



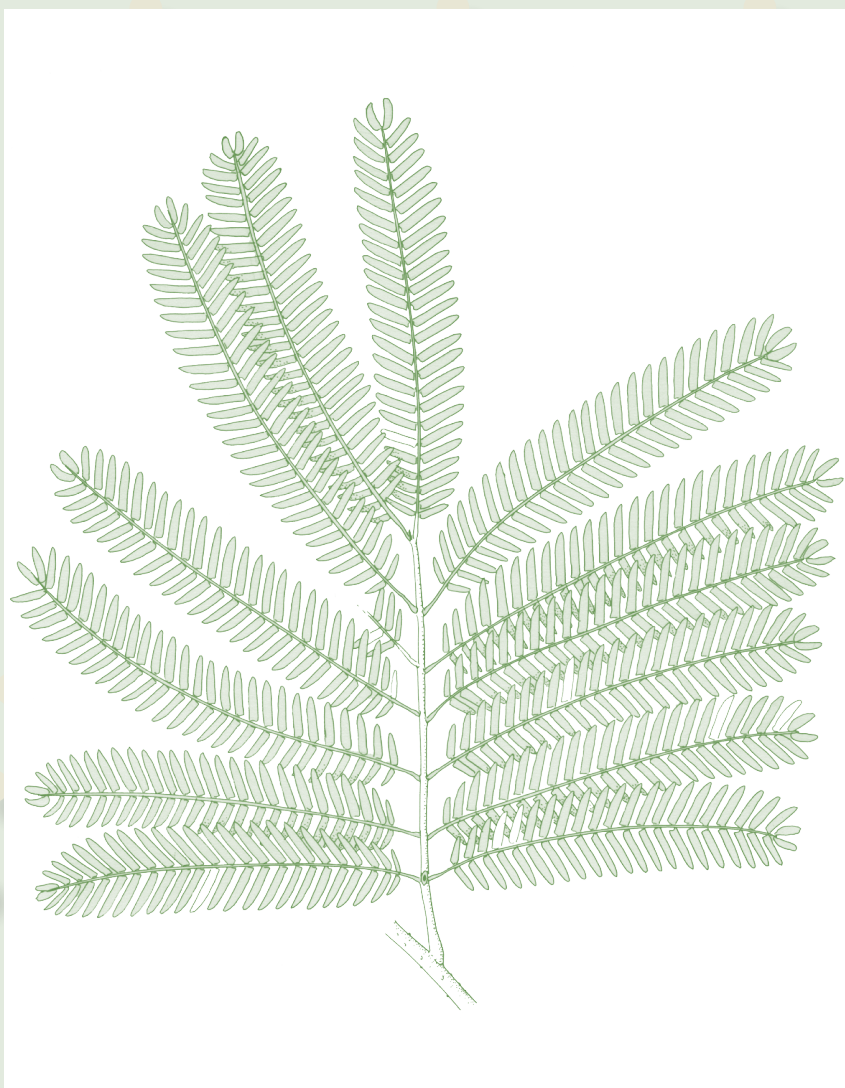
MODULE 1

Stratégies de conservation des espèces

Notes à l'intention des enseignants 1.1

***Leucaena salvadorensis* : variabilité génétique et conservation**

David Boshier



Remerciements

Les éditeurs de ce guide de formation sur les ressources génétiques forestières souhaitent remercier Jarkko Koskela et Barbara Vinceti pour la contribution qu'ils ont apportée à l'identification du besoin d'un tel manuel et pour leur soutien constant tout au long de son élaboration. Nous remercions le groupe de consultation de scientifiques de Bioversity International - Elizabeth Goldberg, Jozef Turok et Laura Snook - pour leurs conseils importants et leur soutien à divers stades du projet.

Ce guide de formation a été évalué au cours de plusieurs formations à travers le monde. Nous tenons à exprimer notre gratitude pour les précieux commentaires fournis par de nombreux étudiants et leurs professeurs, tout particulièrement Ricardo Alía et Santiago González-Martínez de l'Institut national de recherche et de technologie agricole et alimentaire (INIA) en Espagne, ainsi que Peter Kanowski de l'Université nationale australienne.

Nos remerciements particuliers vont à Thomas Geburek, du département de génétique du Centre fédéral de recherche et de formation sur la forêt, les dangers naturels et le paysage (BFW) à Vienne en Autriche, pour sa révision des études de cas présentées dans ce module. Ses précieux commentaires ont permis une amélioration significative du module.

Le film "*Leucaena*: arbre miracle ou mythe?" est le produit des projets de recherche financés par le Département pour le développement international du Royaume-Uni en faveur des pays en voie de développement (DFID, *Department for International Development*). Les opinions exprimées ici ne sont pas nécessairement celles de la DFID. R3714, 4091, 4454, 4525, 4584, 4727, 5654 et R6296 Programme de recherche forestière. Les photos de la présentation PowerPoint sont protégées par le droit d'auteur de Colin Hughes, de David Boshier, des Royal Botanic Gardens-Kew et du «New Scientist».

Enfin, l'élaboration du Guide de formation sur les ressources génétiques forestières n'aurait pas été possible sans le soutien financier de la coopération autrichienne pour le développement à travers le projet «Développer un personnel de formation et des ressources humaines pour la gestion de la biodiversité forestière», mis en place par Bioversity International entre 2004 et 2010. Nous souhaitons également remercier le projet "SEEDSOURCE" financé par la Commission Européenne, pour son soutien financier additionnel.

Toutes les illustrations de couverture ont été réalisées par Rosemary Wise et la mise en page a été effectuée par Patrizia Tazza. Nous les remercions pour leur beau travail.

Financé par

Austrian

Development Cooperation

en collaboration avec



Citation:

Boshier D. 2011. *Leucaena salvadorensis* : variabilité génétique et conservation. Étude de cas et notes à l'intention des enseignants. In: Guide de formation sur les ressources génétiques forestières. Édité par Boshier D, Bozzano M, Loo J, Rudebjer P. Bioversity International, Rome, Italie.

<http://forest-genetic-resources-training-guide.bioversityinternational.org/>

ISBN 978-92-9043-887-8
ISSN 2223-0165

Bioversity International Via dei Tre
Denari, 472/a
00057 Maccarese
Rome, Italie
© Bioversity International, 2011
Bioversity International est le nom
commercial de l'Institut international
des ressources phytogénétiques
(IPGRI).

Module 1

Stratégies de conservation des espèces

Notes à l'intention des enseignants 1.1

***Leucaena salvadorensis* : variabilité génétique et conservation**

David Boshier, Département des Sciences végétales de l'Université d'Oxford

Introduction

Ces notes à l'intention des enseignants sont destinées à aider les enseignants pour l'utilisation de l'étude de cas 1.1 *Leucaena salvadorensis*: variabilité génétique et conservation en classe. Les notes:

- décrivent les concepts-clés abordés dans l'étude de cas, tout en faisant référence aux ouvrages et articles traitant des ressources génétiques forestières et pouvant contenir des explications (références complètes à la fin de ces notes).
- donnent des indications sur la façon de préparer et de mener l'exercice et discutent des principaux points à retenir que les étudiants doivent être capables de déduire de l'étude de cas.
- donnent un aperçu de la présentation PowerPoint utilisée pour introduire l'étude de cas aux étudiants. La présentation comprend des photos de l'espèce et des sites où elle apparaît, les problèmes pertinents concernant l'utilisation des terres dans la région et les figures/tableaux de l'exercice.

La documentation suivante est disponible sur le DVD accompagnant ce guide ou sur le site du Guide de formation sur les ressources génétiques forestières, au www.biodiversityinternational.org.

- Présentation PowerPoint de l'enseignant
- Vidéo présentant les informations générales sur le genre *Leucaena* et l'importance de la diversité de l'espèce.
- Étude de cas.

Concepts clés à aborder/introduire dans cette étude de cas

Conservation générale

- **Conservation *in situ*, *ex situ*** : voir FAO et al. (2004a), pp. 5-16, 33; FAO et al. (2001); FAO et al. 2004b; Finkeldey (2005), pp. 181-198; Geburek & Turok (2005) pp. 6-8, 535-562, 567-581, **et conservation à travers l'utilisation sur les fermes - *circa situ***: Boshier et al. (2004).

Concepts génétiques

- **Règle des 50/500 et taille effective de population comparée à la taille enregistrée au cours du recensement** : voir FAO et al. (2004a) pp. 43-44; FAO et al. (2001) pp. 7, 10, 61; FAO et al. (2004b) 10-12; Finkeldey (2005) pp. 177, 181-198; Geburek & Turok (2005) pp.162-164, 420-431.
- **Processus génétiques associés aux populations de faible effectif - dérive génétique accrue, étranglements, consanguinité accrue et homozygoté résultante**: voir FAO et al. (2004a) pp. 43-44; Finkeldey (2005) pp. 75-76.

- **Mécanismes d'auto-incompatibilité:** voir Finkeldey (2005) pp. 91-93; Geburek & Turok (2005) pp. 177-180, 428.
- **Règle d'un migrant par génération $Nm > 1$** (voir Geburek & Turok 2005 pp 203, 442).

Comment mener l'exercice

Les exercices peuvent être menés de différentes manières selon le temps disponible et l'effectif de la classe. Les exercices sont plus efficaces lorsque les étudiants travaillent par groupes de 4-5 (pas plus de 6). Il est préférable que les étudiants aient déjà lu l'étude de cas avant de commencer l'exercice. *Ainsi, le temps précieux consacré à la participation en classe ne sera pas perdu à lire l'article pendant le cours.* L'étude de cas doit donc être distribuée lors d'un précédent cours avec la recommandation de le lire avant le prochain cours. Il va sans doute de soi qu'il est essentiel que l'enseignant et tout assistant soient parfaitement familiarisés avec la totalité du texte. NB: L'exercice se situe dans le contexte des années 1990, à la fois en termes de statut des espèces et de profils des pays; les données plus récentes et les nouveaux contextes **ne sont pas** fournis puisqu'ils ne sont pas pertinents dans le cadre de cet exercice.

Nombre idéal d'étudiants : 12-20

Durée idéale du cours: 3 heures, selon le découpage suivant:

- **Introduction** : utilisation de la vidéo suivie de la présentation PowerPoint - *environ 30 minutes.*
- **Travail de groupe** : convient à 2-4 groupes de 4-5 étudiants. Chaque groupe doit mettre au point une stratégie pour un pays différent tandis qu'un autre travaille en tant qu'organisation internationale de conservation. Chaque groupe a tendance à prendre une approche différente et différents problèmes sont soulevés, de telle sorte que, dans l'ensemble, la plupart des points sont abordés. Les étudiants discutent de l'étude de cas entre eux, répondent à des points **spécifiques** et développent leur stratégie. L'enseignant doit être présent pour répondre aux éventuelles questions. Il n'est cependant pas essentiel que tout le temps soit passé avec l'ensemble de la classe. Une fois que l'enseignant et les groupes sont satisfaits pour ce qui est de la compréhension de l'exercice et des problèmes qui s'y rapportent, ils peuvent se rencontrer en dehors des heures de classe pour discuter de la stratégie et la préparer – *1h30.*
- **Présentations** : chaque groupe présente oralement sa stratégie à la classe (en s'appuyant sur des points essentiels écrits sur de grandes feuilles de papier ou sur une présentation **PowerPoint**) - *10 min par présentation, plus 5 min après chaque présentation pour les questions et commentaires du reste de la classe et de l'enseignant.*
- **Discussion finale** : menée par l'enseignant et permettant aux étudiants d'effectuer des commentaires d'ordre général à propos de ce qui était bon, de ce qui manquait, etc. - *10 min.*

Informations générales

Vidéo : elle dure 18,5 minutes et donne des informations générales sur le genre *Leucaena* et l'importance d'utiliser une diversité d'espèces. *L. salvadorensis* y est spécifiquement mentionnée et la vidéo montre les conditions dans lesquelles l'espèce se développe.

PowerPoint : environ 20 minutes. Souligne à nouveau certains points de la vidéo mais permet également d'expliquer certains problèmes spécifiques soulevés dans l'étude de cas.

Diapositive 2 - carte et tableau de l'exercice, montrant la répartition de l'espèce et les effectifs des populations (également les *diapositives 9-10*).

Diapositives 3 à 5 - photos de populations spécifiques de *L. salvadorensis* - elles illustrent l'absence de forêts dans le paysage et le maintien d'arbres sur les fermes par les agriculteurs. La population de Nueva Esparta comporte seulement 16 arbres se trouvant sur les terres d'un agriculteur. Parmi ceux-ci, trois sont de vieux arbres et les autres sont beaucoup plus jeunes, ce qui sous-entend une population effective beaucoup moins importante.

Diapositives 6 à 7 - montrent comment l'auto-incompatibilité entraîne une faible production de cosses chez *L. salvadorensis*, comparée à l'espèce auto-compatible *L. leucocephala*, ainsi que les problèmes consécutifs d'invasion par les mauvaises herbes.

Diapositive 8 - montre la génétique du mécanisme d'auto-incompatibilité (AI) chez *L. salvadorensis*. L'enseignant peut expliquer que le système (gamétophyte SI) dépend des allèles SI. Les allèles SI sont présents en grand nombre chez la plupart des populations. La plupart des croisements sont donc compatibles et produisent des graines (NB : ceci est optionnel et dépendra de la capacité de la classe à gérer ce niveau de complexité)

Diapositive 9 - traite des objectifs alternatifs pour la conservation - l'enseignant doit mettre l'accent sur la nécessité pour les étudiants de d'abord définir un objectif pour leur stratégie. Il est très courant que les étudiants ne définissent pas de stratégie ou alors oublient d'expliquer en quoi celle-ci consiste. Sans cela, il est impossible d'évaluer l'efficacité d'une stratégie de conservation. Les objectifs doivent être pertinents et réalistes, tout en évitant le syndrome de «L'opération a réussi, mais le patient est décédé», en d'autres mots, nous avons réalisé toutes les activités avec succès mais cela n'a été d'aucune aide.

Diapositives 10 et 11 - traitent du problème de la taille de la population. Établir le lien entre ceci et les tailles des populations figurant au Tableau 1 (Étude de cas) et comment la présence de générations imbriquées signifie que les tailles effectives des populations de ces vestiges seront inférieures au nombre recensé.

Diapositives 12 à 15 - résument les différentes approches de la conservation et les problèmes associés. L'accent doit être mis sur leur complémentarité plutôt que de privilégier l'une ou l'autre. L'orientation changera cependant en fonction des caractéristiques de l'espèce et de la population suscitant des préoccupations.

Diapositives 16 à 18 - introduire l'idée et discuter de la question de l'importance éventuelle des arbres se trouvant dans les paysages agricoles pour la conservation de certaines espèces (parfois appelée conservation *circa situm*), ainsi que du point de vue opposé (pour plus de détails, voir l'introduction à l'unité 2: Arbres situés en dehors des forêts).

Diapositives 19 à 20 - permettent à l'enseignant de présenter les concepts d'allèles communs/rare et répandus/localisés (voir encadré 1 ci-dessous).

Diapositive 21 - permet à l'enseignant d'expliquer ce que montre le dendrogramme de l'exercice, à savoir quelles sont les populations génétiquement les plus proches les unes des autres. Vous pouvez aussi faire ressortir l'idée que cela peut aider à hiérarchiser les populations destinées à être conservées.

Diapositive 22 - permet à l'enseignant d'expliquer l'importance du Tableau 4 et de la Figure 3 pour l'exercice, c'est-à-dire les distances géographiques entre chacune des populations, à quel point elles sont restreintes dans la plupart

des cas et le fait que la répartition globale ne couvre que 160 km. La Figure 4 utilise les données du Tableau 3 et montre que les flux de gènes diminuent proportionnellement à la distance entre les populations. On peut introduire le concept selon lequel un migrant par génération ($Nm > 1$) suffit à empêcher la différenciation entre populations et utiliser ce concept pour décider des priorités en matière de conservation.

Diapositives 23 à 24 - permettent à l'enseignant de rappeler ce que les étudiants doivent faire dans l'exercice. L'enseignant doit insister sur: a) la nécessité d'être précis concernant ce que la stratégie doit inclure - les étudiants ont tendance à être trop vagues dans leurs recommandations; b) la nécessité d'établir des priorités - les étudiants ont tendance à recommander de tout faire et à ne pas reconnaître le fait que les ressources sont extrêmement limitées; c) ils doivent indiquer quelles données/faits ils ont utilisé pour justifier chaque action recommandée; d) ils doivent présenter un cas convaincant qui influencerait un donateur/gouvernement à leur octroyer des fonds et/ou à mettre en place des politiques/législations pour la conservation de l'espèce.

Points importants à faire ressortir au cours de la discussion et à être abordés dans les stratégies des étudiants

Commentaires à propos des questions

Réfléchir sur:

- *Comment les interférences humaines ont-elles façonné la diversité génétique de *L. salvadorensis*?*

Les étudiants devraient être capables d'identifier à partir du texte qu'il n'existe pas de preuves que la répartition totale de l'espèce est plus importante que ce que montre actuellement la Figure 1. Celle-ci est cependant fragmentée en raison des interventions humaines et les tailles des populations sont fortement réduites.

- *Quels sont les systèmes de reproduction et les mécanismes de dispersion des graines et du pollen?*

Voir la partie Phénologie, diapositives 6-7.

- *Quels sont les niveaux de variabilité génétique et comment les allèles sont-ils distribués parmi les populations? Établir une liste des allèles localisés mais communs.*

Voir Encadré 1.

- *Les régions de provenance suggérées par la carte sont-elles valables - quelles populations sont différentes?*

Il est clair que les régions de provenance suggérées par la carte ne sont pas valables. La partie *Répartition* indique que les régions de provenances observées sur la carte ont été définies en se basant sur les principaux bassins hydrologiques, à l'exception des extrêmes Est et Ouest, où les frontières entre le Honduras et le Salvador et entre le Honduras et le Nicaragua ont été utilisées. Le dendrogramme (Fig. 2) est le moyen le plus simple de voir quelles populations sont génétiquement similaires ou différentes. Le dendrogramme montre que les populations peuvent être regroupées en 3-5 régions de provenances. Ceci permet aux étudiants de réfléchir aux populations qui doivent être conservées, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire d'attribuer le peu de ressources disponibles à la conservation de deux populations fondamentalement identiques sur le plan génétique et contenant les mêmes allèles (telles que La Garita et Rio Nacaome). Nueva Esparta (Salvador) est génétiquement regroupé avec San Antonio

(Honduras) puisque la dispersion du pollen ignore les frontières politiques (voir aussi FAO et al. (2004a) p. 31).

- *Les collecteurs initiaux ont regroupé les sites Calaire et Charco Verde comme faisant partie d'une même provenance. Est-ce valable?*

Pas si l'on considère les données génétiques – Charco Verde est génétiquement regroupé avec La Garita et Rio Nacaome. Cependant, l'effectif restreint de Charco Verde (79 arbres) et en particulier le petit nombre d'arbres (six, Tableau 1) à partir desquels les graines ont été échantillonnées, signifient que la relation sera hautement influencée par les effets de l'échantillonnage et de la dérive. Il ne serait donc pas raisonnable de les considérer comme génétiquement distincts et de les regrouper, puisqu'ils ne sont séparés que par 11 km et viennent de zones climatiques similaires.

- *La capacité à tirer des conclusions définitives à partir des données génétiques est limitée par la taille restreinte des échantillons de certaines populations ; et ce malgré le fait que l'utilisation des graines signifie que l'échantillonnage n'a pas été réalisé uniquement sur les arbres semenciers mais aussi sur d'autres arbres au sein de chaque population.*

Les données écologiques fournies au Tableau 1, telles que la pluviométrie et l'altitude, peuvent aussi soutenir la conservation génétique en indiquant les populations qui sont les plus susceptibles de subir des pressions de sélection environnementales similaires ou différentes et donc d'être génétiquement distinctes. Dans ce cas, l'information présentée au Tableau 1 suggère des relations semblables à celles de la Figure 2, à l'exception des différenciations entre La Galera, Calaire et Charco Verde qui ne sont pas apparentes.

Établir une liste des problèmes en fonction du type

Génétique

- *Quelles populations sont trop restreintes?*

La plupart des populations sont trop restreintes - seules trois d'entre elles atteignent ou dépassent les 500 individus (Calaire, La Garita et San Juan de Limay). Les tailles efficaces des populations peuvent être bien plus faibles du fait des générations imbriquées (par exemple, Nueva Esparta est citée comme ayant 3 grands arbres parmi les 16 arbres restants). Le mécanisme d'auto-incompatibilité (AI) chez *L. salvadorensis* est également susceptible de réduire les tailles efficaces des populations; dans les populations restreintes, les allèles SI seront perdus par dérive génétique, comme c'est le cas pour d'autres allèles. Chez une population comportant moins d'allèles SI, davantage de croisements seront incompatibles et ne produiront pas de graines, tandis que tout arbre possédant l'allèle SI bénéficiera d'une reproduction avantagée (étant compatible avec la plupart des autres arbres) et dominera par conséquent la reproduction, réduisant ainsi la taille effective de la population et la diversité génétique de toute régénération.

Autres

- *Quelles sont les menaces pour *L. salvadorensis* (à court et à long terme)?*

Les menaces à court terme sont principalement la déforestation, un manque de connaissances concernant *L. salvadorensis* et la plantation préférentielle de *L. leucocephala* au sein de la répartition naturelle de *L. salvadorensis*, dans le cadre de programmes de reboisement. A long terme, les faibles effectifs de la plupart des populations met l'espèce en danger, à la fois en termes de menaces stochastiques et d'adaptabilité évolutive.

- *Pour quelles populations faut-il agir en priorité et quel doit être le type d'action?*

Encadré 1 Allèles communs/rares et répandus/localisés

Dans leur tentative de définition des priorités pour l'échantillonnage/la conservation ainsi que les «variations utiles», Marshall et Brown (1975) ont décrit quatre classes d'allèles, en se basant sur la fréquence et la distribution des allèles au sein et entre les populations. Chaque allèle est classé en fonction de sa rareté (fréquence <0,05 ou > 0,10) par opposition à son abondance et au fait que sa fréquence dépasse au moins une fois les valeurs précédentes. Ces deux classes sont divisées en deux sous-classes selon leur répartition géographique, tout en reconnaissant le fait qu'un allèle se manifeste dans plusieurs populations (allèle répandu) ou dans seulement une ou quelques-unes (allèle localisé). On obtient donc la matrice suivante:

	Répandu	Localisé
Commun	facile à collecter	Prioritaire
Rare (<0.05)	dépend de la taille de l'échantillon	Aléatoire

La collecte/conservation de la classe «commune-répandue», qui comprend vraisemblablement des allèles largement adaptés, ne présente aucun problème car ceux-ci sont collectés de toute façon, indépendamment de la stratégie utilisée. La conservation des allèles «rare-répandu» dépendra de l'ensemble des efforts de collecte (soit de la taille de l'échantillon) et non de la façon dont cet échantillon est réparti parmi les populations. Marshall et Brown (1975) soutenaient que les allèles «commun-local» méritaient la priorité dans les stratégies de conservation car ils comprenaient vraisemblablement des allèles conférant une adaptation spécifique aux conditions locales. Les allèles spécifiques du groupe «rare-localisé» sont extrêmement difficiles à collecter (c'est-à-dire aléatoires) et comprennent des variants très rares dans l'ensemble de l'espèce (tels que des mutants récents ou délétères). Une partie de cette catégorie sera incluse mais la conservation de tous les allèles spécifiques «rare-localisé» existants dépassera toujours les ressources disponibles.

Les étudiants doivent être capables de vérifier l'identité des allèles suivants en utilisant les concepts de richesse allélique (fréquence commune > 0,05 et rare < 0,05) et d'uniformité allélique (allèle répandu > 0,25 des populations ; ou local < 0,25 des populations) (voir Tableau 2). Les allèles étant:

- localisés mais communs, tels que *Pgm-2b* Calaire, *Pgi-3b* La Galera, *Pgd-1b* San Juan Limay, La Garita.
- localisés et rares, tels que *Pgm-1a*, *Pgi-3e*, *Idh-2d*.
- répandus et communs, tels que *Pgm-1b&c*, *Pgm-2a&c*, *Pgi-2a,b,c*, *Pgi-3d*, *Pgd-1a&c*, *Idh-1a,b,c*, *Idh 2a,b,c*.
- répandus mais rares, tels que *Idh-1d*.
- *Pgi-3a* et *Pgi-3c* peuvent être considérés comme localisés mais communs, alors qu'ils apparaissent chez environ la moitié des populations et sont difficiles à catégoriser.

Il y aurait une certaine reconnaissance de l'aspect arbitraire de ce qui est rare et commun (généralement fixé à 0,05 ou 0,1). Ainsi, *Pgm-1a* ayant une fréquence de 0,085 à Rio Nacaome et absent de toutes les autres populations, serait probablement mieux défini comme étant localisé et rare.

La priorité devrait être la conservation des populations ayant les meilleures chances de viabilité (à la fois génétique et dans le contexte social) et qui couvrent l'éventail de diversité génétique de l'espèce.

- Quelles méthodes de conservation - *in situ*, *ex situ*, sur des exploitations agricoles (*circa situm*)?

Voir les Généralités ci-dessous.

■ **Quels sont les facteurs sociaux limitant la conservation et la plantation?**

Les pressions humaines sur les forêts et les arbres restants. Le manque de connaissances concernant *L. salvadorensis* et de disponibilité de semences/plantes de cette espèce pour les personnes travaillant à la plantation forestière.

■ **Que doivent savoir les utilisateurs finaux et comment leur communiquerez-vous cette information?**

Les personnes concernées par la plantation forestière et la gestion des terres au sein de la répartition naturelle de l'espèce (par exemple les ONG) doivent connaître les différences entre *L. salvadorensis* et *L. leucocephala*. La production d'informations ciblées est nécessaire à la stratégie de communication (posters/pamphlets).

■ **Qui entreprendra les mesures, lesquelles et où?**

(voir ci-dessous les Généralités et Points spécifiques).

■ **Comment allez-vous financer cela?**

Il est essentiel que les étudiants comprennent que les ressources disponibles pour la conservation sont limitées et qu'il est donc nécessaire de classer les actions par ordre de priorité, en fonction de ce qui est disponible. Les actions principales décrites ci-dessous sont limitées mais réalisables. La collecte de semences nécessiterait des fonds additionnels tandis que la communication de l'importance et des avantages de *L. salvadorensis* ne demande qu'un budget modeste qui pourrait aussi profiter d'une réaffectation des ressources existantes.

Les stratégies des étudiants doivent présenter:

Généralités

La plupart des populations sont trop restreintes. Seules trois d'entre elles atteignent ou dépassent les 500 individus (Calaire, La Garita et San Juan de Limay). Les tailles effectives des populations peuvent être bien plus faibles dû à la présence de générations imbriquées (et à la perte des allèles SI).

Les efforts de conservation doivent être ciblés, là où le peu de ressources disponibles peut s'avérer le plus efficace. Il n'est ni pratique ni efficace en termes de coûts de recommander des activités pour toutes les populations.

Les options de conservation strictement in situ sont très limitées. Ce n'est qu'au Nicaragua que la population restante est associée aux forêts reliques. Toutes les autres populations consistent en des arbres se développant au sein d'agro-écosystèmes modifiés par l'homme (tels que les champs d'agriculteurs), de telle sorte que la solution la plus efficace est l'association d'une conservation dans les fermes (*circa situm*) et des actions ex situ.

Salvador

Il n'y a qu'une seule population. Celle-ci se situe à Nueva Esparta et est bien trop restreinte. Le Tableau 1 montre 16 arbres et la taille effective de la population est vraisemblablement bien moindre (plus proche de 3 soit le nombre de grands arbres, voir la partie *Collecte de semences*).

Les données indiquent un effet de goulot d'étranglement génétique (en raison des effectifs faibles des populations), avec fixation de certains allèles (tels que *Pgm-1b*, *Pgd-1c*, Tableau 2).

La collecte de semences à partir des arbres de Nueva Esparta peut également mener à l'utilisation de lignées consanguines.

La population de San Antonio du Honduras est la plus proche en distance (18

km, Tableau 4) ainsi que génétiquement (Fig.2). La valeur de Nm (3,6; Tableau 4) traduit un flux de gènes historiquement important entre les deux populations.

La conservation doit augmenter à la fois la taille de la population et la diversité génétique. San Antonio est la plus étroitement apparentée (voir ci-dessus) et par conséquent le meilleur endroit d'où faire venir les semences pour la restauration de la diversité génétique de la population du Salvador. En général, dans l'exercice effectué en classe, le groupe du Salvador recommande toujours cette action mais néglige de discuter pendant l'exercice de la possibilité d'échange de semences avec le groupe du Honduras!

La liste des espèces menacées dans le profil du Salvador n'inclut pas *L. salvadorensis*, ce qui révèle un manque d'information sur lequel la stratégie de conservation doit se pencher.

Les étudiants montrent souvent beaucoup de préoccupation/d'enthousiasme pour la conservation des arbres restants à Nueva Esparta. Cependant, bien qu'il s'agisse des seuls arbres restants au Salvador, il n'existe pas de preuves qu'ils soient génétiquement distincts/unique, autrement dit que leur perte ne serait pas irremplaçable. Les ressources seraient mieux utilisées à introduire du matériel étroitement apparenté, avec une base génétique plus large offrant davantage de perspectives pour la viabilité de la population à long terme. Il est également hautement prioritaire de tenir compte du manque de connaissances concernant l'espèce dans le pays (au niveau politique aussi bien que local). Une stratégie de conservation devrait être liée aux efforts de reboisement locaux afin de s'assurer que *L. salvadorensis* soit plantée de préférence à *L. leucocephala*. Ceci devrait inclure des mesures rendant accessibles les semences/plantes de *L. salvadorensis* (notamment l'utilisation de certaines des semences importées, pour la plantation de peuplements *ex situ* pouvant être utilisés comme peuplements semenciers au bout de 2-3 ans).

Honduras

Le Honduras contient la plupart des populations de l'espèce (six) et la plus large gamme de diversité.

Seules les populations de Calaire et de La Garita comptent plus de 500 arbres (Tableau 1), les autres étant actuellement trop restreintes pour être viables à long terme.

Les données indiquent des étranglements génétiques (en raison des effectifs faibles des populations), avec fixation d'une gamme d'allèles (tels que *Pgi-2c* et *Idh-1b* à La Galera, *Pgi-3c* à San Antonio, *Pgm-2c* à Rio Nacaome et *Pgi-3d* à Charco Verde; Tableau 2).

La concentration des efforts sur La Galera, La Garita et Calaire assurera la conservation des populations génétiquement distinctes, les plus viables en termes de taille de population et qui contiennent tous les allèles communs et localisés.

Les semences pouvant rester viables pendant plusieurs années, la collecte à partir des populations de La Galera, La Garita et Calaire et le stockage dans une banque de semences assurera la conservation *ex situ* de la majorité de la diversité génétique présente au Honduras, en cas de destruction des populations restantes *in situ*. La stratégie devrait spécifier les détails concernant la collecte de semences, par exemple collecter une quantité égale de graines à partir d'au moins 20 arbres séparés d'une distance de 100 m, dans chacune des populations de La Galera, La Garita et Calaire.

Nicaragua

Il n'y a qu'une seule population mais elle est la plus importante de l'espèce

(>1000, Tableau 1). Il n'y a donc aucun argument en faveur d'un effet de goulot d'étranglement (imputable à un faible effectif de la population) et pas d'allèles fixes pour les loci étudiés (SJM, Tableau 2). C'est la population la plus viable de toutes. Les actions menées dans le cadre de la conservation pourraient être relativement restreintes, étant donné l'effectif important de la population et l'absence d'indication de menace immédiate. Une certaine forme de surveillance est cependant nécessaire afin de s'assurer que la population est maintenue et ne s'amenuise pas. Afin d'éviter la perte des ressources génétiques en cas de destruction catastrophique de la population *in situ*, il serait avantageux de constituer une collection de semences pour la conservation de la population *ex situ* (comme au Honduras).

La faible priorité accordée à l'espèce au Nicaragua (voir les notes relatives aux pays) suppose que les ressources allouées à la conservation seront limitées. Il faudra donc avoir recours aux initiatives existantes pour la plantation forestière.

International

Les organismes internationaux ont pour objectif de soutenir les activités qui faciliteront la conservation d'espèces menacées au niveau mondial. Selon les informations fournies par la FAO, il est peu probable que des sommes importantes puissent être obtenues à travers le programme de terrain, étant donné son absence d'action dans les régions arides de l'Amérique latine. Une subvention de faible montant serait octroyée par le programme ordinaire (noter les données moyennes, maximales et minimales). Les fonds sont habituellement limités et doivent donc être assignés là où ils pourraient avoir le maximum d'impact plutôt que selon la solution politiquement facile qui consiste en une répartition équitable entre les pays. Rien ne justifie donc l'allocation de fonds au Salvador puisque l'effectif de la population y est trop faible pour que celle-ci soit viable et qu'elle ne comporte pas de diversité génétique particulière. La conservation des populations génétiquement distinctes du Honduras et du Nicaragua devrait donc être prioritaire. Le soutien le plus efficace en termes de coûts semblerait consister plutôt en une aide financière pour les collectes et le stockage de semences *ex situ* (voir les stratégies du Honduras et du Nicaragua). Un plus grand pourcentage de la subvention devrait être alloué au Honduras qui comporte davantage de populations à partir desquelles il est possible d'effectuer une collecte (trois au Honduras et une au Nicaragua). Le groupe pourrait également promouvoir les échanges de semences entre les pays afin qu'elles soient entreposées dans plus d'une banque de semences et que la conservation soit assurée en cas de problème dans une des banques.

Habituellement, le groupe international recommande des actions à être entreprises par chaque pays mais néglige de discuter des propositions avec les groupes correspondants durant l'exercice. Une situation qui n'est peut-être pas atypique dans le monde réel! Si ce groupe néglige en effet de discuter avec les autres groupes, l'enseignant peut utiliser cette situation lors de la discussion finale comme exemple de l'importance d'impliquer toutes les parties concernées (et de la communication efficace entre celles-ci) pour la conception et la mise en œuvre d'efforts réalistes dans le cadre de la conservation.

Suivi

Si l'enseignant remarque qu'un ou plusieurs groupes ont recommandé toutes les actions imaginables dans l'élaboration de leur stratégie, il peut effectuer un petit exercice de suivi visant à les amener à reconsidérer les actions proposées et à les classer par ordre de priorité. Informer les groupes qu'ils ne disposeront que de 10 000 USD pour la mise en œuvre de leur stratégie et leur demander de préciser quelle est l'activité proposée qu'ils souhaiteraient financer à l'aide de ces ressources. En général, ceci conduit rapidement les groupes à voir la réalité de ce qui est normalement disponible et de nombreuses actions sont alors éliminées car étant superflues. Des exemples de coûts approximatifs d'activités possibles sont présentés ci-dessous. NB: ces options ne sont pas les seules et d'autres peuvent y être ajoutées.

Activité	Coût en USD
Collecte de semences par population	1000
Mis en place d'un peuplement de conservation <i>ex-situ</i> par population	500
Test de provenance par site	2000
Maintien du peuplement ou du test de conservation pendant les 3 premières années	500
Surveillance par site et par année	100
Matériel de diffusion par publication (inclut la distribution)	1000
Atelier de travail inter-pays pour la promotion de la conservation de <i>L. salvadorensis</i>	3000
Nouvelle étude sur les marqueurs moléculaires (suppose que le matériel a déjà été collecté)	5000

Informations supplémentaires

Boshier DH, Gordon JE, Barrance AJ. 2004 Prospects for *circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry forest agro-ecosystems. In GW Frankie, A Mata, SB Vinson editors. Biodiversity conservation in Costa Rica, learning the lessons in the seasonal dry forest. Berkeley, University of California Press. pp. 210-226.

FAO, DFSC, IPGRI. 2001. Forest genetic resources conservation and management. Vol. 2: In managed natural forests and protected areas (*in situ*). Institut international des ressources phytogénétiques (IPGRI), Rome, Italie.

FAO, FLD, IPGRI. 2004a. Forest genetic resources conservation and management. Vol. 1: Overview, concepts and some systematic approaches. Institut international des ressources phytogénétiques (IPGRI), Rome, Italie.

FAO, FLD, IPGRI. 2004b. Forest genetic resources conservation and management. Vol. 3: In plantations and genebanks (*ex situ*). Institut international des ressources phytogénétiques (IPGRI), Rome, Italie.

Finkeldey R. 2005. An Introduction to Tropical Forest Genetics. Institute of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-August-University Göttingen, Germany.

Geburek T, Turok J. eds. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Arbora Publishers, Zvolen, Slovakia.

Marshall DR, Brown ADH. 1975 Optimum sampling strategies in genetic conservation. In OH Frankel, JG Hawkes, Editors. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 53–80.

Guide de formation sur les ressources génétiques forestières

MODULE 1 Stratégies de conservation des espèces

- 1.1 *Leucaena salvadorensis* : variabilité génétique et conservation
- 1.2 *Talbotiella gentii* : variabilité génétique et conservation
- 1.3 *Shorea lumutensis* : variabilité génétique et conservation

MODULE 2 Arbres hors forêts

- 2.1 Conservation de la diversité des espèces dans les agroforêts cacaoyères du Nigeria
- 2.2 Développement d'alternatives pour la conservation de deux espèces d'arbres hors forêts

MODULE 3 Chaîne d'approvisionnement en semences d'arbres

- 3.1 Goulots d'étranglement génétiques de la restauration d'*Araucaria nemorosa*
- 3.2 Plantation d'arbres dans les exploitations agricoles d'Afrique de l'Est : comment garantir la diversité génétique ?

MODULE 4 Gestion des forêts

- 4.1 Impacts de l'exploitation sélective sur la diversité génétique de deux essences d'Amazonie.
- 4.2 L'exploitation sélective peut-elle entraîner la détérioration la qualité génétique des générations successives en raison de la sélection dysgénétique?
- 4.3 Conservation de *Prunus africana* : analyse spatiale de la diversité génétique pour la gestion de produits forestiers autres que le bois.

MODULE 5 Qu'entend-on par local? – l'échelle d'adaptation

- 5.1 Sélection de matériel de plantation pour la restauration des forêts sur la côte Pacifique Nord des États-Unis
- 5.2 Adaptation locale et restauration forestière dans l'Ouest Australien

*D'autres modules seront prochainement publiés, dont:
Plantations forestières, Domestication des arbres, Restauration des forêts et
Modification génétique*