs propres observations.

Ces outils gratuits et simples d'utilisation sont précieux pour les jeunes botanistes des pays du sud s'engageant dans des travaux de systématique ou d'inventaire.

La programmation modulaire d'Xper3 sous forme de webservices permet la réutilisation de modules isolés dans des contextes différents, comme c'est le cas pour la clé d'identification des insectes visiteurs de fleurs du programme de sciences participatives Spipoll (<http://www.spipoll.org/>). Le choix d'une architecture avec des webservices devrait aussi être un atout dans les années à venir pour enrichir la plate-forme avec de nouvelles méthodes et des connexions facilitées vers des logiciels de phylogénie, de morphométrie ou d'analyse d'images. Par exemple d'autres analyses du contenu des bases de connaissance pourraient enrichir la génération de flores en ligne telle que l'extraction automatique des caractères les plus discriminants pour chaque espèce, le calcul des taxons les plus ressemblants morphologiquement, la rédaction en langage naturel des descriptions. Les fonctions d'Xper2 qui reçoivent un large plébiscite des taxonomistes comme les fonctions de calcul du pouvoir discriminant des descripteurs devront être reprogrammées pour être accessibles directement depuis Xper3 sans passer par un export local dans Xper2

Xper3 s'est développée dans le courant actuel de l'Informatique pour la Biodiversité. Cette plate-forme veut être au service des taxonomistes et des naturalistes à qui elle est destinée. Pour devenir un outil incontournable des botanistes du XXI^e siècle, elle devra s'intégrer toujours mieux dans le mode de travail des botanistes, et s'adapter aux évolutions de leurs besoins. Cela signifie placer toujours au centre des objectifs de développement l'humain, le scientifique, et non la technologie (Conryut et al., 2010, 2012).

Si l'interface proposée aujourd'hui se révèle simple et pratique, la plate-forme a encore beaucoup à améliorer au niveau de la représentation des connaissances pour respecter la complexité et de la diversité sémantique des données. Des labels permettent de regrouper les descripteurs par partie de la plante par exemple, mais sans offrir une représentation explicite des différentes parties anatomiques et de leurs relations. Une innovation est proposée sur le modèle de connaissance avec un nouveau type de descripteurs : les descripteurs calculés. Ces descripteurs calculés et leurs états sont élaborés par la combinaison logique de descripteurs de base, un peu à la façon d'une cellule de tableur calculée par une formule. Les opérateurs autorisés sont actuellement le ET et le OU logique. Cette évolution du modèle n'a cependant pas encore bénéficiée de suffisamment d'applications pour en avoir un bilan critique.

D'autres améliorations sont à venir en particulier pour lier directement Xper3 aux ressources externes existantes telles que les référentiels taxonomiques ou les bio-ontologies. Il est cependant déjà possible de lier des bases de connaissances avec des ontologies telles que Plant Ontology comme le montrent Corvez et Grand (2014) dans leur base de connaissance Xper2 sur des fougères actuelles et fossiles. Le partage de contenus entre bases de connaissances, via les ontologies, ou via des entrepôts de données en ligne d'accès libre, est une préoccupation des utilisateurs, et les évolutions du logiciel devront y apporter des solutions.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien du projet européen ViBRANT (Contract n° RI-261532, Period, Dec. 2010 to Nov. 2013) et d'une aide de l'Etat français gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre de l'Idex Sorbonne Universités dans le cadre du programme Investissements d'avenir portant la référence ANR-11-IDEX-0004-02 programme de recherche « Convergences Société et environnement : savoir et enjeux » (N°SUPER-2013-R-CSE-05). L'application sur les bambous d'Indochine a été soutenue par le Ministère Français des Affaires Etrangères et Européenne (MAEE) au travers du programme « Sud Expert Plantes » et par l'Université Nationale de Ho Chi Minh-Vietnam.

Nous remercions tous les personnels permanents ou de passage dans le laboratoire ayant contribué à la conception, au développement logiciel, et à la présentation d’Xper3 et sans qui cette plate-forme collaborative n’existerait pas. Par ordre alphabétique : Fabienne Audebert, Antoine Bergamaschi, Thomas Burguière, Florian Causse, Anaïs Grand, Frédéric Lison, Adeline Kerner, Visothéary Rivière-Ung, Vincent Rolland, René Zaragueta Bagils.

Nous remercions tous les collègues français et étrangers avec qui nous collaborons et tous les utilisateurs d’Xper2 et Xper3, en particulier Jacques Gurgand pour sa contribution déterminante pour la base de connaissance sur les bambous. Nous dédions ce travail à tous les utilisateurs : experts, étudiants et amateurs pour leurs encouragements et leurs retours d’expérience ; notre travail est fait pour eux.

Références

- Burguiere T., Causse F., Ung V., and Vignes-Lebbe R. (2013): IKey+: A New Single-Access Key Generation Web Service) *Syst Biol* (2013) 62(1), 157-161.
- Chrétiennot-Dinet M-J, Desreumaux N, Vignes-Lebbe R. (2014) An interactive key to the Chrysochromulina species (Haptophyta) described in the literature. *PhytoKeys* 2014(34), 47-60.
- Conruyt N., Sebastien D., Vignes-Lebbe R., Cosadia S., Touraivane (2010). *Moving from Biodiversity Information Systems to Biodiversity Information Services*, Information and Communication Technologies for Biodiversity and Agriculture, Ed by : L. Maurer and K. Tochtermann, Shaker Verlag, Aachen.
- Conruyt N., Grosse D., Vignes-Lebbe R. (2012). “Knowledge Discovery for Biodiversity: from Data Mining to Sign Management.”, In *International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs)*. Leipzig, Germany: R. Seppelt, A. A. Voinov, S. Lange and D. Bankamp, International Congress on Environmental Modelling and Software – Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting
- Corvez A & Grand A. (2014). Enabling comparisons of characters using an Xper2 based knowledge-base of fern morphology. *Phytotaxa* 183 (3), 145-158.
- Dallwitz, M. J. (1974). A flexible computer program for generating identification keys. *Systematic Biology*, 23(1), 50-57.
- Dallwitz, M. J. (2011). Programs for interactive identification and information retrieval. *Information Retrieval*.
- Diep M.H., Vignes Lebbe R., Nguyen H.P. & Nguyen Thi B.L. (2010). Indochinese bamboos: biodiversity informatics to assist the identification of « vernacular taxa », in *Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems* (213-216).
- Equipe Coraux des Mascareignes (2008). “Bases de connaissances sur les coraux des Mascareignes : grâce aux TIC, mieux connaître la biodiversité pour mieux la préserver”, LIM-IREMIA-ICIHM, Université de La Réunion. Retrived from http://coraux.univ-reunion.fr/IMG/pdf/Plaqueette-Coraux_des_Mascareignes-mai08.pdf
- Equipe Bacomar (2011). « Les Mahots des Mascareignes » LIM-IREMIA-ICIHM, Université de La Réunion. <http://mahots.univ-reunion.fr/sortie-du-livre-les-mahots-des-mascareignes/>
- Forget P.M., Lebbe J., Puig H., Vignes R. & Hideux M., 1986. Microcomputer-aided identification: an application to trees from French Guiana. *Botanical journal of the Linnean Society*, 93 : 205-223
- Gaubert, P., Chalubert, A., & Dubus, G. (2008). An interactive identification key for genets and oyans (Carnivora, Viverridae, Genettinae, Genetta spp. and Poiana spp.) using Xper (2). *Zootaxa*, 1717, 39-50.
- Hagedorn, G., Thiele, K., Morris, R. & Heidorn, P. B. 2005. The Structured Descriptive Data (SDD) w3c-xml-schema, version 1.0. <http://www.tdwg.org/standards/116/>



- Hagedorn, G., Rambold G. & Martellos S. (2010), Types of identification keys. In *Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems* (59-70).
- Kerner A. (2012). Archaeocyatha, a computer-aided identification of genera. *Geologica Belgica*, 15(4), 209-214.
- Lebbe J. & Vignes R., (1991). Génération de graphes d'identification à partir de descriptions de concepts. In *Induction symbolique et numérique à partir de données* (193-239), Kodratoff Y. et Diday E. (Eds.), Cepadues, Toulouse.
- Mathieu, B., Cêtre-Sossah, C., Garros, C., Chavernac, D., Balenghien, T., Carpenter, S., ... & Delécolle, J. C. (2012). Development and validation of IIKC: an interactive identification key for Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) females from the Western Palaearctic region. *Parasites & vectors*, 5(1), 137.
- Nimis P.L., Vignes Lebbe R. (eds.), (2010). *Tools for Identifying Biodiversity: Progress and Problems*.
- Pankhurst R.J. (Ed.), 1975. *Biological identification with computers*. London: Academic Press
- Thomas R, De Franceschi D. (2013). Palm stem anatomy and computer-aided identification: the Coryphoideae (Arecaceae). *Am J Bot.*100(2), 289-313.
- Ung V., Dubus G., Zaragüeta-Bagils R. & Vignes-Lebbe R. (2010) : Xper²: introducing e-Taxonomy. *Bioinformatics*, 26(5), 703-704.
- Watson, L., & Dallwitz, M.J. (1992). The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 19th August 2014. Retrieved from <http://delta-intkey.com>



**Présentation de
Palese Raoul,
Conservatoire
& Jardin
botaniques
de la Ville
de Genève,
Chambésy,
Suisse**

Flora Helvetica goes mobile

Auteur

Palese Raoul

Résumé

Forte d'une grande tradition botanique, la Suisse a toujours disposé d'un grand nombre d'ouvrages traitant de la flore nationale. Aujourd'hui, le seul ouvrage proposant au public une synthèse de ces diverses informations est la Flora Helvetica, une référence pour la flore de Suisse depuis plus de 10 ans. Mais avec ses quelques 3 kg, la Flora Helvetica est loin d'être l'ouvrage que l'on emporte aisément sur le terrain ! C'est sur ce constat que le projet Flora Helvetica goes mobile est né : grâce à un soutien financier de la Confédération et à un partenariat entre l'éditeur de la Flora Helvetica (Haupt Verlag), les Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève et la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, le projet de transporter cette flore dans le monde des applications mobiles a pu se concrétiser. Ainsi, depuis 2013, la Flora Helvetica est disponible sur les plate-formes Apple Store, Google Play et Windows Store, avec la description des 3297 plantes à fleurs et fougères rencontrées en Suisse, ainsi que l'intégralité des textes et des photographies en couleur. En plus de la version papier, l'application mobile propose une clé dichotomique « traditionnelle » à laquelle s'ajoute une clé « multi-critères » offrant la possibilité déterminer les espèces par le choix libre de critères d'identification. Pour faciliter la détermination, des filtres sont proposés pour faire intervenir d'autres types de critères comme la période de floraison ou la distribution par région. Des cartes de répartition sont également fournies. Comme autre nouveauté, un carnet de terrain permet à l'utilisateur d'enrichir l'application avec ses propres photos et notes floristiques. Les observations sont enregistrées avec leurs coordonnées géographiques et peuvent à tout moment être transmises au Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse (Info Flora). Outre le fait que cette nouvelle application rend la Flora Helvetica disponible sur le terrain, elle est, à n'en pas douter, un outil qui viendra renforcer la collecte de données floristiques en s'appuyant sur la collaboration citoyenne.



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Abstract

With a large botanical tradition, Switzerland has always had a large number of works dealing with the national flora. Today, the only book offering to the public a summary of these various informations is Flora Helvetica, a reference for the flora of Switzerland for over 10 years. But with about 3 kg, the Flora Helvetica is far from being the ideal “field book”! The project Flora Helvetica goes mobile was born on the basis of this ascertainment: with a financial support from the Swiss government and a partnership between the publisher of the Flora Helvetica (Haupt Verlag), the Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and the Haute école du paysage, d’ingénierie et d’architecture de Genève, the project to bring this flora in the world of mobile applications has been realized. Thus, since 2013, the Flora Helvetica is available on the Apple Store, Google Play and Widows Store platforms, with the description of the 3297 flowering plants and ferns encountered in Switzerland, as well as the full text and the color pictures. In addition to the paper version, the mobile application provides a “traditional” dichotomous key to which is added a “multi-criteria” key providing the ability for the user to identify the species by the free choice of the identification criteria. To facilitate the process of determination some filters are proposed to involve other types of criteria such as the flowering period or the distribution by region. Distribution maps are also provided. Also new, a “field book” allows the users to enrich the application with their own pictures and observations. These observations are stored with their geographical coordinates and may at any time be sent to the National center for data and informations on the Swiss flora (Info Flora). Besides the fact that this new application makes the Flora Helvetica available in the field, there is no doubt that it will be also a tool that will enhance the collection of floristic data based on citizen cooperation.



Une forte tradition botanique helvétique

Parler de la botanique et des botanistes au XXI^e siècle ne peut se faire sans un regard porté sur les activités de nos illustres prédécesseurs dont les travaux constituent aujourd'hui le socle de nos connaissances floristiques pour la Suisse. On peut estimer que c'est Albrecht von Haller qui marque le premier jalon d'une longue et forte tradition botanique helvétique avec la publication d'une première tentative de synthèse floristique à l'échelle du pays : *Historia stirpium indigenarum Helvetiae* (von Haller, 1768) (fig. 1). Le XIX^e sera « Le siècle » de la botanique de Suisse avec la parution d'importantes flores nationales : la *Flora Helvetica* de Johann Rudolf Suter en 2 volumes (Suter, 1802), complétée et mise à jour par le médecin et homme politique Johannes Hegetschweiler (Hegetschweiler, 1840), la *Flora Helvetica* du pasteur Jean François Gaudin en 7 volumes (Gaudin, 1828-1833) et une première flore d'excursion rédigée par August Grelli (Grelli, 1867), relayée dès 1900 par les excellentes flores de Hans Schinz et Robert Keller (Schinz et Keller, 1900 ; Schinz, Keller et Wilczek, 1909). L'histoire des flores d'excursions se poursuivra tout au long du XX^e siècle avec la première édition de la *Schul- und Exkursionsflora der Schweiz* du D^r August Binz (Binz, 1920), un ouvrage qui restera pendant de nombreuses années la Flore de référence, utilisé largement dans les écoles et qui fera l'objet de nombreuses rééditions et révisions importantes (Binz et Thommen, 1941 ; Binz et Heitz, 1986 ; Aeschimann et Burdet, 1989). C'est également dans le courant du XX^e siècle que seront publiés quelques ouvrages majeurs de par leur ampleur et leur apport à la connaissance de notre flore : une Flore critique illustrée en 3 volumes, la *Flora der Schweiz* (Hess et al., 1976-1980), un atlas de distribution (Welten et Sutter, 1982), une Liste Rouge nationale (Moser et al., 2002), une synthèse sur les valeurs écologiques indicatrices et les attributs biologiques des espèces (Landolt et al., 2010) et, enfin, une Flore basée uniquement sur les caractères végétatifs (Eggenberg et Möhl, 2010).

Les botanistes suisses disposent aujourd'hui d'un ensemble d'ouvrages traitant de manière très exhaustive les différents domaines de la flore de leur pays (taxonomie, écologie, distribution, etc.) mais qu'il est bien évidemment difficile de « transporter » toutes ces informations sur le terrain.

.....

Le projet flora helvetica goes mobile

Force est donc de constater que les botanistes suisses disposent aujourd'hui d'un ensemble d'ouvrages traitant de manière très exhaustive les différents domaines de la flore de leur pays (taxonomie, écologie, distribution, etc.) mais qu'il est bien évidemment difficile de « transporter » toutes ces informations sur le terrain. C'est sur la base de ce constat que l'éditeur Haupt Verlag a imaginé une Flore qui puisse rassembler une grande partie de ces informations au sein d'un même ouvrage : la *Flora Helvetica* (Lauber et Wagner, 1996a), une flore décrivant plus de 3100 taxons, tous illustrés par au moins une photographie, considérée depuis sa première édition comme la Flore suisse de référence (fig. 2). A cette *Flora Helvetica* se sont ajoutés une clé de détermination « classique » dichotomique (Lauber et Wagner, 1996b), ainsi qu'un CD-ROM proposant, entre autre, une clé de détermination « moderne » de type « multi-critères » (Lauber et Wagner, 2001).

Oui mais... avec ses quelques 3 kg, la *Flora Helvetica* reste encore un ouvrage qu'il n'est pas toujours aisé d'emporter sur le terrain, sans compter les divers accessoires dont se munissent les botanistes lors de leurs excursions: carnet(s) de terrain, appareil(s) photo, appareil de géolocalisation, etc. Alors pourquoi ne pas pousser encore plus loin l'idée d'intégration des informations et des « accessoires » vers un seul et unique outil aisément portable ?



Grâce à un important soutien financier de la Confédération (dans le cadre d'un programme d'attribution de subventions à des projets de technologies environnementales de l'Office fédéral de l'environnement) et à un partenariat entre l'éditeur de la Flora Helvetica (Haupt Verlag), les Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève et la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève, le projet de transporter cette Flore dans le monde des applications mobiles a pu se concrétiser : Flora Helvetica goes mobile !

L'application flora helvetica

L'application Flora Helvetica (Lauber et al., 2013) propose à l'utilisateur trois entrées principales : Espèces, Déterminer et Carnet de terrain (fig. 3).

Menu Espèces

Ce menu donne accès, via un outil de recherche textuel simple, aux informations liées aux 3297 taxons de plantes à fleurs et fougères rencontrés en Suisse, soit par le nom latin, soit par le nom commun allemand ou français, un outil complété par la possibilité d'utiliser des filtres spécifiques tel que le choix d'une période de floraison par exemple. La fiche de description d'un taxon se divise en quatre parties : une (ou deux) photographie en couleur (fig. 4) ; la description morphologique accompagnée des nom(s) commun(s), synonyme(s) et des informations diverses comme la toxicité du taxon (fig. 5) ; la description écologique du taxon (période de floraison, cartes de distribution, habitat, valeurs indicatrices) (fig. 6 et 7) ; l'accès au carnet de terrain (voir ci-dessous).

Menu Déterminer

A partir de ce menu l'utilisateur accède à trois outils de détermination : une clé dichotomique « traditionnelle » (fig. 8), à laquelle s'ajoutent deux clés « multi-critères » (un mode simple basé sur 73 critères, l'autre complet avec un lot de 373 critères) offrant la possibilité à l'utilisateur d'identifier les espèces par le choix libre de critères d'identification, comme par exemple la couleur de la fleur ou la forme des feuilles (fig. 9 à 11). Pour faciliter la détermination, des filtres sont proposés pour faire intervenir d'autres types de critères, comme la période de floraison ou la distribution par région.

Menu Carnet de terrain

Ce module permet à l'utilisateur d'enrichir l'application avec ses propres photos et notes floristiques. Les observations sont enregistrées avec leurs coordonnées géographiques et peuvent à tout moment être transmises au Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse (Info Flora) à l'aide d'un formulaire prévu à cet effet (fig. 12, 13a et 13b).

Les futurs développements envisagés aujourd'hui pour l'application Flora Helvetica sont :

- › intégrer les illustrations de la Flora Vegetativa (Eggenberg et Möhl, 2010) ;
- › faire le lien entre les taxons et les milieux naturels en intégrant une nouvelle classification phytosociologique suisse ;
- › étendre la dition de l'application à l'ensemble de l'arc alpin en utilisant les informations de la Flora Alpina (Aeschimann et al., 2004) ;
- › intégrer les images personnelles ;
- › intégrer un outil d'identification utilisant les images photographiques ;

Le projet flora helvetica au XXI^e siècle

Le projet Flora Helvetica s'organise aujourd'hui autour de deux pôles de compétence nationaux : les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève et le Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse, Info Flora.

Le rôle des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Dans le cadre du projet Flora Helvetica, les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève sont en charge de la gestion des informations liées au projet. A cet effet, une base de données a été élaborée à partir de celle qui avait été utilisée pour la publication des premières éditions de la Flora Helvetica (Lauber et Wagner, 1996a) et un outil de gestion des données a été développé pour être mis à disposition d'un groupe d'experts chargé de la mise à jour des informations. C'est directement à partir de cette base de données qu'a été produite la toute dernière édition de la Flora Helvetica (Lauber et al., 2012a), ainsi que l'application mobile (Lauber et al., 2013). De même, une nouvelle flore d'excursion sera produite à partir de cette base de données centralisée.

Info Flora

Dans le cadre de sa politique de surveillance de l'évolution de la biodiversité, la Confédération suisse s'appuie sur des pôles de compétence chargés de la gestion des informations sur les organismes vivants. L'un de ces pôles est Info Flora, une fondation privée à but non lucratif active dans le domaine de l'information et de la promotion des plantes sauvages en Suisse (www.infoflora.ch). Info Flora a pour mission d'accomplir les tâches suivantes: mettre en place et maintenir une base de données nationale, rassembler les observations floristiques suisses et produire des cartes de répartition, soutenir les inventaires floristiques dans toutes les régions de Suisse, fournir des outils adéquats à la saisie d'observations floristiques, recueillir les informations sur la flore de Suisse et favoriser leur diffusion pour la protection et la promotion des plantes sauvages indigènes, soutenir la promotion des connaissances sur les espèces sauvages à travers des publications et des cours, collaborer avec les autorités (fédérales, cantonales et municipales) en matière de protection des espèces et maintenir les échanges et les contacts avec des institutions similaires à l'étranger. Info Flora est ainsi à même de fournir au projet Flora Helvetica les informations les plus à jour sur la distribution des espèces végétales en Suisse.



Tout est donc mis en place aujourd'hui pour s'assurer que :

- les botanistes suisses du XXI^e siècle disposent d'outils performants (App Flora Helvetica – www.flora-helvetica.ch; App Info Flora – www.infoflora.ch/fr/mes-observations/app.html – Carnet en ligne Info Flora – www.infoflora.ch/fr/mes-observations/carnet-en-ligne.html) leur permettant une saisie aisée de leurs observations et leur transmission à un centre national compétent ;
- la Suisse dispose d'un centre national compétent (Info Flora – www.infoflora.ch) capable de recueillir, traiter, analyser et transmettre les informations concernant la flore de Suisse ;
- le flux des informations liées à la flore de Suisse soit organisé de telle manière à ce que les données floristiques soient continuellement mises à jour et puissent être rapidement mises à disposition de l'ensemble des acteurs du paysage floristique suisse.

Bibliographie

- Aeschimann, D. & Burdet, H. (1989). *Flore de la Suisse et des territoires limitrophes : le nouveau Binz*. Neuchâtel : Ed. du Griffon.
- Aeschimann, D., Lauber, K., Moser, D. & Theurillat, J.-P. (2004). *Flora Alpina*. Haupt Verlag, Bern.
- Binz, A. (1920). *Schul- und Exkursionsflora der Schweiz : mit Berücksichtigung der für Basel in Betracht kommenden benachbarten Teile von Baden und Elsass*. Basel : B. Schwabe.
- Binz, A. & Thommen, E. (1941). *Flore de la Suisse : y compris les parties limitrophes de l'Ain et de la Savoie*. Lausanne: F. Rouge,.
- Binz, A. & Heitz, C. (1986). *Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz mit Berücksichtigung der Grenzgebiete : Bestimmungsbuch für die wildwachsenden Gefäßpflanzen*. Basel: Ed. 18. Schwabe.
- EGGENBERG, S. & MÖHL, A. (2010). *Flora Vegetativa*. Bern: Haupt Verlag.
- Gaudin, J. F. (1828-1833). *Flora Helvetica sive historia stirpium hucusque cognitarum in Helvetia et in tractibus conterminis aut sponte nascentium aut in hominis animaliumque usus vulgo cultarum continuata*. Sumptibus Orellii, Fuesslini.
- GREMLI, A. (1867). *Excursionsflora für die Schweiz*. Aarau.
- HALLER VON, A. (1768). *Historia stirpium indigenarum Helvetiae*. Bernae : Sumptibus Societatis typographicae (ex officina Dan. Brunneri & Alb. Halleri).
- HEGETSCHWEILER, J. (1840). *Flora der Schweiz. Druck und Verlag von Fr. Zürich: Schulthess*.
- Hess, H., Landolt, E. & Hirzel, R. (1976-1980). *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Basel: Ed. 2. Birkhäuser.
- Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., Nobis, M., Rudmann-Mauerer, K., Schweingruber, F. H., Theurillat, J.-P., Urmì, E., Vust, M. & Wohlgemuth, T. (2010). *Ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps*. Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K. & Wagner, G. (1996a). *Flora Helvetica*. Ed 1. Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K. & Wagner, G. (1996b). *Bestimmungsschlüssel zur Flora Helvetica*. Ed 1. Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K. & Wagner, G. (2001). *Flora Helvetica*. Guide interactif. Ed 1. Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K., Wagner, G. & Gygax, A. (2012a). *Flora Helvetica*. Ed 5. Bern: Haupt Verlag.
- Lauber, K., Wagner, G. & Gygax, A. (2012b). *Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse*. Ed 4. Bern: Haupt Verlag.

- Lauber, K., G. Wagner & Gygax, A. (2013). Flora Helvetica pour iPhone/Android/iPad. Haupt Verlag, Bern. www.flora-helvetica.ch.
- Moser, D., Gygax, A., Bäumler, B., Wyler, N. & Palese, R. (2002). *Liste rouge des espèces menacées de Suisse. Fougères et plantes à fleurs*. Bern : BUWAL.
- Schinz, H. & Keller, R. (1900). *Flora der Schweiz : zum Gebrauche auf Exkursionen, in Schulen und beim Selbstunterricht*. Zürich: A. Raustein.
- Schinz, H., Keller, R. & Wilczek, E. (1909). *Flore de la Suisse*. Lausanne: F. Rouge.
- Suter, J. R. (1802). *Flora Helvetica : exhibens plantas Helvetiae indigenas Hallerianas, et omnes quae nuper detectae sunt ordine Linnaeano*. Fuesli : Impensis Orell.
- Welten, M. & Sutter, R. (1982). *Ll'Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse*. Basel: Birkhäuser.



Theme

4

Botanists of tomorrow

Les botanistes de demain

Summary by the Chairperson

Résumé par la Présidente

Vololoniaina Jeannoda

Après les présentations du thème 4 dont le thème était «Les botanistes de demain : de quelles compétences et de quelle formation avons-nous besoin pour développer le savoir-faire et la capacité botanique, afin de pouvoir les mobiliser à l'échelle mondiale ? », plusieurs points peuvent être soulignés :

Premièrement, les connaissances en taxonomie présentent encore quelques lacunes qu'il faut combler, en particulier en ce qui concerne les noms des plantes et leurs descriptions morphologiques, anatomiques, etc. Ces données sont la base de la botanique et sont utilisées par plusieurs personnes ; par les botanistes, bien sûr, mais aussi par des non-botanistes travaillant dans le domaine de l'économie, de la politique, de l'éducation, dans la société civile, etc.

Ces lacunes peuvent être comblées grâce à l'utilisation de nouvelles technologies, bases de données en ligne, applications pour Smartphones, etc dont quelques exemples ont été donnés lors des présentations. Il y a aujourd'hui tellement de données informatiques sur les plantes que la question est maintenant de savoir ce qui peut être fait de toutes ces bases de données et comment trier ou regrouper l'information.

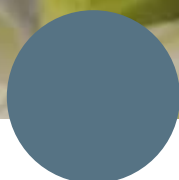
Deuxièmement, la botanique classique ou naturaliste telle qu'elle a été enseignée, au 20^e siècle et avant cela, n'a plus beaucoup de place dans l'enseignement supérieur, du moins dans les facultés de pharmacie en France et peut être plus généralement dans les facultés des pays développés. La présentation de Frédéric Dupont décrit ce qui a été fait par la faculté de Lille qui, pour combler ce vide, a développé des formations hors cadre universitaire et propose des formations de terrain. Plus généralement, les botanistes doivent être capables de trouver un équilibre entre la botanique classique et la botanique moderne car l'une et l'autre sont utiles et aucune ne devrait être reléguée au second rang.

En conclusion, s'il fallait décrire le botaniste « idéal » du 21^e siècle, l'on pourrait dire qu'il s'agit botaniste multidisciplinaire, qui a des compétences en taxonomie, en gestion des aires protégées, en conservation, en économie, en communication, etc. Il devrait enseigner la botanique en innovant et en étant facilitateur enseignant l'importance des plantes et utilisant de nouveaux outils afin de rendre la botanique plus attrayante, tout en sauvegardant, dans son enseignement, une part de botanique traditionnelle, qui a fait ses preuves jusqu'à présent. Le botaniste du 21^e siècle doit pouvoir combler les lacunes qui existent entre la taxonomie classique et d'autres méthodes plus innovantes. Il doit pouvoir créer des partenariats et effectuer ses activités de recherches et de conservation dans le cadre de réseau afin d'agir en interaction avec toute la communauté scientifique mais aussi la communauté non-scientifique.





© Bernard Riera



En

Final Declaration of the International Conference

Fr

Déclaration finale de la Conférence internationale

Es

Declaración final de la Conferencia Internacional





UNESCO
Headquarters
and the
National
Museum
of Natural
History, Paris,
France
22 to 25
September
2014

Final Declaration of the International Conference **Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities**

1. We, the 300 participants from 60 countries who have attended the International Conference “Botanists of the twenty-first century: roles, challenges and opportunities”,
2. Recalling the role of plants in creating a habitable biosphere and the absolute dependence of humanity on plants
3. Mindful of the importance of plant diversity for the maintenance of ecosystem services, functioning and resilience, which are crucial to human well-being, health, food security, livelihoods, sustainable development and poverty reduction,
4. Recognizing that botany and the plant sciences more broadly are central to understanding and addressing many issues related to sustainable development,
5. Concerned that tens of thousands of plant species face extinction in the wild during the twenty-first century as a result of habitat loss and degradation, climate change and multiple other factors, threatening their future basis as a source of genetic resources to meet the needs of present and future generations, and to continue to provide humanity with a wide range of ecosystem services,
6. Mindful of the human role in the cause and solution to these factors of extinction ,
7. Conscious also of the key roles botanists and plant diversity must play in defining and achieving the Post-2015 Development Agenda and its eventual goals,

8. Aware that the UN system-wide Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 (SPB) and its Aichi Biodiversity Targets provide a common strategy framework of activity and reference for the botanical community,
9. Welcoming the current implementation of international initiatives to document and safeguard plant diversity, most notably the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC) and the Global Taxonomy Initiative, agreed under the auspices of the Convention on Biological Diversity (CBD) and implemented within the broader context of the SPB,
10. Acknowledging the need, in a world undergoing profound changes, and in particular the decline of plant diversity, for botanists to expand their endeavours beyond pure science, including by increasing their engagement with the public, the private sector and in policy processes,
11. Having assessed the status of current knowledge and expertise related to plants, including scientific as well as indigenous and local knowledge, and having considered the current contribution of men and women botanists to meeting educational, economic, environmental and social challenges of the twenty-first century, and
12. Recognizing the magnitude and clear importance of a task that represents nothing less than a moral imperative for humanity,

Agree to the following

We call on the community of botanists and plant scientists in general, and on the organizations for which they work, to:

13. Increase their efforts to achieve the objectives and targets of the GSPC, especially those primarily undertaken by botanists, including the successful completion of a World Flora Online by 2020 to provide an essential baseline of knowledge about plants of the world;
14. Ensure that botany, which has successfully become an international, multidisciplinary, intergenerational and participative science that engages citizen scientists and local communities, is strengthened and expanded so that the unique contributions of the discipline will continue to support sustainability in coming centuries;
15. Recognize that the twenty-first century botanist needs to broaden their skills and strengthen partnership in conservation, protected area management, horticulture, restoration ecology, forestry, agriculture, education, advocacy, entrepreneurship, social sciences and communication;
16. Further recognize that in order to address the urgent need for reliable and rapidly-accessible free access information and knowledge on plant diversity and uses, new tools such as molecular methodologies (including DNA barcoding), remote sensing, and information and communication technologies (including internet facilities) have proven to be an indispensable complement

to methods and disciplines of well-established value, such as taxonomy, anatomy, ecology, ethnobotany, phylogeny and genetics, inter alia;

17. Continue collaborating with indigenous peoples and local communities and participating in relevant botany programmes to conserve and valorise indigenous, traditional and local knowledge for the benefit of humanity in full compliance with the principles of Free, Prior and Informed Consent (FPIC) and Access and Benefit Sharing (ABS);
18. Contribute to the success of the SPB and to the Post-2015 Development Agenda and its planned Sustainable Development Goals (SDGs), in particular to planned SDGs on food security and sustainable agriculture; health; energy; cities; global climate change; the ocean; and ecosystems, forests, and biodiversity, recognizing the essential contributions of botany to their achievement; and
19. In this context we call upon botanists, plant scientists and other relevant experts to participate in and contribute to current and future assessments being undertaken by the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, and we further call upon the institutions and organizations for which these experts work to encourage, facilitate and promote this process.

Furthermore, we call upon governments, inter-governmental and non-governmental organizations, academia, educational and research institutions, civil society, the private sector, indigenous peoples and local communities to:

20. Mainstream the sustainable use of plant resources and plant conservation into national and local sustainable development strategies and plans;
21. Make available the necessary resources to maintain and strengthen botanical gardens, natural history museums, plant collections (herbaria, xylaria, etc.) and other relevant bodies and institutions, to ensure that they can continue as important centres for scientific research, knowledge and education and as vital repositories and sources of information for present day and future needs in achieving sustainability;
22. Encourage without impediment the continued use, storage and sharing of plants and plant materials, including varieties held by indigenous peoples and local communities, in compliance with all applicable international, regional, national and local laws and regulations and with FPIC and following ABS principles;
23. Technically and financially support the development and implementation of botany-related programmes to build and strengthen institutional and individual capacity, particularly to meet needs for research and education on plant diversity in developing and least developed countries that are rich in biodiversity;

24. Invite the private and development sectors to increase its support for capacity building programmes in botany at all educational levels in developing and least developed countries in coordination with UNESCO and in the context of multinational scientific, education and development assistance programmes and activities;
25. Further invite the private sector to recognize the mutual benefits to be gained by collaboration with botanists, particularly in view of ensuring the sustainability of new ventures and promotion of the green economy;
26. Strongly encourage building bridges between botanists and society, through a wide range of organisations, institutions and initiatives, including Botanic Gardens Conservation International, and biosphere reserves under UNESCO's Man and the Biosphere Programme; natural, cultural and mixed sites under the World Heritage Convention; and other nationally and internationally-recognized protected areas for, *inter alia*, in and ex situ plant conservation and restoration;
27. Invite UNESCO, other international organisations, and the broader botanical and conservation communities to help organise and host future meetings to produce and share knowledge relevant to plant diversity conservation and sustainable use, including on such subjects as ecological restoration and on the conservation of indigenous and local knowledge about plants and their uses; and
28. Invite the CBD and UNESCO in collaboration with relevant biodiversity-related conventions and UN agencies to launch a campaign in 2016 on plant diversity and botany in the twenty-first century with a view for CBD to submit a proposal to the United Nations General Assembly to declare 2017 as the 'International Year of Plants for Life' and for UNESCO to declare the theme of 2017 World Science Day as 'botany and the plant sciences for sustainable development'.



**Siège de
l'UNESCO
et Muséum
national
d'Histoire
naturelle
(MNHN),
Paris, France
22-25
septembre
2014**

Déclaration finale de la Conférence internationale :

Quels botanistes pour le 21^e siècle ? Métiers, enjeux et opportunités

1. Nous, les 300 participants à la Conférence internationale “Quels botanistes pour le 21^e siècle ? Métiers, enjeux, opportunités” venant de 60 pays,
2. Rappelant le rôle des plantes dans la création d’une biosphère habitable et la dépendance irréfutable de l’humanité vis-à-vis d’elles,
3. Conscients de l’importance de la diversité végétale pour le maintien, le fonctionnement et la résilience des services écosystémiques qui sont essentiels pour le bien-être, la santé, la sécurité alimentaire, les moyens de subsistance, le développement durable et la réduction de la pauvreté,
4. Reconnaissant que la botanique et plus généralement les sciences du végétal sont essentiels pour comprendre et résoudre de nombreuses questions liées au développement durable,
5. Préoccupés par le fait, qu’au cours du 21^e siècle, des dizaines de milliers d’espèces de plantes dans la nature sont sujettes à l’extinction suite à la perte et à la dégradation de leur habitat, au changement climatique et à de multiples autres facteurs, menaçant ainsi leur futur en tant que source de ressources génétiques susceptibles de répondre aux besoins des générations présentes et futures et de continuer à fournir à l’humanité une large gamme de services écosystémiques,
6. Conscients du rôle de l’Homme dans les causes et solutions de ces facteurs d’extinction,
7. Conscients aussi du rôle clé que les botanistes et la diversité végétale doivent jouer dans la définition et la réalisation de l’Agenda du développement post – 2015, ainsi que de ses futurs objectifs,

8. Conscients que le Plan Stratégique pour la Biodiversité 2011-2020 (PSB) des Nations –Unies et ses objectifs d’Aichi pour la biodiversité fournissent un cadre stratégique commun pour leurs activités et une référence pour la communauté botanique,
9. Se félicitant de la mise en œuvre actuelle des initiatives internationales pour documenter et sauvegarder la biodiversité végétale, notamment grâce à la Stratégie mondiale pour la conservation des plantes (SMCP) et à l’Initiative taxonomique mondiale convenues sous les auspices de la Convention sur la diversité biologique (CDB) et mis en œuvre dans un contexte plus large que celle du PSB,
10. Reconnaissant la nécessité pour les botanistes, dans un monde qui subit de profonds changements et en particulier la diminution de la diversité végétale, de redoubler leurs efforts, au-delà de la science pure, par un engagement de plus en plus grand avec les secteurs publics et privés et dans les processus politiques,
11. Ayant fait le point des connaissances et expertises actuelles relatives aux plantes, qu’elles proviennent des études scientifiques ou des savoirs locaux, et ayant examiné la contribution des hommes et des femmes botanistes pour relever les défis pédagogiques, économiques, environnementaux et sociaux du 21^e siècle.
12. Reconnaissant l’ampleur et l’importance fondamentale d’une tâche qui représente non moins qu’un impératif moral pour l’humanité,

Sommes convenu de ce qui suit,

Nous appelons la communauté des botanistes et des scientifiques dans le domaine végétal, et les organisations pour lesquelles ils travaillent à :

13. Intensifier leurs efforts pour achever les objectifs de la SMCP, spécialement ceux qui concernent en priorité les botanistes, incluant l’élaboration complète d’ici 2020 de la Flore Mondiale En Ligne, qui fournira une base de connaissances sur les plantes du monde,
14. S’assurer que la botanique, qui est devenue une science internationale, multidisciplinaire, intergénérationnelle, ainsi qu’une science participative exercée par les scientifiques amateurs et par les communautés locales, soit renforcée et étendue, pour que la contribution unique de cette discipline puisse perdurer et continuer à être au service de la durabilité des siècles à venir,
15. Reconnaître que le botaniste du 21^e siècle doit étendre ses compétences et renforcer le partenariat avec la conservation, la gestion des aires protégées, l’horticulture, la restauration écologique, la foresterie, l’agriculture, l’éducation, le plaidoyer, l’entrepreneuriat, les sciences sociales et la communication,

16. Reconnaître également que, dans le but de répondre au besoin urgent d'accéder rapidement à des informations et des connaissances fiables et en libre accès sur la diversité des plantes et leurs utilisations, de nouveaux outils tels que les méthodes moléculaires (y compris les codes-barres ADN), la télédétection et les technologies de l'information et de la communication (y compris les services internet) se sont avérés être un complément indispensable aux méthodes et disciplines de valeur bien établie, comme, entre autres, la taxonomie, l'anatomie, l'écologie, l'ethnobotanique, la phylogénie et la génétique,
17. Poursuivre la collaboration avec les peuples autochtones et les communautés locales et la participation à des programmes botaniques appropriés pour conserver et valoriser les savoirs autochtones, traditionnels et locaux, au bénéfice de l'humanité et en total respect des principes du Consentement Libre Préalable et Eclairé (CLIP) et de l'Accès et Partage des Avantages (APA),
18. Contribuer au succès du SPB et de l'Agenda pour le développement post-2015 et de ses futurs Objectifs pour le Développement Durable (ODD), particulièrement en ce qui concerne les ODD relatifs à la sécurité alimentaire et l'agriculture durable, à la santé, à l'énergie, à la gestion des villes, aux changements climatiques globaux, aux océans, aux écosystèmes, aux forêts et à la biodiversité pour lesquels la botanique a un rôle déterminant, et
19. Dans ce contexte, nous appelons les botanistes et les scientifiques du végétal et autres experts pertinents à participer et à contribuer aux évaluations actuelles et futures entreprises par la Plateforme Intergouvernementale sur la Biodiversité et des Services Écosystémiques (IPBES en anglais) et nous appelons également les institutions et les organisations pour lesquelles ces experts travaillent à encourager, faciliter et promouvoir ce processus,

Par ailleurs, nous appelons les Gouvernements, les organisations intergouvernementales et non gouvernementales, le monde universitaire, les établissements d'enseignement et de recherche, la société civile, le secteur privé, les peuples autochtones et les communautés locales à :

20. Intégrer l'utilisation durable des ressources végétales et la conservation des plantes aux stratégies et plans de développement durable nationaux et locaux,
21. Mettre à disposition les ressources nécessaires pour maintenir et renforcer des jardins botaniques, les musées d'Histoire naturelle et les collections de plantes (herbiers, xylothèques...) et autres organisations et institutions pertinentes, pour assurer qu'ils continueront à être des centres importants de recherche scientifique, de savoir, d'éducation et des référentiels et des sources d'informations pour le présent et les besoins futurs pour parvenir à la durabilité,
22. Encourager sans entrave l'utilisation continue, le stockage et le partage des plantes et des matières végétales, y compris les variétés détenues par les peuples autochtones et les communautés locales,

dans le respect de toutes les lois et réglementations internationales, régionales, nationales et locales applicables et suivant les principes du CLIP et de l'APA,

23. Soutenir techniquement et financièrement le développement et la mise en œuvre des programmes dans le domaine de la botanique pour construire et renforcer la capacité institutionnelle et individuelle, et en particulier pour répondre aux besoins de recherche et d'enseignement sur la diversité végétale dans les pays en voie de développement et les moins avancés qui sont riches en biodiversité;
24. Inviter les secteurs privé et du développement à augmenter leur soutien aux programmes de renforcement des capacités en botanique à tous les niveaux d'enseignement dans les pays en voie de développement et les moins avancés, en coordination avec l'UNESCO et dans un contexte international d'activités et de programmes scientifique, éducatif et d'aide au développement,
25. Inviter, en outre, le secteur privé à reconnaître les avantages mutuels gagnés en coopérant avec les botanistes, particulièrement en vue d'assurer la durabilité de nouvelles entreprises et la promotion de l'économie verte,
26. Encourager fortement l'établissement de ponts entre les botanistes et la société, par le biais d'une gamme étendue d'organisations, d'institutions et d'initiatives, incluant Conservation Internationale des Jardins Botaniques (BGCI en anglais), les réserves de biosphère du programme sur l'Homme et la biosphère de l'UNESCO (MAB en anglais), les sites naturels, culturels ou mixtes reconnus par la Convention du Patrimoine mondial, et autres aires protégées nationales et internationales pour, entre autres, la conservation et la restauration in situ et ex situ,
27. Inviter l'UNESCO et d'autres organisations internationales ainsi que la communauté botanique et de la conservation au sens large, à faciliter l'organisation et à abriter de futures rencontres pour la production de savoir et le partage de connaissances pertinentes pour la conservation de la diversité végétale et son utilisation durable, incluant des sujets tels que la restauration écologique et la conservation des savoirs autochtones et locaux sur les plantes et leur utilisation, et
28. Inviter la CBD et l'UNESCO en collaboration avec les Conventions pertinentes relatives la biodiversité et les agences des Nations Unies appropriées, à lancer une campagne en 2016 sur la diversité végétale et la botanique au 21^e siècle afin que la CDB soumette une proposition à l'assemblée générale des Nations unies pour déclarer l'année 2017 comme « l'Année Internationale des plantes pour la Vie » et que l'UNESCO déclare la journée Mondiale de la Science en 2017 sous le thème «la botanique et les sciences du végétal pour le Développement durable».

Fait à Paris, le 24 septembre 2014

Les participants



**Sede de la
UNESCO
y Muséum
national
d’Histoire
naturelle
(MNHN),
París, Francia
22 al 25 de
septiembre
de 2014**

Declaración final de la Conferencia Internacional:

¿Qué botánicos para el siglo 21? Roles, desafíos, oportunidades

1. Nosotros, los 300 participantes procedentes de 60 países reunidos en la sede de la UNESCO en París para la Conferencia internacional “¿Qué botánicos para el siglo 21? Roles, desafíos, oportunidades”;
2. Recordando el rol de las plantas en la creación de una biosfera habitable y la dependencia irrefutable de la humanidad con respecto a ellas;
3. Conscientes de la importancia de la diversidad vegetal para el mantenimiento, el funcionamiento y la resistencia de los servicios de los ecosistemas los cuales son esenciales para el bienestar, la salud, la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia, el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza;
4. Reconociendo que la botánica y de manera general las ciencias del vegetal son esenciales para comprender y resolver numerosas cuestiones ligadas al desarrollo sostenible;
5. Preocupados por el hecho de que a lo largo del siglo decenas de miles de especies de plantas en la naturaleza son sometidas a la extinción tras la pérdida y la degradación de su hábitat, el cambio climático y otros múltiples factores, amenazando así su futuro como fuente de recursos genéticos susceptibles de responder a las necesidades de las generaciones presentes y futuras, y de continuar a abastecer a la humanidad una amplia gama de servicios ecosistémicos;
6. Conscientes del rol del hombre en las causas y soluciones de estos factores de extinción;

7. Conscientes también del rol clave que los botánicos y la diversidad vegetal deben jugar en la definición y la realización de la Agenda del desarrollo después de 2015, así como de sus objetivos futuros;
8. Conscientes de que el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011–2020 de las Naciones Unidas y sus objetivos de Aichi para la biodiversidad proporcionan un marco estratégico común para sus actividades y una referencia para la comunidad de botánicos;
9. Felicitándose de la ejecución actual de las iniciativas internacionales para documentar y salvaguardar la biodiversidad vegetal, sobre todo gracias a la Estrategia Global para la Conservación Vegetal y a la iniciativa taxonómica mundial acordadas bajo los auspicios de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB);
10. Reconociendo la necesidad para los botánicos, en un mundo que sufre profundos cambios y en particular la disminución de la diversidad vegetal, de doblar sus esfuerzos, más allá de la pura ciencia, por un compromiso más y más grande con los sectores públicos y privados y en los procesos políticos;
11. Habiendo examinado los conocimientos y los peritajes actuales relativos a las plantas, que ellos provengan de estudios científicos o de conocimientos locales, y habiendo examinado la contribución de los hombres y de las mujeres botánicos para desvelar los retos económicos, medio ambientales, pedagógicos y sociales del siglo 21;
12. Reconociendo la amplitud y la importancia fundamental de una tarea que representa nada menos que un imperativo para la humanidad;

Hemos acordado lo siguiente,

Llamamos a la comunidad de botánicos y de científicos en el ámbito vegetal, y las organizaciones para las que ellos trabajan a:

13. Reforzar sus esfuerzos para completar los objetivos de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal, especialmente aquellos que conciernan en prioridad a los botánicos, incluyendo la elaboración completa de aquí a 2020 de la Flora Mundial en Línea, la cual proporcionará una base de conocimientos sobre las plantas del mundo;
14. Asegurarse de que la botánica, la cual se ha convertido en una ciencia internacional, multidisciplinaria, intergeneracional, así como una ciencia participativa ejercida por los científicos principiantes y por las comunidades locales, sea reforzada y ampliada, para que la contribución única de esta disciplina pueda perdurar y continuar a estar al servicio de la durabilidad de los siglos venideros;

15. Reconocer que el botánico del siglo 21 debe ampliar sus competencias y reforzar la colaboración con la conservación, la gestión de las áreas protegidas, la horticultura, la restauración ecológica, la silvicultura, la agricultura, la educación, la defensa, el empresariado, las ciencias sociales y la comunicación ;
16. **Reconocer** igualmente que, con el objetivo de responder a la necesidad urgente de acceder rápidamente a informaciones y conocimientos fiables y de libre acceso sobre la diversidad de las plantas y sus usos, nuevas herramientas como los métodos moleculares (incluyendo los códigos de barras de ADN), la teledetección y las tecnologías de la información y de la comunicación (incluyendo los servicios de internet) han resultado ser un complemento indispensable de los métodos y disciplinas de valor bien establecido, como, entre otros, la taxonomía, la anatomía, la ecología, la etnobotánica, la filogenia y la genética;
17. **Continuar** la colaboración con los pueblos autóctonos y las comunidades locales y la participación a los programas botánicos apropiados para conservar y valorar los saberes autóctonos, tradicionales y locales, a beneficio de la humanidad y con total respeto de los principios del Consentimiento libre, previo e informado (CLPI) y del Acceso y Participación en los Beneficios;
18. **Contribuir** al éxito del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011–2020 y de la Agenda para el desarrollo después de 2015 y de sus futuros Objetivos de Desarrollo del Milenio, en particular por lo que se refiere a la seguridad alimentaria y a la agricultura sostenible, a la salud, a la energía, a la gestión de las ciudades, a los cambios climáticos globales, a los océanos, a los ecosistemas, a los bosques y a la biodiversidad por los que la botánica tiene un rol determinante, y
19. En este contexto, llamamos a los botánicos y los científicos del vegetal y a otros expertos pertinentes a participar y a contribuir a las evaluaciones actuales y futuras emprendidas por la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES en inglés) y llamamos también a las instituciones y a las organizaciones para las que estos expertos trabajan para animar, facilitar y promover este proceso.

Por otro lado, llamamos a los Gobiernos, las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, el mundo universitario, los centros educativos y de investigación, la sociedad civil, el sector privado, los pueblos autóctonos y las comunidades locales a:

20. Integrar el uso sostenible de los recursos vegetales y la conservación de las plantas en las estrategias y planes de desarrollo sostenible nacionales y locales;
21. Poner a disposición los recursos necesarios para mantener y reforzar los jardines botánicos, los museos de Historia natural y las colecciones de plantas (herbarios, xylotecas, ...) y otras organizaciones e instituciones adecuadas, para asegurar que ellos continuaran a ser centros

importantes de investigación científica, de sabiduría, de educación, referenciales y fuentes de información para las necesidades presentes y futuras para lograr la sostenibilidad;

22. Promocionar el uso continuo, almacenamiento y compartimiento sin obstáculos de las plantas y de las materias vegetales, incluyendo las variedades en posesión de los pueblos autóctonos y las comunidades locales, en el respeto de todas las leyes y reglamentaciones internacionales, regionales, nacionales y locales aplicables y siguiendo los principios del Consentimiento libre, previo e informado (CLPI) y del Acceso y Participación en los Beneficios;
23. Apoyar técnicamente y económicamente el desarrollo y la ejecución de los programas en el ámbito de la botánica para construir y reforzar la capacidad institucional e individual, y en particular para responder a las necesidades en investigación y educación sobre la diversidad vegetal en los países en vías de desarrollo menos avanzados ricos en biodiversidad;
24. Invitar los sectores privado y de desarrollo a aumentar su apoyo a los programas de refuerzo de las capacidades en botánica a todos los niveles de enseñanza en los países en vías de desarrollo los menos avanzados, en coordinación con la UNESCO y en un contexto internacional de actividades y de programas científicos, educativos y de ayuda al desarrollo;
25. Invitar, entre otros, al sector privado a reconocer las ventajas mutuas ganadas cooperando con los botánicos, en particular en vistas de asegurar la durabilidad de nuevas empresas y la promoción de la economía verde;
26. Favorecer el establecimiento de puentes entre los botánicos y la sociedad, mediante una gama ampliada de organizaciones, instituciones e iniciativas, incluyendo la Conservación Internacional de los Jardines Botánicos (BGCI), las reservas de la biosfera del programa el Hombre y la Biosfera de la UNESCO, los espacios naturales, culturales o mixtos reconocidos por la Convención del Patrimonio Mundial, y otras áreas protegidas nacionales e internacionales para, entre otros, la conservación y la restauración in situ y ex situ;
27. Invitar a la UNESCO y a otras organizaciones internacionales así como a la comunidad de botánicos y de la conservación en sentido amplio, a facilitar la organización y a albergar futuros encuentros para la producción de saber y el compartimiento de conocimientos pertinentes para la conservación de la diversidad vegetal y su uso sostenible, incluyendo los temas de restauración ecológica y conservación de los saberes autóctonos y locales sobre las plantas y su utilización, y
28. Invitar a la CDB y a la UNESCO, en colaboración con las Convenciones relativas a la biodiversidad y las agencias de las Naciones Unidas apropiadas, a lanzar una campaña en 2016 sobre la diversidad vegetal y la botánica en el siglo 21 para que la CDB someta una propuesta a la Asamblea general de las Naciones Unidas para declarar el año 2017 como “Año internacional de las plantas para la vida” y que la UNESCO declare el Día mundial de la ciencia en 2017 bajo el tema “la botánica y las ciencias del vegetal para el desarrollo sostenible”.

Hecho en París, el 24 de setiembre de 2014

Los Participantes

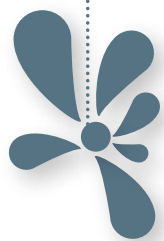


© Bernard Riera



Biographies of lead authors

*Biographie des auteurs
principaux*





Blanc

Patrick Blanc est Docteur d'Etat ès Sciences (1989) à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, et chercheur au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) depuis 1982. Il a reçu de nombreuses distinctions : Lauréat de l'Académie des Sciences : prix de Botanique, 1993 ; Lauréat du Concours de l'Innovation, 1999. Ministère de la Recherche ; Talent d'or 2002 du Sommet du Luxe et de la Création ; Prix Virgile pour l'ouvrage « Etre Plante à l'ombre des forêts tropicales » 2003 ; Chevalier de l'Ordre des Arts et des Lettres, 2005 ; Médaille d'argent de l'Académie d'Architecture, 2005 ; Parmi les *50 Best Inventions of the Year*, Time Magazine, 2009 et plus récemment Lauréat RIBA (Royal Institute of British Architects), 2010. Il a effectué plus de 250 réalisations à travers le monde avec des Architectes de renommée mondiale : Jean Nouvel, Herzog et de Meuron, Andrée Putman, Marc Newson, Francis Soler, Kengo Kuma, Kazuyo Sejima, Cesar Pelli, Edouard François, Jean-Paul Viguier, Bonnie Fisher, J+H Boiffils, Saguez et Partners, ... Le premier article mentionnant Patrick Blanc comme le créateur du Mur Végétal a été publié en 1978. Il a ensuite obtenu le premier brevet Mur Végétal en 1988, et a réalisé de nombreux murs végétaux parmi lesquels le premier Mur Végétal pour le Musée des Sciences et de l'Industrie en 1986 ; puis lors du Festival International des Jardins, Chaumont-sur-Loire, en 1994 ; Pershing Hall, Paris, en 2001 ; Le Musée du Quai Branly, Paris, en 2005 ; la création d'un Mur Végétal de 1500 m², à Clayes sous Bois, en 2012 ; la création du plus haut Mur Végétal du monde à Sydney (Architecte : Jean Nouvel), en 2013 ; la création de 67 colonnes suspendues plantées, 12 à 18 m de haut, au Musée PAMM à Miami (Architectes : Herzog & de Meuron), en 2013 ; La création de la plus haute installation au monde de plantes grimpances : Le Nouvel à Kuala Lumpur (Architecte : Jean Nouvel), en 2015. Patrick Blanc donne de nombreuses conférences à travers le monde depuis 1995 ; il effectue des missions scientifiques depuis 1972, et est l'auteur de publications scientifiques depuis 1977. Il a assuré la co-direction scientifique des missions « Radeau des Cimes » en Guyane (1986 et 1989) et au Cameroun (1989). Il est à l'origine de découvertes de nouvelles espèces de plantes et notamment une nouvelle espèce de *Begonia*, aux Philippines, et qui porte désormais le nom de Patrick Blanc : *Begonia blancii*. Il a permis l'introduction de nouvelles espèces de plantes pour l'horticulture et les jardins botaniques.

Barthélémy

Daniel Barthélémy is a botanist, specialized in tropical plants and plant architecture. He defended his PhD in biology and plant ecology. He started working at Cirad in 1989, and then worked at Inra from 1993 to 2010 as Deputy Director and then Director of the AMAP joint research unit (Botany and Computational Plant Architecture). He is Director of the Biological Systems Department of Cirad since 2011. He has participated to over 40 national, european or international projects, in partnership with more than 30 foreign countries. He is a member of numerous scientific evaluation boards and committees.

Chauvet

Michel Chauvet est agronome, ethnobotaniste et ethnolinguiste. Il a précédemment travaillé dans les domaines du commerce extérieur, des ressources génétiques (Bureau des ressources génétiques) et de la muséographie (Agropolis-Muséum).





Il est co-auteur du premier livre en français sur la biodiversité (Chauvet et Olivier, *La biodiversité, enjeu planétaire*, Sang de la terre, 1993), et prépare une encyclopédie des plantes alimentaires. Il a participé au programme PROTA (Ressources végétales de l'Afrique tropicale), et anime maintenant le site Pl@ntUse, dans le cadre du projet Pl@ntNet. Ses centres d'intérêt portent sur l'origine des plantes cultivées, l'histoire de leur diffusion et de leur diversification, et celle de leurs noms et de leurs usages. Il est enfin très actif dans le réseau des botanistes francophones, Tela Botanica.

Derewnicka

In her role as Education Officer for Botanic Gardens Conservation International (BGCI), the largest network of botanic gardens world-wide, **Liliana Derewnicka** is involved in science communication training, co-editing *Roots* a journal on botanic garden education, finalizing the EU project INQUIRE, managing BGCI Education social media and other activities of the education department. She has been involved in plant science since her undergraduate degree at the University of Glasgow, where she studied Molecular and Cellular Biology, focusing on plants. Whilst doing this she developed a passion for science communication and became involved in informal science education through volunteering for various organisations, such as Lab in a Lorry. She then added an academic underpinning to this practical experience by studying an MSc in Science Communication at Imperial College, London. During her masters she also completed an internship for interpretation and digital media at Royal Botanic Gardens, Kew.

Doumenge

Charles Doumenge a contribué pendant une dizaine d'années à la mise en place de réseaux d'aires protégées en Afrique centrale et au déploiement de projets de conservation-développement dans cette région, pour le compte de l'UICN. Depuis 1999, il est chercheur au CIRAD, plus spécialement intéressé par les questions relatives à la connaissance de la biodiversité des forêts tropicales, à l'évolution de ces forêts et à leur gestion durable. Il a aussi dirigé un projet d'appui à la recherche forestière et dirigé la première année du master Biodiversité Végétale Tropicale de l'Université de Montpellier 2.

Dupont

Frédéric Dupont est professeur de botanique à la Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques de l'université de Lille 2, après une formation en faculté des sciences et en écoles d'ingénieur du vivant. Il enseigne la botanique depuis 1994 aux futurs pharmaciens. Ses travaux et publications concernent la phytosociologie, les adventices des cultures, la dynamique des systèmes anthropisés et l'ethnobotanique. Il est responsable de l'herbier et du jardin botanique de l'université de Lille 2, du diplôme universitaire d'ethnobotanique appliquée de Lille. Il est par ailleurs membre de différentes sociétés botaniques (Société botanique de France, Société botanique du nord de la France), président du conseil scientifique du CCVS (Conservatoire des collections végétales spécialisées) et vice-président des JBF (Jardins botaniques de France et des pays francophones). Son ouvrage intitulé « Abrégé de Botanique », co-écrit avec le Pr. J.-L. Guignard et préfacé par le Pr. J.-M. Pelt, est le manuel de référence des facultés francophones.



Fromageot

Former director of Research and Development of Yves Rocher group, **Claude Fromageot** is currently he Director of Yves Rocher Foundation – Institute of France and Director of Sustainable Development of Yves Rocher Group.

Gond

Valéry Gond received the Ph.D. degree from the University of Toulouse, France, in 1995. He worked on the European temperate forest and Western African savannas during his Ph.D. studies and as a postdoctoral researcher with the University of Antwerp and the Flemish Institute of Technology (VITO) in Belgium from 1996 to 1999, and at the Joint Research Centre of the European Commission, Ispra, Italy, until 2000. He is currently a geographer specializing in remote sensing processing. His work has focused on the tropical rainforest since he worked in French Guiana for five years. For the last 12 years, he has been working for the Agricultural Research for Development (CIRAD, Montpellier, France). His research focused on forest spatial pattern characterization using tree functioning or stand structure. He is involved also in the determination of human impact on the forest by determining particular activities (mining, logging, and agriculture). He is working both in the Amazon and in Central Africa. He regularly publishes in remote sensing and applied forestry reviews.

Ievinsh

Gederts Ievinsh is graduated from the University of Latvia in 1984 as a biologist and lecturer in biology and chemistry. Already in 1983 he started to work at the Department of Plant Physiology, Institute of Biology, Latvian Academy of Sciences. In 1990 G. Ievinsh defended doctoral theses. In 1993 G. Ievinsh spent 6 months in Uppsala at the Swedish University of Agricultural Sciences. After becoming a head of the department at the Institute of Biology in 1994 he participated in several international scientific projects (European Commission, Danish Research Council, National Science Foundation) as a leader of the Latvian group. After receiving a degree of Dr. habil. biol. in 1996, in 1997 G. Ievinsh became a full time professor in plant physiology at the University of Latvia. During 2002 – 2006 he was a director of the National Botanical Garden of Latvia. G. Ievinsh is an author of 67 scientific papers.

Le Bourgeois

Thomas Le Bourgeois is a tropical weed scientist involved for more than 25 years in three kinds of complementary research programs: 1) Ecology of weed communities in tropical cropping systems, 2) integrated management of invasive alien plants, including biological control, and 3) weed identification assisted by computer. He has worked mainly in Africa, in Asia and in the Indian Ocean in both food and cash cropping systems but also in protected areas. He is currently coordinating various research projects incorporating the identification, sharing and dissemination of knowledge on weeds between actors, through web platforms and IT tools.





Le Hir

Fanch Le Hir, formé en agronomie et en gestion de l'environnement, travaille depuis 1979 au Conservatoire botanique national de Brest, d'abord en tant que responsable de la conservation *ex situ*, puis comme chargé de projets internationaux. Il participe au montage et à la gestion de projets de conservation de flores tropicales dans différents hauts lieux de biodiversité de la planète (Antilles-Guyane, Haïti, Madagascar...). Membre administrateur de l'association « Jardins botaniques de France et des pays francophones » depuis de nombreuses années, il en assure aujourd'hui la présidence.

Loizeau

Pierre-André Loizeau, directeur des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève depuis 2006, est spécialiste de la famille des Aquifoliaceae. Chargé de cours à l'Université de Lausanne, puis à l'Université de Genève, il participe à diverses instances internationales comme le Species Plantarum Programme, Flora Neotropica, et est membre de la commission de gouvernance de l'IAPT pour la période 2001-2017. Il est membre du conseil d'administration des Jardins botaniques de France et des pays francophones et du comité d'Hortus Botanicus Helveticus depuis 2011. Il représente le réseau suisse dans le Consortium des Jardins botaniques Européens. Il a notamment engagé son institution dans le consortium d'une vingtaine d'institution qui élabore une Flore du Monde Online, afin de répondre au premier objectif de la Stratégie Mondiale pour la Conservation des Plantes d'ici 2020. Au plan national, P.-A. Loizeau est président d'Info Flora, la fondation qui collecte des données floristiques pour la Suisse. Il est aussi à l'origine de l'adaptation de la Flora Helvetica pour smartphone. Il a participé à de nombreuses commissions et associations genevoises.

Machovina

Brian Machovina is a Doctoral Candidate in the Department of Biological Sciences at Florida International University and Fairchild Tropical Botanic Garden in Miami, Florida, USA where he studies ecological issues surrounding food security. He is also Co-Founder of Healthy Foods, LLC and Co-Inventor of Yonanas®, a globally-distributed kitchen appliance that turns frozen bananas and other fruits into a healthy, plant-based alternative to ice cream. He has founded or developed a number of companies and NGOs in the conservation and natural foods industries including Essential Living Foods, Guayaki Sustainable Rainforest Products, and Oasis Preserve International.

Martin

Gabrielle Martin est chargée d'études botaniques au Muséum National d'Histoire naturelle. Elle participe aux inventaires floristiques et à l'analyse des données des programmes Vigie-flore et Sauvages de ma rue et œuvre à la communication des résultats et aux échanges entre botanistes bénévoles et chercheurs.



Mathieu

Ingénieur Centralien, **Daniel Mathieu** a travaillé une partie de sa carrière dans un grand centre de recherche public avant de s'occuper de développement économique à l'agence OSEO Innovation de Montpellier puis d'un pôle de compétitivité centré sur les écotechnologies. Botaniste amateur, il s'investit dans le monde associatif où il occupe le poste de secrétaire de la Société Botanique du Vaucluse puis celui de président des Écologistes de l'Euzière pendant plusieurs années. Cofondateur du réseau Tela Botanica, il en fixe les grandes orientations stratégiques en prenant appui sur sa culture d'ingénieur, sa sensibilité aux problèmes d'environnement et son intérêt pour le fonctionnement des réseaux collaboratifs. Il occupe le poste de président de l'association Tela Botanica depuis sa création en 1999.

Maxted

Nigel Maxted (senior lecturer at University of Birmingham) has professional expertise in *in situ* and *ex situ* plant genetic conservation, he has published over 350 scientific papers and 20 books. He led/leads National, European and International Crop Wild Relative and Landrace conservation projects and consultants for FAO, GEF, World Bank and national agencies. He is Co-Chair IUCN SSC CWR Specialist Group; Chair of ECPGR *In Situ* and On-farm Network, Chair of ECPGR *In Situ* Working Group; Chair of the UK PGR Committee; Senior Scientific Advisor for the GEF / World Bank on PGR Conservation and Honorary Research Fellow Royal Botanic Gardens, Kew.

Monro

Alex Monro is a research botanist at the Natural History Museum, London and the Royal Botanic Gardens, Kew. Main research interests are the documentation, discovery and conservation of biodiversity, with particular emphasis on Central America and the flowering plant family Urticaceae (ca 2000 spp) Worldwide. Cross-cutting themes include realising the potential of biological collections to support conservation, the documentation of the biodiversity of poorly or un-explored areas of Central America, and providing the science to support sustainable plant-based livelihoods from shade coffee in El Salvador, indigenous eco tour guides in Costa Rica, tools for the sustainable use of *Brosimum alicastrum* in Central America and permaculture in the Bolivian Amazon. Research into the flowering plant family Urticaceae has centred on the production of a new family classification, taxonomy of the species-rich genera and the discovery and documentation of new species in Latin America and the Karsts of SW China.

Muller

Ingénieur agronome formé à l'Institut national agronomique Paris-Grignon (INAPG), **Serge Muller** s'est spécialisé en écologie végétale par un doctorat à l'Université Paris XI. Après avoir ensuite enseigné la botanique et l'écologie végétale à l'INAPG, il a obtenu un poste de Professeur à l'Université de Lorraine. Il étudie la flore et les communautés végétales des habitats aquatiques, prairiaux et forestiers, avec des applications à la conservation et la restauration de la biodiversité. Il met en œuvre les résultats de ces recherches par son implication auprès du comité français de l'UICN (dont il préside la commission « sauvegarde des espèces ») et du Ministère de l'Ecologie, dans le cadre du Conseil National de la Protection de la Nature, dont il préside la commission « flore et ses habitats ».



Il est également fortement impliqué dans la conservation de la biodiversité de l’Outremer français (membre des Conseils scientifiques des Parcs nationaux de la Réunion et de Guyane, ainsi que des Conseils scientifiques du Patrimoine naturel de Mayotte et de Saint-Pierre et Miquelon). Depuis octobre 2014, il est professeur au Muséum national d’Histoire naturelle à Paris, responsable scientifique de l’herbier national. Il a également été nommé coordinateur flore de l’autorité scientifique CITES française assurée par le Muséum

Murrieta

Julio Ruiz Murrieta is both Associate Professor and Director of International Relations at the Universidad Científica del Peru. He holds a Doctorate Degree in Ecological Sciences, a Master Degree in International Relations and Development, a Bachelor of Science in Forestry Degree and a Forestry Expert Degree. His research interests are in rainforests: remarkable ecosystems, non timber forest products, and ecosystems under impact of human activities. A second research interest is on indigenous peoples and its relation with forests including traditional knowledge. He is a member of the European Tropical Forest Research Network (ETFRN), of the UNESCO-MAB Program and of IUFRO. He was major executive of the Fund for the Development of Indigenous Peoples of Latin America and the Caribbean (La Paz, Bolivia), IUCN’ World Forest Conservation Programme (Gland, Switzerland) and of the Amazon Forest Programme of the Peruvian Amazon Research Institute (Iquitos, Peru). He was Director for Latin America of the Forest Stewardship Council (Oaxaca, Mexico), General Administrator of the B78100 Budget Line in the European Commission (Bruxelles, Belgium), Consultant and Researcher of the UNESCO MAB Programme and Consultant of the Interamerican Development Bank-BID (Washington, USA). He had an active participation in numerous meetings of the United Nation’s Convention on Biological Diversity, Convention on Climate Change, Indigenous Peoples Rights and Forum on Forests.

Nguyen

Van Kien Nguyen holds a BSc of English language, Hanoi University of foreign language studies, 2006, Vietnam. BSc of Biochemistry, Biology, Hanoi University of Science, 1999, Vietnam MSc of Applied Biology, Biology, Hanoi University of Science 2008, Vietnam Short training courses at international/regional levels. He attended several Workshops and conferences: International aroid conference, December 11-13, 2013, Hanoi, Vietnam; Workshop on Genetic Resources and intellectual property rights at Regional level in Bangkok, Thai Lan, March 18-22, 2013; The face to face experts meeting on drafting genebank standards for plants with non-orthodox seed, Jan 31-Feb 2, 2012. Rome, Italy.

Oldfield

Sara Oldfield currently works for Botanic Gardens Conservation International (BGCI) where she was Secretary General from 2005 to 2015. In this role, Sara led the strategic development of BGCI, an organisation that serves botanic gardens globally. She was responsible for the organisation’s world-wide programmes, addressing the conservation and sustainable use of plant diversity, environmental education and biodiversity policy. Prior to joining BGCI, Sara worked for a range of conservation organisations. From 1998 to 2004, Sara was the Global Programmes



Director at Fauna & Flora International (FFI), responsible for the management and development of global programmes including FFI's Global Trees Campaign. This programme, which is now run jointly with BGCI, aims to save globally threatened tree species and their habitats worldwide. Sara has also worked for UNEP – World Conservation Monitoring Centre and as a freelance consultant for ten years. Early in her career she was on the staff of the Royal Botanic Gardens, Kew. Sara is Co-Chair of the IUCN/SSC Global Tree Specialist Group, responsible for promoting and implementing projects to identify and conserve globally Red Listed tree species. She has published and edited a wide range of books, reports and papers on biodiversity conservation, endangered species, rainforests and deserts.

Palese

Alan Palese is Assistant Keeper of the Herbarium, Royal Botanic Gardens, Kew. He started his career as a taxonomist and he has become increasingly interested in how to maximise the impact of taxonomic and collection information in conservation, sustainable use and medicine. He currently manages Kew's involvement in several projects carried out in global partnerships such as the International Plant Names Index (www.ipni.org), the World Checklist of Selected Plant Families (www.kew.org/wcsp) and the Plant List (www.theplantlist.org). He is Co-PI on the Wellcome Trust funded Medicinal Plant Names Services project (www.kew.org/mpns). His taxonomic research is centred on African and Asian Lamiaceae, writing accounts of the family for Flora of Thailand and Flora of Gabon; recently completing accounts for Flora Zambesiaca and Flora of East Tropical Africa. He also pursues onographic and phylogenetic research in tribe Ocimeae and have published several multidisciplinary papers on *Ocimum* (basil) and *Plectranthus*.

Raoul

Diplômé en biologie de l'Université de Genève, **Raoul Palese** travaille aux Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB) depuis 1987. Après avoir participé à divers projets floristiques institutionnels (*Flore du Paraguay*, *Flore de Corse*), il s'est consacré au développement du *Système d'Information botanique de Genève*, utilisé tant pour la gestion des herbiers (environ 6'000'000 d'échantillons), que pour celle des collections vivantes (15'700 spécimens cultivés) et des différents projets scientifiques. Parallèlement, de 1994 à 2001, il a été le coordinateur du *Centre du Réseau Suisse de Floristique* (aujourd'hui *Infoflora*) ; dans ce cadre il a été en charge de la mise en place d'un centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse. Depuis 2011, il est le conservateur responsable du secteur *Conservation & Systèmes d'information* des CJB, en charge donc des systèmes d'information mais également des projets de conservation des espèces menacées.





Ulian

Tiziana Ulian has been working in the Seed Conservation Department of the Royal Botanic Gardens, Kew, in the U.K. since 2004. She manages partnerships and coordinates projects enhancing the conservation and sustainable use of wild plant genetic resources in Europe, Latin America and Africa under Kew's Millennium Seed Bank Partnership. Specifically, she has been responsible for Project MGU-the Useful Plants Project (UPP) in Botswana, Kenya, Mali, Mexico and South Africa since 2007. She coordinates plant species targeting, seed collecting and banking, and plant propagation conservation activities in rural and indigenous communities.

Vignes Lebbe

The « Laboratoire Informatique et Systématique » (LIS) is a small team working on theoretical systematic and led by **Régine Vignes Lebbe**, professor at the University Pierre and Marie Curie (UPMC), specialist in biodiversity informatics, scientific coordinator of the GBIF France. On the theoretical level, the LIS seeks to summarize descriptive and evolutionary approaches in Systematic Biology by defining what is common and different in the concepts, mathematical structures and methods used by the taxonomy, phylogeny and biogeography. LIS invests downstream of theoretical research in software development. Each of these programs target some of the mandatory tasks of the taxonomy, phylogeny and biogeography: Xper in its various single-user or collaborative versions, is dedicated to digitize and analyse taxonomic descriptions (phenotypes) ; Lisbeth implements the cladistic three components analysis used in phylogeny and comparative biogeography.

Victor

Janine Victor is a plant taxonomist who trained at Rhodes University in Grahamstown, South Africa, and obtained her Masters in Plant taxonomy at the University of Pretoria, Pretoria. She started working at the South African National Biodiversity Institute in 1993 as a technician in the herbarium. An interest in palynology of the Rutaceae lead to her development as a scientist. She then took on the role of Chief Scientist: Red Lists, in which she developed the Red List of South African Plants. On completion of this project she returned to the herbarium to pursue her taxonomic research interests and assumed position of Assistant Curator, followed by Acting Curator of the National Herbarium, and then (currently) Deputy Director of Biosystematics Research.

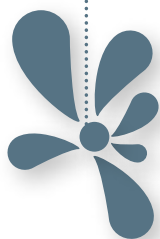




© Bernard Riera

Annexes

- Programme of the conference
- Programme of the visit to the Museum National d'Histoire Naturelle
- List of participants



Back to
Contents
*Retour au
Sommaire*

Programme of the conference

Programme de la conférence

Monday 22 September 2014

- 08:30-09:30** Registration of participants
- 09:30-10.10** Opening Ceremony
Welcome from the representative of Irina Bokova, UNESCO Director-General
Welcome from Gilles Boeuf, President of the National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France
Introductory speech by Stephen Blackmore, Chairperson of the Scientific committee of the Conference
Queen's Botanist & Honorary Fellow of the Royal Botanic Garden Edinburgh, Chairperson of the Botanic Gardens Conservation International (BGCI), and the Darwin expert committee, Edinburgh, UK "Botany and the great challenges of our time"
- 10:10-10:40** Key note by De-Zhu Li, Kunming Institute of Botany and Chinese Academy of Sciences, Kunming, China "Experiences from China" (provisional title)
- 10:40-11:00** Coffee Break
- Theme 1: Botanists and the economic challenges of the twenty-first century: What knowledge is needed for a sustainable economy that protects the natural capital of the planet?**
- Chair:** Peter Wyse Jackson, President of the Missouri Botanical Garden, USA
- 11:00-11:15** Alex Monro, Royal Botanic Gardens, Kew, UK "Conservation of an underutilized crop and forest tree species; a potential win"
- 11:15-11:30** Nigel Maxted, University of Birmingham, Birmingham, UK "A systematic perspective on crop wild relative conservation and use"
- 11:30-11:45** Tiziana Ulian, Royal Botanic Gardens, Kew, UK "Plant conservation for the benefit of local communities: the Useful Plants Project"
- 11:45-12:00** Claude Fromageot, Yves Rocher Foundation, Issy-les-Moulineaux, France "Holistic approach: botanists, biodiversity and economy"
- 12:00-14:45** Lunch and Posters presentation
- 13:15-14:45** Workshop 1-Room IV ● Workshop 2-Room II
Botanists' contribution to the development of the Man And the Biosphere (MAB) future strategy and action plan
MedPlant: Phylogenetic Exploration of Medicinal Plant Diversity
- Coordinators:** Noëline Raondry Rakotoarisoa, MAB Secretariat ● Julie Hawkins, MedPlant
- Chair:** Qunli Han, Director of the Division of Ecological and Earth Sciences and MAB Secretary
- Chair:** Gary Martin, Director of the Global Diversity Foundation and the Global Environments Summer Academy, USA

- 14:45-15:00** Charles Doumenge, International Cooperation center for Agricultural Research for Development (CIRAD), Montpellier, France “Knowledge of species: the Graal quest for sustainable management of tropical forests”
- 15:00-15:15** Michel Chauvet, French National Institute for Agricultural Research (INRA), Montpellier, France
“Pl@nteUse, a tool to mobilise information on plant use”
- 15:15-15:30** Patricia Guzmán, Rennes University and Externado de Colombia University, France and Colombia “Indigenous seeds and biodiversity: issues for the formulation of an appropriate legal regulation”
- 15:30-15:45** Summary of Theme 1 session

Theme 2: Botanists and the environmental challenges of the twenty-first century: What knowledge is needed to better understand and mitigate the effects of climate change, the destruction of environments, the extinction of species, and rapid and uncontrolled urbanization?

Chair: M. Jean Patrick Leduc, National Museum of Natural History (MNHN), France

- 15:45-16:00** Gabrielle Martin, National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France
“Vigiflore”, an observatory of participative science of common flora for a national monitoring of flowering plants”
- 16:00-16:15** Serge Muller, University of Lorraine, Metz, France ; National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France “Relevance of herbarium for the knowledge of the in macro ecological and environmental changes of territories”
- 16:15-16:45** Coffee Break
- 16:45-17:00** David Draper Munt, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador “Conservation of plant species in the tropics: What we really need for targeting ex situ species conservation? What’s next after a red book?”
- 17:00-17:15** Valéry Gond, International Cooperation center for Agricultural Research for Development (CIRAD), Montpellier, France “From tree to satellite, how to map the diversity of central africa tropical forets?”
- 17:15-17:30** Kayri Havens, Chicago Botanic Garden, Chicago, USA “Plant Conservation and Restoration Challenges in a Changing World”
- 17:30-17:45** Cléto Ndikumagenge, MNV project, Programme ONU-REDD, FAO, Yaounde, Cameroon
“Challenges and opportunities related to REDD+ process and MNV in Central Africa countries : lesson learned from the project: national monitoring and MNV systems with a regional approach”
- 17:45–18:00** Summary of Theme 2 session (first part)
- 18:00-19:00** Sandra Knapp, Natural History Museum, London, UK “Becoming a botanist...a traveller’s tale” (no interpretation provided)
- 19:00-20:00** Private view of the exhibition “Le Regard des Fleurs/Through the eyes of a Flower” by Christian Rime (Pas Perdus Room)

Tuesday 23 September 2014

- 08:30-09:30** Posters presentation
- 09:30-10:00** Key note by Marlina Ardiyani, Indonesian Institute of Sciences (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia-LIPI), Cibinong, Indonesia “The State of the Art of Plant Biodiversity Studies and Practices in Indonesia”
- 10:00-10:30** Key note by Sara Oldfield, Botanic Gardens Conservation International (BGCI) “Progressing plant conservation through policy, practice and participation”

Theme 2: Botanists and the environmental challenges of the twenty-first century: What knowledge is needed to better understand and mitigate the effects of climate change, the destruction of environments, the extinction of species, and rapid and uncontrolled urbanization?

Chair: Jean-Patrick Le Duc, National Museum of Natural History (MNHN), France

- 10:30-10:45** Inocencio E. Buot, University of the Philippines, Philippines “Vegetation zonation along altitudinal gradient in selected Philippine mountain forests: Insights and research directions for plant and ecosystem conservation of the 21st century”
- 10:45-11:00** Fanch Le Hir, National Botanical Conservatoire, Brest, France
“Developing tools for conservation and valorisation of the malagasy flora: examples of partnership between the National botanical Conservatoire of Brest and malagasy actors from Diana and Analanjirofo region”
- 11:00-11:30** Coffee Break
- 11:30-11:45** Pete Lowry, Missouri Botanical Garden (MBG), Saint Louis, USA and currently at the National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France “The Role of Botanists in Environmental Impact Assessment and Mitigation: Examples from the Mining Sector Point to New Opportunities in the 21st Century for Advancing Science and Supporting Conservation”
- 11:45-12:00** Thomas Le Bourgeois, International Cooperation center for Agricultural Research for Development (CIRAD), Montpellier, France “IT&C and Citizen Science against Alien Invasive Plants in the Kruger National Park, South Africa”
- 12:00-12:15** Gederts Ievinsh, University of Latvia, Riga, Latvia “Bringing Physiology back to Botany: Plant Physiological Adaptations as a Crucial Link between Genotype and Environment”
- 12:15-12:30** Claudia L. Jolls, East Carolina University, USA “Collaborations and Synthesis: Population level Approaches to Rare Species Conservation and Non target Impacts from Biological Control”
- 12:30-12:45** Summary Theme 2 session (second part)
- 12:45-14:30** Lunch and Posters presentation

Theme 3: Botanists and the social challenges of the twenty-first century: What strategies are needed to address globalization urbanization, food security, the loss of traditional knowledge, and to better appreciate the dimensions of art and culture, and man and nature?

Chair: Ameenah Gurib-Fakim, Managing Director of the Centre for Phytotherapy and Research (CEPHYR), Mauritius

- 14:30-14:45** Fortuné Azihou, Abomey University, Benin “Community forests, local people and tropical botanists: new opportunities for conservation out of protected areas”
- 14:45-15:00** André Loizeau, Conservatory and Botanical Garden of the City of Geneva, Geneva, Switzerland
“Conservatoire and botanical Garden of Geneva City, botanists serving society ”
- 15:00-15:15** Germinal Rouhan, National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France
“The herbonauts website: recruiting the general public to acquire the data from herbarium labels”
- 15:15-15:30** Daniel Mathieu, Tela Botanica, Montpellier, France “Citizen environmental observatories and Open data, the Tela Botanica experience”
- 15:30-15:45** Liliana Derewincka, Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Richmond, UK
“Botany in the Community”
- 15:45-16:00** Van Kien Nguyen, Plant Resources Center (PRC), Hanoi, Viet Nam “Plant genebank: An outlook of culture, nature and human of Vietnam”
- 16:00-16:30** Coffee Break
- 16:30-16:45** Victor A. Kemeuze, University of Ngaoundere, Ngaoundere, Cameroon “Sacred Groves and Biodiversity Conservation in Semi-arid Area of Cameroon: Case Study of Diamare Plain”
- 16:45-17:00** Elisabeth Rabakonandrianina, University of Antananarivo, Madagascar “Botanical Knowledge in the Third World, a Life Saver: the Case of Madagascar”
- 17:00-17:15** Brian Machovina, Florida International University, Miami, USA “Eating Plants to Save Them”
- 17:15-17:30** Daniel Barthélémy, International Cooperation center for Agricultural Research for Development (CIRAD), Biological Systems Department, Montpellier, France “Pl@ntNet initiative, a collaborative platform dedicated to botanical identification and data aggregation”
- 17:30-17:45** Summary of Theme 3 session
- 18:00-20:00** “Il était une forêt” directed by Luc Jacquet, presented by Francis Hallé with the participation of Yves Darondeau, Film producer (no interpretation provided)



Wednesday 24 September 2014

- 08:30-09:30** Posters presentation
- 09:30-10:00** Key note by Julio Ruiz Murrieta, Universidad Científica del Perú (UCP), Iquitos, Peru
“Threats to rain forests in the Peruvian Amazon”
- Theme 4: Botanists of tomorrow: What skills and training do we need to develop botanical expertise and capacity and to mobilize it around the world?**
- Chair:** Vololoniaina Jeannoda, Lecturer- Researcher at the University of Antananarivo, Madagascar
- 10:00-10:15** Janine Victor, National Herbarium (SANBI), Pretoria, South Africa “Strategy for biosystematics research in South Africa: plant systematics component”
- 10:15-10:30** Alan Paton, Royal Botanic Gardens, Kew, UK “Plant names: building bridges with the users”
- 10:30-10:45** Frédéric Dupont, Lille 2 University, Lille, France “Faculties of pharmacy: temple of botany?”
- 10:45-11:00** Luciana Dias Thomaz, Universidade Federal do Espírito Santo, Praia da Costa – Vila Velha, Brazil “Botanical collections and their role in conservation, bioprospecting and formation of human resources”
- 11:00-11:30** Coffee Break
- 11:30-11:45** Isabel Marques, University of British Columbia, Vancouver, Canada “When you think of a botanist do you think of Indiana Jones? Making botany more attractive and new technologies more productive for the public”
- 11:45-12:00** Régine Vignes Lebbe, University of Paris 6; National Museum of Natural History (MNHN), Paris, France “Xper3: news tools for collaborating, training and transmitting knowledge on botanical phenotypes”
- 12:00-12:15** Hervé Sauquet, University of Paris-Sud, Orsay, France “eFLOWER: Synthesizing data on flowers in the 21st century”
- 12:15-12:30** Raoul Palese, Conservatory and Botanical Garden of the City of Geneva, Chambesy, Switzerland
“Flora Helvetica goes mobile”
- 12:30-12:45** Summary of Theme 4 session
- 12:45-15** Lunch and Posters presentation
- 13:45-15:15** Workshop 3-Room IV Workshop 4-Room II
Themes “Global changes and new Ecosystem: towards a change of paradigm” and “Meeting the global challenges for plant conservation assessments”
Coordinators: Charles Doumenge (CIRAD) ● Danna J. Leaman – John Donaldson, IUCN
Chair: Charles Doumenge, CIRAD ● **Chair:** John Donaldson, IUCN
- 15:30-16:00** Key note by Patrick Blanc, Center for Scientific Research (CNRS), Paris, France “From forest understorey rocks to skyscrapers: no limit for vertical gardens”
- 16:00-16:15** Coffee break

- 16:15-17:45** Conclusion session
Chair: Stephen Blackmore, Chair of Scientific committee
- 17:45 – 18:00** Closing ceremony
Closing address from Stephen Blackmore, Chairperson of the Scientific committee of the Conference, UK
Closing address from Xavier Sticker, Ambassador for Environment, Ministry of Foreign Affairs and International Development, France
Closing address from Han Qunli, Director of Division of Ecological and Earth Sciences, UNESCO

Thursday 25 September 2014

National Museum of Natural History

- 08:30-09:00** Registration and welcome coffee
- 09:00-09:15** Welcome speech from Thomas Grenon, Director-General, Muséum National d’Histoire Naturelle
- 09:15-09:30** Stephen Blackmore, Chair of the Scientific Committee of the Conference, Botanic Gardens Conservation International (BGCI), Botanist of the Queen and honorary member of “Royal Botanic Garden”, Edinburgh, United Kingdom
Noeline Raondry Rakotoarisoa, Chair of the Organizing Committee of the Conference, UNESCO
- 09:30-09:45** Jean Patrick Le Duc, Department for European and International Relations, MNHN
“Key role of scientific institutions in biodiversity governance”
- 09:45-10:00** Marc Pignal, Directorate for collections, MNHN “French National Infrastructure e-RecoINat”
- 10:00-10:15** Eric Joly et Denis Larpin, Botanical and Zoological Gardens Departement, MNHN
“New greenhouses at the Museum”
- 10:15-10:30** Odile Poncy, DEVF Team, MNHN “The Museum Herbarium entered the 21st century”
- 11:00-13:00** Visits – 19 people maximum
Visits are bilingual (French and English)
Two visits starting at 11:00 and at 12:00
– Le Grand Herbier et la Galerie de Botanique (Grand Herbarium and Botany gallery)
– Le Jardin écologique (Ecological garden)
– Les Grandes serres (Grand greenhouse)
– Le Jardin alpin et l’Ecole de Botanique (Alpine garden and School of Botany)
– La Grande Galerie de l’Evolution (Grand Evolution Gallery)



List of participants

Liste de participants

Name/Nom	Institution	Country/Pays
ADEPOJO OLATUNDE	Permanent Delegation of Nigeria to UNESCO	Nigeria
ADOU YAO C. YVES	Université Felix Houphouet Boigny, Abidjan	
AGIER Adeline	Permanent Delegation of Gabon to UNESCO	Gabon
ALEBERTEAU Thierry	Responsable du Jardin Botanique Yves Rocher	France
ALI NGARMOUDI Djarma	Commission des Forêts d'Afrique Centrale COMIFAC/FAO, Chad	Chad
ALLORGE Lucile	Museum National d'histoire Naturelle (MNHN)	France
ALOSAIMI Mansour	Permanent Delegation of Saudi Arabia to UNESCO	Saudi Arabia
AMIET-KNOTTENBELT Myriam	Monash University, Australia	Australia
ANDRADE RIBEIRO Inês	Botanical Garden of the Zoobotânica Foundation of Belo Horizonte, Brazil	Brazil
APPORA Viviane	Groupement d'Intérêt Public GIP ECOFOR	France
ARDIYANI Marlina	Indonesian Institute of Sciences (LIPI)	Indonesia
ASSI Kaudjhis Chimene	Université Félix Houphouët-Boigny Abidjan, Côte D'Ivoire	Côte d'Ivoire
AUDOIN-ROUZEAU Eloi	UNESCO	France
AVANA TCHAMDJOU TIENTCHEU Marie Louise Appolinaire	Universite de Dschang, Yaounde	Cameroun
AZIHOU Fortuné	University of Abomey-Calavi, Cotonou	Benin
BACHMAN Steve	Royal Botanic Gardens, Kew	UK
BANGIRINAMA Frédéric	Ecole Normale Supérieure au Burundi	Burundi
BANTCHEV Marietta	Présidente Association UNESCO	France
BARBOSA DOS SANTOS Carmelita	Secretaria de Educação do Estado da Bahia- Brasil	Brazil
BARTHELEMY Daniel	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)	France
BAURET Lucie	MNHN	France
BAZAN Samantha	Université Montpellier 2	France
BEJERANO Erika	France	France
BENOIT Lucie	Indépendante	France
BHATTACHARJEE BISWAS Soma	Institute of Agriculture (PSB), Visva-Bharati	Santiniketan, W.B., India
BISWAS Mohan Kumar	Institute of Agriculture (PSB), Visva-Bharati	Santiniketan, W.B., India

Name/Nom	Institution	Country/Pays
BLACKMORE Stephen	Botanic Gardens Conservation International	UK
BLAIN Anaïs	Groupe Yves Rocher	France
BLANC Patrick	CNRS	France
BLANCHARD Leatitia		
BŒUF Gilles	MNHN	France
BONNET Pierre	CIRAD	France
BONY Arielle		
BOOJH Ram	UNESCO Office in New Delhi	India
BOUTINOT Laurence	CIRAD	France
BROOKS Anatheia	UNESCO	France
BRUNEL Sarah	European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)	France
BUORD Stéphane	Conservatoire botanique national de Brest	France
BUOT Inocencio Jr	Faculty of Management and Development Studies University of the Philippines Open University Los Banos, Laguna, Institute of Biological Sciences College of Arts and Sciences University of the Philippines Los Banos College, Laguna, Philippines 4031	Philippines
CALS Marie-Madeleine	France	France
CAO Henri	France	France
CARDINAL Sarah	Conservatoire Botanique National de Brest	France
CARRÉ Jennifer	Tela Botanica	France
CARRIERE Stephanie	Institut de Recherche pour le Développement, IRD	France
CARRIVE Laetitia	Université Paris-Sud	France
CASTILLO-ESPAÑA Patricia	Autonomous University of the State of Morelos (UAEM)	Mexico
CHALAVI Vida	Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,	Iran (Islamic Republic of)
CHAUVET Michel	Institut national de la recherche agronomique Ethnobotaniste	France
CHENIN Eric	IRD	France
CORREIA Ana Isabel	Museu Nacional de Historia Natural e da Ciencia	Portugal
CORREIA Andrea	IUCN	
COUTERON Pierre	Institut de Recherche pour le Développement (IRD)	France
COZANNET Naïg	Agence Française de Développement	France
DARY Chhavarath	Université Aix-Marseille	France
DAVID Bruno	Institut de Recherche Pierre Fabre	France
DEBOTAS Christophe	France	France
DELMAS Maïté	MNHN	France
DELNATTE César	DEAL Martinique	Martinique

Name/Nom	Institution	Country/Pays
DELVAUX Claire	Musée Royal de l'Afrique Centrale	Belgium
DEREWNICKA Liliana	Botanic Gardens Conservation Internation	UK
DEVERS Fllorence	MNHN - Laboratoires CESCO	France
DIEP My Hanh	Phu An Bambou Village, Université des Sciences Naturelles- Université nationale de HCMV	Vietnam
DODINET Elisabeth M.P.	Société Botanique de France	France
DONALDSON John	South African National Biodiversity Institute	South Africa
DONKPEGAN Armel S. L.	Laboratory of Tropical Forest/Giant/Ulg - EBE/ULB	
DOOBO Shim		
DOUMENGE Charles	CIRAD	France
DRAPER MUNT David	Universidad Técnica Particular de Loja	Ecuador
DROISSART Vincent	IRD	France
DUBOIS Sylvie	Ministère Affaires étrangères	France
DUPONT Frédéric	Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques, Université de Lille 2	France
DZIADYK Bohdan	Augustana College (Illinois)	USA
EBERSOLT Gilles	ONG Opération Canopée	France
EDWARDS Sarah	Royal Botanic Gardens, Kew	UK
ERNST Madeleine	Natural History Museum of Denmark	Denmark
ETIENNE Janique	Secrétariat du Fonds Français Pour l'Environnement Mondial	France
FABER Marie-Laure	UNESCO	France
FAYE Adama	Institut de Decherche pour le Développement	France
FAYET Laurence	Rédaction revue La Garance Voyageuse	France
FOMPROIX Nathalie	International Union of Biological Sciences (IUBS)	France
FORGET Pierre-Michel	MNHN	France
FRAIS-BAVUX Florian	France	France
FROMAGEOT Claude	Fondation Yves Rocher – Institut de France	France
GAMBIER Rosa	Suffolk County Community College-SUNY	USA
GANGLO Cossi Jean	Université d'Abomey-Calavi	Benin
GARANCE Laurence	Garance voyageuse	France
GODINEAU Brigitte	France	France
GOND Valéry	CIRAD	France
GONMADJE Christelle	IRAD - Herbar National du Cameroun	Cameroun
GREENWOOD ETIENNE Susan	Scientific Committeee on probelms of the enviromeent SCOPE	France
GUEYE Mathieu	Institut Fondamental d'Afrique Noire (IFAN)	France
GUILLAUME Florence	Institut Klorane	France

Name/Nom	Institution	Country/Pays
GURIB-FAKIM Ameenah	Centre de Phytothérapie et de Recherche CEPHYR, Ebène	Mauritius
GUZMAN Patricia	Université Externado de Colombia	Colombia
HADLEY Malcom		France
HAEVERMANS Thomas	MNHN	France
HAIGH Anna	Royal Botanic Gardens, Kew	UK
HALLE Francis		France
HAN Qunli	UNESCO	France
HARRIS Veronica	The Botanic Gardens at Kona Kai Resort, Florida	USA
HARRIS, Jr. Joe C	The Botanic Gardens at Kona Kai Resort, Florida.	USA
HASAN Ramadansyah	Indonesian Permanent Delegation to UNESCO	Indonesia
HASINGER Olivier	International Union for Conservation of Nature (IUCN)	Switzerland
HAVENS Kayri	Chicago Botanic Garden	USA
HAVINGA Reinout	Hortus Botanicus Amsterdam	Netherlands
HAWKINS Julie	Canada	Canada
HLADIK Annette	Museum national histoire naturelle	France
HOCINI Francis		
HOUNGNON Alfred	Herbier national du Bénin	Benin
HU Yonghong	Shanghai Chenshan Botanical Garden	China
HUISSIER-MULLER Brigitte		
HUL Sovanmoly	Muséum national d'histoire naturelle (MNHN)	France
IEVINSH Gederts	Latvian Plant Protection Research Centre	Latvia
IPOU IPOU Joseph	Centre national de floristique	France
IRVING Jason	Royal Botanic Gardens Kew	UK
IWANYCHKI Natalie		
JABBOUR Florian	MNHN - Paris	France
JALLON Jean-Marc	University of Paris-Sud, Orsay	France
JANI Annick	France	France
JANSSEN Thomas	German Botanical Society	Germany
JAUPART-CHOURROUT Nathalie	France - Journaliste	France
JEANNODA Vololoniaina	Université d'Antananarivo	Madagascar
JOBARD Laurène	Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix-en-Provence	France
JOBE Yahya Al-Matarr	Permanent Delegation Gambia to UNESCO	Gambia
JOCKSAN Alfe		
JOLLS Claudia	East Carolina University	USA
JOUVE Marcel	Ministère des affaires étrangères et du développement international	France



Name/Nom	Institution	Country/Pays
JUSLÉN Aino	University of Helsinki/Finnish Museum of Natural History	Finland
KAPAIPI Hendrix	Permanent Delegation Zambia to UNESCO	Zambia
KEMEUZE Victor Aimé	Université de Ngaoundéré	Cameroun
KHAFAGA Tamer	Dubai Desert Conservation Reserve Conservation Officer	United Arab Emirates
KHALEEL Kurunthrayil Manha	Sir Syed College, Taliparamba	India
KHOJA Suleiman	Permanent Delegation of Libya to UNESCO	Libya
KNAPP Sandra	Natural History Museum of London	UK
KNIGHT Tiffany	Washington University	USA
KOKOU Kouami	Université de Lomé (Togo)	Togo
KPAN WOKAPEU Blaise	Université Félix Houphouet BOIGNY, Abidjan	Côte d'Ivoire
KPENOU MALANDA Laure	France	France
KREUZER Marco	University of Reading	UK
KUMAR Anil	M S Swaminathan Research Foundation	India
LAFONT Christine	Ministère de la Culture, France	France
LAGARRIGUE Marie-Hélène	GIP- ECOFOR	France
LAGOS-WITTE Sonia	Universidad Nacional Autónoma de Honduras UNAH	Honduras
LAHIMASY Haugy	Permanent Delegation Madagascar to UNESCO	Madagascar
LAMXAY Vichith	Tree Diversity of Laos	Laos
LANLY Jean Paul	Académie d'Agriculture de France	France
LARPIN Denis	Museum National d'Histoire Naturelle	France
LE BOURGEOIS Thomas	CIRAD	France
LE DUC Jean Patrick	Museum National d'Histoire Naturelle	France
LE HIR Fanch	Conservatoire botanique national de Brest	France
LEAMAN Danna J	IUCN-SSC Medicinal Plant Specialist Group and Canadian Museum of Nature	Ottawa, Canada
LEFEBVRE Pierre		
LELOUP Maxime	Indépendant	
LERAT Elodie	Muséum national d'Histoire naturelle.	France
LI De-Zhu	Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences	China
LOHMANN Lúcia		
LOISON Marianne	Rédactrice-en-chef L'Art des Jardins	France
LOIZEAU Pierre-André	Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève	Switzerland
LOMBARD Antoine	Ministère français de l'écologie, du développement durable et de l'énergie	France
LOUMETO Jean Joël	Univrsité Marien Ngouabi	Central Africa

Name/Nom	Institution	Country/Pays
LOWRY Pete	Missouri Botanical Garden	USA
MACHOVINA Brian	Florida International University	USA
MAGDELAINE Guetty		
MAKNINE Amina	The king fahad Academy	UK
MALAN Djah François	Université Nangui Abrogoua	Côte d'Ivoire
MALECOT Valéry	IRHS Institut de Recherche en Horticulture et Semences	France
MANDRILLON Aksana	GIP ECOFOR	France
MANZ Bruni	France	France
MANZANILLA Vincent	University of Oslo	Norway
MARLINE Lovanomenjanahary	University of Cape Town	South Africa
MARQUES Isabel	University of British Columbia	Canada
MARTIN Gabrielle	Muséum national d'Histoire naturelle	France
MARTIN Gary	Global Diversity Foundation	USA
MARTIN Philippe	France	France
MARTINEZ Karen	University of Copenhagen	Denmark
MATHIEU Daniel	Tela Botanica	France
MATHIEU Martine Elysabeth	Haiti	Haiti
MAXTED Nigel	University of Birmingham	UK
MENARD Sandra	UNESCO	France
MENDONÇA Miriam	Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte	Brazil
MENDY Jean	Permanent Delegation Guinée Bissau to UNESCO	Guinée Bissau
MICHEL Pascale		Norway
MOBAIED Samira	Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN)	France
MOHAMED Abderemane Andilyat	Universite des Comores	Comores
MONFERRAND Christophe	Ministère de l'Education Nationale	France
MONRO Alex	Royal Botanic Gardens / The Natural History Museum	UK
MONTENEGRO Névil	Ecuador Permanent Delegation to UNESCO	Ecuador
MORAGUES ALBACAR Angels	AM écologie	France
MORZADEC Hélène	Université des Sciences et Techniques Montpellier 2	France
MOTTE (Mme)	Saint-Siège, UNESCO (observateur)	France
MOUGIN Eric		
MULLER Serge	Université de Lorraine	France
MURE Véronique	Botanique, Jardins, Paysages.	France
NABIEVA Alexandra	Central Siberian Botanical Garden	Russia



Name/Nom	Institution	Country/Pays
NAVARRO Cadine		
NDIKUMAGENGE Cleto	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)	Italy
NDUWIMANA André	CNRS-MNHN	France
N'GOSSO Hugues	FAO	Italy
NGUEGUIM Jules	Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) - Cameroun	Cameroun
NGUESSAN KOUAKOU Edouard	Université Félix Houphouët Boigny	Côte d'Ivoire
NGUYEN VAN Kien	Plant Resources Center (PRC)	Vietnam
NNAMANI Catherine	Ebonyi State University Abakaliki, Nigeria	Nigeria
NORMAND-ROQUESALANE Martine	Société nationale d'horticulture de France (SNHF)	France
NOUYRIGAT Francis	Jardin Botanique de l'Aubrac	France
NSENGA NDJIKE KELEMA Laurent	World Wide Fund for Nature (WWF)	Democratic Republic of the Congo
OLDFIELD Sara	Botanic Gardens Conservation International	UK
OLIVEIRA Darlucé	Universidade do Estado da Bahia- UNEB	Brazil
OLUOCH John Paul	Permanent Delegation of Kenya to UNESCO	Kenya
ORDONES REGO Juliana	Botanical Garden of the Zoo-Botanic Foundation of Belo Horizonte - FZB-BH	Brazil
OSSAKEDJOMBO-NGOUA MEMIAGHE Gisèle	Ambassador, Permanent Delegation of Gabon to UNESCO	Gabon
OUANELY Romain		
OZKAYA Simla	Permanent Delegation of Turkey to UNESCO	Turkey
PAIN Claire		
PALESE Raoul	Conservatoire & Jardin botaniques de la Ville de Genève	Switzerland
PANAYI Photini	Permanent Delegation of Cyprus to UNESCO	Cyprus
PAPAGNI Alessio	Permanent Delegation of Belgium to UNESCO	Belgium
PATON Alan	Royal Botanic Gardens, Kew	UK
PENALVA NASCIMENTO MARIA Tereza	Professora, Secretaria de Educação	Brazil
PENNEC Flora	Centre National Recherche Scientifique CNRS/ MNHN	France
PEOU Youleang	Royal University of Phnom Penh	Cambodia
PERAULT Sophie	France	France
PEREA-ARANGO Irene	Autonomous University of the State of Morelos (UAEM)	Mexico
PEREIRA Olinto	Universidade Federal de Viçosa	Brazil
PEYRON Jean-Luc	GIP ECOFOR	France
PHILIPPE René	France	France

Name/Nom	Institution	Country/Pays
PHILLIPSON Peter	Missouri Botanical Garden	USA
PIERRE Marie Christine		
PIRAT Céline	Tela Botanica	France
PONCY Odile	Muséum National d'Histoire Naturelle	France
PROFIZI Jean-Pierre	Consultant Free lance	Marseille, France
PULIDO DIAZ Roselia		
RABAKONANDRIANINA Elisabeth	University of Antananarivo	Madagascar
RADFORD Elizabeth	Plantlife International	UK
RAEINI Mahmoud	Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University	Iran (Islamic Republic of)
RAHAYU Sri	Bogor Botanic Gardens, INDONESIA	Indonesia
RAKOTONASOLO Franck	Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza; RBG, Kew	Madagascar
RAKOTONIAINA Naritiana	Structure d'Appui à la Gestion de l'Environnement (SAGE)	Madagascar
RAMIARISON Claudine	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche	Madagascar
RAMÍREZ-RODRÍGUEZ Rolando	Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México	Mexico
RANARIJAONA HERY Lisy		
RAONDRY RAKOTOARISOA Noeline	UNESCO	France
RAZAFIMAHEFA Edouard	Permanent Delegation Madagascar to UNESCO	Madagascar
RIERA Bernard	GIP- ECOFOR	France
ROCHER Aurélie	France	France
ROCHET Françoise	France	France
RODRIGUEZ Yakelin	Cuba	Cuba
Rompis Veronica Vicka	Indonesian Permanent Delegation to UNESCO	Indonesia
ROQUINARC'H Océane	Muséum national d'Histoire naturelle	France
ROUHAN Germinal	Muséum national d'Histoire naturelle, Paris	France
RUIZ MURRIETA Julio	Universidad Científica del Peru	Peru
SABUMUKIZA Savin	FAO	Burundi
SAID Ahamada Hassani	Biodiversité Environnement des Végétaux Tropicaux	France
SALL Moctar Bocar	Réserve de Biosphère du Ferlo	Senegal
SANABRIA Rosario		
SANTOS DE ABREU Raimunda	Jardim Botanico de Salvador	Brazil
SANTOS DE SANTANA Angelina	Prefeitura Municipal de Salvador	Brazil
SAUQUET Hervé	Université Paris-Sud	France

Name/Nom	Institution	Country/Pays
SAUZEAU Mme	Journaliste	France
SAVVA Maria	Permanent Delegation of Cyprus to UNESCO	Cyprus
SAWADOGO Saongré Etienne	Permanent Delegation Burkina Faso to UNESCO	Burkina Faso
SCHATZ George	Missouri Botanical Garden	USA
SHAKARISHVILI Nana	Institute of Botany, Ilia State University,	Georgia
SIMMEN Bruno	MNHN	France
SIMO-DROISSART Murielle Michèle	University of Yaoundé I	Cameroun
SIST Plinio	CIRAD	France
SMETS Erik	Naturalis Biodiversity Center	Netherlands
SONKE Bonaventure	Université de Yaoundé I, Ecole Normale Supérieure	Cameroun
SONWA Denis Jean	CIFOR (Center for International Forestry Research)	Indonesia
SOUMAGNE Jean-Pierre	France	France
SOUZA DOS SANTOS Luciano	Jardim Botânico de Salvador	Brazil
STAVRINAKI Panayi Athena	Permanent Delegation of Cyprus	Cyprus
STICKER Xavier	Ministère des affaires étrangères et du développement international	France
STOFFELEN Piet	Botanic Garden Meise, Belgium	Belgium
STRAUSS Nicole		
SUTER Jamison	Société des Mines de Fer de Guinée (SMFG)	Guinée
SWYNGHEDAUF Emmanuelle	Ministère des affaires étrangères et du développement international	France
TALL Lamine Mr	Journaliste Sénégal info lumière	Senegal
TAPIA María Fernanda	Universidad Técnica Particular de Loja	Ecuador
TEIXIDOR TONEU Irene	University of Reading	UK
TEWOLDE Feven	Permanent Delegation Ethiopie	Ethiopia
THEVENOT Claudine	Université Pierre et Marie Curie Paris	France
TOSSO Félicien	Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech	Belgium
TRICHON Valery	France	France
TSYBULYA Natalya	Central Siberian Botanical Garden	Russia
ULIAN Tiziana	Royal Botanic Gardens, Kew	UK
UPADHYAY Santosh	National Agri-Food Biotechnology Institute, India	India
VENTER Sylvie	UNESCO	France
VERIDIANO Karen	Fauna & Flora International	Philippines
VICTOR Janine + David HOARE	South African National Biodiversity Institute	South Africa
VIGNES LEBBE Régine	Université Paul et Marie Curie (UPMC)	France
VINCENT Gilles	Chenshan Botanical Garden	China

Name/Nom	Institution	Country/Pays
VOUTERS Marcela	Herbario del Sur de Bolivia (HSB)-San Francisco Xavier University	Bolivia
VROH Bi Tra Aimé	Université Félix Houphouët Boigny	Côte d'Ivoire
WELLS Tom		
WENNEKER Paul		
WILKIE Peter	Royal Botanic Garden Edinburgh	UK
WYSE JACKSON Peter (GPPC)	Missouri Botanical Garden	USA
YANG Florence	France	France
YONG HO Lee		

