

HAITI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT
SOUTH-EAST CONSORTIUM FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
AND
AUBURN UNIVERSITY

Septembre 1996

**Résultats de Croissance de Provenances
de *Cedrela odorata* après Cinq Ans en Haiti**

par
Carmel André Béliard, Louis Verret, Joël Timyan et Yvon Elie

SECID/AUBURN PLUS Report No.31
USAID/HAITI ECONOMIC GROWTH OFFICE

Ce travail a été réalisé sous le Contract No. 521-0217-C-00-5031-00 avec l'USAID. Les opinions exprimées ici sont celles des auteurs et n'engagent pas l'Agence des Etats-Unis d'Amérique pour le Développement International.
This document was produced under USAID Contract No. 521-0217-C-00-5031-00. The expressed opinions of the authors are not necessarily those of USAID.

REMERCIEMENTS

Le SECID/AUBURN tient à remercier vivement les organisations et personnalités qui ont contribué et ont coopéré dans la réalisation de cette étude. D'une manière très spéciale, ces remerciements s'adressent à IRG qui a assuré l'installation des essais; OFI et CATIE qui furent les entités qui ont collaboré dans l'obtention des semences pour l'exécution de cette étude; USAID qui a assuré le financement de cette étude dans le cadre des projets AOP, AFII et PLUS; ODH qui a permis la production des plantules; toutes les personnes et institutions qui ont gentiment offert leurs terrains pour l'établissement des essais comme Mme Albert Alexis (Bérault), Homère Fanfan (Laborde), Sauveur Jean Francois (Labordette), CARE (Bombardopolis), Comité de Bienfaisance de Pignon (Lapila); Drs. Dennis Shannon, Frank Brockman et Zach Lea, pour leurs suggestions, leur collaboration personnelle et dans l'interprétation des résultats et la présentation du texte final; et au staff administratif du SECID, pour son intérêt, sa collaboration et son appui dans le développement du présent travail.

1-273-021

SIGLES DES INSTITUTIONS

| | |
|----------|--|
| AU | Auburn University |
| CATIE | Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza |
| COHDEFOR | Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal |
| CONIF | Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal |
| FAO | Food and Agricultural Organization of United Nations |
| IRG | International Resources Group, Ltd. |
| ODH | Operation Double Harvest |
| OFI | Oxford Forestry Institute |
| PADF | Pan American Development Foundation |
| PLUS | Productive Land Use Systems |
| SECID | South East Consortium for International Development |
| USAID | United States Agency for International Development |

Résumé (Français)

Cedreia odorata L. est une espèce de très grande valeur économique partout dans le monde. Ses aires de distribution naturelle comprennent Haïti, où l'exploitation de cet arbre pour son bois de haute valeur, a conduit à des populations sévèrement réduites et à une éventuelle détérioration génétique, y compris une dégénérescence due à la consanguinité. En outre, étant donné que les conditions optimales de sites permettant la régénération et la croissance de cette espèce, se dégradent rapidement en Haïti, une plus large base génétique de *C. odorata* est nécessaire pour assurer une plus grande adaptabilité, à la base de tous les programmes réussis de reboisement. Les résultats d'essais de provenances de *C. odorata* après 5 ans présentés dans ce rapport, représentent un apport important pour l'amélioration de cette espèce en Haïti.

Dix provenances de *C. odorata* d'Amérique Tropicale et 2 familles d'Haïti ont été testées pour évaluer les différences de survie et de croissance sur 5 sites en Haïti. Les résultats sont présentés 5 années après l'établissement des essais en 1989. Ils montrent des différences significatives entre les provenances pour la survie et pour les paramètres hauteur et diamètre de tige, indiquant ainsi qu'une amélioration considérable de cette espèce est possible en Haïti. Les génotypes haïtiens paraissent plus sensibles aux variations de site et semblent avoir une adaptabilité moins grande que plusieurs des provenances d'Amérique Centrale. Il a été prouvé que les provenances haïtiennes peuvent être aussi performantes que les meilleures provenances de l'Amérique Centrale, mais seulement sous certaines conditions particulières de site. Les rapports de PADF et CARE relatent la pauvre performance de *C. odorata* propagée à partir de sources de semences locales.

Survie. Les provenances de Honduras, 52/79 et 6888, ont montré des taux de survie d'une moyenne de 69% et 65% respectivement, sur 4 sites en Haïti. Ces provenances ont manifesté des taux supérieurs à celles de Nicaragua (36/78), Costa Rica (2532) et Colombie (25/80). Celles de Belize (23/77) et de Nicaragua (14/75) ont montré un taux de survie au-dessus de la moyenne sur 2 sites et sont prometteuses. La lignée d'Haïti, 401, a donné de bas taux de survie, 0% et 5%, sur 2 sites, tandis qu'une autre accession haïtienne, 402, a montré un taux de survie de 54%, comparable à la moyenne des provenances d'Amérique Centrale. Une amélioration significative des taux de survie peut être atteinte en Haïti en utilisant des provenances supérieures d'Amérique Centrale dans des conditions de sites très variées.

Hauteur. Les provenances honduriennes, 6888 et 52/79, ont eu une hauteur moyenne de 6,3 m et 6,0 m, respectivement, sur 4 sites en Haïti et ont donné une performance significativement meilleure que celles de Guatemala (42/79), Colombie (25/80) et Costa Rica (2532). Les provenances de Belize (23/77) et de Nicaragua (14/75 and 36/78) ont révélé une croissance en hauteur excellente sur 2 sites et sont prometteuses comme candidats pour des essais futurs. Les accessions haïtiennes se sont développées au-dessous de la moyenne sur les 2 sites testés.

Volume de Bois Commercial. Les provenances qui produisent le plus grand volume de bois commercial sont celles de Honduras (6888, 52/79), de Nicaragua (14/75, 36/78) et de Belize (23/77). Elles ont montré une supériorité significative comparativement à celles de Colombie (25/80), Costa

Rica (2532) et Guatemala (42/79) sur 3 sites. Il faut s'attendre à ce que les augmentations de profits économiques soient étroitement liées à l'amélioration de la performance des provenances d'Amérique Centrale. Cependant, il faut veiller pendant la phase d'extension, à bien combiner les génotypes supérieurs avec une gestion sylvicole appropriée pour capitaliser sur les investissements du projet et maximiser la production potentielle du volume de bois commercial.

Recommandations. Les provenances de Honduras, de Belize et du Nicaragua ont montré une adaptabilité plus grande que les génotypes haïtiens. Ces provenances sont recommandées comme sources de semences pour améliorer la survie et la performance en croissance d'une des espèces les plus importantes d'Haïti. Les conditions changeantes des sites et la détérioration génétique des populations locales demandent d'utiliser les génotypes plus robustes d'Amérique Centrale. Cependant, à cause du besoin pressant de conserver les provenances locales, il serait recommandé d'organiser dans les régions où cette espèce est encore récoltée, des collectes de semences et des activités de reboisement avec les génotypes indigènes. La propagation et la diffusion de génotypes supérieurs, natives et importées, devraient se faire à partir de plantules issues de semences et de boutures. Les efforts d'extension devraient multiplier les génotypes supérieurs à travers des planteurs vraiment sérieux ayant un intérêt certain dans la production du bois et les produits ligneux de grande valeur comme moyens d'existence.

Summary (English)

Cedrela odorata L. is a highly valued tree species of economic importance throughout the world. Its native range includes Haiti, where the exploitation of this tree for its high-value lumber has resulted in severely reduced populations and possible genetic deterioration, including inbreeding depression. Furthermore, given the rate that optimal site conditions conducive for natural regeneration and growth of *C. odorata* are rapidly diminishing in Haiti, a larger genetic base of *C. odorata* is required to ensure broad adaptability that underlies successful reforestation programs. The 5-year results of *C. odorata* provenance trials included in this report represent an important milestone for the improvement of the species in Haiti.

Ten provenances of *C. odorata* from tropical America and 2 provenances from Haiti were tested to evaluate differences in survival and growth across 5 sites in Haiti. Results are presented for 5 years since trial establishment in 1989. The results show significant differences among provenances for survival, height and stem diameter parameters, indicating that significant improvement for the species is possible in Haiti. The Haitian genotypes appear to be more site sensitive and less broadly adapted than several of the Central American provenances. Evidence from other sites show that the Haitian provenances can perform as well as the best Central American provenances, but only under particular site conditions. PADF and CARE field records support the poor performance of *Cedrela odorata* propagated from local seed sources.

Survival. The provenances from Honduras, 52/79 and 6888, averaged survival rates of 69% and 65% respectively, at 4 sites in Haiti. These provenances exhibited rates superior to provenances from Nicaragua (36/78), Costa Rica (2532) and Colombia (25/80). Provenances from Belize (23/77) and Nicaragua (14/75) showed above average survival rates on 2 sites and are promising. The family accession from Haiti, 401, exhibited poor survival, 0% and 5%, at 2 sites, while another accession, 402, performed with a survival rate of 54% comparable to the average of the Central American provenances. Significant improvement in survival rates of *Cedrela odorata* could be achieved in Haiti by utilizing superior provenances from Central America across a broad range of site conditions.

Height. The Honduran provenances, 6888 and 52/79, averaged heights of 6.3 m and 6.0 m, respectively, on 4 sites in Haiti and performed better than provenances from Guatemala (42/79), Colombia (25/80) and Costa Rica (2532). Provenances from Belize (23/77) and Nicaragua (14/75 and 36/78) exhibited excellent height growth on 2 sites and are promising candidates for further trials. The Haitian accessions grew below average on the 2 sites tested.

Merchantable Wood Volume. The highest producers of merchantable wood volume are the provenances from Honduras (6888, 52/79), Nicaragua (14/75, 36/78) and Belize (23/77). These showed significant superiority to the provenances from Colombia (25/80), Costa Rica (2532) and Guatemala (42/79) at 3 sites. It is expected that improvements in economic returns would be closely correlated to the improved performance of the imported Central American provenances. However,

close attention must be targeted during the extension phase on combining the improved genotypes with proper silvics to capitalize on project investments and maximize potential merchantable volume production.

Recommendations. The provenances from Honduras, Belize and Nicaragua show evidence of being more broadly adapted than Haitian genotypes. These provenances are recommended as a seed source to increase the survival and growth performance of one of Haiti's most valued species. Changing site conditions and the genetic deterioration of local populations merit a shift to more hardy genotypes from Central America. However, the pressing need to conserve the local provenances requires that regions where the species is still being harvested be targeted for range-wide seed collections and reforestation with native genotypes. The propagation and spread of superior genotypes, both native and imported, should be a combination of both vegetative and seedling material. Extension efforts should multiply the superior genotypes through serious-minded farmers with a vested interest in *C. odorata* lumber and value-added wood products as a livelihood.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----|
| REMERCIEMENTS | i |
| SIGLES DES INSTITUTIONS | ii |
| Résumé | iii |
| Survie | iii |
| Hauteur | iii |
| Volume de Bois Commercial | iii |
| Recommandations | iv |
| Summary | v |
| Survival | v |
| Height | v |
| Merchantable Wood Volume | v |
| Recommendations | vi |
| TABLE DES MATIERES | 1 |
| LISTE DES TABLEAUX | 3 |
| LISTE DES FIGURES | 4 |
| INTRODUCTION | 1 |
| OBJECTIFS | 2 |
| MATERIELS ET METHODES | 2 |
| Caractéristiques des Sites | 2 |
| Obtention de Semences | 4 |
| Production de Plantules | 4 |
| Etablissement d'Essais | 5 |
| Variables Mesurées et Observations | 5 |
| Analyse de l'Information | 5 |
| RESULTATS ET DISCUSSION | 6 |
| Comportement en Pépinière | 6 |
| Survie | 6 |
| Croissance en Hauteur | 7 |
| Un An | 7 |
| Trois Ans | 10 |
| Cinq Ans | 10 |

| | |
|---|----|
| Croissance en Diamètre | 13 |
| 36 Mois | 13 |
| 60 Mois | 13 |
| Croissance en Volume Commercial | 14 |
| CONCLUSIONS | 15 |
| RECOMMANDATIONS | 15 |
| RECOMMENDATIONS (English) | 16 |
| BIBLIOGRAPHIE | 17 |
| Annexe 1. CARACTERISTIQUES DE L'ESPECE | 19 |
| Description | 19 |
| Distribution et écologie | 19 |
| Sylviculture | 19 |
| Stockage de semences | 19 |
| Propagation | 19 |
| Croissance et production | 20 |
| Utilisation | 20 |
| Annexe 2. Pourcentage de germination et hauteur des plantules des provenances de <i>Cedrela odorata</i> après 50 jours de semis | 21 |
| Annexe 3. Moyennes de survie, en %, de diverses provenances de <i>Cedrela odorata</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti | 22 |
| Annexe 4. Moyennes de hauteur totale, en m., de diverses provenances de <i>Cedrela odorata</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti | 23 |
| Annexe 5. Moyennes de diamètre à 1,30 m ($D_{1,3}$) et de diamètre à 0,10 m ($D_{0,1}$), en cm, de diverses provenances de <i>Cedrela odorata</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti .. | 24 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| 1. Caractéristiques physiographiques des sites des essais de provenance de <i>Cedrela odorata</i> inclus dans cette étude | 3 |
| 2. Origine et caractéristiques des différentes provenances de <i>Cedrela odorata</i> utilisées dans cette étude | 4 |
| 3. Dispositif expérimental dans chaque essai | 5 |
| 4. Comparaison des taux de survie entre provenances de <i>Cedrela odorata</i> évaluée sur quatre sites en Haïti après 5 ans | 7 |
| 5. Comparaison de hauteur totale entre provenances de <i>Cedrela odorata</i> évaluée sur quatre sites en Haïti à 5 ans | 10 |
| 6. Moyennes de volume commercial ($\times 10^{-2} \text{ m}^3$) de diverses provenances de <i>Cedrela odorata</i> après 60 mois de croissance dans 3 sites d'Haïti | 14 |

LISTE DES FIGURES

1. Localisation sur la carte d'Haïti des sites d'essais de provenances de *Cedrela odorata* établis par IRG (1988-1989) et SECID/Auburn (1990-1994) 3
- 2a. Comparaison des taux de survie entre provenances de *Cedrela odorata* à Bérault (en haut) et Bombardopolis (en bas) 8
- 2b. Comparaison des taux de survie entre provenances de *Cedrela odorata* à Laborde (en haut) et à Labordette (en bas) 9
- 3a. Comportement en hauteur des provenances de *Cedrela odorata* à l'âge de un, trois, et cinq ans à Bérault (en haut) et à Bombardopolis (en bas) 11
- 3b. Comportement en hauteur des provenances de *Cedrela odorata* à l'âge de un, trois, et cinq ans à Laborde (en haut) et à Labordette (en bas) 12

INTRODUCTION

Les programmes de reboisement en Haïti ont augmenté considérablement au cours des dernières années, par l'établissement de plantations de toutes sortes, utilisant des espèces destinées à satisfaire les besoins de la population. Cependant, en grande partie, les plantations n'ont pas donné les résultats espérés. Généralement une faible survie ou une croissance assez pauvre ont été enregistrées. L'expérience accumulée confirme que jusqu'à présent les semences utilisées ont été récoltées localement et en faible proportion importées d'autres pays, sans qu'aucun souci de leur origine ait été considéré. Face à cet état de fait, tout projet d'amélioration génétique des arbres et semences doit nécessairement promouvoir l'utilisation de semences de bonne qualité, soit localement par la sélection de phénotypes supérieurs, soit outre mer par l'importation de semences judicieusement choisies.

Le cèdre (*Cedrela odorata*) est l'une des espèces les plus sollicitées en Haïti, pour la valeur de son bois très apprécié et considéré comme très précieux. Quelques-unes de ces caractéristiques peuvent être estimées en l'Annexe 1 et Timyan (1996). Actuellement, cette espèce est sérieusement menacée à cause de son utilisation irrationnelle, provoquant ainsi une dégradation de ressource génétique. La forme des arbres rencontrés, le plus souvent dispersés naturellement, est très variée et limite la quantité de bois qui peut être exploitée. Ceci indique une grande variabilité génétique à l'intérieur de cette espèce dont la distribution naturelle est très vaste. En outre, des gains significatifs seraient possibles moyennant la sélection d'arbres individuels et de provenances appropriés. De là, l'importance de réaliser des essais de provenances, au moyen desquels on compare le comportement des différentes provenances sous des conditions similaires de climat et de sol.

L'importance des essais d'espèces et de provenances est maintenant généralement admise. Ces essais sont toujours nécessaires chaque fois que l'on manque d'informations suffisantes, soit sur les exigences d'une espèce, soit sur le comportement dans un site autre que son site d'origine. Dans de tels cas, s'engager dans des projets de reboisement sans qu'aucun programme d'expérimentation soit soigneusement planifié et exécuté, mène souvent à des échecs coûteux (FAO, 1985).

De plus, les essais d'espèces et de provenances produisent une partie de l'information de base sur laquelle se base la pratique relative au reboisement. Beaucoup d'exemples d'échecs de projets de reboisement ont été constatés quand les essais préliminaires se sont révélés inadéquats. Pour les essences qui ont une vaste aire géographique ou écologique naturelle, les essais de provenances sont indispensables (Burley and Wood, 1979).

Au CATIE, Turrialba, Costa Rica, les premiers essais d'adaptabilité d'espèces ont débuté depuis 1946, spécialement avec quelques espèces natives considérées de grande valeur pour leur bois, notamment le *Cedrela odorata* (Cèdre). Les résultats de ces essais ont fait l'objet de beaucoup de publications et ont permis à ce centre d'investigation de maintenir une politique très active d'échange d'informations et d'expériences dans le domaine forestier (Combe et Gewald, 1979).

En Haïti, le manque quasi total d'informations de base en ce qui concerne le site, l'adaptabilité d'essences forestières, même d'essences indigènes, et les techniques culturales à utiliser, rend tout reboisement direct une entreprise risquée. C'est dans ce contexte que la FAO a mis en place à travers le pays, un réseau d'essais d'introduction d'espèces dans l'esprit de combler des lacunes du manque d'informations. C'est un impératif pour ceux qui sont concernés par l'environnement haïtien (FAO, 1979).

La présente étude est le fruit de l'analyse des résultats de croissance d'essais de provenances de *Cedrela odorata* après 5 ans d'établissement dans plusieurs sites d'Haïti. Cette étude initiée par IRG en 1988, rentre dans le cadre des essais expérimentaux que réalise le SECIDAUBURN depuis 1990.

OBJECTIFS

Les objectifs de ces essais sont:

- (1) de mettre à la disposition du paysan haïtien, prioritairement ceux travaillant avec le Projet PLUS, des sources de germoplasme supérieur de *Cedrela odorata*, dans le but de dynamiser les systèmes agroforestiers traditionnels qu'ils pratiquent et ainsi d'augmenter leurs revenus par l'amélioration de la fertilité des sols de leurs jardins, et aussi par la vente de produits ligneux de très forte valeur ajoutée que constitue le bois du cèdre;
- (2) de conserver et d'élargir la base génétique du cèdre en Haïti par la sélection de phénotypes supérieurs identifiés localement et l'introduction de nouvelles provenances sélectionnées venant de l'Amérique tropicale;
- (3) d'évaluer le comportement de différentes provenances dans les conditions de certains sites d'Haïti;
- (4) d'identifier et de sélectionner les meilleures provenances adaptées aux sites de l'étude; et
- (5) de constituer, à partir des meilleures provenances et phénotypes supérieurs identifiés, des vergers comme sources de semences indispensables pour les programmes de reboisement importants.

MATERIELS ET METHODES

Ces essais ont été installés en 1988 et 1989 par l'IRG et se sont développés dans cinq (5) sites du pays.

Caractéristiques des Sites: Un résumé de certaines caractéristiques écologiques des sites où ont été établis les essais est présenté au **Tableau 1**. La **Figure 1** permet de constater la localisation des différents sites. A Bérault, l'essai a été installé sur des sols alluvionnaires bien drainés, sur les berges d'un cours d'eau coulant de façon intermittente, conditions idéales pour l'espèce. Bombard et Lapila sont caractérisés par certains facteurs limitants, notamment un sol superficiel sur du tuff calcaire et une pluviométrie modérée. Le site de Laborde était auparavant une terre consacrée au

pâturage, avec une pente douce et des sols sablo-limoneux, sous des conditions humides. Le site de Labordette est typiquement montagnoux, sous culture, avec des sols entre 40-50%, et des sols très susceptibles à l'érosion.

Tableau 1. Caractéristiques physiographiques des sites des essais de provenances de *Cedrela odorata* utilisées dans cette étude.

| | BERAULT | BOMBARD | LABORDE | LABORDETTE | LAPILA |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| LATITUDE | 18°13' | 19° 40' | 18°17' | 18° 27' | 19° 18' |
| LONGITUDE | 73°51' | 73° 20' | 73°48' | 72° 59' | 72° 06' |
| ALTITUDE (m) | 25 | 450 | 50 | 300 | 350 |
| PLUVIOMETRIE (mm/an) | 1800 | 950 | 1850 | 1450 | 1250 |
| SAISON PLUVIEUSE | mars-mai; août-nov | mai-oct | mars-mai; août-nov | mars-mai; août-nov | avril-mai; août-oct |
| ZONE ECOLOGIQUE DE HOLDRIDGE | Forêt Humide Sous-Tropicale | Forêt Sèche Sous-Tropicale | Forêt Humide Sous-Tropicale | Forêt Humide Sous-Tropicale | Forêt Sèche Sous-Tropicale |
| PENTE (%) | 0-2 | 0-2 | 5-10 | 40-50 | 0-5 |
| SOL (pH) | 8.2-8.4 | 7.8 | 8.2-8.5 | 8.0-8.2 | 7.8 |
| SOL (% argile) | 10-32.5 | 10 | 12.5-30 | 10-15 | 5 |
| SOL (ppm P) | 2.5-6 | 6 | 3-10 | 9-17 | 9-17 |
| SOL (% matière organique) | 1.8-2.1 | 3.8 | 3.5-6.5 | 1.8-3.9 | 4.8 |
| MATERIEL PARENTAL | Calcaire | Calcaire | Calcaire | Calcaire | Calcaire |

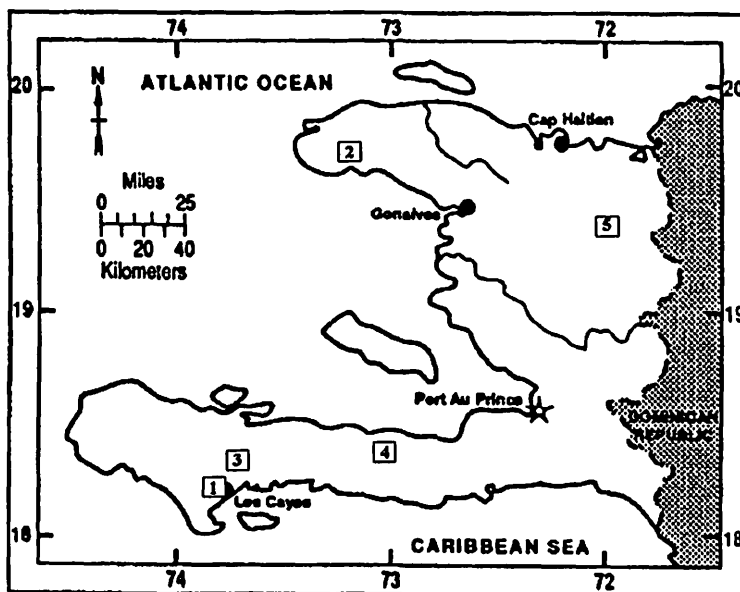


Figure 1. Localisation sur la carte d'Haiti des sites d'essais de provenances de *Cedrela odorata* établis par IRG (1988-1989) et SECID/Auburn (1990-1994). 1=Berault, 2=Bombardopolis, 3=Laborde, 4=Labordette, 5=Lapila.

Obtention de Semences. Des lots de semences certifiées ont été acquis à partir des provenances natives de l'Amérique Tropicale, adaptées à une ample gamme de conditions climatiques (e.g., précipitation et sols), suivant les données des sélections fournies par l'OFI, COHDERFOR et CATIE. Quant aux lots haïtiens, ils provenaient de 2 progénitures de 2 localités de Petite-Goâve: 401 (Fontabi, zone de plaine) à partir d'un arbre isolé complètement et 402 (Mouleron, zone de montagne) à partir d'un arbre sélectionné parmi une population d'arbres utilisés comme arbris dans une parcelle caféière. Les critères de sélection évoqués consistaient en: forme, rectitude, diamètre de fût exploitable et disponibilité de semences. **Tableau 2** présente un sommaire des caractéristiques des provenances utilisées dans cette étude. Les provenances de Costa Rica et Colombie ont une écorce avec une teinte plus rougeâtre que celle des autres provenances importées.

Tableau 2. Origine et caractéristiques des différentes provenances de *Cedrela odorata* utilisées dans cette étude. Sources identifiées: C = CATIE, O = OFI, CO = COHDEFOR, I = IRG.

| PROV. NO. | PROVENANCE (No. Arbres Mères) | TEMP (°C) | ALT (m) | LATITUDE | LONGITUDE | PLUV (mm) |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|
| I 401 | Petit Goâve, Haiti (1) | 23 | 90 | 18° 39' N | 72° 58' W | 1400 |
| I 402 | Petit Goave, Haiti (1) | 19 | 590 | 18° 20' N | 72° 50' W | 1425 |
| C 875 | Ciruelas, Costa Rica (1) | 28.5 | 100 | 10° 30' N | 84° 50' W | 1579 |
| C 1015 | Tabarcia, Costa Rica (30) | 24.0 | 1200 | 9° 51' N | 84° 14' W | 2508 |
| C 2532 | Guapiles, Costa Rica | 23.3 | 249 | 10° 13' N | 83° 46' W | 4100 |
| O 14/75 | Esteli, Nicaragua (1) | - | 800 | 12° 58' N | 85° 58' W | 1394 |
| O 23/77 | San Ignacio, Belize (100) | 25.7 | 225 | 17° 10' N | 89° 05' W | 726 |
| O 25/80 | Apartado, Colombia (7) | 27.3 | 75 | 7° 50' N | 76° 40' W | 2266 |
| O 36/78 | San Marcos, Nicaragua (19) | - | 520 | 11° 54' N | 86° 12' W | 1514 |
| O 42/79 | Chitalon, Guatemala (27) | 25.0 | 320 | 14° 33' N | 91° 30' W | 2906 |
| O 52/79 | Chamelecon, Honduras (27) | 26.0 | 80 | 15° 22' N | 88° 7' W | 1268 |
| CO 6888 | Cofradia, Honduras | 21.9 | 1100 | 14° 9' N | 87° 12' W | 832 |

Production de Plantules. Les plantules ont été élevées à la pépinière de l'ODH (Opération Double Harvest) à Roche Blanche aux environs de la Croix des Bouquets. Le semis s'est fait dans des caisses de 90 alvéoles, à raison d'environ 3 semences par alvéole. Le medium de préparation est "Haiti Mix" préparé par l'ODH. Il est constitué de 70% de bagasse de canne bien décomposée, de 15% de paille de riz et de 15% de terre fine, le tout additionné d'un engrais complet 20-20-20 (Josiah, 1989). Chaque alvéole contient environ 130 cm³ de "Haiti Mix". Les semences n'ont reçu aucun traitement pré-germinatif.

Les plantules élevées en pépinière ont été l'objet d'observations quotidiennes jusqu'à ce qu'elles soient prêtes pour la plantation en plein champ.

Etablissement d'Essais. Les essais ont été implantés suivant un dispositif constitué de blocs complets au hasard pour l'ensemble des provenances dont la répartition est aléatoire. Les parcelles sont de forme rectangulaire, comportant chacune entre six et dix huit plantules avec des distances différentes suivant le site. Le nombre de blocs ou de répétitions varie également suivant le site. Tous les arbres ont été mesurés pour analyses. Le **Tableau 3** donne un résumé des caractéristiques du dispositif utilisé pour chaque essai réparti par site. Les essais ont été replantés 2-3 semaines après l'implantation pour compenser la mortalité initiale. Les essais ont été sarclés pour les premières 4 saisons selon les conditions du site. Il n'y avait pas d'irrigation ni d'application d'engrais pour améliorer le comportement des arbres.

Tableau 3. Dispositif expérimental dans chaque essai. Tous les arbres dans la parcelle ont été mesurés.

| | LABORDE | BERAULT | LABORDETTE | BOMBARD | LAPILA |
|--------------------|---------------|----------------|-------------|---------------|-------------------|
| DATE ETABLISSEMENT | 22 mars, 1989 | 13 avril, 1989 | 4 mai, 1989 | 14 juin, 1989 | 2 septembre, 1989 |
| PROVENANCES | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 |
| REPETITIONS | 4 | 2 | 4 | 7 | 1 |
| ARBRES/PARCELLE | 10 | 18 | 18 | 6 | 24 |
| ESPACEMENT (m) | 2,0 x 2,0 | 2,0 x 3,0 | 2,0 x 2,5 | 1,0 x 1,5 | 2,0 x 2,0 |

Variables Mesurées et Observations.

Les paramètres suivants ont été mesurés sur chaque arbre dans les parcelles:

- 1) Le taux de germination et la croissance en hauteur des plantules en pépinière, la mortalité et la croissance en hauteur, avant la transplantation en plein champ;
- 2) La survie, en %, à 12, 36 et 60 mois après transplantation;
- 3) La hauteur totale, en mètres, à 12, 36 et 60 mois après transplantation;
- 4) Le diamètre à 1,30 m du sol, en centimètres, à 36 et 60 mois après transplantation;
- 5) Le diamètre à 0,10 m du sol, en centimètres, à 60 mois après transplantation;
- 6) D'autres informations relatives au comportement et aux dommages pouvant affecter l'arbre et les données ont été aussi prises en considération.

Analyse de l'Information. Les données collectées sur le terrain ont été traitées en général sur ordinateur à partir du tableur Lotus 123 afin de pouvoir constituer un fichier de données brutes comportant les informations sur les variables sur lesquelles doivent porter les analyses statistiques périodiques. Les données de survie, comme une distribution binomiale, ont été transformées par l'arcsine de la racine de la proportion survie, selon Steel et Torrie (1980). Le volume commercial a été estimé par la multiplication du diamètre à hauteur de poitrine au carré (i.e., DHP^2) par la hauteur commerciale. La hauteur commerciale est la hauteur du fût ayant un diamètre minimum exploitable. Les analyses de variance pour chaque essai et paramètre ont été effectuées par le logiciel SAS (SAS, 1988). Ensuite les provenances furent comparées par site au moyen du test "LSD" (Least Significant Difference: Plus Petite Différence Significative) pour les essais ayant le même nombre de répétitions. Pour les essais dont le nombre de répétitions n'était pas balancé, le

test de Waller-Duncan (MSD) a été utilisé. Les graphiques ont été élaborées à partir de DrawPerfect 1.0. La publication de ce rapport a été réalisée au moyen du WordPerfect 6.1.

RESULTATS ET DISCUSSION

Certains paramètres furent analysés séparément par site, en utilisant les valeurs moyennes des traitements: taux de survie, hauteur totale, et les diamètres carrés à 0,10 et 1,30 m du sol. Pour chaque site on a réalisé des analyses de variance; Lapila a été exclu des analyses formelles, à cause du nombre inadéquat de répétitions dans ce site, mais les données sont disponibles dans l'Annexe 3.

Les résultats suivants portent principalement sur le comportement des différentes provenances en pépinière, à l'âge de 12 mois, de 36 mois et de 60 mois.

Comportement en Pépinière: Les données suivantes donnent un aperçu de la germination par alvéole. Les pourcentages de germination indiquent plutôt un ordre de vigueur relative des provenances sous étude. (La levée dans chaque alvéole est comptée pour 1, même si le nombre de semences germées varie de 1 à 3). Les données incluses à l'Annexe 2 sont plutôt un indicateur de germination. Les résultats sont en fait une sous-estimation de la germination réelle. Le tableau de l'Annexe 2 présente aussi les moyennes de hauteur des plantules obtenues pour les différentes provenances introduites après 50 jours de semis.

Cinquante jours après le semis, les provenances 6888 et 4279 du Honduras et de Guatemala ont eu les pourcentages de germination les plus élevés (99.3% et 95.8%). De plus, la même provenance de Honduras accuse la meilleure hauteur, soit 11 cm. Il convient de souligner que les plantules ont atteint des hauteurs très variées avant d'être transplantées en plein champ. Tous ces résultats doivent être interprétés avec précaution car les variables des semences peuvent être fortement affectées par les conditions du milieu ou des différences entre les arbres d'où elles proviennent.

Survie. Les pourcentages de survie après 60 mois de plantation sont présentés à l'Annexe 3 pour les sites d'essais. Les taux de survie varient suivant les provenances et les sites. Laborde (Cayes) et Labordette (Petit-Goâve) représentent les sites où on a enregistré les taux de survie les plus élevés, soit respectivement 100% et 83% pour la provenance 5279, originaire du Honduras. Les provenances du Honduras, 6888 et 5279, et une de Bélize, 2377, sont celles qui manifestent les plus hauts taux de survie.

Une analyse a été faite sur le taux moyen de survie à travers les sites, en utilisant la transformation arcsine. Une différence significative entre les taux de survie a été évidente (Tableau 4). En général, les provenances de Honduras et de Guatemala ont atteint les taux de survie les plus élevés en Haïti.

Tableau 4. Comparaison des taux de survie entre provenances de *Cedrela odorata* évaluées sur quatre sites en Haïti après 5 ans. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le Test de LSD, $\alpha = 0.05$. (NB: Le test de LSD a été calculé en utilisant les données transformées.)

| PROVENANCE | BERAULT | LABORDE | LABORDETTE | BOMBARD | MOYENNE SURVIE (%) |
|-------------|---------|---------|------------|---------|--------------------|
| 6888 (HON) | 72 | 93 | 61 | 50 | 69 ab |
| 52/79 (HON) | 31 | 100 | 69 | 59 | 65 a |
| 42/79 (GUA) | 19 | 83 | 42 | 59 | 51 abc |
| 36/78 (NIC) | 28 | 93 | 53 | 12 | 46 bcd |
| 2532 (CR) | 25 | 60 | 43 | 10 | 34 cd |
| 25/80 (COL) | 11 | 75 | 29 | 2 | 29 d |

Figure 2 présente des courbes de survie des provenances testées dans les sites d'essais. A Bombardopolis, où le plus grand nombre de provenances a été testé, le génotype haïtien, 401, s'est révélé le moins performant. A Lapila, la provenance 401 était complètement morte avant l'âge de trois ans. L'autre génotype haïtien, 402, occupait la seconde position à Lapila (Pignon). Il n'a pas été testé dans les autres sites.

En outre, ces figures ont permis de constater leurs tendances différentes vers la mortalité dans les sites sous étude. Par exemple, la mortalité était moins évidente à Laborde qu'à Bérault et les autres sites. On peut voir aussi que certaines provenances qui ont eu une survie acceptable à l'âge d'un an ont eu une mortalité progressive, tandis que pour d'autres provenances, la population est restée à peu près uniforme entre un an et cinq ans.

Croissance en Hauteur

L'Annexe 4 présente un récapitulatif des moyennes de hauteur totale pour les différentes provenances après 12, 36, et 60 mois.

Un An. A Bérault, les arbres ont atteint une hauteur supérieure par rapport aux autres sites (Annexe 4). Ceci est dû, en plus des caractéristiques climatiques favorables existantes, à la présence de sols alluvionnaires et à l'utilisation du site à des fins agricoles durant la première année de l'établissement de l'essai. On a aussi observé des différences significatives entre les provenances dans trois des quatre sites où l'analyse statistique a été possible. Les provenances de Honduras, 6888 et 5279, montrent les hauteurs moyennes les plus fortes dans la majorité des sites. Les provenances, 2532 et 2580, respectivement de Costa Rica et de Colombie, accusent les croissances moyennes les plus faibles dans la majorité des sites.

Ces résultats préliminaires après la première année de croissance font apparaître déjà l'adaptabilité des provenances importées aux conditions climatiques des sites, et en particulier, leur sensibilité aux conditions édaphiques. Cependant du point de vue forestier, l'intervalle de douze mois est trop court pour tirer des conclusions importantes sur le classement des provenances pour cette espèce.

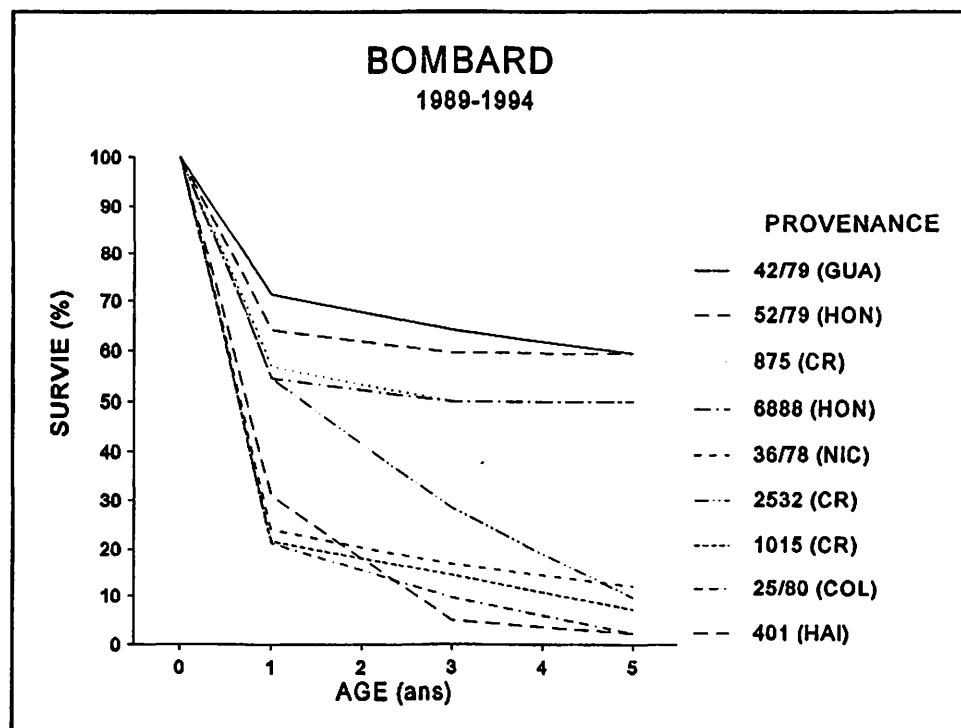
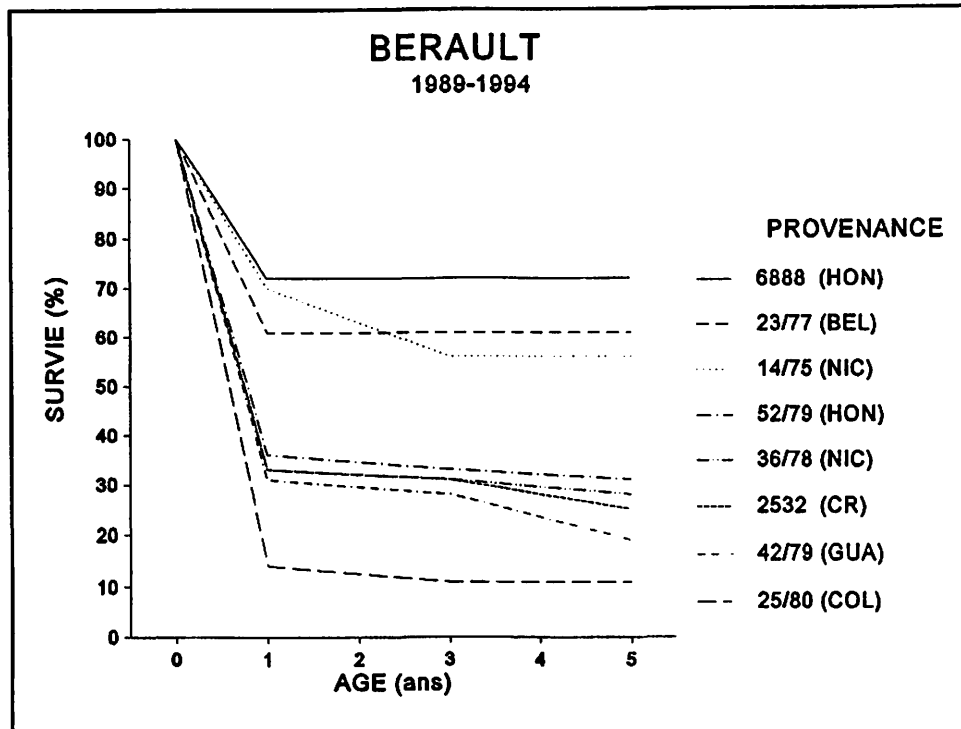


Figure 2a. Comparaison des taux de survie entre provenances de *Cedrela odorata* à Bérault (en haut) et Bombardopolis (en bas).

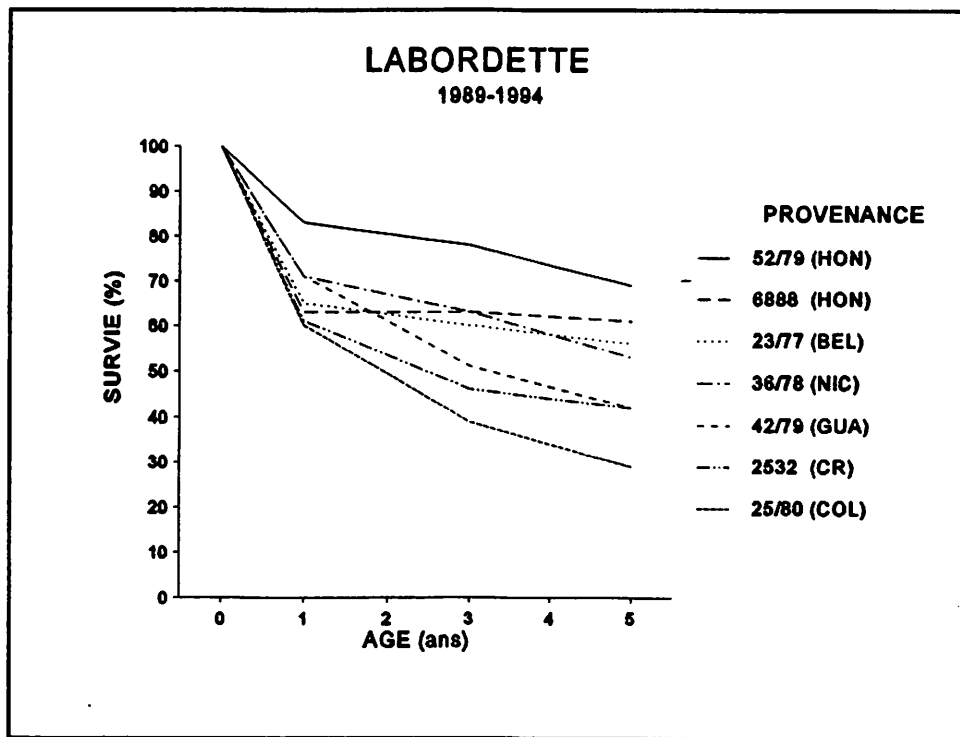
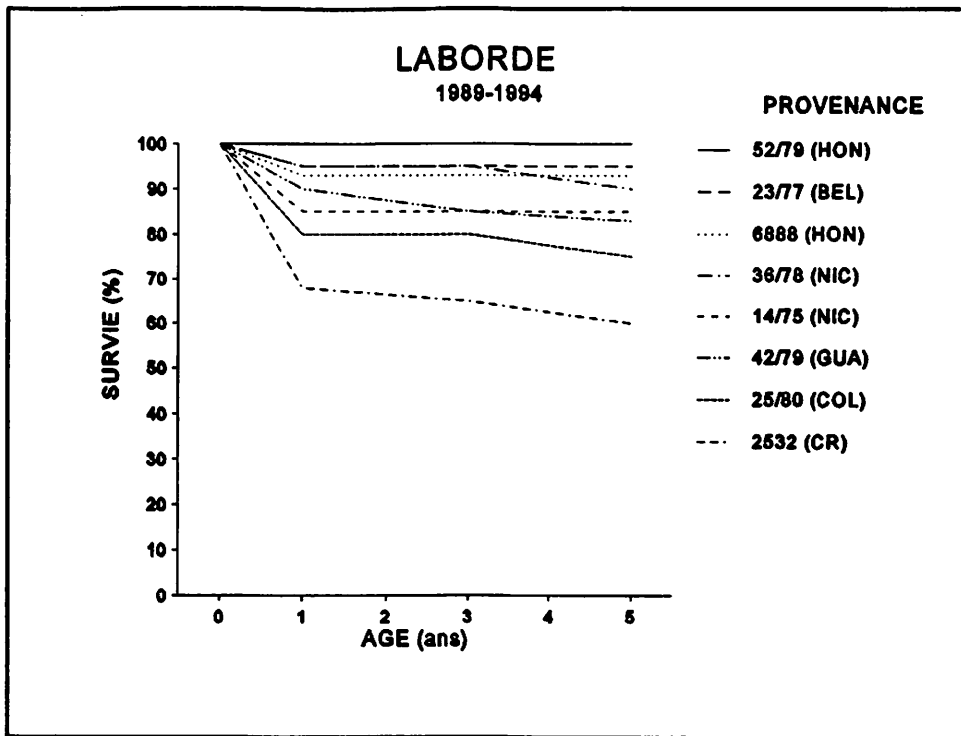


Figure 2b. Comparaison des taux de survie entre provenances de *Cedrela odorata* à Laborde (en haut) et à Labordette (en bas).

Trois Ans. L'analyse de variance a révélé des différences significatives entre les provenances dans certains sites (Annexe 4). Le k-ratio de Waller-Duncan a permis d'observer une position dominante des provenances importées. Les provenances du Honduras, telles la 6888 et la 5279, montrent une croissance beaucoup plus prometteuse dans la majorité des sites avec toutefois une légère supériorité pour la provenance 5279. La provenance 2377, originaire de Bélize, montre également une croissance acceptable dans les différents sites.

Cinq Ans. A ce stade du développement, les meilleurs résultats de la croissance des provenances ont été obtenus à Bérault et à Labordette (Annexe 4). Il convient de souligner que la hauteur est de beaucoup inférieure à Laborde qu'à Bérault malgré les conditions presque similaires de pluviométrie. Cette différence peut être due aux meilleures conditions édaphiques existant à Bérault où les essais ont été installés sur des sols alluvionnaires bien drainés non loin de la Ravine Zangui. La différence a été moins marquée entre Lapila et Bombardopolis malgré une pluviométrie assez différente. Il semble que la croissance en hauteur est aussi sensible aux conditions édaphiques qu'aux conditions pluviométriques. Ces résultats démontrent déjà des possibilités pour l'établissement de plantations de cèdre à Bérault, Labordette et à Laborde.

Il y a un effet significatif des provenances à travers les sites, indiquant que la gamme d'adaptabilité peut être améliorée en sélectionnant les provenances appropriées pour distribution aux fermiers. A Bérault, les provenances 5279 (Honduras), 6888 (Honduras), 2377 (Bélize) et 2532 (Costa Rica) ont eu la hauteur la plus élevée dans l'essai (Annexe 4; Fig. 3). Cependant, il existe de grandes différences entre les provenances dans la croissance en hauteur, aucune n'a été trouvée pour ce site. Ceci est partiellement dû aux dommages causés par les animaux et aux conditions hétérogènes dans les blocs.

En comparant la performance des provenances à travers les quatre sites, on remarque que les provenances de Honduras (5279 et 6888) occupent les premières positions pour la hauteur (Tableau 5). Le 36/78 est en troisième position, mais sa performance n'a pas été stable, étant donné qu'elle est en dernière position à Bérault. Cependant, les résultats à Bérault ne sont pas révélés significatifs et devraient être considérés avec précaution. La provenance 2377, qui n'a pas été incluse dans le Tableau 5 à cause de son absence à Bombard, a été parmi les provenances supérieures en hauteur dans les autres sites (Annexe 4).

Tableau 5. Comparaison de hauteur totale entre provenances de *Cedrela odorata* évaluée sur quatre sites en Haïti à 5 ans. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le Test de LSD ($\alpha = 0.05$; $LSD_{0.05} = 1.88$ m).

| PROVENANCE | BERAULT | LABORDE | LABORDETTE | BOMBARD | MOYENNE HAUTEUR (m) |
|-------------|---------|---------|------------|---------|---------------------|
| 5279 (HON) | 10.6 | 5.9 | 5.5 | 2.7 | 6.2 a |
| 6888 (HON) | 8.6 | 5.5 | 7.1 | 2.8 | 6.0 ab |
| 36/78 (NIC) | 3.9 | 5.8 | 4.9 | 2.5 | 4.3 bc |
| 42/79 (GUA) | 6.1 | 3.7 | 4.2 | 1.7 | 3.9 c |
| 25/80 (COL) | 6.4 | 3.6 | 3.9 | 0.4 | 3.6 c |
| 2532 (CR) | 6.5 | 2.3 | 2.7 | 2.3 | 3.5 c |

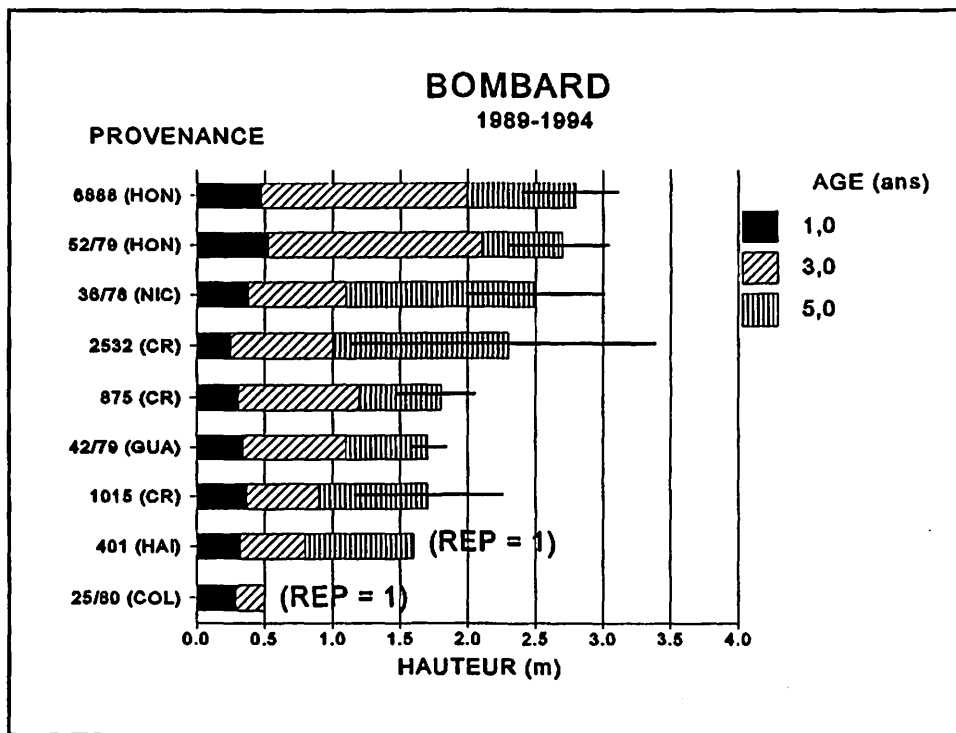
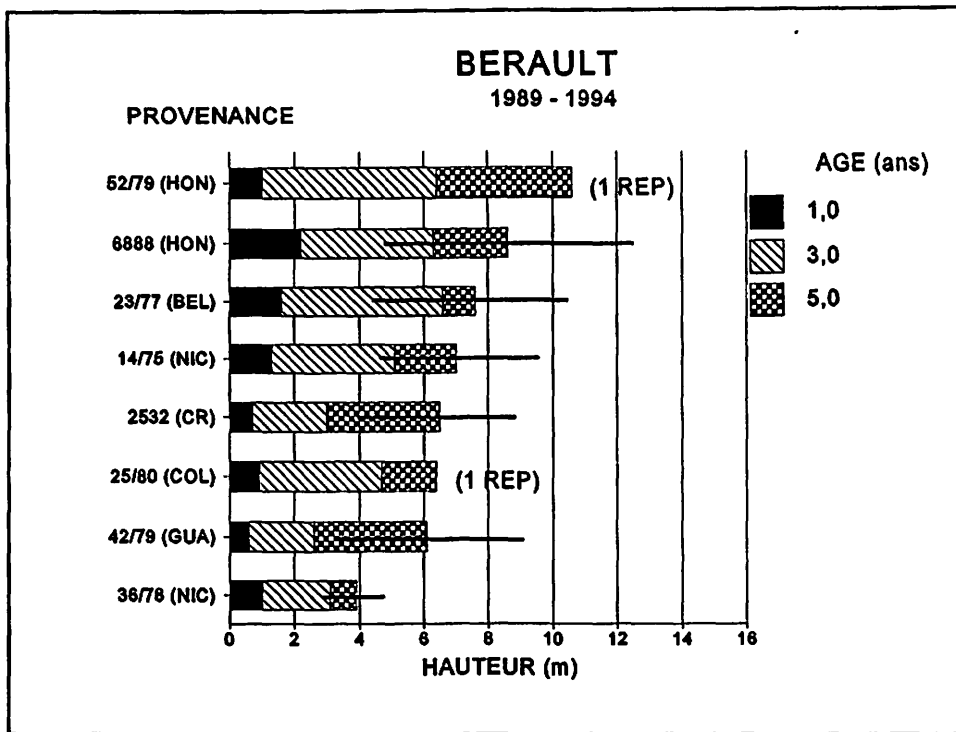


Figure 3a. Comportement en hauteur des provenances de *Cedrela odorata* à l'âge de un, trois, et cinq ans à Bérault (en haut) et à Bombardopolis (en bas).

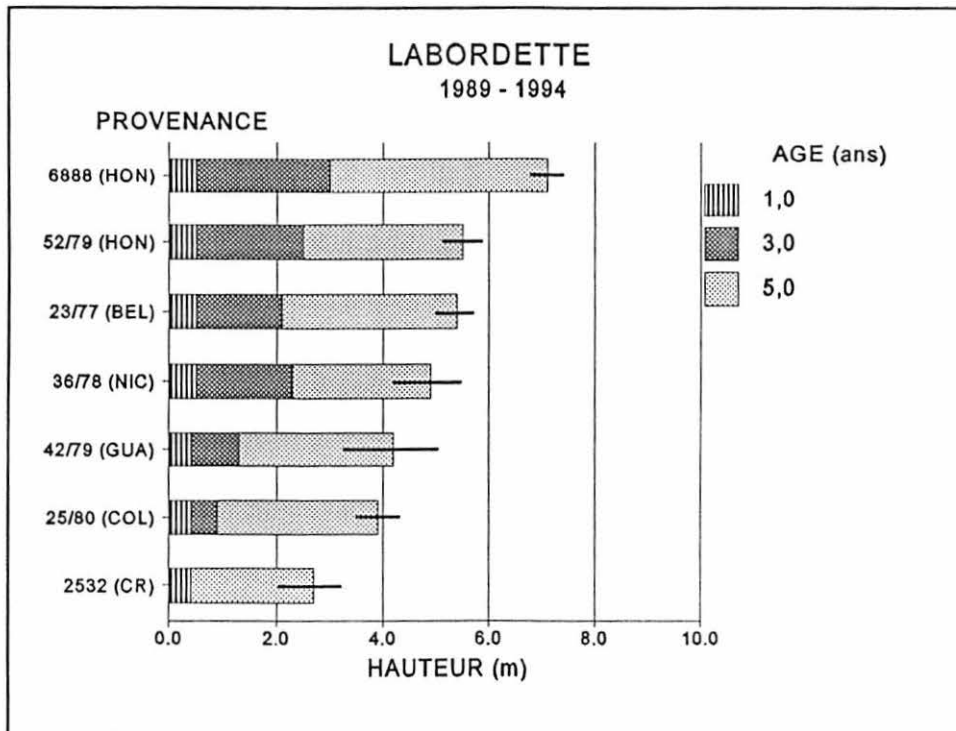
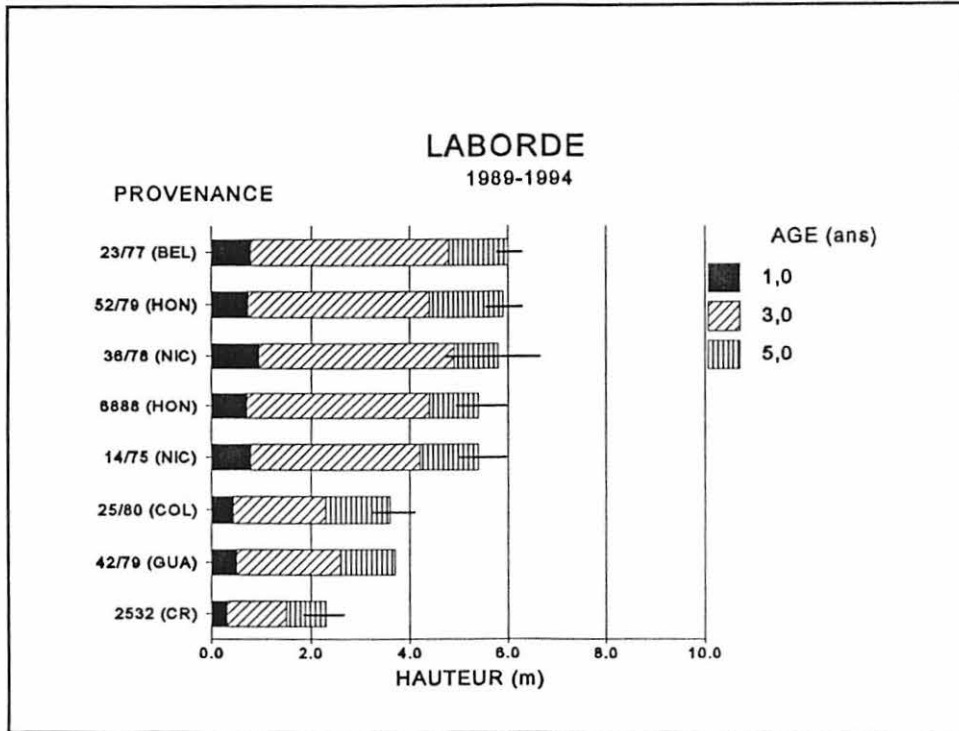


Figure 3b. Comportement en hauteur des provenances de *Cedrela odorata* à l'âge de un, trois, et cinq ans à Laborde (en haut) et à Labordette (en bas).

La Figure 3 permet de comparer les hauteurs des différentes provenances de *C. odorata* en Haïti après 5 ans de croissance. On peut observer à travers les graphiques, l'accroissement en hauteur des différentes provenances dans les 4 sites. Les intervalles de confiance, à 95% de probabilité, permettent une comparaison rapide. A Laborde, on voit clairement deux groupes principaux. A Bombard et Labordette, on voit aussi quelques différences. Mais à Bérault il y a moins d'évidence qu'il existe une vraie différence en hauteur, à cause de la variation qui existe au niveau du terrain et à cause d'une grande mortalité pour certaines provenances.

A Laborde, les provenances 2377 (Bélize), 5279 (Honduras), 3678 (Nicaragua) et 6888 (Honduras) ont eu la meilleure hauteur dans l'essai. Elles sont nettement supérieures à 2532 (Costa Rica) et 2580 (Colombie) qui ont accusé les hauteurs les plus faibles suivant le test de Duncan (voir Annexe 3).

A Labordette, la provenance 6888 (Honduras) était significativement de plus grande taille, suivie de 2377 (Bélize), 5279 (Honduras) et 3678 (Nicaragua). La provenance 6888 (Honduras) avait une hauteur significativement supérieure, du point de vue statistique, à toutes les provenances sauf 52/79 (Honduras) et 23/77 Bélize, avec une marge d'erreur de 5%. Quoiqu'il n'y ait pas eu de différences hautement significatives entre les provenances dans les autres sites comme Bombardopolis et Lapila, les provenances 5279 et 6888 (Honduras) ont occupé un rang supérieur à Bérault; 2377 (Bélize) et 5279 (Honduras) à Laborde; 6888 (Honduras) et 2377 (Bélize) à Labordette; 6888 (Honduras) et 2580 (Colombie) à Lapila; et 5279 (Honduras), 6888 (Honduras) et 3678 (Nicaragua) à Bombardopolis.

Croissance en Diamètre

L'Annexe 5 présentent les moyennes de croissance en diamètre à deux niveaux du sol (i.e., à 0,10 m et à 1,30 m) pour les différentes provenances à 36 mois d'âge pour les 5 sites de l'étude.

36 Mois. Il est éloquent d'observer à travers ces tableaux, l'adaptabilité de cette espèce, du point de vue de croissance, au site de Bérault. Tandis qu'à Bombardopolis même après 36 mois, les plantes n'étaient pas développées d'une façon adéquate pour permettre l'estimation du diamètre à 1,30m du sol. Bombard est caractérisé par certains facteurs limitants, notamment un sol superficiel reposé sur du tuff calcaire et une pluviométrie modérée.

Les provenances 2532 et 2580, originaires respectivement de Costa Rica et de Colombia, sont celles accusant une croissance moindre parmi les lots importés. Les géotypes d'Haïti ont démontré une croissance inférieure dans les sites où elles ont été testées. Elles n'ont même pas atteint 1 m en moyenne de hauteur à ce stade de développement.

60 Mois. Les moyennes des diamètres à 0,10 m et 1,30 m du sol des différentes provenances évaluées à 60 mois dans les différents sites sont présentées à l'Annexe 5. Quand aux diamètres, à Bérault, les provenances 5279 et 6888 (Honduras) ont maintenu leur supériorité. Il convient de souligner que le diamètre maximum pour toute l'expérience a été obtenue à Bérault avec la provenance 5279 qui a accusé 15.3 cm et 21.2 cm pour les diamètres à 1,30 m et 0,10 m, respectivement. Ces diamètres paraissent de loin supérieurs à ceux obtenus en moyenne pour cette espèce à Turrialba, Costa Rica (Combe et Gewald, 1979). Les provenances de Nicaragua (36/78) et Bélize (23/77) ont eu les diamètres les plus larges à Laborde, suivies de 5279 (Honduras),

1475 (Nicaragua) et 6888 (Honduras); les provenances de Honduras (52/79 et 6888) et celle de Costa Rica (2532) à Bombardopolis; 6888 (Honduras) et 36/78 (Nicaragua) à Labordette; et 36/78 (Nicaragua) et 6888 (Honduras) à Lapila.

Pour le diamètre, il existe des interactions entre sites et provenances (Annexe 5). On constate que: 3678 (Nicaragua) occupe la première position à Laborde et Lapila, et la deuxième position à Laborde à Labordette, mais l'avant-dernière position à Bérault. 5279 et 6888 (Honduras), 2532 (Costa Rica) et 2377 (Bélize) occupent chacune respectivement la première position dans un site. 5279 et 6888 (Honduras) et 2377 (Bélize) se sont comportées relativement bien par rapport aux autres provenances dans tous les sites.

Croissance en Volume Commercial

La production en volume de bois marchand a été estimée pour les trois sites ayant une croissance plus élevée par rapport aux autres sites (Tableau 6). Le volume de bois marchand est estimée en multipliant la hauteur commerciale par DHP² (i.e., diamètre à hauteur de poitrine). Les résultats obtenus pour ce paramètre montrent les mêmes tendances que celles observées pour la croissance en hauteur et en diamètre. Les provenances de Honduras (52/79 et 6888) et de Bélize (23/77) sont conséquemment proches ou au-dessus de la moyenne de la production en volume commercial du site, et fournissent une production plus de 10 fois la production des provenances inférieures.. La plus performante des provenances, 52/79, montre que des gains de 40% au-dessus de la moyenne du site peuvent être obtenus au moyen de la sélection au niveau local seulement. Des gains génétiques supérieurs peuvent être atteints par la sélection convenable au niveau individuel à l'aide de la propagation végétative et par la combinaison des géotypes supérieurs avec l'application, par les fermiers, de techniques sylvicoles améliorées.

Tableau 6. Moyennes de volume commercial ($\times 10^{-2} \text{ m}^3$) de diverses provenances de *Cedrela odorata* après 60 mois de croissance dans 3 sites d'Haiti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le k-ratio Test de Waller-Duncan, $\alpha = 0.05$.

| No. | Origine | Site d'Essais | | |
|--------|------------|---------------|---------|------------|
| | | Berault | Laborde | Labordette |
| 14/75 | Nicaragua | 7.03 ab | 2.26 ab | — |
| 23/77 | Belize | 9.01 ab | 3.39 a | 2.40 ab |
| 2532 | Costa Rica | 4.27 ab | 0.18 b | 0.55 b |
| 2580 | Colombia | 1.54 ab | 0.46 b | 0.79 b |
| 3678 | Nicaragua | 1.18 b | 3.77 a | 2.73 ab |
| 4279 | Guatemala | 5.22 ab | 0.77 b | 1.53 ab |
| 5279 | Honduras | 16.21 a | 3.86 a | 2.18 ab |
| 6888 | Honduras | 11.24 ab | 1.76 ab | 3.95 a |
| X | | 6.68 | 2.05 | 2.12 |
| SE | | 1.91 | 0.35 | 0.32 |
| Pr > F | | 0.3292 | 0.0096 | 0.0921 |
| MSD | | 15.17 | 2.52 | 2.69 |

CONCLUSIONS

Ces essais indiquent clairement qu'il existe de grandes différences pour la survie et la croissance, entre les provenances de *Cedrela odorata*, montrant la nécessité de sélectionner des provenances adaptées et productives de cette espèce pour utilisation dans des projets de reboisement. Considérant la faible performance de cette espèce au cours d'une décennie d'activités de vulgarisation par la PADF et la CARE, ces conclusions peuvent être jugées importantes. Bien que le cèdre soit en grande demande par les planteurs à travers le pays, il se situe toujours presque au bas de l'échelle pour la survie et la performance en croissance.

Ensuite, les essais indiquent qu'il est possible d'augmenter la productivité par la sélection. Les provenances sélectionnées à travers ces essais, devraient constituer une source de semences de qualité pour utilisation dans les projets de reboisement en Haïti. La faible performance des provenances haïtiennes peuvent s'expliquer par des problèmes de consanguinité dûs à l'isolement des arbres de *Cedrela* dans le paysage. Ce problème rend difficile l'évaluation du vrai potentiel des provenances indigènes. Cependant, il fait ressortir la nécessité de conserver une large base génétique de l'espèce pour maintenir sa productivité.

RECOMMANDATIONS (Français)

Les recommandations basées sur les résultats de ces recherches comprennent:

L'utilisation des provenances supérieures des pays de l'Amérique Centrale: celles du Honduras (OFI 52/79 et COHDEFOR 6888), de Belize (OFI 23/77) et du Nicaragua (14/75) dans les aires d'extension du Projet PLUS pour vulgariser des génotypes plus robustes et augmenter le taux de production de bois commercial;

La conversion des essais établis en des sources de germoplasme amélioré de *Cedrela odorata* pour le pays, en accomplissant les étapes suivantes:

- 1) Faire un travail de sélection dans les essais de provenances, en éliminant complètement les provenances inférieures et en sélectionnant parmi les individus des provenances supérieures accusant une meilleure forme et une plus grande vigueur;
- 2) Distribuer des semences à des pépinières de plantules en pots, et une quantité limitée de boutures à des communautés sélectionnées, pouvant multiplier les gains génétiques;
- 3) Installer des vergers supplémentaires et des aires de production de semences de ces provenances supérieures dans les régions d'Haïti où cette espèce constitue une source importante de revenus et peut être une culture de bois rentable pour les planteurs. Les vergers seraient établis de préférence avec des ONGs ou des individus ayant une sécurité de tenure, et des moyens suffisants pour les gérer comme des sources sûres de matériel végétal;

Etablir de petits peuplements (e.g., 0,5–1,5 ha) de *C. odorata* avec des provenances importées prometteuses et comparer ces provenances avec une sélection plus large de provenances haïtiennes pour gestion et observations sylviculturales à long terme. Les terres de l'état aussi bien que privées devraient être investiguées pour réaliser ce type d'intervention. Ceci pourrait être accompli en utilisant le "Community Forestry Corps," prévu dans le projet ASSET;

Observer et gérer les essais établis mentionnés dans ce rapport (modifié comme indiqué précédemment), pendant au moins la moitié d'une période de rotation (approximativement 20 ans) pour confirmer les tendances et les sélections préliminaires basées sur les résultats de 5 ans. Des considérations à long terme, qui testent finalement la valeur de l'espèce, devraient inclure la résistance aux attaques de pestes, particulièrement *Hypsipyla grandella* Zellar, la résistance au vent, principalement les ouragans, la forme des arbres et la qualité du bois pour sélectionner une génération améliorée de *C. odorata*; et,

Poursuivre l'importation de germoplasme amélioré venant de programmes d'amélioration génétique forestière en Amérique Centrale pour élargir la base génétique de *C. odorata* en Haiti, tout en offrant le potentiel pour raccourcir le temps requis pour distribuer le matériel végétal amélioré.

RECOMMENDATIONS (English)

Recommendations based on the research results include:

Utilising the superior provenances from the Central American countries of Honduras (OFI 52/79 and COHDEFOR 6888), Belize (OFI 23/77) and Nicaragua (14/75) in the PLUS Project area to provide more hardy genotypes and increase the rate of merchantable wood production;

Converting the established trials to in-country sources of improved *Cedrela odorata* germplasm by completing the following steps:

1) Roguing the provenance trials by eliminating the inferior provenances completely and selecting among individuals of the superior provenances for a combination of form and vigor.

2) Distribute seed to containerized nurseries and a limited amount of cutting material to selected communities with the best potential of multiplying the genetic gains.

3) Installing additional orchards and seed production areas from these superior provenances in regions of Haiti where the species is important as a source of income and has potential of being a profitable wood crop for farmers. The orchards would preferably be established with an NGO or like-minded individual with secure land and sufficient means to manage the stands for a reliable, in-country source of plant material;

Installing small stands (e.g., 0,5–1,5 ha) of *C. odorata* with the most promising imported provenances and comparing these provenances with a broader selection of Haitian provenances for long-term silvicultural management and observation. Both state and private landholdings should be investigated. This could be accomplished using the Community Forestry Corps, proposed for the ASSET Project;

Observing and managing the established trials reported in this document (modified as indicated previously) for at least half a rotation period (approximately 20 years) to confirm the trends and preliminary selections based on 5 year results. Long-term considerations, that ultimately test the worth of the species, should include resistance to pest attack, particularly *Hypsipyla grandella* Zellar, wind resistance, particularly hurricanes, tree form and wood quality to select an improved generation of *C. odorata*; and,

Continuing the importation of improved germplasm from active tree improvement programs in Central America to broaden the genetic base of *C. odorata* in Haiti, while offering the potential to shortcut the time required to distribute improved plant material.

BIBLIOGRAPHIE

- Ayensu, E.S. 1981. *Medicinal plants of the West Indies*. Reference Publications, Inc.
- Ashley, D. M. 1986. *L'Agrosylviculture en Haiti*. UMO/AFORP USAID/HAITI, Port-au-Prince, Haiti. 69 p.
- Barker, H.D. et W. S. Dardeau. 1930. *La Flore d'Haiti*. Département de l'Agriculture et de l'enseignement professionnel, Port-au-Prince, Haiti. 456 p.
- Boshier, D.H. et Mesén, J. F. 1987. Proyecto de mejoramiento de arboles del CATIE: estado de avance y resultados principales. Turrialba, C.R., CATIE. 18 p.
- Burley, J. et Wood, P. J. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Department of Forestry Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. Tropical Forestry Papers No. 10 et 10A. 287 p.
- Camacho, M. P. 1981. Informe general del proyecto de ensayos de adaptabilidad y Rendimiento de especies forestales en Costa-Rica. Cartago, C.R., ITCR-DGF. 287 p.
- Combe, J. et Gewald, N. J. 1979. Guia de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, C. R., CATIE. 378 p.
- CONIF. 1988. Experiences colombianas con cedro (*Cedrela odorata* L.). Serie Documentation No. 12, Bogotá. 85 p.
- FAO. 1979. Essais d'introduction d'essences forestières en Haiti: Interprétation des résultats après deux ans de croissance. Document technique HAI/77/005, FAO, Rome, 1979. 68 p.
- FAO. 1985. *Amélioration Génétique des Arbres Forestiers*. Etude FAO Forêts No. 20. Rome. 311 p.
- Geilfus, F. 1989. El arbol al servicio del agricultor: manual de agroforesteria para el desarrollo rural. Vol 2: guia de especies. Santo domingo, DO : ENDA-CARIBE y CATIE. 778 p.
- Holdridge, L. 1943. Comments on the silviculture of *Cedrela*. *Caribbean Forester* 4:77-80.
- Josiah, J.S. 1989. *Gid Pepinyeris*. Pan American Développement Foundation, Port-au-Prince, Haiti. 244 p.
- Koohfkan, A.P. et Lilin, N C. 1989. *Arbres et Arbustes d'Haiti*. FAO/Ministère de l'Agriculture, Port-au-Prince, Haiti. 133 p.
- Little, E. et Wadsworth, F. 1964. *Common Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agricultural Handbook No. 249, US Department of Agriculture, Washington D.C. 556 p.
- Logier, A. H. 1985. *La Flora de la Española. III*. Universidad Central del Este, San Pedro de Macoris, R.D.
- Mesén, F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No. 156. 42 p.
- Ministre Français de Coopération. 1982. Memento du Forestier Ministère de la Coopération et du développement, Paris. 894 p.
- SAS. 1988. SAS Procedures Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. 441 p.

- Steel, R.G.D. et J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics, New York: McGraw-Hill Book Co.
- Styles, B. T. 1981. Subfamily Swietenioideae. In: Pennington, T.D. and B.T. Styles (eds.). *Flora Neotropica*. Vol. 28. New York City: New York Botanical Garden.
- Timyan, J. C. 1990. Storage conditions and pre-germination methods for seed and selected tropical tree species. SECID/Auburn Agroforestry Report No. 20. Report for USAID, Port-au-Prince, Haiti. (nonpublié).
- Timyan, J. C. 1996. *Bwa Yo: Important Trees of Haiti*. SECID, Washington DC. 420 p.
- Vega, L. 1976. Efecto de la poda en el crecimiento y en la recuperacion de la forma del tallo de *Cedrela odorata* y *Cedrela angustifolia*. Seccion Plantaciones, Servicio Forestal, Paramaribo, Surinam. 36 p.

CARACTERISTIQUES DE L'ESPECE

Description. Le *Cedrela odorata*, de la famille des méliacées est vulgairement connu sous le nom de "Cèdre espagnol" en français et "sèd" en créole (Haïti). C'est un arbre assez grand pouvant atteindre jusqu'à 35 mètres de haut et près d'un mètre de diamètre. Ses feuilles sont paripennées alternes avec 10 à 20 paires de folioles. Les fleurs sont petites en panicules longues, terminales ou axillaires (Geilfus, 1989; Camacho, 1981). Le fruit est une capsule déhiscente de 4 cm de long et 2 cm de large, ligneuse à maturité, de couleur marron chocolat avec des lenticelles jaunes. Il contient 5 valves et diverses semences ailées.

Aux points de vue taxonomique et botanique, le genre *Cedrela* a soulevé beaucoup de confusion, particulièrement dans la taxonomie du *Cedrela odorata* L. Styles (1981) a réduit le nombre d'espèces de ce genre jusqu'à 7 et considère 28 autres espèces de *Cedrela*, incluant *Cedrela mexicana* M.J. Roen., comme *Cedrela odorata*. Naturellement, il existe une grande variation de la population à l'intérieur de l'espèce, avec des différences constatées dans l'écorce, le feuillage et le bois. La variété native commune est très semblable aux provenances importées de Colombie et de Costa Rica et est appelée cèdre rouge. Les traits caractéristiques consistent en une écorce rude fissurée, une couleur vert rougeâtre, des rameaux en croissance et des folioles sessiles, tandis que les provenances de Honduras, de Bélize et de Guatémala ont exprimé une couleur vert claire, des rameaux en croissance, une écorce lisse et des folioles plus larges munies de pétioles avec des degrés variés de pubescence. Les arbres adultes de cette variété sont moins communs en Haïti et sont connus comme cèdre blanc.

Distribution et écologie. Le cèdre est originaire des forêts humides d'Amérique, depuis le Mexique jusqu'à l'Amazonie, en passant par les Antilles. Ses conditions de croissance optimum coïncident avec des précipitations moyennes annuelles de 1200 - 1800 mm et 4 à 5 mois de sécheresse. Dans sa zone géographique, sa température est de 25°C, mais il tolère un maximum de 35°C. En Colombie, il se trouve jusqu'à 2400 mètres d'altitude, cependant des populations naturelles en Haïti ont été localisées à des altitudes s'étendant de 200 à 800 mètres.

Le cèdre préfère les sols profonds et bien drainés des vallées. Un bon drainage est un facteur très important pour sa croissance. En outre le sol doit être bien aéré; On le rencontre très peu sur des sols argileux et sableux. Mais toutefois il préfère les sols calcaires (Geilfus, 1989; Barker et Dardeau, 1930).

Le cèdre ne possède en propre aucune espèce végétale caractéristique associée. En Haïti, l'arbre se rencontre ordinairement isolé parmi d'autres espèces arborées de la forêt subtropicale humide et localisée principalement dans les jardins de case. Occasionnellement, des arbres de *C. odorata* servent spécialement d'abris pour le café.

Sylviculture

Stockage de semences. Pour cette espèce, il y a de 18000 à 40000 semences par kilo qui se conservent très bien à température variant entre 0-4°C et humidité variant 7-9% (Timyan, 1990). A température normale, les semences conservent pour peu de temps leur pouvoir germinatif.

Propagation. Le cèdre est propagé aussi bien par semences que par boutures. En Haïti, la méthode de propagation la plus usitée est par boutures de 1 à 2m de longueur pendant la période de chute des feuilles (Décembre - Février). On utilise également la propagation par semences au moyen du semis sur plate-bandes d'où les plantules sont ensuite repiquées sur sachets pour être transplantées en plein champ après 2 ou 3 mois d'âge.

Comme pour la plupart des méliacées, la meilleure forme de propagation pour le cèdre est par pseudo boutures ou boutures enracinées. A la plantation, les pseudo-boutures peuvent atteindre 1.5m de hauteur vers l'âge de 15 mois.

Annexe 1

D'autres informations disponibles révèlent qu'il ne faut pas utiliser des diamètres inférieurs à 0.8cm, considérant comme optima ceux compris entre 1.3 et 1.8 cm (Cruz, 1963).

Croissance et production. Le cèdre est une espèce héliophyte par excellence, quoiqu'elle soit très sensible à la lumière durant sa phase juvénile. On a remarqué qu'il se comporte mieux en association avec d'autres espèces forestières qu'en culture pure. La distance de plantation recommandée est de 6m x 6m. La meilleure précaution pour prévenir les attaques des parasites est d'utiliser un espacement de 13m x 13m, soit une densité de 60 arbres à l'hectare. Holdridge (1943) a recommandé une densité de 11 arbres par hectare dans sa zone d'origine, en particulier pour éviter l'attaque de *Hypsipyla grandella*.

Le cèdre, bien qu'étant une espèce de bois précieux, croît rapidement, soit environ 1.5m par an et 15 à 20 cm après 9 ans. En plantation pure et lorsque les traitements sylviculturaux sont bien effectués, on peut obtenir une production de 13 mètres cube par hectare dans une seule rotation à 40 ans (Cruz, 1963).

Utilisation

Le cèdre fournit un bois dur et résistant très utilisé dans la fabrication des meubles, la construction, l'artisanat, etc. Ce bois est très résistant aux attaques des insectes.

L'espèce est également utilisée comme ombrage et brise-vent dans les jardins de maison et les parcelles de café (Timyan, 1993). On rapporte également que ses fleurs sont appréciées par les abeilles pour la production de miel. L'arbre peut également fournir diverses substances médicinales (Ayensu, 1981).

En plus des nombreux usages précités, le cèdre est une espèce considérée et cultivée par des populations locales pour valoriser leurs parcelles et souvent pour marquer leurs propriétés.

Annexe 2. Pourcentage de germination et hauteur des plantules des provenances de *Cedrela odorata* après 50 jours de semis.

| Provenance | Origine | Germination (%) | Hauteur (cm) |
|------------|-----------------------|-----------------|--------------|
| 1015 | San Jose, Costa Rica | 32.3 c | 5.50 b |
| 2532 | Limon, Costa Rica | 47.8 b | 3.30 d |
| 14/75 | Esteli, Nicaragua | 25.1 c | 4.53 c |
| 23/77 | San Ignacio, Belize | 44.7 b | 5.50 b |
| 25/80 | Apartado, Colombia | 53.8 b | 3.53 d |
| 36/78 | San Marcos, Nicaragua | 45.8 b | 4.83 c |
| 42/79 | Chitalon, Guatemala | 95.8 a | 4.30 c |
| 52/79 | Chamelecon, Honduras | 47.8 b | 4.76 c |
| 68/88 | Cofradia, Honduras | 99.3 a | 11.05a |

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5%, suivant le test de Waller-Duncan.

Annexe 3

Annexe 3. Moyennes de survie, en %, de diverses provenances de *Cedrela odorata* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le Test LSD, $\alpha = 0.05$.

| | | Site d'Essais | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| | | Bérault (à 2 reps) | | | Bombard | | | Laborde | | | Labordette | | | Lapila (à 1 rep) | | |
| No. | Origine | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois |
| | | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 401 | Haiti | | | | 31 | 5 | 5 b | | | | | | | 29 | 0 | 0 |
| 402 | Haiti | | | | | | | | | | | | | 75 | 58 | 54 |
| 875 | Costa Rica | | | | 57 | 50 | 50 a | | | | | | | | | |
| 1015 | Costa Rica | | | | 22 | 14 | 7 b | | | | | | | | | |
| 1381 | Haiti | | | | | | | | | | | | | 17 | 13 | 13 |
| 14/75 | Nicaragua | 70 | 56 | 56 a | | | | 85 | 85 | 85 abc | | | | | | |
| 23/77 | Belize | 61 | 61 | 61 a | | | | 95 | 95 | 95 ab | 65 | 60 | 56 ab | 29 | 26 | 26 |
| 2532 | Costa Rica | 33 | 31 | 25 ab | 55 | 28 | 10 b | 68 | 65 | 60 d | 61 | 46 | 43 ab | | | |
| 25/80 | Colombia | 14 | 11 | 11 b | 21 | 10 | 2 b | 80 | 80 | 75 cd | 60 | 39 | 29 b | 13 | 13 | 13 |
| 36/78 | Nicaragua | 33 | 28 | 28 ab | 24 | 17 | 12 b | 95 | 95 | 90 abc | 71 | 63 | 53 ab | 50 | 29 | 25 |
| 42/79 | Guatemala | 31 | 28 | 19 ab | 71 | 64 | 59 a | 90 | 85 | 83 bcd | 71 | 51 | 42 ab | 42 | 33 | 25 |
| 52/79 | Honduras | 36 | 33 | 31 ab | 64 | 64 | 59 a | 100 | 100 | 100 a | 83 | 78 | 69 a | | | |
| 6888 | Honduras | 72 | 72 | 72 a | 55 | 50 | 50 a | 93 | 93 | 93 abc | 62 | 62 | 61 ab | 87 | 75 | 63 |
| X | | 43.8 | 40.9 | 38.1 | 44.0 | 32.5 | 27.3 | 88.1 | 87.2 | 85.0 | 68.2 | 56.9 | 50.4 | 42.8 | 30.9 | 27.4 |
| SE | | 6.5 | 6.7 | 6.8 | 3.5 | 3.7 | 3.6 | 2.5 | 2.7 | 3.0 | 3.3 | 4.4 | 5.1 | 8.8 | 8.2 | 7.0 |
| Pr>F | | | | 0.1556 | | | 0.0001 | | | 0.0093 | | | 0.3795 | | | |

Annexe 4

Annexe 4. Moyennes de hauteur totale, en m, de diverses provenances de *Cedrela odorata* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haïti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le k-ratio Test de Waller-Duncan, $\alpha = 0.05$.

| | | Site d'Essai | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| | | Bérault (à 2 reps) | | | Bombard | | | Laborde | | | Labordette | | | Lapila (à 1 rep) | | |
| | | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 12 Mois | 36 Mois | 60 Mois |
| No. | Origine | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 401 | Haïti | | | | 0.3 c | 0.8 c | 1.6 a | | | | | | | 0.3 | — | — |
| 402 | Haïti | | | | | | | | | | | | | 0.2 | 1.0 | 1.6 |
| 875 | Costa Rica | | | | 0.3 c | 1.2 abc | 1.8 a | | | | | | | | | |
| 1015 | Costa Rica | | | | 0.4 c | 0.9 bc | 1.7 a | | | | | | | | | |
| 1381 | Haïti | | | | | | | | | | | | | 0.3 | 0.6 | 1.1 |
| 1475 | Nicaragua | 1.3 a | 5.1 a | 7.0 a | | | | 0.8 ab | 4.2 a | 5.4 a | | | | | | |
| 23/77 | Belize | 1.6 a | 6.6 a | 7.6 a | | | | 0.8 ab | 4.8 a | 6.0 a | 0.5 ab | 2.1 abc | 5.4 ab | 0.3 | 1.6 | 3.1 |
| 2532 | Costa Rica | 0.7 a | 3.0 a | 6.5 a | 0.3 c | 1.0 bc | 2.3 a | 0.3 d | 1.5 c | 2.3 b | 0.4 c | 0.3 d | 2.7 c | | | |
| 25/80 | Colombia | 0.9 a | 4.7 a | 6.4 a | 0.3 c | 0.5 c | 0.4 a | 0.4 cd | 2.3 bc | 3.6 b | 0.4 c | 0.9 cd | 3.9 bc | 0.3 | 1.8 | 3.5 |
| 36/78 | Nicaragua | 1.0 a | 3.1 a | 3.9 a | 0.4 abc | 1.1 abc | 2.5 a | 1.0 a | 4.9 a | 5.8 a | 0.5 abc | 2.3 abc | 4.9 b | 0.3 | 2.0 | 3.3 |
| 42/79 | Guatemala | 0.6 a | 2.6 a | 6.1 a | 0.3 bc | 1.1 abc | 1.7 a | 0.5 c | 2.6 b | 3.7 b | 0.4 bc | 1.3 bcd | 4.2 bc | 0.3 | 1.8 | 3.0 |
| 52/79 | Honduras | 1.0 a | 6.4 a | 10.6 a | 0.5 a | 2.1 a | 2.7 a | 0.7 b | 4.4 a | 5.9 a | 0.5 ab | 2.5 ab | 5.5 ab | | | |
| 6898 | Honduras | 2.2 a | 6.3 a | 8.6 a | 0.5 ab | 2.0 ab | 2.8 a | 0.7 b | 4.3 a | 5.5 a | 0.5 a | 3.0 a | 7.1 a | 0.4 | 2.3 | 3.8 |
| X | | 1.17 | 4.60 | 6.88 | 0.37 | 1.34 | 2.19 | 0.65 | 3.64 | 4.78 | 0.45 | 2.02 | 4.90 | 0.31 | 1.59 | 2.79 |
| SE | | 0.21 | 0.67 | 0.86 | 0.02 | 0.12 | 0.17 | 0.04 | 0.24 | 0.28 | 0.02 | 0.22 | 0.32 | 0.98 | 0.22 | 0.39 |
| Pr > F | | 0.2259 | 0.2805 | 0.4929 | 0.0038 | 0.0139 | 0.3738 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0255 | 0.0247 | 0.0110 | | | |
| MSD _{0.05} | | 1.68 | 5.30 | — | 0.15 | 1.05 | 2.95 | 0.18 | 0.92 | 1.52 | 0.12 | 1.62 | 2.10 | | | |

Annexe 5

Annexe 5. Moyennes de diamètre à 1,30 m ($D_{1,3}$) et de diamètre à 0,10 m ($D_{0,1}$), en cm, de diverses provenances de *Cedrela odorata* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haïti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le k-ratio Test de Waller-Duncan, $\alpha = 0.05$.

Site d'Essai

| No. | Origine | Bérault (à 2 reps) | | | Bombard [†] | | Laborde | | | Labordette | | | Lapila (à 1 rep) | | |
|--------|------------|--------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
| | | $D_{1,3}$ | $D_{1,3}$ | $D_{0,1}$ | $D_{1,3}$ | $D_{0,1}$ | $D_{1,3}$ | $D_{1,3}$ | $D_{0,1}$ | $D_{1,3}$ | $D_{1,3}$ | $D_{0,1}$ | $D_{1,3}$ | $D_{1,3}$ | $D_{0,1}$ |
| | | 36 Mois | 60 Mois | 60 Mois | 60 Mois | 60 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 60 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 60 Mois | 36 Mois | 60 Mois | 60 Mois |
| (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | (cm) | |
| 401 | Haïti | | | | 1.2 a | 3.5 a | | | | | | | | | |
| 402 | Haïti | | | | | | | | | | | 4.9 | 3.1 | 4.0 | |
| 875 | Costa Rica | | | | 1.7 a | 5.1 a | | | | | | | | | |
| 1015 | Costa Rica | | | | 2.3 a | 5.3 a | | | | | | | | | |
| 1381 | Haïti | | | | | | | | | | | | | 2.7 | |
| 14/75 | Nicaragua | 6.3 a | 9.3 ab | 13.5 ab | | | 4.6 ab | 5.8 ab | 10.4 ab | | | | | | |
| 23/77 | Belize | 7.7 a | 11.0 ab | 16.5 ab | | | 5.4 a | 6.9 a | 11.6 a | 2.8 a | 7.8 abc | 12.6 ab | 2.6 | 3.6 | 6.3 |
| 2532 | Costa Rica | 5.9 a | 7.4 ab | 11.7 ab | 4.0 a | 6.8 a | 2.4 c | 2.7 c | 5.0 d | — | 4.7 cd | 6.9 c | | | |
| 25/80 | Colombia | 4.0 a | 5.6 ab | 9.3 b | — | — | 2.5 c | 3.1 cd | 6.4 cd | 1.9 a | 4.8 d | 7.5 c | 2.8 | 3.7 | 7.6 |
| 36/78 | Nicaragua | 3.7 a | 6.8 b | 10.9 ab | 2.4 a | 6.0 a | 5.6 a | 7.0 a | 11.2 a | 3.2 a | 8.0 ab | 12.3 ab | 3.6 | 3.8 | 7.6 |
| 42/79 | Guatemala | 4.0 a | 8.1 ab | 12.8 ab | 2.6 a | 5.2 a | 3.5 bc | 4.2 bc | 8.4 bc | 2.9 a | 5.9 bcd | 9.9 bc | 2.7 | 3.5 | 6.5 |
| 52/79 | Honduras | 9.2 a | 15.3 a | 21.2 a | 3.3 a | 7.6 a | 5.1 a | 6.4 a | 11.0 a | 3.5 a | 7.6 abcd | 12.2 ab | | | |
| 6888 | Honduras | 7.6 a | 11.8 ab | 17.5 a | 3.2 a | 7.1 a | 5.0 a | 5.2 ab | 11.1 a | 4.0 a | 9.4 a | 14.3 a | 3.2 | 4.4 | 8.2 |
| X | | 5.98 | 9.23 | 14.02 | 2.74 | 6.19 | 4.32 | 5.23 | 9.36 | 3.26 | 7.11 | 11.10 | 3.27 | 3.69 | 6.13 |
| SE | | 0.81 | 1.01 | 1.24 | 0.23 | 0.35 | 0.26 | 0.34 | 0.48 | 0.24 | 0.45 | 0.65 | 0.36 | 0.19 | 0.77 |
| MSD | | 7.81 | 9.58 | 10.56 | — | — | 1.32 | 1.87 | 2.22 | — | 3.32 | 4.16 | | | |
| Pr > F | | 0.4395 | 0.3620 | 0.2608 | 0.3883 | 0.3292 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0001 | 0.4722 | 0.0299 | 0.0130 | | | |

$D_{1,3}$ = le diamètre à 1,30 m. $D_{0,1}$ = le diamètre à 0,10 m. † Les données pour le diamètre à Bombard n'ont pas été pris en compte à 36 mois parce que les hauteurs moyennes ont été inférieures à 1.3m pour 7 des 9 provenances.

HAITI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT

South-East Consortium for International Development
and
Auburn University

SECID/Auburn PLUS Reports

September 1996

Report No.

1. Status of Seed Orchards and Tree Improvement Trials in Haiti and Plan of Activities 1993-1994. by Joel C. Timyan, February 1993
2. A Review of PDAI and ADS II Project Technologies. by Dr. Marianito R. Villanueva, February 1993
3. Monitoring and Evaluation System for PLUS by Angelos Pagoulatos, April 1993
4. Rapport sur les recherches d'opportunités de commercialisation pour les produits agricoles dans les aires d'intervention du Projet PLUS. by Henry Jude Belizaire and John Dale (Zach) Lea, October 1993. (Revised March 1994).
5. Guide to the Literature and Organizations Involved in Agribusiness Research and Agribusiness Development in Haiti. by Henry Jude Belizaire and John Dale (Zach) Lea, August 1993
6. Evaluation of Tree Species Adaptation for Alley Cropping in Four Environments in Haiti. A. Establishment Phase. by Dennis A. Shannon and Lionel Isaac, November 1993
7. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys Executive Summary Recommendations. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean and Roosevelt St Dic, October 1993. Creole and English Versions available
8. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys Field Information Acquisition Guide and Methodology. by Richard A. Swanson, October 1993,
9. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Cap Haitien Region 3 by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, George Conde, October 1993
10. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys: CARE Northwest Regions 2, 3, & 4. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
11. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Jacmel Region 2. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
12. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys: PADF Mirebalais Region 3. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
13. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Les Cayes Region 1. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
14. Food Marketing in Northwest Haiti: CARE Regions I - IV by Dr. Curtis Jolly and Nelta Jean-Louis, December 1993

15. Evaluation of Tree Species Adaptation for Alley Cropping in Four Environments in Haiti. B. First Year of Pruning. by Lionel Isaac, Dennis A. Shannon, Frank E. Brockman, June 1994
16. First Assessment and Refinement of the PLUS M&E System. by Angelos Pagoulatos, March 1994
17. Initial Financial Evaluation of Hedgerows. by John Dale "Zach" Lea, June 1993
18. Project Plus Baseline Information. by John Dale "Zach" Lea, February 1994
19. Water Harvesting and Small-Scale Irrigation by Kyung M. Yoo, October 1994
Special Report - Intervention Success Stories by Lea, Saint Dic, and Brockman, October 1993
20. Inventory of Crop Varieties in Haiti or with Potential Value in Haiti. by Ariel Azael, October 1994
21. Consultancy Report: Integrated Pest Management in Vegetable Gardens in Haiti by Keith A. Jones, October 1994
22. Rates of Adoption of PLUS Project Interventions Northwest Haiti by John Dale (Zach) Lea, July 1994
23. Impact of Tree Planting in Haiti: 1982-1995 by Glenn R. Smucker and Joel C. Timyan, April 1995
24. Gestion et Impacts des Rampes Vivantes PADF/ Camp-Perrin by Frisner Pierre, John Dale (Zach) Lea et Roosevelt St Dic, May 1995
25. Further Assessment and Refinement of the PLUS M&E System by Steven Romanoff, Donald Voth, and Malcolm Douglas, April 1995
26. Plant Disease Problems in Banana and Plantain in Haiti by R. H. Stover, June 1995
27. The Effects of Leucaena Hedgerow Management on Maize and Hedgerow Biomass Yields over Two Years of Cropping by Lionel Isaac, Dennis Shannon, Frank E. Brockman, and Carine Bernard, September 1995
28. Increasing the Marketability of Manioc and Breadfruit Products by Improving Processing Techniques by John Y. Lu, John Dale Lea, Louis R. Chery, and Dennis A. Shannon, January 1996
29. Soil Profile Descriptions for Agroforestry Research Sites in Haiti by Richard Guthrie, Lionel Isaac, Gerard Alexis, Carine Bernard, and Marguerite Blemur, December 1995
30. The effects of Alley Cropping and Other Soil Conservation Practices in Maize (Zea mays) Yields over Two years of Cropping by Lionel Isaac, Dennis A. Shannon, Frank E. Brockman and Carine R. Bernard, September 1996

Secid/Auburn University Agroforestry Reports

Report No.

1. Tree Planting in Haiti: A Socio-Economic Appraisal by Donald. R. Street, Sept 1989, 48 pages.
2. An Interim Report on Influences of Inoculation with Nitrogen-Fixing Symbionts on Reforestation Efforts in Haiti by R. Kent Reid, March 1989, 13 pages.

3. Short-Term Seedling Field Survival and Growth as Influenced by Container Type and Potting Mix by R. Kent Reid, Nov 1989, 46 pages.
4. Seedling Growth and Development in Different Container Types and Potting Mixes by R. Kent Reid, Oct 1989, 15 pages.
5. Microsymbiont Colonization and Seedling Development as Influenced by Inoculation Method: Rhizobium and Frankia by R. Kent Reid, Nov 1989, 15 pages.
6. * The Charcoal Market in Haiti: Northwest to Port-au-Prince by Donald R. Street, 1989. 26 pages.
7. Haiti Regional Tree Nursery Cost Study by Steve Goodwin, R. Kent Reid and Donald R. Street, Oct.1989, 19 pages.
8. The Pole Market in Haiti: Southwest to Port-au-Prince by Donald R. Street and Philippe A. Bellerive, Dec 1989, 21 pages.
9. Socio-Cultural Factors in Haitian Agroforestry: Research Results From Four Regions by Paul D. Starr, Dec 1989, 61 pages.
10. Impact Des Haies Vives Sur La Production Agricole by Pierre M. Rosseau, Gene A. Hunter and Marie-Paule Enilorac, Dec 12-15 1989, 14 pages.
11. Outline of Techniques for Use in Studying Agroforestry Hedgerows and Alley Cropping Systems in Haiti by A. G. Hunter, Pierre M. Rosseau and Marie-Paule Enilorac
12. Pathology of Nursery Seedlings in Haiti: Diseases, Their Etiology and Control by G.Brett Runion, R. Kent Reid and Walt D. Kelley, Jan 1990, 29 pages.
13. Technical Constraints in Haitian Agroforestry: Research on Tool Use and Need in Two Regions by Paul D. Starr, Dec 1989, 51 pages.
14. Financial Analysis of Selected Tree Operations in Haiti's Northwest and Central Plateau by Donald R. Street, Arthur G. Hunter and Philippe A. Bellerive, July 1990, 36 pages.
15. An Explorative Approach for Assessing Soil Movement on Hillsides: Applications for Hedgerow Performance by Marie-Paule Enilorac, Pierre M. Rosseau and Arthur G. Hunter, Dec 1989, 20 pages.
16. Soil Profile Description For Selected Sites in Haiti by Richard Guthrie and Pierre M. Rosseau, Jan 1990, 72 pages.
- 17.* Assessment of Hedgerow Performances in the Haitian Context by Pierre M. Rosseau, Arthur G. Hunter and Marie-Paule Enilorac, Feb 1990, 41 pages.
- 18.* Results of a Survey of Farmers in Selected CARE and PADF Intervention Areas by Marie-Paule Enilorac and Pierre M. Rosseau. 1990.
19. Biological, Physiological and Environmental Factors Affecting the Health of Trees Important to Haiti by G. Brett Runion and Walter D. Kelley, Feb 1990, 101 pages.
20. Storage Conditions and Pre-Germination Methods for Seed of Selected Tropical Tree Species by Joel C. Timyan, Aug 1990, 23 pages.
21. Factors Affecting Seedling Mortality in Haitian Agroforestry by Harry Elver, 1990, 36 pages.

22. Agroforestry Research in Haiti: An Overview. by Paul D. Starr, Donald R. Street, R. Kent Reid and Fritz Vaval. 1990 Contains four papers: a) The Social Foundations on Haiti Agroforestry, b) The Economics of Haiti Agroforestry, c) Forest Tree Nurseries in Haiti, d) The Genetic Conservation of Native Tree Species.
23. A Geographical Information System (GIS) Approach to Locating Potential Planting Sites for the Catalpa Longissima Species (Chene) in Haiti. by Fritz Vaval and Douglas C. Brown, Nov 1990, 37 pages.
24. Effects of Seed Treatment Methods on Germination of *Simarouba glauca* var. *Latifolia* Crong. by Fritz Vaval and Joel Timyan
25. Time Rate of Discounting and Decisions of Haitian Tree Planters. by Donald R. Street, Dec 1990, 17 pages.
26. First-Year Seedling Field Survival and Growth as Influenced by Planting Stock Type. by R. Kent Reid, Feb 1991, 65 pages.
27. A Financial Analysis of Selected Hedgerow Operations in Haiti's Southern and Northwestern Regions. by Philippe Bellerive, Jan 1991, 31 pages.
28. Alternative Techniques for Propagating Planting Stock: II. Small Plastic Sacks. by R. Kent Reid, March 1991, 15 pages.
29. Agroforestry Knowledge, Attitudes and Practices in Northwest Haiti. by Paul D. Starr, Sigrid d'Aquin and Kathleen L. Rorison, 1990, 75 pages.
30. The Effects of Alley Cropping and Fertilizer Application on Continuously-Cropped Maize. by Dennis A. Shannon, Wolfgang O. Vogel and Kapinga N. Kabalunapa, April 1991, 24 pages.
31. Development of Stock Quality Criteria. by R. Kent Reid, Sept 1991, 30 pages.
- 33.* Economic Indicators of Agroforestry II Strategy Implementation: Farm Income Analysis to Agricultural Project Analysis. by Kent D. Fleming and G. Edward Karch, Sept 1991, 35 pages.

Note: Report numbers 17, 18 and 33 are for restricted distribution.

Reports may be obtained by contacting the SECID/Auburn office in Haiti or by contacting

SECID.
1634 I Street, Suite 702,
Washington DC, 20006
Telephone: 202-628-4551
Facsimile: 202-628-4561

E-mail: SECID@aol.com
Telex: 215043 SECID CPEL