

MISE EN VALEUR ÉCONOMIQUE ET CONSERVATION DE LA FORÊT TROPICALE



Effet de la déforestation vue du ciel près de Rio Branco au Brésil (336 x 333 km). L'abattage systématique de la forêt se développe de part et d'autre des routes pour laisser place à des pâturages et des terres agricoles. Source: image satellite (MISR) NASA, Juillet 2000.

Constat de la déforestation et prédictions alarmantes

Les dernières décennies ont vu disparaître ou se dégrader quelques centaines de millions d'hectares de forêts naturelles dans la zone inter-tropicale. Les forêts tropicales subissent toujours aujourd'hui un net recul de leur superficie et de leur intégrité. D'après les données fournies par la télédétection satellitaire, entre 1990 et 2000, les activités humaines ont détruit environ 14 millions d'ha de forêt tropicale par an soit un peu plus de 0.5% de leur superficie totale chaque année (Figure INTRO.1). Il est à noter que le rythme de la déforestation n'a pas significativement diminué par rapport à la période 1980-1990 pour aucune région tropicale (FAO 2001). Des pays forestiers comme le Costa Rica, la Côte d'Ivoire ou l'Indonésie ont déjà perdu plus de la moitié de leurs formations forestières et ne conservent aujourd'hui que des fragments de leurs forêts originelles et des forêts dégradées (Butler 2001). Dans le bassin Amazonien, qui représente à lui seul 40 % des forêts tropicales humides encore intactes dans le monde, les prédictions sont tout aussi alarmantes. D'après Laurance *et al.* (2001) les pratiques actuelles de mise en valeur du milieu forestier entraîneront une augmentation dramatique des surfaces déboisées ainsi que la fragmentation et la dégradation des massifs forestiers au cours des 20 prochaines années. Les causes de la déforestation sont essentiellement : la création d'infrastructures logistiques (routes, barrages hydroélectriques), la conversion de manière extensive de la forêt en terres cultivées et en pâturages, l'abattage systématique pour la production de bois d'énergie ou d'industrie et l'exploitation minière.

Les forêts tropicales sont constituées de très nombreuses espèces végétales et hébergent une extraordinaire biodiversité animale. De ce point de vue elles forment un des écosystèmes les plus riches de notre planète. Une des particularités de cet écosystème est l'importance de sa composante ligneuse et la complexité des interactions entre espèces végétales et animales qui permettent le maintien d'une biomasse élevée sur des sols pauvres. Ces caractéristiques lui confèrent à la fois son intérêt économique actuel pour la production de bois mais constituent aussi la base de sa fragilité dans le cadre d'autres utilisations des terres. En effet, après la

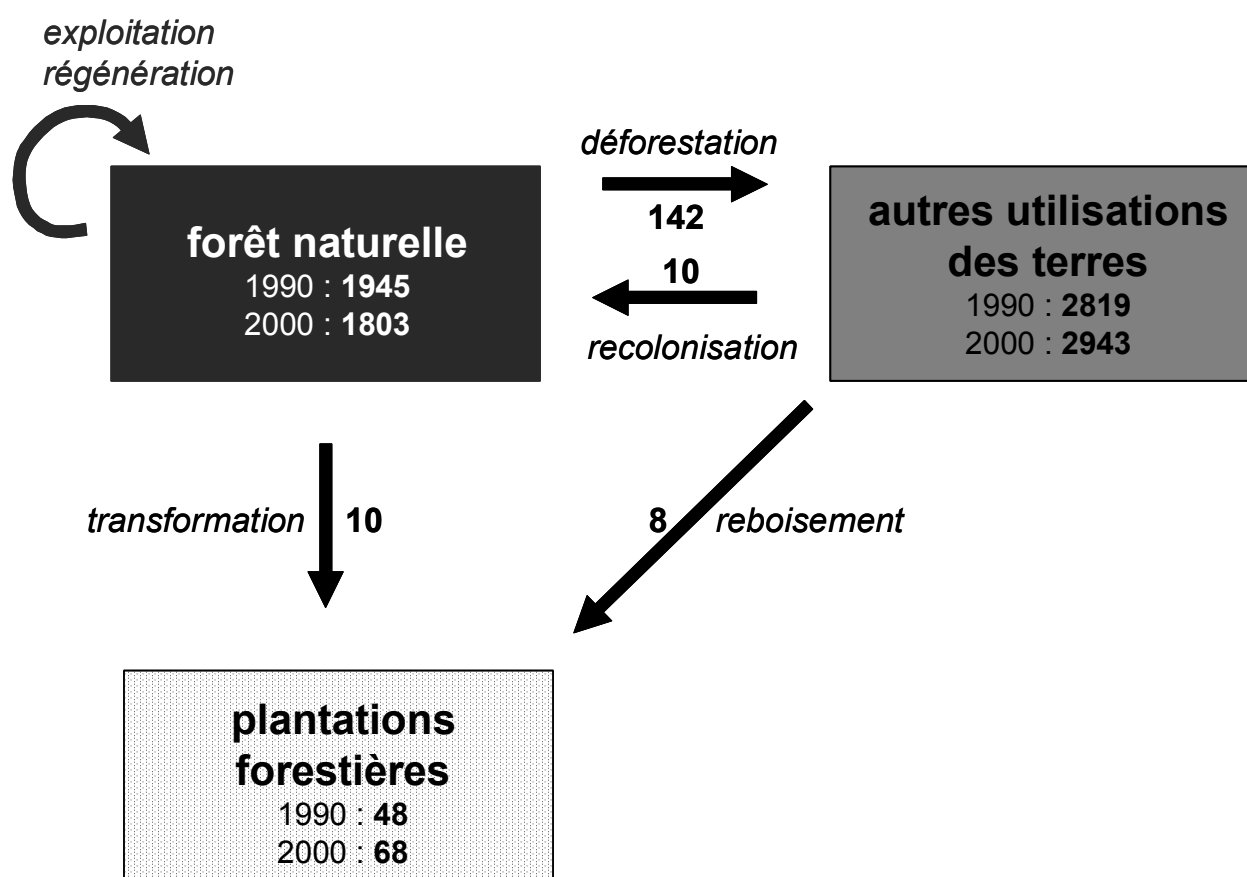


Figure INTRO.1. Changements de la superficie forestière dans la zone inter-tropicale entre 1990 et 2000 (en millions d'ha). *Source* : FAO, 2001 – <http://www.fao.org>

destruction du couvert forestier, les sols forestiers tropicaux peu profonds et peu fertiles représentent un facteur limitant majeur pour la mise en valeur agricole durable des terres gagnées sur la forêt. Une fois la biomasse végétale brûlée afin d'amender le sol, l'érosion et le lessivage dus aux fortes pluies tropicales et la compétition avec le recrû forestier diminuent rapidement les rendements agricoles. Traditionnellement, les peuples forestiers ont développé dans ces régions des systèmes agro-forestiers complexes permettant de nourrir durablement une population de taille limitée. Ces systèmes incluent l'ouverture de petites surfaces par abattis-brûlis, la préservation d'une partie du couvert forestier, la culture d'espèces en mélange et une longue période de jachère forestière (ex. Caufield 1984). Actuellement, sous la pression démographique et en raison d'une volonté politique d'occuper le territoire de façon permanente, le déboisement à grande échelle ne permet plus le respect de ces conditions.

Les enjeux politiques et économiques

Face à un tel constat, faut-il pour autant ériger ces forêts en sanctuaires et opposer conservation et développement? Si le rôle des espaces forestiers tropicaux dans la protection de l'environnement est aujourd'hui reconnu - préservation de la diversité biologique, régulation du régime des eaux, maintien et conservation des sols, stockage du carbone - leur contribution à la vie des populations et au développement économique l'est beaucoup moins. Pourtant, les forêts tropicales, situées essentiellement dans les pays en voie de développement, assurent et devront assurer une partie des revenus de millions de personnes. Soixante millions dépendent entièrement de la forêt et 12 millions y vivent en permanence. Aussi l'implication des populations locales dans la gestion des forêts tropicales est-elle essentielle pour garantir leur pérennité et promouvoir leur gestion durable. Cette reconnaissance de la place des hommes dans la protection et la préservation du milieu ainsi que celle d'une pluralité des intérêts impliqués dans la gestion des forêts tropicales constituent un des enjeux majeurs de la valorisation économique des forêts tropicales. Une des solutions pour ralentir la destruction de ces forêts réside dans une meilleure valorisation de ses ressources. Cette valorisation doit diminuer la pression exercée sur ces écosystèmes pour leur conversion de manière extensive en

terres agricoles plus rentables à court terme. Des études agro-économiques de plus en plus nombreuses démontrent aujourd'hui la plus grande valeur économique à long terme d'une forêt exploitée durablement face à toute autre alternative de mise en valeur de ce milieu (ex. Peters *et al.* 1989 , Anderson 1992). Cette conclusion pourrait être renforcée si une valeur économique était donnée aux services écologiques et environnementaux rendus par la forêt tropicale (Fearnside 1999 , Kremen *et al.* 2000).

Vers une valorisation raisonnée et raisonnable

Longtemps la conservation de la biodiversité et la gestion active des forêts tropicales sont apparues comme incompatibles (Lugo 1999 , Pearce *et al.* 2003). Il est certain que les perturbations du milieu physique et les conséquences biologiques qu'entraînent l'abattage et l'extraction des arbres modifient durablement la structure et la composition de la forêt. Toutefois, la forêt tropicale possède une grande résilience pourvu que le sol ne soit pas irréparablement dégradé et que des sources de graines soient toujours présentes et en activité (Chazdon 1998). La forêt est alors capable de se régénérer et de recouvrer graduellement son intégrité. Les forêts exploitées peuvent récupérer une grande partie de leur diversité floristique (ex. Cannon *et al.* 1998) et être petit à petit recolonisées par leur faune d'origine si elles sont soustraites à une trop forte pression de chasse (Johns 1992 , Johns *et al.* 2004). Les conclusions des travaux menés sur l'impact de l'exploitation sur l'écologie de la forêt tropicale humide permettent de réévaluer le potentiel de conservation d'une forêt exploitée et d'envisager des systèmes de gestion durable *i.e.* qui maintiennent l'aptitude de la forêt à assurer de manière pérenne l'ensemble de ses fonctions écologiques, économiques et sociales.

La valorisation économique de la forêt ne remet pas en question la nécessité de créer et de maintenir sous protection de larges réserves de forêt intacte. D'une part, parce qu'il est crucial de conserver des populations sources génétiquement diverses et démographiquement stables à proximité des zones d'exploitation ainsi que les populations animales (pollinisateurs, disperseurs) qui interagissent avec elles. D'autre part, parce que la résilience de la forêt tropicale n'empêche pas la disparition de certaines espèces et des modifications de la composition spécifique à

long terme. Un intérêt doit donc être porté aux espèces les plus rares et les plus spécialisées qui sont a priori les plus vulnérables (Bawa et Seidler 1998).

L'aménagement forestier et la sylviculture

Aujourd'hui la production de bois en zone tropicale concerne essentiellement quelques espèces de valeur (exploitation sélective) dont on exploite les populations naturelles de façon extensive. Après exploitation, peu d'interventions sylvicoles sont pratiquées et la reconstitution du stock d'arbres exploitables repose sur la régénération naturelle des populations. Les objectifs de l'aménagement et de la sylviculture sont de permettre l'exploitation polycyclique de ces forêts en assurant de manière optimale la reconstitution de la ressource exploitable entre deux cycles d'exploitation. A l'échelle régionale, l'aménagement définit les zones à exploiter et les zones à mettre en réserve afin d'éviter la transformation des paysages à grande échelle et permettre la conservation de zones de forêt intacte. A l'échelle de la parcelle de production, le pré-inventaire des ressources exploitables doit permettre la définition de l'intensité et de la périodicité (durée de rotation entre deux exploitations) des prélèvements à effectuer et la planification des opérations sylvicoles. L'aménagement préalable à l'exploitation associé à la sylviculture améliore la rentabilité et la durabilité d'une forêt de production à moyen et à long terme (Barreto *et al.* 1998). Néanmoins, très peu de forêts bénéficient aujourd'hui d'un réel plan d'aménagement. Les développements récents de la sylviculture proposent l'amélioration des systèmes d'exploitation autour de 2 points principaux: (1) la réduction des dommages causés au sol et au peuplement résiduel lors de l'exploitation et (2) la stimulation de la régénération après exploitation (Pulkki *et al.* 2001). Les techniques d'exploitation à faible impact (Reduced Impact Logging) préconisent notamment une meilleure planification de l'abattage et du débardage afin de conserver une plus grande intégrité à la forêt après exploitation et de limiter les dégâts aux arbres d'avenir et à la régénération en place (Johns *et al.* 1996 , Pinard et Putz 1996 , Sist 2000). D'un coût supérieur à court terme l'exploitation à faible impact s'avère plus rentable à long terme (Holmes *et al.* 1999). Après exploitation, la régénération des espèces forestières peut être stimulée par des interventions sur le peuplement (libération, éclaircies) qui se révèlent souvent coûteuses ou favorisée

par la conservation de sources de graines et la limitation de la taille des trouées créées par l'abattage.

Un autre objectif majeur de la gestion durable des forêts tropicales est la diversification des ressources prélevées. Alors que seules quelques espèces sont aujourd'hui récoltées pour des rendements faibles à l'hectare, la valorisation d'un plus grand nombre de produits ligneux et non ligneux pourrait permettre de diminuer pour un même service rendu les besoins en surfaces aménagées pour la production de bois. La mise en œuvre de tels systèmes d'exploitation plus intensifs permettrait de limiter la fragmentation des massifs forestiers. Enfin, la diversification des objectifs de production permettrait de maintenir une plus grande diversité des forêt aménagées en évitant de ne favoriser que la régénération de quelques espèces d'intérêt.

Pour évaluer les différents scénarios sylvicoles envisagés et établir la durée nécessaire à la reconstitution d'un stock exploitable, il faut pouvoir prédire à long terme l'évolution des populations d'arbres exploitées et leur réaction à l'exploitation. Pour ce faire, de nombreux modèles de dynamique des populations ont été développés dans le domaine de la recherche forestière. Ces modèles simulent la croissance, la mortalité et le recrutement des arbres en fonction de variables environnementales plus ou moins explicites et permettent de projeter sur le long terme la réaction en terme de démographie et de croissance des populations exploitées (Vanclay 1994 , Franc *et al.* 2000). En ce sens, ils s'avèrent aujourd'hui des outils de gestion indispensables pour raisonner l'aménagement et la sylviculture des forêts de production. Des améliorations y sont apportées au fur et à mesure que progressent les connaissances et les cadres conceptuels dans le domaine de l'écologie de la régénération des espèces.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anderson A.B. (ed) 1992 - Alternatives to Deforestation : Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest., 2nd edition. Columbia University Press.

Barreto P., Amaral P., Vidal E. & Uhl C. 1998 - Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. Forest Ecology and Management **108**(1-2): 9-26.

Bawa K.S. & Seidler R. 1998 - Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. Conservation Biology **12**(1): 46-55.

Butler R.A. 2001 - A Place Out of Time: Tropical Rainforests and the Perils They Face. Manuscript published online (<http://www.mongabay.com>), San Francisco, USA.

Cannon C.H., Peart D.R. & Leighton M. 1998 - Tree species diversity in commercially logged Bornean rainforest. Science **281**: 1366-1368.

Caufield C. 1984 - In the Rain Forest. University of Chicago Press, Chicago, USA.

Chazdon R.L. 1998 - Tropical forests : log 'em or leave 'em? Science **281**(5381): 1295-1296.

FAO (ed) 2001 - Evaluation des ressources forestières mondiales 2000. FAO, Rome.

Fearnside P.M. 1999 - Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. Environmental Conservation **26**(4): 305-321.

Franc A., Gourlet-Fleury S. & Picard N. (eds) 2000 - Une introduction à la modélisation des forêts hétérogènes. ENGREF.

Holmes T.P., Blate G.M., Zweede J.C., Pereira R. Jr, Barreto P., Boltz F. & Bauch R. 1999 - Financial costs and benefits of reduced impact logging relative to conventional logging in the eastern amazon. Study report. Tropical Forest Foundation, Fundação Floresta Tropical and U.S.D.A. Forest Service. 48 pp.

Johns A.D. 1992 - Species conservation in managed tropical forests. Pages 50-54 **in** Whitmore T.C. and Sayer J.A. (eds). Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman and Hall, London.

Johns A.G., Eltringham S.K., Harwood J., Pimentel D., Sinclair A.R.E. & Sissenwine M.P. (eds) 2004 - Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rain Forests, New edition. Cambridge University Press.

Johns J.S., Barreto P. & Uhl C. 1996 - Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. Forest Ecology and Management **89**(1-3): 59-77.

Kremen C., Niles J.O., Dalton M.G., Daily G.C., Ehrlich P.R., Fay J.P., Grewal D. & Guillery R.P. 2000 - Economic incentives for rain forest conservation across scales. Science **288**(5472): 1828-1832.

Laurance W.F., Cochrane M.A., Bergen S., Fearnside P.M., Delamônica P., Barber C., D'Angelo S. & Fernandes T. 2001 - The future of the brazilian Amazon. Science **91**(5503): 438-439.

Lugo A.E. 1999 - Will concern for biodiversity spell doom to tropical forest management? Science of the Total Environment **240**(1-3): 123-131.

Pearce D., Putz F.E. & Vanclay J.K. 2003 - Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly? Forest Ecology and Management **172**(2-3): 229-247.

Peters C.M., Gentry A.H. & Mendelsohn R.O. 1989 - Valuation of an amazonian rainforest. Nature **339**: 655-656.

Pinard M.A. & Putz F.E. 1996 - Retaining forest biomass by reducing logging damage. Biotropica **28**(3): 278-295.

Pulkki R., Bull G.Q. & Schwab O. 2001 - Literature review on logging impacts in moist tropical forests. Forest Products Division working paper n° 8. FAO. 184 pp.

Sist P. 2000 - Reduced-impact logging in the tropics: objectives, principles and impacts. International Forestry Review **2**(1): 3-10.

Vanclay J.K. (ed) 1994 - Modelling Forest Growth and Yield. Applications to Mixed Tropical Forests. CAB International, Wallingford, UK.

INTRODUCTION

LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DES POPULATIONS D'ARBRES EN FORÊT TROPICALE HUMIDE



Image de la régénération naturelle d'une espèce d'arbre dans une forêt de Guyane récemment exploitée : jeune plantule d'Angélique (*Dicorynia guianensis* Amshoff) ayant germé en pleine lumière au bord d'une piste de débardage après l'abattage de plusieurs arbres adultes de l'espèce dans le secteur. Forêt aménagée de Montagne Tortue, Guyane 1999.

Les forêts tropicales humides sont des écosystèmes complexes composés des populations de nombreuses espèces d'arbres qui interagissent entre elles, avec les populations animales et le milieu physique. Toutes les solutions envisagées aujourd'hui pour la conservation des forêts tropicales humides, *i.e.* la mise en place de réserves biologiques, l'exploitation forestière durable, la restauration des forêts dégradées ou la création de plantations forestières, nécessitent un approfondissement des connaissances sur l'écologie et la dynamique de la régénération des espèces d'arbres dans ces écosystèmes (Janzen et Vasquez-Yañes 1991, ter Steege *et al.* 1995, Guariguata et Pinard 1998, Sheil et van Heist 2000).

Principaux aspects théoriques

La régénération d'une population d'arbres peut se définir comme l'ensemble des processus démographiques qui assurent le renouvellement des individus, de la graine disséminée lors de la fructification d'un arbre au recrutement d'un nouvel adulte capable de se reproduire (Figure INTRO.2). La dynamique d'une population intègre dans le temps la résultante des processus de régénération et peut être décrite par l'évolution de : (1) la distribution de ses effectifs dans des classes populationnelles (généralement des classes d'âge ou de taille) et (2) leur répartition dans l'espace.

A chaque étape démographique, ce sont les conditions locales qui déterminent la fécondité, la survie et la croissance de chaque individu. La taille et l'histoire de vie d'un individu déterminent également sa capacité à répondre activement aux conditions de son environnement local. A l'échelle de la population, l'ensemble des réactions individuelles détermine les taux moyens de survie, de recrutement (transition vers une classe démographique supérieure) ainsi que la fécondité moyenne. La variabilité spatiale et temporelle des conditions locales conduit à des variations de survie, de croissance et de fécondité entre individus qui déterminent l'évolution de la répartition spatiale de la population à partir de la répartition spatiale des graines dispersées. La probabilité d'un individu d'être recruté dans la population adulte dépend de la rencontre tout au long de son développement des conditions favorables à sa survie et à sa croissance.

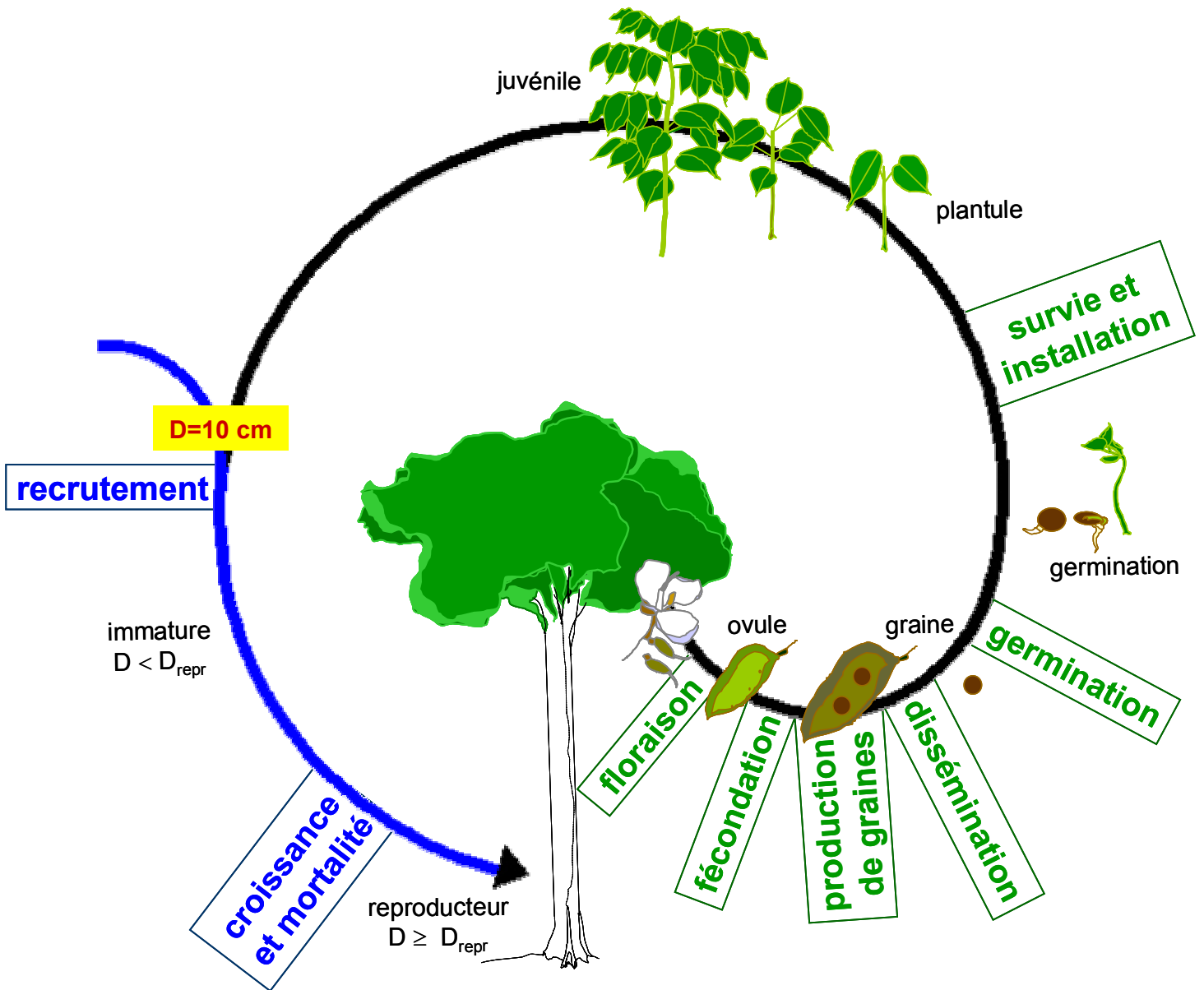


Figure INTRO.2. Cycle schématique de la vie d'un arbre de la graine à l'arbre capable de produire des graines. Encadrés en vert, les principaux processus démographiques auxquels s'intéresse la recherche théorique sur l'écologie de la graine et de la plantule. Encadrés en bleu, les principaux processus auxquels s'intéresse la recherche forestière appliquée à la sylviculture.

De manière schématique (Figure INTRO.3), au cours de son développement ontogénique, la vulnérabilité de l'individu vis à vis des facteurs de mortalité diminue et sa dépendance vis à vis des ressources abiotiques du milieu (notamment la lumière) augmente avec l'acquisition de son autotrophie et l'augmentation de sa biomasse (ex. Turner 1990 , Li *et al.* 1996 , Sizer and Tanner 1999). Les premiers stades de la vie d'un arbre, de la graine à la plantule, sont des stades démographiques enregistrant généralement une très forte mortalité (Lieberman 1996). L'incapacité de la graine et de la plantule à compenser activement la perte d'une partie de sa biomasse rend notamment ces stades de développement très sensibles aux attaques des agents biotiques de mortalité (pathogènes, prédateurs, parasites) (Kitajima et Fenner 2000). A partir d'un stade d'« installation », qui pourrait qualifier celui de l'individu qui a évacué la plus grande partie des risques d'une mortalité immédiate, la survie dépend de plus en plus de la croissance dans des microsites favorables. La lumière étant le facteur le plus limitant en forêt tropicale dense, la grande majorité des espèces d'arbres dépend alors des ouvertures de la canopée pour libérer leur croissance et passer aux stades suivants (Brokaw et Scheiner 1989). Avant d'atteindre la canopée, les trajectoires de développement et de croissance des individus sont rarement linéaires. L'installation d'un individu peut être retardée par la dormance de la graine. Les délais de germination peuvent ainsi dépasser 1 ou 2 ans chez certaines espèces d'arbre (Vazquez-Yañes et Orozco-Segovia 1993 , Baraloto 2001). Ensuite, la croissance d'un arbre en forêt connaît généralement une alternance de plusieurs phases de libération et de stagnation en fonction des conditions de lumière rencontrées et de l'occurrence de dommages physiques (Clark et Clark 2001, Delissio *et al.* 2002). Les jeunes plants de certaines espèces peuvent ainsi stagner pendant plusieurs dizaines d'années avant de reprendre leur croissance jusqu'à l'âge adulte (ex. Connell et Green 2000).

En dehors des conditions du milieu, la dynamique d'une population d'arbres est également influencée par les interactions s'exerçant entre les générations d'individus qui la composent. La dissémination des graines en est un élément essentiel dans la mesure où elle constitue le lien entre les répartitions spatiales des générations successives. Les reproducteurs interagissent entre eux via la fécondation croisée. Le nombre et la répartition spatiale des reproducteurs en activité influence le succès, la qualité génétique et la répartition spatiale de la production de

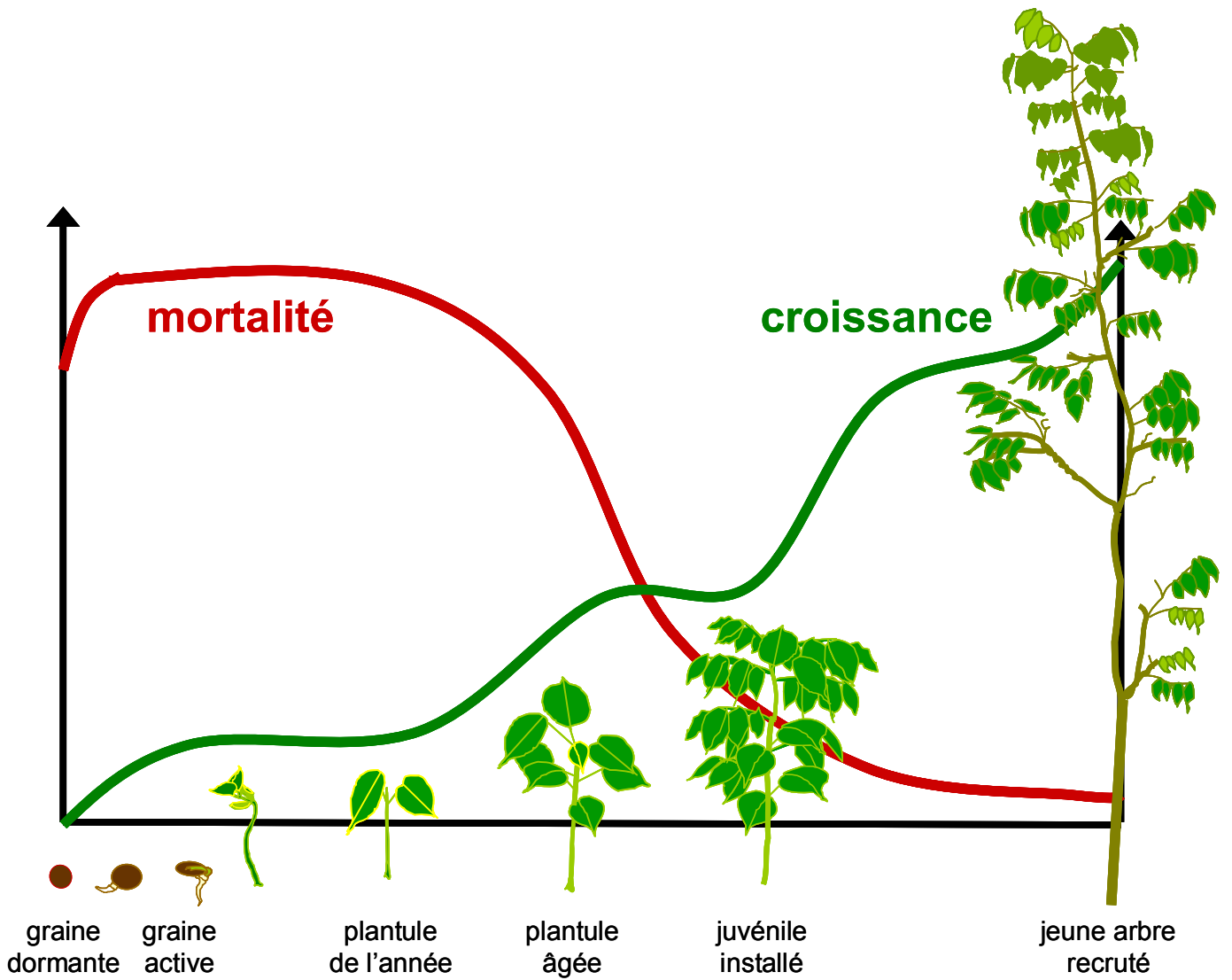


Figure INTRO.3. Evolution probable de la mortalité et de la croissance au cours du développement ontogénique pour un arbre.

graines (Bawa et Krugman 1991). Après la dissémination des graines, l'arbre reproducteur continue à interagir indirectement avec sa descendance par le biais des processus de mortalité distance- ou densité-dépendants. Il a, en effet, été démontré que la densité de prédateurs des graines et des plantules (ainsi que des pathogènes fongiques) est proportionnelle à celle de la ressource (Hammond et Brown 1998), laquelle est concentrée, après dissémination, sous les pieds-mère ou dans les secteurs à forte probabilité de dispersion (Gilbert *et al.* 2001). Ainsi, la distribution spatiale des pieds-mère et celle des zones de dispersion des graines influence la probabilité d'installation de la régénération. Janzen (1970) et Connell (1971) font l'hypothèse que l'existence d'une mortalité spécifique distance ou densité-dépendante entraîne une plus grande survie de la régénération à distance de l'arbre reproducteur dont elle est issue. Si ce phénomène a bien été démontré pour de nombreuses espèces (Hammond et Brown 1998), il a été, par contre, invalidé pour d'autres (Hyatt *et al.* 2003). Enfin, les individus installés et les arbres adultes proches peuvent subir la compétition directe de leurs conspécifiques pour l'utilisation des ressources du milieu.

Problématique

La mortalité très élevée et le constat de trajectoires de développement et de croissance non linéaires, voire erratiques, dans les jeunes stades de régénération a conduit à deux visions du rôle du recrutement dans la dynamique forestière. La première considère que le recrutement est limité par l'approvisionnement local en graines, via la fécondité et la dispersion, et la survie des plantules. La seconde se focalise sur la distribution et la qualité des microsites favorables à la croissance des stades installés et accorde un rôle limité à la production de graines et à l'installation des plantules. Ces deux visions ont souvent conduit à séparer l'étude de la dynamique des populations d'arbres en différents types d'études : (1) les études empiriques et expérimentales des conditions de la survie et de l'installation des jeunes stades (*survival and establishment studies*) ; (2) les études des déterminants de la croissance et de la dynamique des individus installés (*growth and dynamics studies*). Ces types d'études diffèrent par les échelles de temps et d'espace impliquées ainsi que par leurs méthodologies (Clark *et al.* 1999).

Les études empiriques et expérimentales sur l'écologie de la graine et de la plantule ont cherché à relier les processus affectant la production et la dispersion des graines (ex. Schupp 1990 , Augspurger et Kitajima 1992 , Curran *et al.* 1999 , Connell et Green 2000) et ceux affectant la survie et l'installation des plantules (ex. Becker et Wong 1985 , Howe *et al.* 1985 , Clark et Clark 1987 , De Steven 1988 , Howe 1990 , De Steven 1994) avec la dynamique de la population adulte. Ces études mettent l'accent sur les facteurs structurant spatialement et temporellement la survie des individus et discutent l'existence de forces sélectives déterminant la stratégie de régénération des espèces (Swaine 1996). Néanmoins, les conséquences à long terme de la dynamique des jeunes stades sur la dynamique de la population adulte restent difficiles à évaluer.

D'un autre côté, la recherche forestière appliquée à la sylviculture a organisé le suivi dans le temps du peuplement installé qui représente le potentiel de production généralement décrit au-dessus d'un seuil de pré-comptage de 10 cm de diamètre. La mise en place, ces 20 dernières années, de dispositifs en placettes permanentes de suivi de la dynamique forestière a ainsi permis de caractériser la structure spatiale et démographique des espèces ainsi que leurs préférences environnementales à partir de l'association entre les conditions locales (généralement limitées à la structure locale du peuplement et, au mieux, la pédologie) et leur réponse en termes de croissance et de mortalité (ex. Welden *et al.* 1991 , Collinet 1997 , Favrichon 1998 , Gurllet-Fleury et Houllier 2000).

Les placettes permanentes installées par les forestiers ont permis la calibration de modèles de dynamique forestière utilisés, pour certains d'entre eux, comme aide à la décision dans les aménagements forestiers. Les modèles matriciels, en particulier, permettent de prédire de manière fiable l'évolution du stock des arbres exploitables et d'évaluer le temps nécessaire à sa reconstitution partielle ou totale suite à une exploitation. Cependant, au-delà de la première rotation, l'évolution de la population exploitée dépend de plus en plus lourdement du comportement reproductif et du succès d'installation dans les jeunes stades. Or, les modèles actuellement utilisés pêchent par leur incapacité, faute de connaissances chiffrées en quantité suffisante, à tenir compte de ces processus. Ils ne décrivent que le taux de recrutement au-dessus du seuil de pré-comptage et ne tiennent que très indirectement compte de sa dépendance vis à vis du nombre d'arbres semenciers

éliminés par l'exploitation et de la réponse démographique des jeunes stades aux modifications post-exploitation des conditions du milieu. Un véritable enjeu, pour les modélisateurs forestiers, consiste aujourd'hui à réaliser le couplage entre la dynamique des jeunes stades (graines, plantules, juvéniles...) et la dynamique de la population adulte (≥ 10 cm de diamètre).

D'un point de vue théorique, la modélisation de l'ensemble du cycle de vie d'une espèce permet de tester les hypothèses écologiques quant à l'influence de la disponibilité en graines et des conditions du milieu sur la démographie et la répartition spatiale des populations.

Objectifs de la thèse

En prenant comme objet d'étude une espèce d'arbre exploitée pour son bois en forêt guyanaise l'objectif principal du travail de recherche présenté ci-après est de déterminer dans quelle mesure la dynamique des jeunes stades de régénération influence durablement la dynamique de la population adulte qui représente le potentiel de production. L'accent sera porté sur la production et la dissémination des graines ainsi que sur l'installation des plantules qui constituent trois étapes clé du cycle de vie de l'arbre. L'analyse de l'influence de l'espace et des interactions entre générations successives (notamment via une mortalité distance- ou densité-dépendante) tentera de relier les caractéristiques biologiques de l'espèce étudiée à sa dynamique de régénération. La modélisation du recrutement à partir de la graine permettra de simuler à long terme l'évolution de la population étudiée. Le site d'étude choisi est la forêt de Paracou dans le Nord de la Guyane.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Augspurger C.K. & Kitajima K. 1992 - Experimental studies of seedling recruitment from contrasting seed distributions. *Ecology* **73**(4): 1270-1284.

Baraloto C.J. 2001 - Tradeoffs between neotropical tree seedling traits and performance in contrasting environments. PhD thesis. University of Michigan, Ann Arbor, USA. 302 pp.

Bawa K.S. & Krugman S.L. 1991 - Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. Pages 119-136 **in** Gomez-Pompa A., Whitmore T.C. & Hadley M. (eds). Rain Forest Regeneration and Management. UNESCO, Parthenon publishing, Paris.

Becker P. & Wong M. 1985 - Seed dispersal, seed predation, and juvenile mortality of *Aglaia* sp. (Meliaceae) in lowland dipterocarp rain forest. Biotropica **17**: 230-237.

Brokaw N.V.L. & Scheiner S.M. 1989 - Species composition in gaps and structure of a tropical forest. Ecology **70**(3): 538-541.

Clark D.A. & Clark D.B. 2001 - Getting to the canopy: Tree height growth in a neotropical rain forest. Ecology **82**(5): 1460-1472.

Clark D.B. & Clark D.A. 1987 - Population ecology and microhabitat distribution of *Dipteryx panamensis*, a neotropical rain forest emergent tree. Biotropica **19**(3): 236-244.

Clark J.S., Beckage B., Camill P., Cleveland B., Hille Ris Lambers J., Lighter J., McLachlan J., Mohan J. & Wyckoff P. 1999 - Interpreting recruitment limitation in forests. American Journal of Botany **86**(1): 1-16.

Collinet F. 1997 - Essai de regroupement des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide d'après l'analyse de leur répartition spatiale. thèse de doctorat. Université Lyon I, Lyon, France. 203 pp.

Connell J.H. 1971 - On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. Pages 298-312 in den Boer P.J. & Gradwell G.R. (eds). Dynamics of Populations. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands.

Connell J.H. & Green P.T. 2000 - Seedling dynamics over thirty-two years in a tropical rain forest tree. Ecology **81**(2): 568-584.

Curran L.M., Caniago I., Paoli G.D., Astianti D., Kusneti M., Leighton M., Nirarita C.E. & Haeruman H. 1999 - Impact of El Nino and logging on canopy tree recruitment in Borneo. Science **286**(5447): 2184-2188.

De Steven D. 1988 - Light gaps and long-term seedling performance of a neotropical canopy tree (*Dipteryx panamensis*, Leguminosae). Journal of Tropical Ecology **4**: 407-411.

De Steven D. 1994 - Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panama. Journal of Tropical Ecology **10**(3): 369-383.

Delissio L.J., Primack R.B., Hall P. & Lee H.S. 2002 - A decade of canopy-tree seedling survival and growth in two Bornean rain forests: persistence and recovery from suppression. Journal of Tropical Ecology **18**(5): 645-658.

Favrichon V. 1998 - Modelling the dynamics and species composition of a tropical mixed-species uneven-aged natural forest: effects of alternative cutting regimes. Forest Science **44**(1): 113-124.

Gilbert G.S., Harms K.E., Hamill D.N. & Hubbell S.P. 2001 - Effects of seedling size, El Nino drought, seedling density, and distance to nearest conspecific adult on 6-year survival of *Ocotea whitei* seedlings in Panama. Oecologia **127**(4): 509-516.

Gourlet-Fleury S. & Houllier F. 2000 - Modelling diameter increment in a lowland evergreen rain forest in French Guiana. Forest Ecology and Management **131**(1-3): 269-289.

Guariguata M.R. & Pinard M.A. 1998 - Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: Implications for natural forest management. Forest Ecology and Management **112**(1-2): 87-99.

Hammond D.S. & Brown V.K. 1998 - Disturbance, phenology and life-history characteristics : factors influencing distance/density-dependent attack on tropical seeds and seedlings. Pages 51-78. in

Newbery D.M., Prins H.T.T. & Brown N.D. (eds). Dynamics of Tropical Communities. Blackwell Science, Cambridge, UK.

Howe H.F. 1990 - Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. Journal of Tropical Ecology **6**: 259-280.

Howe H.F., Schupp E.W. and Westley L.C. 1985 - Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). Ecology **66**: 781-791.

Hyatt L.A., Rosenberger M.S., Howard T.J., Bole G., Fang W., Anastasia J., Brown K., Grella R., Hinman K., Kurdziel J.P. & Gurevitch J. 2003 - The distance-dependent prediction of the Janzen-Connell hypothesis : a meta-analysis. Oikos **103**: 590-602.

Janzen D.H. 1970 - Herbivores and the number of species in tropical forests. American Naturalist **104**: 501-528.

Janzen D.H. & Vasquez-Yañes C. 1991 - Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. Pages 137-157 in Gomez-Pompa A., Whitmore T.C. & Hadley M. (eds). Rain Forest Regeneration and Management. UNESCO/ Parthenon publishing, Paris.

Kitajima K. and Fenner M. 2000 - Ecology of seedling regeneration. Pages 331-359 in Fenner M. (ed). Seeds : The Ecology of Regeneration in Plant Communities. CAB Publishing, Wallingford, UK.

Li M., Lieberman M. and Lieberman D. 1996 - Seedling demography in undisturbed tropical wet forest in Costa Rica. Pages 285-314 in Swaine M.D. (ed). The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings. UNESCO/ Parthenon Publishing, Paris.

Lieberman D. 1996 - Demography of tropical tree seedlings: a review. Pages 131-138 in Swaine M.D. (ed). Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings. UNESCO/ Parthenon Publishing, Paris.

Schupp E.W. 1990 - Annual variation in seedfall, post-dispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. Ecology **71**: 504-515.

Sheil D. & van Heist M. 2000 - Ecology for tropical forest management. International Forestry Review **2**(4): 261-270, 317, 319.

Sizer N. and Tanner E.V.J. 1999 - Responses of woody plant seedlings to edge formation in a lowland tropical rainforest, Amazonia. Biological Conservation **91**(2-3): 135-142.

Swaine M.D. (ed) 1996 - The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings. UNESCO/ Parthenon Publishing, Paris.

ter Steege H., Boot R.G.A., Brouwer L., Hammond D.S., van der Hout P., Jetten V.G., Khan Z., Polak A.M., Raaimakers D. & Zagt R.J. 1995 - Basic and applied research for sound rain forest management in Guyana. Ecological Applications **5**(4): 904-910.

Turner I. M. 1990 - Tree seedling growth and survival in a Malaysian rain forest. Biotropica **22**(2): 146-154.

Vasquez-Yañes C. & Orozco-Segovia A. 1993 - Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. Annual Review of Ecology and Systematics **24**: 69-87.

Welden C.W., Hewett S.W., Hubbell S.P. & Foster R.B. 1991 - Sapling survival, growth, and recruitment: relationship to canopy height in a neotropical forest. Ecology **72**: 35-50.

CHAPITRE 1

CADRE PHYSIQUE, BIOLOGIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE