



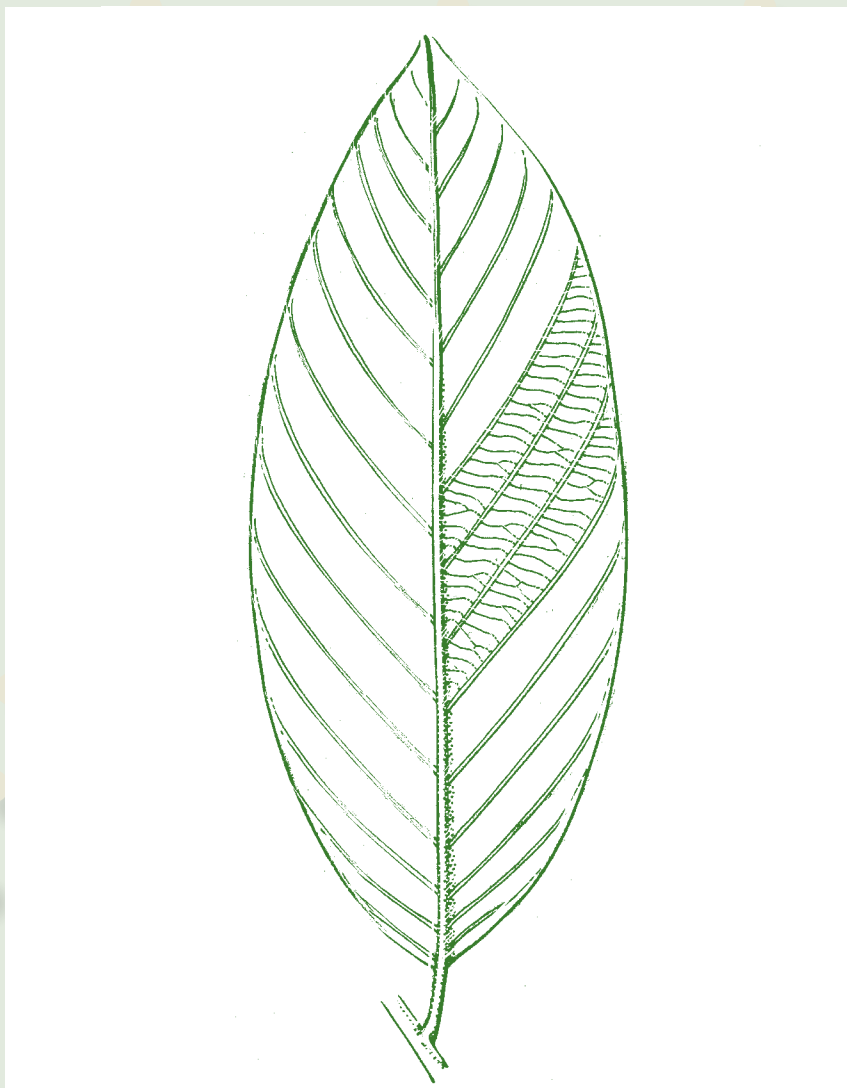
MODULE 1

Stratégies de conservation des espèces

Notes à l'intention des enseignants 1.3

***Shorea lumutensis*: variabilité génétique et conservation**

David Boshier



Remerciements

Les éditeurs de ce guide de formation en gestion des 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 Lee Soon Leong, de l'Institut de recherche forestière de Malaisie (FRIM, *Forest Research Institute Malaysia*) pour nous avoir fourni des informations et des images additionnelles pour cette étude de cas. Nous souhaitons également remercier 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.

Les photos illustrant la présentation PowerPoint sont protégées par le droit d'auteur de Lee Soon Leong, David Boshier du 'New Scientist' et des Royal Botanic Gardens-Kew.

Enfin, l'élaboration du Guide de formation en gestion des 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. *Shorea lumutensis*: 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 978-92-9043-889-1
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 1.3

***Shorea lumutensis*: 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 servir d'aide à l'utilisation en classe de l'étude de cas 1.3 ***Shorea lumutensis* : variabilité génétique et conservation**. Les notes:

- décrivent les concepts-clés abordés dans l'étude de cas, tout en faisant référence aux ouvrages de référence 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 (génétiques et autres) 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 présente des photos de l'espèce et des réserves 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 en gestion des ressources génétiques forestières, au www.biodiversityinternational.org.

- Présentation PowerPoint de l'enseignant.
- Vidéo présentant le contexte général de l'exploitation et de la conservation des forêts de diptérocarpes en Malaisie.
- L'étude de cas.
- Fichiers PDF des deux articles formant la base de cette étude de cas. Ces articles présentent les problèmes de manière plus détaillée (Lee & Krishnapillay 2004, Lee et al. 2006).

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.
- **Couloirs biologiques** : voir FAO et al. (2004a) pp 43-44; FAO et al. (2001) pp 45-47, 64; 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) pp162-164, 420-431; Lee et al. (2006) p85.

- **Processus génétiques associés aux populations de faible effectif - dérive génétique accrue, goulots d'étranglements, consanguinité accrue et homozygosité résultante** : voir FAO et al. (2004a) pp. 43-44; Finkeldey (2005) pp. 75-76.

Comment mener l'exercice

Les exercices peuvent être menés de différentes façons selon le temps disponible et l'effectif de la classe. L'exercice est plus efficace lorsque les étudiants travaillent par groupes de 4-5 (pas plus de 6 par groupe). 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 en classe. 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 un contexte antérieur à l'année 2007, en termes de statut de l'espèce et de profile du pays. Les données plus récentes et les nouveaux contextes ne sont donc pas fournis puisqu'ils ne sont pas pertinents dans le cadre de cet exercice.

Nombre idéal d'étudiants: 4-15

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

Introduction: utiliser la vidéo puis la présentation PowerPoint - *environ 20 minutes.*

Travail de groupe: Convient à 1-3 groupes de 4-5 étudiants. Chaque groupe élabore une stratégie mais a tendance à prendre une approche différente et différents problèmes sont soulevés, de sorte que dans l'ensemble la plupart des points sont abordés. Les étudiants discutent de l'étude de cas entre eux, tout en répondant à des points spécifiques et développant leur stratégie. L'enseignant doit être présent pour répondre aux éventuelles questions des différents groupes. Il n'est cependant pas essentiel que l'enseignant passe tout le temps avec l'ensemble de la classe. Lorsque l'enseignant et les différents groupes sont satisfaits d'avoir compris l'exercice ainsi que les questions soulevées, chaque groupe peut se rencontrer en dehors des heures de classe pour discuter de la stratégie et la préparer - *1,5 heures.*

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 dans une présentation PowerPoint) - *10 minutes par présentation* avec 5 minutes après chaque présentation pour les questions et commentaires du reste de la classe et de l'enseignant.

Discussion finale : conduite par l'enseignant et permettant aux étudiants de formuler des commentaires généraux à propos de ce qui convenait, de ce qui manquait, etc. - *10 minutes.*

Informations générales

Vidéo: elle dure 5 minutes et donne des informations générales sur l'exploitation et la conservation des forêts de diptérocarpes en Malaisie. Elle est particulièrement utile aux étudiants qui n'ont jamais vu ce type de forêt et peut être mise de côté si la classe connaît déjà le contexte.

PowerPoint: environ 15 minutes. Présente le contexte de *S. lumutensis* en montrant les conditions dans lesquelles l'espèce apparaît, mais permet aussi d'expliquer les problèmes spécifiques soulevés dans l'étude de cas proposée aux étudiants.

Diapositive 2 - photos des feuilles, des fleurs et des fruits de *S. lumutensis*.

Diapositive 3 - carte montrant la répartition de l'espèce dans la péninsule malaisienne. Celle-ci est restreinte à cinq réserves situées dans une même région.

Diapositive 4 - photo montrant le type de forêt de montagne où se trouve l'espèce et le nombre d'arbres restants.

Diapositives 5 à 7 - photos de populations de *S. lumutensis* illustrant les menaces particulières à chaque population.

Diapositive 8 - montre la nécessité de la recherche pour une conservation efficace.

Diapositive 9 - énumère les principaux sujets de recherche et fournit la base des résultats présentés dans l'étude. Il est important de souligner que les études génétiques et écologiques sont complémentaires et non mutuellement exclusives.

Diapositive 10 - expose l'étude démographique qui a été menée.

Diapositive 11 - présente les principaux résultats de l'enquête sur la dynamique des populations.

Diapositive 12 - traite des différents objectifs de conservation. L'enseignant doit mettre l'accent sur la nécessité pour les étudiants de définir un objectif pour leur stratégie de conservation. 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», c'est-à-dire «Nous avons réalisé toutes les activités avec succès mais cela n'a été d'aucune aide».

Diapositives 13 et 14 - traitent du problème de l'effectif de la population. Établir le lien entre les valeurs figurant sur cette diapositive et les effectifs des populations du texte fourni aux étudiants (voir Statut de conservation, page 4) et expliquer comment la présence de générations imbriquées signifie que les tailles effectives des populations de ces vestiges seront inférieures au nombre recensé.

Diapositives 15 à 18 - 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'importance relative accordée aux conservations *in situ* et *ex situ* changera selon les caractéristiques de l'espèce et de la population concernée.

Diapositive 19 - montre une partie du Tableau 4 et permet à l'enseignant de souligner les différences de fréquence allélique entre les populations. Certains allèles apparaissent à des fréquences élevées dans la plupart des populations (par exemple *Slu110-222*, *224*; *Slu124-137*, *153*; *Slu175-220*, *226*). D'autres allèles sont plus fréquents dans une ou quelques populations et donnent donc une indication de la différenciation entre les populations, qui traduit les impacts de l'effectif de la population et du flux de gènes (par exemple *Slu110-220SM*; *Slu124-133TM*, *165LU*; *Slu175-221TM*).

Diapositive 20 - permet à l'enseignant d'expliquer l'importance du Tableau 3 et du dendrogramme fournis dans l'exercice (Fig. 2), à savoir quelles populations sont génétiquement les plus proches les unes des autres. Vous pouvez également faire ressortir l'idée que ceci peut aider à classer les populations par ordre de priorité de conservation, malgré que les données montrent qu'il n'y a en réalité que peu de différenciation. Le Tableau 3 montre que les distances géographiques entre les populations sont très faibles et que la répartition totale ne couvre que 20 km.

Diapositive 21 - permet à l'enseignant d'expliquer l'importance du Tableau 5 et de la Figure 3 de l'exercice, notamment qu'il peut être déduit du Tableau 5 que l'espèce présente une reproduction mixte (certains arbres étant majoritairement exogames et d'autres ayant un pourcentage élevé d'autofécondation), ainsi que la distance moyenne de flux de pollen. La taille de l'unité de reproduction est liée au nombre de génotypes parentaux différents auxquels correspondent les pollens représentés sur un arbre fruitier maternel. La surface de l'unité de reproduction est calculée à partir des estimations de la taille de l'unité de reproduction fournies par l'analyse de paternité et des densités recensées pour les arbres adultes et capables de se reproduire. La Figure 3 présente les résultats d'une simulation effectuée pour le calcul du nombre d'arbres nécessaires au maintien des niveaux actuels de diversité génétique au sein des populations.

Diapositives 22 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 disponibles pour ces actions sont extrêmement limitées; c) ils devraient indiquer quelles données/faits ils ont utilisé(e)s pour justifier chaque action recommandée; d) ils doivent présenter un cas convaincant qui influencerait un donateur/gouvernement à leur octroyer des financements et/ou à mettre en place des politiques/législations pour la conservation de l'espèce.

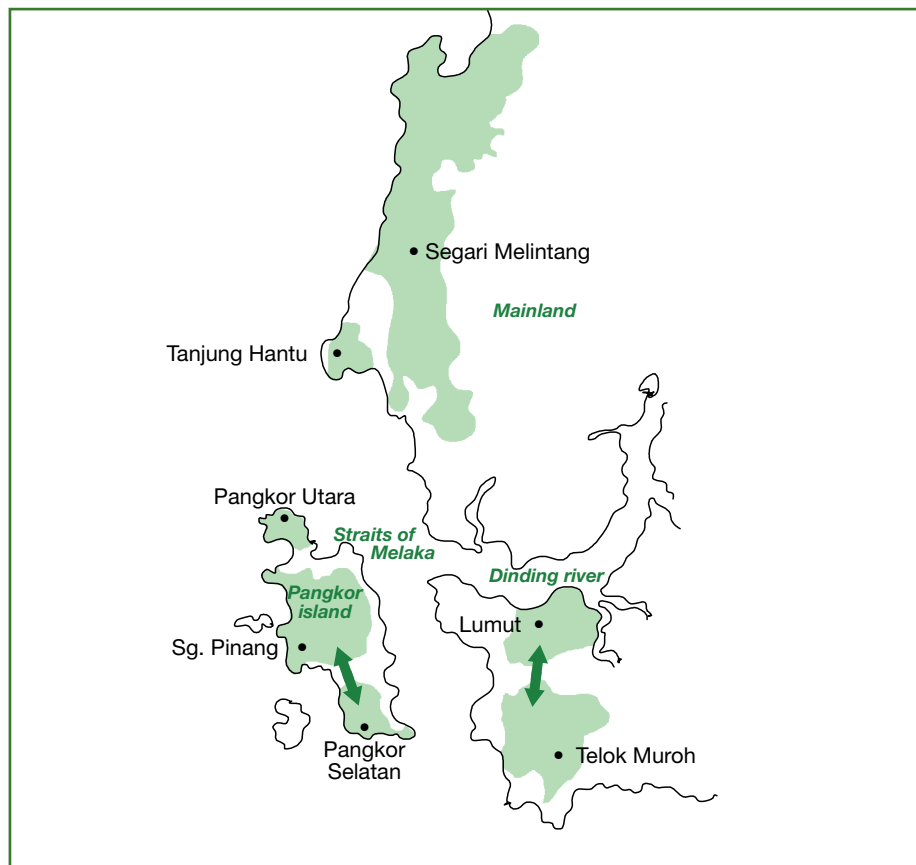
Points importants à faire ressortir au cours de la discussion et à être abordés dans les stratégies des étudiants

Commentaires à propos des questions figurant dans l'étude de cas

Les actions de conservation recommandées ainsi que le contexte sont présentées en détails dans l'article de Lee et al. (2006) (voir le fichier PDF contenu dans le DVD fourni).

■ *Comment les interférences humaines ont-elles façonné la diversité génétique de *S. lumutensis*?*

Les étudiants devraient être capables d'identifier à partir du texte (partie *Répartition*, page 2) qu'il n'existe pas de preuves concrètes montrant que la répartition globale de l'espèce ait été plus importante qu'elle ne l'est actuellement. Les exigences particulières de l'espèce en matière d'habitat suggèrent une répartition naturellement plutôt réduite et probablement également fragmentée, du fait de la disponibilité réduite de l'habitat. Dans la région, les peuplements se trouvant auparavant sur les flancs de montagne aujourd'hui déboisés, ont probablement été détruits par l'homme et il est clair que les effectifs des populations sont fortement réduits en raison des activités humaines. Cependant, les activités humaines auront vraisemblablement un impact plus important sur le futur plutôt que sur le passé, à moins que des mesures ne soient prises.



■ *Quel sont les systèmes de reproduction et les mécanismes de dispersion des graines et du pollen?*

Voir les parties *Phénologie* (page 2) et *Variabilité génétique* (page 7; Tableau 5). L'espèce présente une reproduction mixte (certains arbres étant majoritairement exogames et d'autres ayant un pourcentage élevé d'autofécondation). Les pollinisateurs (thrips) ainsi que le mécanisme de dispersion des graines suggèrent que la plus grande part du flux de gènes s'effectue vraisemblablement sur de courtes distances. Cependant les thrips ne volent pas bien et il est probable qu'ils se déplacent de manière passive sur des distances plus importantes que prévu en se laissant porter par les vents. D'où les distances moyennes de pollinisations observées dans le Tableau 5.

■ *Quels sont les niveaux de variabilité génétique et comment les allèles sont-ils distribués parmi les populations?*

Les niveaux de variabilité génétique sont élevés, ce qui est caractéristique des marqueurs SSR. Certains allèles apparaissent à des fréquences élevées dans la plupart des populations (par exemple *Slu057-110, 112, 114; Slu110-222, 224; Slu124-137, 153; Slu175-220, 226; Sle111a-149, 157; Sle267-116, 126*). Une autre caractéristique des marqueurs SSR est le nombre important d'allèles de faible fréquence (tels que *Slu057-118, 121, 122, 123, 124, Slu124-141; Sle111a155*). D'autres allèles sont plus fréquents dans une ou quelques populations (tels que *Slu110-220; Slu124-133,165; Slu175-221; Sle111a-151; Sle267-118, 130, 132*) et donnent une indication de la différenciation entre les populations (Fig. 2), tout en reflétant les impacts de l'effectif de la population et du flux de gènes. La différenciation génétique entre les populations est cependant faible (5,8 % de variabilité génétique répartie sur l'ensemble des populations - voir la partie *Variabilité génétique dans les populations naturelles* de l'étude de cas; *faible soutien des branches de la Fig. 2 issues de l'auto-amorçage*), de telle sorte que l'espèce pourrait être considérée comme composée d'une seule population répartie sur l'ensemble des cinq réserves. On peut donc débattre de la question de savoir si les efforts de conservation

devraient assurer que chacune des cinq réserves soit maintenue en tant que population distincte.

Établir une liste des problèmes en fonction du type:

Génétique

■ *Quelles populations sont trop restreintes?*

Toutes les populations sont trop restreintes - la plus importante comporte environ 120 individus (Segari Melintang). Les tailles effectives des populations seront bien moindres du fait des générations imbriquées. La dérive génétique peut causer une érosion génétique. La déforestation hors des réserves peut réduire le degré de flux de gènes entre les réserves et par conséquent augmenter la probabilité d'érosion génétique causée par la dérive génétique et par la même occasion, la différenciation génétique entre les populations. La manière la plus efficace de prévenir les risques génétiques est de permettre la migration, c'est-à-dire l'échange de pollen et de graines. L'idée des couloirs de migration, développée à l'origine pour la préservation des espèces animales, pourrait constituer une option et être utilisée pour relier les populations les plus proches, à condition que les ressources soient disponibles (voir Figure ci-dessus). Le Tableau 3 fournit les distances entre les réserves et le Tableau 5 les distances sur lesquelles s'effectuent les flux de pollen. Selon les écart-types observés, il ne serait pas surprenant que les flux de pollen s'effectuent sur des distances de 500 m. La fréquence des flux de pollen pourrait aussi être augmentée en plantant des arbres de *S. lumutensis* dans des parcelles de végétation situées entre les réserves. Ces derniers agiraient comme tremplins ou couloirs génétiques.

Autres

■ *Quelles sont les menaces pour *S. lumutensis* (à court et à long terme)?*

Les menaces à court terme sont principalement la déforestation et le manque de connaissances concernant *S. lumutensis*. A long terme, ce sont les faibles effectifs des populations qui menacent l'espèce, à la fois en termes de menaces stochastiques (événements aléatoire) et d'adaptabilité évolutive.

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

De manière générale, la priorité devrait être de conserver les populations dont la viabilité est la plus importante (à la fois génétiquement et dans le contexte social) et qui couvrent la gamme de diversité génétique au sein de l'espèce. Toutefois, dans cette étude, la différenciation génétique entre les populations est faible et toutes les populations sont de la même taille et menacées d'extinction. La proximité des populations signifie aussi que tout événement stochastique (tel qu'un cyclone) pourrait les affecter simultanément. Étant donné que les populations apparaissent au sein des réserves existantes, il n'est pas nécessaire d'établir des priorités pour les actions à entreprendre sur une réserve par rapport à une autre. Les cinq populations restantes devraient être reconnues légalement en tant que zones strictement protégées. Il est essentiel d'établir une surveillance des réserves afin de vérifier que les populations sont bien entretenues et que leurs effectifs ne diminuent pas. Il est nécessaire, pour cela, de rassembler des données de base qui permettront d'identifier d'éventuels changements (positifs ou négatifs).

■ *Quels sont les facteurs sociaux limitant la conservation, l'utilisation et la plantation?*

Il s'agit des pressions humaines sur les forêts/arbres restants et du manque de connaissances concernant *S. lumutensis*. Étant donné le faible taux de croissance de l'espèce, il est peu probable que la conservation puisse être promue par le biais de plantations *in situ* au sein de plantations commerciales. Cependant, les semences produites dans le cadre de la conservation *ex situ* devraient être utilisées pour la restauration écologique.

Les stratégies des étudiants doivent préciser:

Quelles sont les méthodes de conservation - *in situ*, *ex situ*?

- *In situ*: la priorité doit être donnée à la conservation *in situ* des cinq populations avec un renforcement du statut de protection des réserves.
- *Ex situ*: Afin d'éviter la perte des ressources génétiques en cas de destruction catastrophique des populations *in situ*, il serait avantageux de constituer une collection de semences pour la conservation de l'espèce/des populations *ex situ*. Toutefois, la production de graines étant épisodique et compte tenu de la difficulté à stocker les graines à long terme, le matériel doit donc être établi *ex situ* sous forme de peuplement de conservation. La stratégie doit donc spécifier les détails de la collection de semences, notamment le mélange de graines collectées à partir des cinq populations. Recueillir des quantités égales de graines à partir d'au moins 10 arbres par population, les arbres semenciers étant séparés d'au moins 200 m afin de s'assurer de l'échantillonnage de pools de pollen différents. Ceci garantirait le prélèvement d'échantillons à partir de plus de 50 arbres-mères et de nombreuses autres de sources de pollen.

Que doivent savoir les utilisateurs finaux et comment leur communiquerez-vous cette information? Les personnes impliquées dans la gestion des terres se situant dans la zone de répartition naturelle de l'espèce (par exemple les communautés locales, les agences gouvernementales, les promoteurs et les propriétaires terriens) doivent être informés de la rareté de *S. lumutensis* et de l'importance globale des réserves. En tant que signataire de la Convention sur la Biodiversité, la Malaisie a l'obligation d'assurer la protection de l'espèce. Toute stratégie de conservation doit être liée aux activités des communautés locales. La publication d'informations ciblées est nécessaire (telle que posters et prospectus). Il convient de faire remarquer que cette étude montre que les nombres d'arbres de *S. lumutensis* sont plus élevés que ne l'indiquent les données originales de l'évaluation réalisée par l'UICN (voir les parties Statut de conservation et Introduction, de cette étude de cas). Ceci illustre le type d'imprécision associée à certaines dénominations d'espèces de l'UICN. L'information doit être introduite dans le statut UICN de l'espèce.

Qui entreprendra les mesures, **lesquelles** et **où**? Selon la constitution malaisienne, les terres sont la responsabilité de l'état et chaque état a le pouvoir de promulguer des lois et d'élaborer des politiques de manière indépendante (voir Profile du pays). La désignation de zones de conservation résulte des législations des États. Le gouvernement de l'état doit accorder d'urgence le statut de zone «strictement protégée» à ces régions. La mise en place de zones de conservation *in situ* permettra non seulement de conserver *S. lumutensis* mais aussi d'aider l'écosystème tout entier, y compris de nombreuses espèces non-ciblées telles que *Eurycoma longifolia* à Sungai Pinang.

Comment allez-vous financer cela? Les étudiants doivent absolument comprendre que les ressources disponibles pour la conservation sont limitées et qu'il faut donc organiser les actions par ordre de priorité, en fonction de ce qui est disponible. Les efforts de conservation doivent être ciblés, là où le peu de ressources disponibles peut être le plus efficace. Les actions principales décrites ci-dessus sont limitées mais réalisables. La collecte de semences nécessiterait des fonds additionnels tandis que la communication de l'importance et des avantages de *S. lumutensis* ne demande qu'un budget modeste qui pourrait aussi provenir d'une réaffectation des ressources existantes.

Informations supplémentaires

- Boshier DH, Gordon JE, Barrantce 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, éditeurs. 2005. Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Arbora Publishers, Zvolen.
- Lee SL, Ng KKS, Saw LG, Lee CT, Norwati M, Tani N, Tsumura Y, Koskela J. 2006. Linking the gaps between conservation research and conservation management of rare dipterocarps: a case study of *Shorea lumutensis*. *Biological Conservation* 131: 72-92.
- Lee SL, Krishnapillay B. 2004. Country reports on the status of forest genetic resources conservation and management in Malaysia. Luoma-aho T, Hong LT, Ramanatha Rao V, Sim HC, éditeurs. In: Proceedings of the APFORGEN inception workshop, Juillet, 2003, Kuala Lumpur. Institut international des ressources phytogénétiques. pp. 206-228.

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*