

## MODULE 2

# Arbres hors forêts

## Étude de cas 2.2

# Développement d'alternatives pour la conservation de deux espèces d'arbres hors forêts

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.

Nos remerciements particuliers vont à Ian Dawson, du Centre mondial de l'agroforesterie, pour sa révision des études de cas présentées dans ce module. Ses précieux commentaires ont permis une amélioration significative du module.

Le film «Restauration des paysages forestiers - vision d'ensemble» a été écrit et produit par l'UICN - Union mondiale pour la nature, pour le compte du Partenariat mondial pour la restauration des paysages forestiers. Les photos de la présentation PowerPoint sont protégées par le droit d'auteur de Colin Hughes, David Boshier, Kathryn Freemark, Mark Sandiford, Google, Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica et les 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. 2012. Développement d'alternatives pour la conservation de deux espèces d'arbres hors forêts. 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. [www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org)

ISBN 978-92-9043-904-2  
ISSN 2223-0165

Bioversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccarese  
Rome, Italie  
© Bioversity International, 2012  
Bioversity International est le nom commercial de l'Institut international des ressources phytogénétiques (IPGRI).

## Module 2 Arbres hors forêts

### Étude de cas 2.2

#### Développement d'alternatives pour la conservation de deux espèces d'arbres hors forêts

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

En Amérique Centrale, la conservation se trouve confrontée à un problème. La forêt sèche saisonnière est diversifiée et spécifique. Elle contient de nombreuses espèces importantes sur le plan socio-économique et largement utilisées dans les tropiques (notamment *Calliandra calothyrsus* et *Gliricidia sepium*). Cependant, les aires protégées existantes ne couvrent qu'une très faible portion de la forêt initiale et il reste peu de forêt sèche intacte à conserver. Les régions protégées *in situ* sont plus ou moins appropriées à la conservation dépendant de la taille de la forêt, de l'importance du niveau de fragmentation et du contexte socio-économique en cours. Les forêts sèches subsistantes sont généralement petites (1-500 ha) et d'une taille inférieure à ce qui pourrait être considéré comme viable. Elles sont aussi très dispersées, de sorte que l'idéal qui consiste à maintenir une réserve unique et étendue est peu réaliste. Il convient donc d'envisager la faisabilité sociale et biologique de la gestion de réseaux de petites parcelles de forêt au sein de la mosaïque actuelle d'utilisation des terres. Les initiatives de conservation pour une forêt sèche de ce type doivent examiner les approches qui se démarquent du paradigme de conservation traditionnelle *in situ* concentrées sur les «régions sauvages» protégées. Elles devraient au contraire se focaliser sur les moyens de conserver des espèces issues d'un type de forêt déjà fortement altérée.

Cette étude de cas vous permet d'étudier le rôle éventuel des arbres hors forêts dans la conservation de la diversité des espèces d'arbres. L'exercice se penche sur la question générale suivante: «*Les précieuses ressources génétiques des arbres peuvent-elles persister en dehors des forêts? Et si oui, quelles mesures doivent être prises pour s'assurer que celles-ci persistent?*» Cette étude présente les données issues de la recherche écologique, génétique et socio-économique menée dans les années 1990 sur les forêts sèches du Costa Rica et du Honduras. Elle se concentre sur deux espèces de bois, *Pachira quinata*, Bombacaceae et *Swietenia humilis*, Meliaceae, toutes deux ayant une importance socio-économique, des écologies apparemment semblables et considérées comme préoccupantes du point de vue de la conservation.

Utiliser l'information présentée ici pour élaborer un plan d'action garantissant la conservation et l'utilisation efficaces de ces deux espèces en dehors forêts. Vos discussions de groupe devront être étayées par:

- Quels sont les systèmes de reproduction de chacune des espèces? Les arbres sont-ils autofécondés et si oui, dans quelles conditions? Comment les vecteurs de dispersion du pollen et des graines réagissent-ils à la fragmentation ou à l'isolement?
- Le maintien de ces espèces dans des agroécosystèmes conduit-il à des niveaux réduits de variation génétique et si oui, quelles stratégies de gestion peuvent être utilisées pour éviter une telle diminution?
- Quels sont les facteurs et les menaces qui limitent le maintien de *P. quinata* et *S. humilis* (à court/long terme) dans le paysage agricole fragmenté? Sont-elles semblables ou différentes pour chaque espèce? Réfléchir aux problèmes selon leur nature, par exemple génétique (autofécondation),

écologique (absence de régénération) et social (droits fonciers, utilisation).

- D'autres informations sont-elles nécessaires pour permettre de tirer des conclusions plus définitives?

Votre plan d'action devrait aborder les points suivants:

- Les principales caractéristiques biologiques des espèces.
- Les facteurs limitant le maintien des espèces dans des paysages agricoles fragmentés – les différences entre les espèces
- Les actions spécifiques garantissant l'utilisation et la conservation des deux espèces au sein de cet agroécosystème (y compris le maintien de la diversité génétique). Doivent-elles être semblables ou différentes pour chaque espèce; et dans ce dernier cas, de quelle façon?
- Comment mettrez-vous en œuvre le plan d'action?
- **Qui** entreprendra les mesures, **lesquelles**, **où** et **comment** les financerez-vous?

## Introduction

Les plaines du Sud du Honduras sont utilisées principalement comme pâturage et pour l'agriculture d'exportation (cantaloup, pastèque, canne à sucre). Elles sont caractérisées par un climat subtropical avec une saison sèche distincte (octobre-mai). Les contreforts abritent une mosaïque changeante d'utilisation des terres avec une prédominance de la production de maïs et de sorgho (*milpas*) en alternance avec la jachère et un pâturage léger et dans les régions plus humides une production caféière peu intense. L'absence de labour mécanisé et de contrôle des déplacements du bétail permettent la régénération naturelle d'un éventail d'espèces d'arbres très varié issu des stocks semenciers du sol, des souches et des nouvelles graines. Les agriculteurs protègent activement une partie de ces espèces d'arbres qu'ils valorisent pour une gamme de produits (tels que les bois de chauffe et de construction), manifestant ainsi une volonté de faire le meilleur usage possible des ressources disponibles. Par conséquent, certains arbres deviennent et demeurent capables de se reproduire au sein des *milpas* ou des pâturages. Un autre sous-ensemble d'espèces est laissé à l'état de souches bourgeonnantes (jusqu'à 17 000 par ha) simplement parce que le coût de leur arrachage est considéré comme ne procurant pas assez de bénéfices. Bon nombre de ces arbres atteignent également la maturité reproductive en période de jachère. Ces plaines contiennent donc des parcelles de forêt au sein d'une interface forêt-agriculture, ce qui convient à la recherche multidisciplinaire ainsi que le sont les conditions socio-économiques.

## Espèces de l'étude de cas

*Pachira quinata* (syn : *Bombacopsis quinata*) est un arbre feuillu de taille moyenne à grande originaire d'Amérique Centrale, de Colombie et du Venezuela. Il est hermaphrodite, largement auto-incompatible et principalement pollinisé par les chauves-souris (*Glossophaga soricina*). Ses graines sont légèrement rattachées à du capoc (fibre duveteuse ressemblant au coton) qui facilite leur dispersion par le vent. Son bois est très demandé et a fait l'objet d'investissements dans des plantations de grande envergure en Amérique Centrale, où il est aussi planté par les agriculteurs. Les arbres installés en plein air poussent bien en plantations. Le matériel de pépinière est cultivé à partir des graines. L'espèce peut aussi être propagée par boutures. Elle est utilisée comme clôture vivante dans certaines régions de son aire de répartition. Autrefois commune, elle est à présent largement restreinte aux forêts reliques isolées, dû au défrichage sélectif, à la déforestation et aux pratiques agricoles destructrices. Certaines populations sont considérées comme menacées.

*Swietenia humilis* est un arbre feuillu monoïque de taille moyenne du bassin hydrologique du Pacifique en Amérique Centrale et au Mexique. Il est pollinisé par de petits papillons, des abeilles et d'autres insectes, tandis que ses fruits contiennent de grosses graines dispersées par le vent. Il est auto-incompatible sous pollinisation contrôlée. Son bois de sciage est très prisé mais le reboisement commercial au sein de son aire de répartition d'origine est freiné par l'incidence élevée de la contamination par le borer des pousses, *Hypsipyla grandella*. L'hybridation a été rapportée aux endroits où *S. humilis* et *S. macropylla* sont sympatriques et leur distinction a été remise en question. Les populations ont été réduites et fragmentées sur la majorité de la zone de répartition de l'espèce, conduisant à sa classification en 1973 dans l'annexe 2 de la CITES comme étant «vulnérable».

### Schémas de répartition au niveau des espèces

Deux enquêtes botaniques rapides (techniques d'échantillonnage sans placettes [plotless]) ont été réalisées afin de déterminer la composition des espèces d'arbres et d'arbustes des agroécosystèmes du Sud du Honduras. La première enquête menée au niveau des villages consistait en des inventaires d'espèces au sein de quatre communautés rurales reflétant les variations régionales des gradients socio-économiques et environnementaux. Dans chaque communauté, 20 foyers furent sélectionnés selon un gradient socio-économique et un sous-ensemble de parcelles de terres choisi au hasard pour l'inventaire parmi celles cultivées par les agriculteurs. Les catégories de parcelles étaient basées sur les définitions données par les propriétaires. Dans chaque parcelle de terre, les espèces étaient classées selon leur présence ou leur absence. Une espèce était considérée comme présente si elle pouvait être identifiée en tant qu'espèce ligneuse, ce qui incluait les souches vivantes. Une deuxième enquête sur les forêts avait pour but de recenser la diversité des arbres dans un sous-ensemble de parcelles forestières du Sud du Honduras. Les forêts étaient sélectionnées de manière non-aléatoire afin de maximiser l'étendue géographique et biaisées par rapport aux quelques zones forestières restantes relativement vastes (> 50 ha). Toutes les forêts semblaient largement ou entièrement composées de régénérations secondaires d'âges variés. Il semblerait que la forêt sèche primaire n'existe plus au Sud du Honduras, mais il est probable que certains arbres plus âgés représentent des forêts reliques beaucoup plus anciennes. Le couvert forestier restant est composé de peuplements d'arbres dont la superficie peut être aussi réduite que 2 ha et dépasse rarement les 20 ha. Ces surfaces sont généralement considérées comme étant trop petites pour avoir une valeur de conservation.

Les espèces se manifestent dans des endroits différents. *S. humilis*, l'une des espèces les plus communes (seulement 7 espèces sur plus de 250 ont été observées plus fréquemment) était aussi courante sur les terres agricoles que dans les forêts (Tableau 1). Par contre, *P. quinata* était moins courante que *S. humilis* mais beaucoup plus représentée dans les forêts que sur les terres agricoles. Comparativement aux jardins résidentiels et aux vergers où la plantation est plus typique, les deux espèces étaient plus fréquentes dans les jachères, les champs et les pâturages (Tableau 1), tous des systèmes dans lesquels il y a généralement régénération naturelle. Les deux espèces apparaissaient aussi de façon très variable dans les quatre communautés (Tableau 1), probablement dû à une combinaison de facteurs biologiques et humains.

Deux des forêts les plus vastes du Sud du Honduras suggèrent que les deux espèces ont des niveaux de présence similaires dans les forêts matures. *P. quinata* est aussi courante que *S. humilis* dans les forêts relativement intactes de Cerro Guanacaure. Cerro Las Tablas, l'une des forêts secondaires les plus matures de la région, abrite de nombreux arbres adultes appartenant aux espèces *P. quinata* et *S. humilis* (densités allant jusqu'à 17,0 et 9,6 arbres par ha respectivement). Au Costa Rica, les niveaux de présence des deux espèces sont similaires dans

des régions plus intactes de forêt sèche protégée (notamment les forêts matures de Lomas Barbudal et Playa Nancite; Tableau 2). Tout porte donc à croire que la présence relativement faible de *P. quinata* sur les exploitations agricoles du Sud du Honduras est en partie due aux pratiques de gestion défavorables (voir plus loin) plutôt qu'à une tendance naturelle vers des densités faibles.

La présence courante de *S. humilis* sur les exploitations ne peut s'expliquer simplement par la préférence des agriculteurs (voir partie «Schémas de gestion de *P. quinata* et *S. humilis* dans le Sud du Honduras) puisque la régénération naturelle doit avoir lieu avant que les agriculteurs ne puissent soutenir son recrutement. *S. humilis*, tout comme son proche parent *S. macrophylla*, prospère sans aucun doute dans des conditions hautement perturbées telles que celles accompagnant l'agriculture traditionnelle au Sud du Honduras. Une fois établi, il peut survivre pendant des décennies dans les forêts denses qui se forment lorsque les jachères sont abandonnées. La germination de *S. macrophylla* à Guanacaste n'était pas affectée par les différences de degrés de luminosité. L'espèce s'établissait aussi bien dans les pâturages que dans la forêt secondaire jeune. Une étude menée sur des jeunes plants dans des pâturages et des forêts secondaires et matures a indiqué un taux de survie de zéro pour des plants de *P. quinata* âgés de trois ans, à la fois au Costa Rica et au Honduras, contre 15-60 % pour *S. humilis*. Ce schéma se répète à Playa Nancite (Parc national de Santa Rosa) où la régénération de *S. humilis* est abondante dans les régions avoisinant les pâturages abandonnés et dégradés, tandis *P. quinata* y est inexistant (Tableau 2). Contrairement à certaines études et autres prévisions, la production de graines de *S. humilis* est également plus fiable et plus élevée dans des environnements perturbés que dans des forêts denses tandis que *P. quinata* ne présentait aucune différence selon le type de forêt, sauf à Playa Nancite où la production de graines était faible pendant les quatre saisons fruitières (Tableau 3). Durant cette période, 13 % des arbres de l'espèce *P. quinata* de Playa Nancite sont morts apparemment de vieillesse ou en raison des plantes rampantes et du vent. Étant donnée l'absence de régénération, l'avenir de *P. quinata* sur ce site semble incertain, malgré qu'il s'agisse d'une aire protégée. En effet, les incendies et le défrichage observés pendant quatre années (Tableau 2) confirment les menaces existant envers les deux espèces, même à l'intérieur des zones protégées.

**Tableau 1.** Présence de *P. quinata* et *S. humilis* au Sud du Honduras, en fonction de l'utilisation des terres et des communautés

Utilisation des terres	Nombre total d'échantillons	Pourcentage contenant <i>P. quinata</i>	Pourcentage contenant <i>S. humilis</i>
Forêt	48	27	52
Exploitation	105	11	56
Jachère, champ, pâturage	58	16	67
Jardin résidentiel et verger	47	4	36
Communauté/Département			
San Juan Arriba, Choluteca	25	12	4
Agua Zarca, Valle	38	5	74
San Jose de las Conchas, Choluteca	24	17	46
Los Coyotes, Choluteca	25	16	64

**Tableau 2.** Mortalité d'arbres de dhh>10 cm sur une période de quatre ans, de cause naturelle ou par intervention humaine, sur certains sites du Costa Rica et du Honduras

Espèce	Site	Pays	Type de site	Zone étudiée (ha)	Nb d'arbres	dhh moyenne <sup>3</sup> en cm (écart-type)	Pourcentage d'arbres coupés/morts
<i>P. quinata</i>	Lomas Barbudal Réserve biologique	Costa Rica	zone protégée	25	61	69,2 (25,5)	0/6,62
	Playa Nancite, Parc national de Santa Rosa	Costa Rica	zone protégée/mature	28	62	71,6 (42,8)	0/12,9
	Playa Nancite, Parc national de Santa Rosa	Costa Rica	zone protégée/régénération	3	0		
<i>S. humilis</i>	Punta Ratón, Choluteca	Honduras	forêt privée exploitation agricole	240	172	54,2 (20,9)	8,1/5,82
	Lomas Barbudal Réserve biologique <sup>1</sup>	Costa Rica	zone protégée	25	57	47,4 (17,0)	0/14,02
	Playa Nancite, Parc national de Santa Rosa	Costa Rica	zone protégée/mature	28	156	46,7 (16,0)	0/5,8
	Playa Nancite, Parc national de Santa Rosa	Costa Rica	zone protégée/régénération	3	23	20,3 (3,7)	0/0
	Cerro Las Tablas, Choluteca	Honduras	forêt privée exploitation agricole	68	105	41,9 (14,0)	25,7/1,9
	Punta Ratón, Choluteca	Honduras	forêt privée exploitation agricole	240	75	37,9 (14,1)	5,3/5,3

<sup>1</sup> probablement *S. macrophylla* ou *S. macrophylla* x *S. humilis*;

<sup>2</sup> détruit par les incendies en 1994;

<sup>3</sup> dhh = diamètre à hauteur d'homme

**Tableau 3.** Pourcentage d'arbres par année ayant une production de graines importante à modérée sur divers sites

Espèce	Site <sup>a</sup>	Taille de l'échantillon <sup>b</sup>	1994 %	1995 %	1996 %	1997 %	1998 %
<i>P. quinata</i>	Lomas Barbudal	>45	70,6	66,7		68,9	
	Playa Nancite	>30	61,5	56,4	55,2	31,5	
	Punta Ratón	>105	76,4	61,9	73,3	90,1	
<i>S. humilis</i>	Lomas Barbudal	>46		12,1	0,0	16,3	20,8
	Playa Nancite	>143		32,9	11,0	18,4	17,2
	Cerro Las Tablas	>61		48,7	12,6	29,5	44,6
	Punta Ratón	>45	28,0	36,1	42,2	49,1	33,3
	Comayagua	30	66,7		60,0	83,3	76,7

Remarque : Chez *P. quinata*, une production importante à modérée est > 20 capsules de semences; chez *S. humilis*, elle est > 10 capsules de semences.

<sup>a</sup> Les sites sont classés selon un degré croissant de perturbation : Lomas Barbudal est une zone relativement intacte située au sein d'une réserve; Playa Nancite est une zone perturbée située au sein d'un parc national ; Cerro Las Tablas est une forêt contenant des arbres restants et de la régénération secondaire dans de petits fragments et dans des pâturages; Comayagua, arbres plantés par route.

<sup>b</sup> La taille de l'échantillon varie d'année en année en raison de la mortalité

Cette étude conclut que les espèces peuvent se manifester de manière non-aléatoire dans les divers types d'utilisations des sols d'un agroécosystème et que ces schémas de répartition doivent être connus afin que les options de conservation *circa situm* puissent être évaluées et que des stratégies soient définies et mises en œuvre. 76 % des espèces identifiées dans les études se trouvaient dans des agroécosystèmes (c'est-à-dire ne se limitaient pas à la forêt), ce qui souligne le potentiel des arbres situés sur les exploitations agricoles à contribuer à la conservation. En supposant qu'une incidence plus élevée corresponde à un potentiel de conservation plus important, les potentiels de différents sites à être des foyers de conservation *circa situm* réussie seront variables. Par exemple, selon les données de répartition, la communauté d'Agua Zarca présente un potentiel élevé pour la conservation de *S. humilis* mais très faible pour celle de *P. quinata* (Tableau 1). *S. humilis* semble écologiquement adapté à la conservation *circa situm* et une utilisation dans les exploitations agricoles car le labour y est minimal, les déplacements du bétail contrôlés et les jachères autorisées de manière occasionnelle. Par contre, *P. quinata* semble moins adaptée et bien plus sensible à l'élimination du couvert forestier. Toutefois, même pour les espèces qui semblent être essentiellement «forestières», le nombre relativement faible d'individus que contiennent les exploitations agricoles pourrait faciliter le flux génétique entre les forêts et préserver les effectifs des populations dans les divers paysages. De toute évidence, les stratégies de conservation des deux espèces doivent être différentes.

### **Modes de gestion de *P. quinata* et *S. humilis* dans le Sud du Honduras**

Une étude des communautés où les espèces avaient été recensées a montré qu'en sus des différences de reproduction, d'écologie et de répartition locale, les gestions de *P. quinata* et *S. humilis* par les populations locales étaient différentes. En général, les membres de ces communautés évoquaient l'utilisation du bois de nombreuses espèces activement protégées. Il existait par ailleurs un contraste marqué entre les fréquences de protection active de *S. humilis* et de *P. quinata* (Tableau 4).

Une réunion du groupe focal à Los Coyotes a évalué les espèces en fonction de leur utilisation présente et passée, révélant des différences marquées dans la manière dont les deux espèces avaient été considérées sur le plan socio-économique. «À l'époque de nos grands-pères» *P. quinata* était pratiquement la seule espèce utilisée pour le bois. Cependant, son exploitation pour la fourniture de bois aux ateliers de meubles de la ville d'El Triunfo a conduit à une grande diminution de ses effectifs dans la région. Les agriculteurs utilisent à présent une vaste gamme d'espèces peu utilisées auparavant, dont *S. humilis*. Certaines de ces espèces produisent des bois d'une valeur très inférieure (notamment *Guazuma ulmifolia*). Les agriculteurs ont aussi décrit des pratiques antérieures de gestion lors des défrichages des champs, selon lesquelles de nombreux bois de valeur étaient abattus et brûlés sur place ou utilisés comme bois de chauffe. En revanche, dans les pratiques actuelles, les arbres prisés sont protégés et seules les chutes sont utilisées comme bois de chauffe.

Apparemment en raison de la rareté des ressources forestières dues aux densités élevées de populations humaines, de nombreux agriculteurs privilégient certaines espèces d'arbres lors du défrichage. Ils protègent et gèrent ces arbres dans leurs champs afin d'aider à subvenir à leurs besoins essentiels et de se munir d'une culture commerciale se régénérant naturellement. Les souches et les graines survivent également en dépit de l'abattage car l'arrachage des souches est difficile et le labour mécanique rarement pratiqué en raison des contraintes topographiques. Les agriculteurs sont aussi partisans de la limitation du pâturage, nécessaire à la bonne culture du maïs. Le bétail n'entrave donc pas



nécessairement la régénération des arbres et peut en effet le faciliter (notamment en stimulant la germination de certaines espèces). En dépit de leur petite taille, les parcelles de jachère et de forêt se trouvant au sein de la mosaïque continuent à être des sources de propagules pour bon nombre d'espèces se trouvant dans ces champs.

**Tableau 4.** Principales espèces d'arbres mentionnées par les agriculteurs comme étant utilisées pour leur bois ou activement protégées au sein des zones agricoles comme source de bois ou de poutres, dans quatre communautés du Sud du Honduras.

Espèces utilisées	% de personnes interviewées <sup>a</sup>	Espèces protégées	% de personnes interviewées <sup>a</sup>
<i>Cordia alliodora</i>	84,8	<i>Cordia alliodora</i>	38,0
<i>Pachira quinata</i>	20,3	<i>Swietenia humilis</i>	22,8
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	19,0	<i>Lysiloma</i> spp.	20,3
<i>Albizia saman</i>	16,5	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10,1
<i>Lysiloma</i> spp.	16,5	<i>Albizia saman</i>	10,1
<i>Swietenia humilis</i>	16,5	42 autres espèces incluant <i>Pachira quinata</i>	1,3 - 6,3 chacune
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	15,2		
<i>Cedrela odorata</i>	15,2		
<i>Conocarpus/Rhizophora</i> spp. (manglar)	15,2		
<i>Simarouba glauca</i>	11,4		

Remarque : Les quatre communautés étaient celles de San Juan Arriba, Agua Zarca, San Jose de las Conchas et Los Coyotes

<sup>a</sup> Chiffres donnés en pourcentage des 79 personnes interviewées

Dans une certaine mesure, les bénéfices apportés par le maintien des arbres l'emportent sur les effets négatifs (tels que l'ombre) que certains arbres pourraient avoir sur les cultures, selon les perceptions des agriculteurs. Ce type de gestion constitue une réponse rationnelle à la rareté des ressources plutôt qu'une volonté de conserver la biodiversité biologique en soi. La fréquence relativement faible de protection de *P. quinata* dans les champs (Tableaux 1 et 4) n'est apparemment pas causée par le fait qu'elle soit moins valorisée que *S. humilis*, ni par les différences de perceptions des agriculteurs des interactions arbres/cultures (aucune interaction négative majeure rapportée par les agriculteurs entre les espèces ou les cultures). Une explication plus plausible serait la rareté relative et la distribution éparse de la régénération naturelle de *P. quinata*, en particulier dans les champs. *P. quinata* est protégée par les agriculteurs mais l'espèce est beaucoup moins fréquente que *S. humilis*. La rareté actuelle de *P. quinata* semble provenir en partie de ses caractéristiques écologiques et de sa surexploitation passée, antérieure à l'imposition volontaire par les agriculteurs de contrôles de la gestion des arbres, en réponse à sa rareté. La situation est différente pour *S. humilis* qui semble avoir été moins valorisée que *P. quinata* et aurait donc en grande partie échappé à la surexploitation. *S. humilis* bénéficie à présent des pratiques actuelles de protection active des espèces restantes de valeur et de sa facilité de régénération. Cependant, aucune des deux espèces n'est couramment plantée, malgré la nette préférence des agriculteurs

pour les deux espèces et leur promotion par les institutions de vulgarisation. Ceci est probablement dû au coût de la plantation des arbres par rapport à la régénération naturelle «gratuite» et éventuellement aux risques supérieurs liés au bétail pour les arbres plantés, ces derniers étant périodiquement admis dans les milpas pour se nourrir des résidus des cultures.

*P. quinata* et *S. humilis* existent toutes deux dans les parcelles de forêt et les pâturages se trouvant au sein des propriétés plus vastes (notamment dans la région de Cerro Las Tablas), malgré le fait que les systèmes de gestion et les conditions socio-économiques soient très différents de ceux des petites collectivités agricoles. Dans les forêts et pâturages restants de ces propriétés, il semblerait y avoir un déclin constant dû à l'abattage sporadique (Tableau 2). En effet, les propriétaires n'ont pas à faire face aux mêmes conditions de rareté des ressources qui motivent les petits agriculteurs à entretenir la régénération naturelle. Les conditions prévalant dans de nombreux pâturages de ces grandes propriétés sont moins favorables à la régénération des arbres par rapport aux systèmes de production vivrière. Les souches sont généralement arrachées lors du défrichage et régulièrement brûlées de façon à encourager la croissance de l'herbe.

## La diversité génétique et son maintien

La biologie de la reproduction, la diversité génétique et le flux génétique ont été étudiés au sein des aires de répartition d'origine des deux espèces, au Sud du Honduras et au Nord-Ouest du Costa Rica (Fig. 1). Des vestiges de la forêt sèche secondaire principalement restreints aux flancs des collines et des arbres restants dans les pâturages ont été utilisés, ainsi que des lots de contrôle dans des forêts plus continues. Les fragments variaient en taille (1 à 150 arbres) et en isolement dans l'espace (1,0 à 4,5 km). Les schémas de reproduction des deux espèces ont été mesurés directement à l'aide de marqueurs moléculaires microsatellites et ont indiqué des niveaux de flux de pollen supérieurs entre fragments sur de longues distances. Chez les deux espèces, l'accouplement avec les voisins rapprochés était prédominant aussi bien dans les fragments que dans la forêt (<300 m entre les arbres). Une grande partie des donneurs de pollen provenait toutefois de l'extérieur de chaque fragment, indiquant un réseau étendu d'échanges génétiques à cette échelle spatiale (16 km<sup>2</sup>). Donc, dans deux fragments contenant *S. humilis*, (22 et 44 arbres) 62 % et 53 % de donneurs de pollen étaient issus des fragments tandis que 24 % et 34 % respectivement provenaient de distances supérieures à 1,5 km et 3,6 km (Fig. 2 et Tableau 5). Par conséquent, au niveau d'isolement étudié, la fragmentation n'imposait pas de barrière génétique.

Il n'existait pas de preuves de consanguinité accrue à l'intérieur des fragments, les deux espèces ayant toujours des niveaux élevés d'exogamie même dans des fragments réduits. Par contre, les schémas d'exogamie des arbres isolés au sein des pâturages variaient selon les espèces. Un seul arbre appartenant à l'espèce *S. humilis*, isolé des arbres en fleurs les plus proches par une distance de 1,4 km, présentait 100 % de sources de pollen étranger, dont plus de 70 % provenait des arbres de la zone forestière principale située à plus de 4,5 km de là (arbre 501, Fig. 2; Tableau 5) Il s'agit là d'un fort mécanisme d'auto-incompatibilité chez *S. humilis* allant à l'encontre des prédictions selon lesquelles les arbres isolés dans l'espace sont plus susceptibles de déroger à l'accouplement aléatoire et de recevoir du pollen provenant d'un nombre inférieur de donneurs.

Figure 1. Emplacements des sites de l'étude en Amérique Centrale

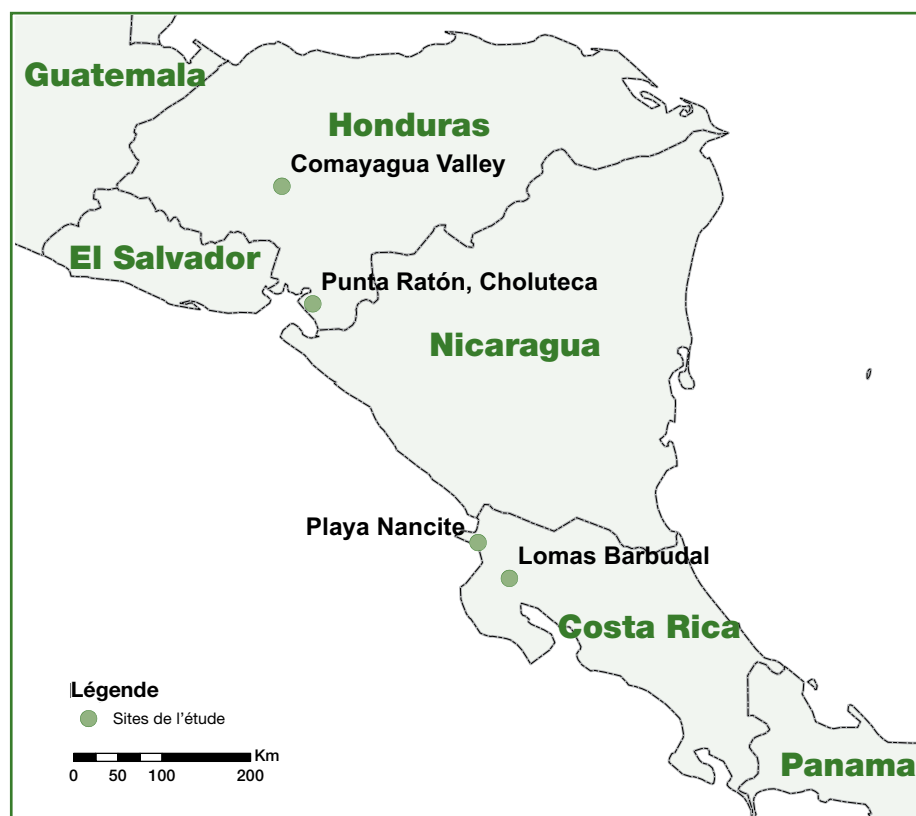


Tableau 5. Flux de pollen chez *S. humilis* en direction de fragments et d'un arbre isolé dans la région de Choluteca, au Honduras. La taille d'échantillon de chaque fragment, la distance de séparation du fragment le plus proche, le pourcentage moyen de flux externe de pollen et les distances minimales les plus grandes sont indiquées pour chaque fragment

Fragment	Taille d'échantillon	Distance de séparation du fragment le plus proche (km)	% moyen de flux de pollen "vers l'intérieur du fragment"	Moyennes des distances minimales de flux de pollen les plus importantes (km)
Las Tablas*	97	-	36,0	-*
Butus/Jicarito	44	1,1	47,0	3,1
Jiote	22	1,1	38,3	1,7
Plaines de Tablas	7	1,2	68,4	1,6
Arbre 501**	1	1,4	100,0	>4,5

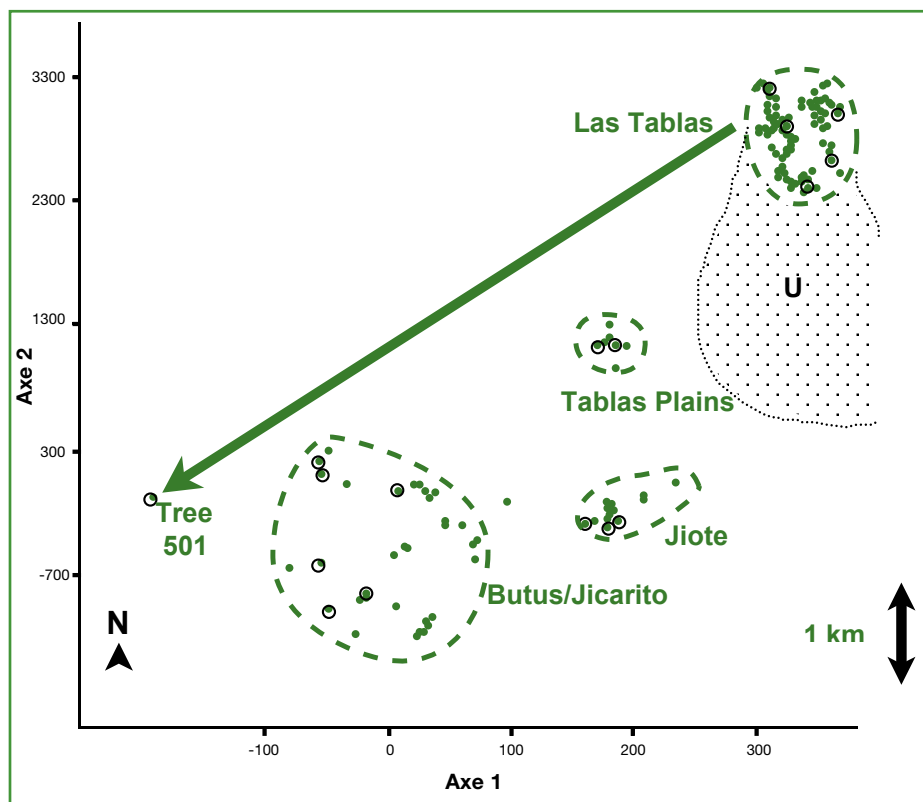
\* "Las Tablas" est une parcelle de forêt continue jouxtant des arbres non-échantillonnés

\*\* "Arbre 501" est un arbre isolé

Les arbres isolés de *P. quinata* au sein des pâturages ont bien montré une certaine augmentation de l'autofécondation sur l'ensemble de la population, bien que celle-ci ait varié suivant les sites, les arbres et les degrés d'isolement (Tableau 6). L'examen des taux d'exogamie individuels des arbres a montré que l'autofécondation n'augmente pas proportionnellement à l'isolement, les arbres les plus isolés n'étant pas toujours autofécondés (Fig. 3). Les études microscopiques des pollinisations contrôlées ont indiqué que le système d'auto-

incompatibilité de *P. quinata* n'est pas «étanche». La germination du pollen autofécondant sur les stigmates est réduite et le taux de croissance du pollen autofécondant est plus lent le long du style conduisant aux ovaires (Tableau 7). La pollinisation contrôlée a également révélé une capacité d'autofécondation variable selon les arbres. 50 % des arbres en étaient incapables tandis que 12,5 % présentaient une mise en graine importante après autofécondation. Par conséquent, la capacité d'autofécondation varie d'un arbre à l'autre lorsque la disponibilité de pollen compatible est réduite, comme en cas d'isolement spatial. Les niveaux de consanguinité accrus résultants d'un système d'auto-incompatibilité «non-étanche» pourraient entraîner une diminution de la vigueur des graines collectées à partir d'arbres isolés de l'espèce *P. quinata* se trouvant dans des pâturages ou d'autres agroécosystèmes.

**Figure 2.** Localisations relatives d'arbres appartenant à l'espèce *S. humilis* échantillonnés dans la région de Choluteca, au Honduras (représentés par un point). Chaque fragment est légendé et entouré d'une ligne pointillée. Localisation des arbres non-échantillonnés (U) adjacents au site de Las Tablas, indiquée par la zone tachetée. Dix-sept arbres sélectionnés pour l'analyse de la descendance sont encadrés. Les génotypes de tous les arbres et descendance ont été établis pour quatre loci microsatellites. L'analyse d'exclusion de paternité a permis d'identifier des sous-ensembles de pères pour chaque descendance, la probabilité fractionnaire de paternité ainsi que la distance par rapport à l'arbre



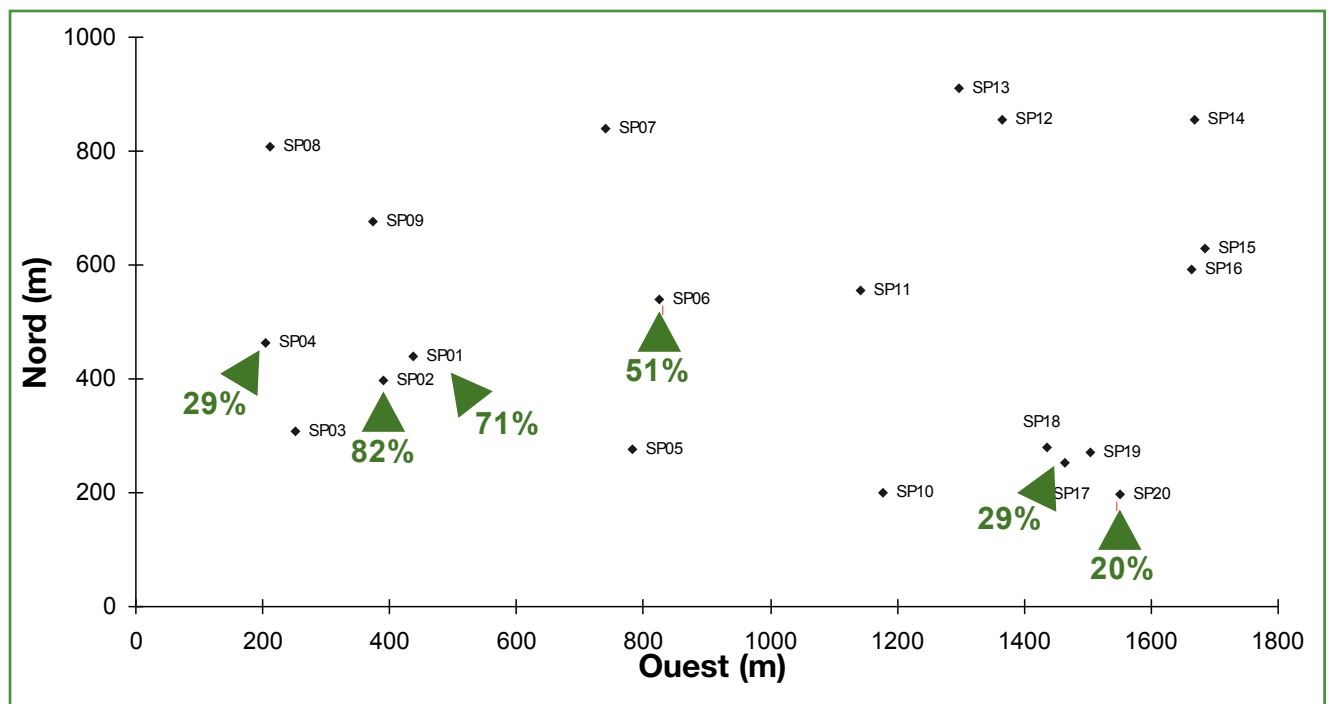
**Tableau 6.** Taux d'exogamie et distance de dispersion d'arbres de l'espèce *P. quinata* en forêt et dans les pâturages pour divers degrés d'isolement spatial. Erreurs standards entre parenthèses

Site	Distance d'isolement de l'arbre	Taux d'exogamie (SE)	Corrélation de tm (SE)	Nb de sites	Distance moyenne de dispersion
Forêt	10-100m	0,926 (0,005)	0,117 (0,045)	3,7-4,6	48m
Forêt	10-100m	0,915 (0,043)		1,8-2,6	
Pâturage	60-300m	0,828 (0,015)	0,636 (0,148)	3,1-4,1	158m
Pâturage	>500m	0,777 (0,114)		1,2-1,6	

**Tableau 7.** Pourcentage de tubes de pollen atteignant l'ovaire par rapport au temps écoulé après la pollinisation, montrant des taux de croissance tubaire différentiels pour les pollinisations contrôlées de *P. quinata*

Temps après pollinisation	Autofécondation	Exogamie
48 heures	15 %	56 %
72 heures	64 %	90 %
120 heures	89 %	90 %

**Figure 3.** Localisations relatives des arbres de l'espèce *P. quinata* échantillonnés dans la région de Guanacaste, au Costa Rica. Les flèches indiquent les arbres présentant un taux d'autofécondation élevé (% indiqué à côté de la flèche)



Des niveaux accrus de flux génétique de longue distance vers l'intérieur de fragments de taille inférieure ont été observés chez les deux espèces et rétabliront ou maintiendront potentiellement la variation génétique des populations de ces espèces au sein de l'environnement modifié. Les plus grandes distances de dispersion à partir d'un grand nombre de sites devraient maintenir la variation génétique dans les paysages fragmentés, bien que cela dépende des caractéristiques de la mosaïque d'utilisation des terres et de la mesure dans laquelle l'utilisation des terres facilite ou empêche le flux génétique. Ceci va à l'encontre des conceptions traditionnelles des effets génétiques de la fragmentation selon lesquels l'augmentation de l'isolement spatial et la diminution de l'effectif de la population étaient considérés comme réduisant le flux génétique entre les fragments. Malgré la complexité des effets génétiques de la fragmentation, la pollinisation de certaines espèces d'arbres subissant la fragmentation pourrait se faire sur des distances plus importantes que celles envisagées auparavant. L'isolement génétique interviendra cependant pour certaines distances et certains paysages et sera accompagné de problèmes de viabilité et d'adaptation de la population. Les seuils varieront entre les espèces selon les caractéristiques et la disponibilité des pollinisateurs, la spécificité de la relation arbre-pollinisateur, ainsi que la présence et la force de tout mécanisme d'auto-incompatibilité. Les espèces auto-compatibles qui démontrent normalement un certain degré d'exogamie sont susceptibles de présenter des niveaux de consanguinité plus élevés que les espèces auto-incompatibles, sur des distances de séparation beaucoup plus courtes (seuils inférieurs).

### Sources d'informations

Cette étude est basée sur les articles suivants et autres travaux non-publiés de Boshier et collaborateurs.

Fuchs EJ, Lobo JA, Quesada M. 2003. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns in the tropical dry forest tree, *Pachira quinata* (Bombacaceae). *Conservation Biology* 17:149-157.

Rymer PR, Sandiford MA, Harris, SA, Billingham MR, Boshier DH. in press. Remnant *Pachira quinata* pasture trees have greater opportunities to self and suffer reduced reproductive success due to inbreeding depression. *Heredity*.

White GM, Boshier DH. 2000. Fragmentation in Central American dry forests: genetic impacts on *Swietenia humilis* Meliaceae. In: Young AG, Clarke G, editors. *Genetics, demography and the viability of fragmented populations*. Cambridge University Press, UK. pp. 293-312.

White GM, Boshier DH, Powell W. 2002. Increased pollen flow counteracts fragmentation in a tropical dry forest: an example from *Swietenia humilis* Zuccarini. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99:2038-2042.

## **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*