

## Management of Planted Forests

### Basic knowledge

#### Modules associés

- [Aires protégées](#)
- [Approches et outils participatifs](#)
- [Exploitation du bois](#)
- [Gestion de la faune sauvage](#)
- [Gestion des incendies de végétation](#)
- [Le changement climatique: adaptation et atténuation](#)
- [Les forêts et l'eau](#)
- [Matériel forestier de reproduction](#)
- [Planification de la gestion des forêts](#)
- [Planification de l'utilisation des terres](#)
- [Ravageurs forestiers](#)
- [Sylviculture dans les forêts naturelles](#)



Le module sur les forêts plantées donne des informations sur les bonnes pratiques à adopter pour l'établissement et la gestion des forêts plantées. Il traite principalement de la sylviculture des forêts plantées et commence là où s'arrête le module sur le [Matériel forestier de reproduction](#). Il est complété par les modules sur l'[Exploitation du bois](#), le [Bois-énergie](#), les [Ravageurs forestiers](#), l'[Agroforesterie](#), et les [Entreprises forestières](#). Il inclut des orientations allant de la sélection du site et du matériel végétal à la plantation et l'entretien sylvicole.



**Le module sur les forêts plantées donne des informations sur les bonnes pratiques à adopter pour l'établissement et la gestion des forêts plantées. Il traite principalement de la sylviculture des forêts plantées et commence là où s'arrête le module sur le [Matériel forestier de reproduction](#). Il est complété par les modules sur l'[Exploitation du bois](#), le [Bois-énergie](#), les [Ravageurs forestiers](#), l'[Agroforesterie](#), et les [Entreprises forestières](#). Il inclut des orientations allant de la sélection du site et du matériel végétal à la plantation et l'entretien sylvicole.**

En reconnaissant que les forêts plantées sont établies avec des objectifs de gestion différents et qu'elles produisent une grande variété de produits et de services, ce module donne des informations plus détaillées sur les prérequis d'un établissement et d'une gestion fructueuse des forêts plantées pour la production de bois et la protection de l'environnement. Il propose également des liens vers d'autres modules spécialisés de cette boîte à outils, des outils utiles pour les gestionnaires des forêts, un ensemble d'études de cas de différentes régions dans le monde, et quelques documents de référence importants.

Les forêts plantées sont des forêts principalement établies par plantation et/ou par semis délibéré; les plantations sont un type de forêt plantée qui se caractérise par un mélange d'une, deux ou trois espèces d'arbres, régulièrement espacées, soumises à une gestion intensive (FAO, 2018). En 2020, la superficie totale mondiale des forêts plantées du monde est estimée à 294 millions d'hectares (ha), soit 7 pour cent de la superficie mondiale de la forêt. De cette superficie, 131 millions d'hectares sont des forêts de plantation, soit 45 pour cent de la superficie totale des forêts plantées (FAO, 2020).

Les forêts plantées sont gérées à des échelles grandes et petites pour une variété d'objectifs, y compris la restauration des aménités, la protection de l'environnement, la biodiversité, la séquestration du carbone, et la génération de produits ligneux et non-ligneux (Bauhus, van der Meer et Kanninen, 2010; Evans, 2009; Lamb, 2011; Stanturf, Palik et Dumroese, 2014). Les forêts plantées [gérées de manière durable](#) sont susceptibles d'offrir des avantages sociaux et environnementaux importants (FAO, 2010). Pour tirer profit de ces avantages il est important que les plantations soient [gérées de manière responsable](#) en adoptant des bonnes pratiques (FAO, 2006).

### ***Plantations pour la production de bois***

Les plantations sont de plus en plus considérées comme représentant l'extrémité d'un gradient de la gestion intensive des forêts. Elles s'inscrivent dans la tendance d'intensification durable de la sylviculture en vue de répondre aux besoins en produits ligneux et à base de fibres (Silva, Freer-Smith et Madsen, 2019). Dans la plupart des cas, les plantations sont établies avec l'objectif de produire du bois d'œuvre, et elles sont en mesure de produire un vaste éventail de produits dérivés du bois dont des billes de sciage, des billes à pâte, et du carburant de biomasse. En 2014, 45 pour cent du bois rond industriel était produit à partir des forêts plantées (Jürgensen, Kollert, Lebedys, 2014). Dans de nombreux cas, les grands domaines forestiers de plantation sont aménagés et gérés par des forestiers professionnels avec un niveau élevé d'enseignement forestier. Ils sont souvent complétés par des plantations établies par des propriétaires fonciers plus petits qui fournissent également du bois d'œuvre aux mêmes installations de transformation. Cependant, dans certains pays (dont l'Inde, le Vietnam et l'Indonésie), les petites (<100 ha) et très petites (<10 ha) plantations sont une composante importante de la superficie totale de

plantation (Midgley, Stevens et Arnold, 2017). Les propriétaires des petites plantations reçoivent ou achètent du matériel végétal amélioré auprès des agents de vulgarisation du gouvernement, des grandes sociétés ou des coopératives. Parfois, lorsque leurs cultures sont à maturité, ils les vendent à des sociétés ou des coopératives assez grandes pour avoir des scieries ou d'autres installations de transformation. Ce modèle peut être particulièrement utile pour les petits propriétaires forestiers qui ont une capacité financière limitée et une formation forestière formelle.

L'amélioration des moyens d'existence ruraux est un autre objectif commun des plantations forestières. Les plantations forestières peuvent générer des emplois pour les communautés vivant autour des grands domaines forestiers, et peuvent fournir des solutions importantes pour répondre à l'inégalité de genre en offrant aux familles différents types d'emplois. Les plantations offrent aussi aux entrepreneurs et aux familles la possibilité d'établir et de gérer des plantations sur leurs propres exploitations, ou de fournir des biens et des services, comme la vente de semis, aux propriétaires des plantations. D'un autre côté, la sylviculture peut être dangereuse et passe par l'application de bonnes pratiques permettant d'assurer la sécurité et la santé de tous les travailleurs forestiers (ILO, 1998).

### ***Les forêts plantées pour la protection et la production de services écosystémiques***

Alors que de nombreuses forêts plantées sont établies dans le seul but de produire du bois d'œuvre, les forêts plantées bien conçues et gérées peuvent aussi fournir une gamme de services écosystémiques (Bauhus, van der Meer et Kanninen, 2010). Lorsqu'elles sont gérées de manière appropriée, les forêts plantées peuvent améliorer la qualité de l'eau générée par une retenue ou un bassin versant, protéger les sols, et servir de tampon en cas d'inondations et d'autres phénomènes météorologiques extrêmes. Les forêts plantées peuvent aussi compléter les valeurs de la biodiversité des forêts naturelles en faisant office, par exemple, de corridor écologique, et d'habitat ou de source alimentaire complémentaires.

Il existe de nombreux cas où les arbres plantés sont inclus dans les systèmes agricoles à d'autres fins, notamment l'enrichissement des sols, la stabilisation des sols et la fourniture d'ombre. Même lorsque le bois est la culture principale, il existe des cas où les cultures agricoles font partie de l'étape initiale de développement d'une plantation, jusqu'à ce que le couvert végétal soit fermé (par ex. systèmes taungya), ou en tant que culture de terrain (par ex. les cultures de curcuma, indigo, poivre, café) après la fermeture du couvert. Dans les [réalités agroforestières](#) Delete « réalités » and replace by « conditions », les arbres sont généralement plus espacés que dans les peuplements purs.

Outre la production de produits ligneux et non-ligneux, les forêts plantées ont aussi la capacité d'absorber et de fixer de grandes quantités de carbone atmosphérique dans leur bois. Grâce aux bonnes pratiques de gestion, le reboisement et la restauration des forêts dans d'anciennes zones boisées peuvent s'avérer efficaces pour l'atténuation des effets du changement climatique (voir le [Rapport spécial 2020 du GIEC](#) sur les changements climatiques et les terres émergées, page 26). L'efficacité à long-terme des forêts plantées en tant que puits de carbone, toutefois, dépend fortement de la durée de la rotation, de la destination du bois produit, et de l'utilisation des terres avant leur conversion en forêt plantée. Le bois d'œuvre utilisé dans la construction peut piéger le carbone pendant des dizaines d'années, voire des siècles, et remplacer les matériaux à fortes émissions de carbone comme l'acier et le béton; par contre, le bois utilisé pour l'énergie de la biomasse ou les produits en cellulose peut piéger le carbone pendant des mois ou quelques années uniquement (Oliver *et al.*, 2014). Lorsque les plantations sont établies en remplaçant les forêts ou d'autres types de végétation naturelle existant depuis longtemps, les rejets à court terme de carbone pendant l'établissement des plantations doivent être contrebalancés par un piégeage à long terme dans le bois; dans certains cas le bilan du carbone reste défavorable pendant des décennies.

### ***Conditions propices à l'établissement des forêts plantées***

En tant qu'investissement à long terme (des années à des décennies) ayant la capacité de fournir de multiples biens et services aux personnes et à l'environnement, il est important de disposer d'une gouvernance et d'un cadre de gestion solides pour favoriser et soutenir les investissements dans les forêts plantées (FAO, 2010). La sécurité des droits fonciers et de la propriété des arbres pour ceux qui consacrent leur temps et leur argent à l'établissement de plantations sont donc des conditions préalables, de même que la planification financière pour financer l'entretien et la protection de l'investissement. Il existe des méthodes de gestion sylvicole et paysagère bien établies permettant de trouver un juste équilibre entre les différents biens et services des forêts plantées (voir par ex. Carnus *et al.*, 2006; Stanturf, Palik et Dumroese, 2014). Les conditions préalables à la mise en place des forêts plantées sont: des objectifs de gestion clairs et à long terme; une gestion stable pendant le cycle de vie de la plantation.

### **Gestion des forêts plantées contribue aux ODD:**



### Modules associés

- [Aires protégées](#)
- [Approches et outils participatifs](#)
- [Exploitation du bois](#)
- [Gestion de la faune sauvage](#)
- [Gestion des incendies de végétation](#)
- [Le changement climatique: adaptation et atténuation](#)
- [Les forêts et l'eau](#)
- [Matériel forestier de reproduction](#)
- [Planification de la gestion des forêts](#)
- [Planification de l'utilisation des terres](#)
- [Ravageurs forestiers](#)
- [Sylviculture dans les forêts naturelles](#)

En reconnaissant que les forêts plantées sont établies avec des objectifs de gestion différents et qu'elles produisent une grande variété de produits et de services, ce module donne des informations plus détaillées sur les prérequis d'un établissement et d'une gestion fructueuse des forêts plantées pour la production de bois et la protection de l'environnement. Il propose également des liens vers d'autres modules spécialisés de cette boîte à outils, des outils utiles pour les gestionnaires des forêts, un ensemble d'études de cas de différentes régions dans le monde, et quelques documents de référence importants.

Les forêts plantées sont des forêts principalement établies par plantation et/ou par semis délibéré; les plantations sont un type de forêt plantée qui se caractérise par un mélange d'une, deux ou trois espèces d'arbres, régulièrement espacées, soumises à une gestion intensive (FAO, 2018). En 2020, la superficie totale mondiale des forêts plantées du monde est estimée à 294 millions d'hectares (ha), soit 7 pour cent de la superficie mondiale de la forêt. De cette superficie, 131 millions d'hectares sont des forêts de plantation, soit 45 pour cent de la superficie totale des forêts plantées (FAO, 2020).

Les forêts plantées sont gérées à des échelles grandes et petites pour une variété d'objectifs, y compris la restauration des aménités, la protection de l'environnement, la biodiversité, la séquestration du carbone, et la génération de produits ligneux et non-ligneux (Bauhus, van der Meer et Kanninen, 2010; Evans, 2009; Lamb, 2011; Stanturf, Palik et Dumroese, 2014). Les forêts plantées [gérées de manière durable](#) sont susceptibles d'offrir des avantages sociaux et environnementaux importants (FAO, 2010). Pour tirer profit de ces avantages il est important que les plantations soient [gérées de manière responsable](#) en adoptant des bonnes pratiques (FAO, 2006).



### **Plantations pour la production de bois**

Les plantations sont de plus en plus considérées comme représentant l'extrémité d'un gradient de la gestion intensive des forêts. Elles s'inscrivent dans la tendance d'intensification durable de la sylviculture en vue de répondre aux besoins en produits ligneux et à base de fibres (Silva, Freer-Smith et Madsen, 2019). Dans la plupart des cas, les plantations sont établies avec l'objectif de produire du bois d'œuvre, et elles sont en mesure de produire un vaste éventail de produits dérivés du bois dont des billes de sciage, des billes à pâte, et du carburant de biomasse. En 2014, 45 pour cent du bois rond industriel était produit à partir des forêts plantées (Jürgensen, Kollert, Lebedys, 2014). Dans de nombreux cas, les grands domaines forestiers de plantation sont aménagés et gérés par des forestiers professionnels avec un niveau élevé d'enseignement forestier. Ils sont souvent complétés par des plantations établies par des propriétaires fonciers plus petits qui fournissent également du bois d'œuvre aux mêmes installations de transformation. Cependant, dans certains pays (dont l'Inde, le Vietnam et l'Indonésie), les petites (<100 ha) et très petites (<10 ha) plantations sont une composante importante de la superficie totale de plantation (Midgley, Stevens et Arnold, 2017). Les propriétaires des petites plantations reçoivent ou achètent du matériel végétal amélioré auprès des agents de vulgarisation du gouvernement, des grandes sociétés ou des coopératives. Parfois, lorsque leurs cultures sont à maturité, ils les vendent à des sociétés ou des coopératives assez grandes pour avoir des scieries ou d'autres installations de transformation. Ce modèle peut être particulièrement utile pour les petits propriétaires forestiers qui ont une capacité financière limitée et une formation forestière formelle.

L'amélioration des moyens d'existence ruraux est un autre objectif commun des plantations forestières. Les plantations forestières peuvent générer des emplois pour les communautés vivant autour des grands domaines forestiers, et peuvent fournir des solutions importantes pour répondre à l'inégalité de genre en offrant aux familles différents types d'emplois. Les plantations offrent aussi aux entrepreneurs et aux familles la possibilité d'établir et de gérer des plantations sur leurs propres exploitations, ou de fournir des biens et des services, comme la vente de semis, aux propriétaires des plantations. D'un autre côté, la sylviculture peut être dangereuse et passe par l'application de bonnes pratiques permettant d'assurer la sécurité et la santé de tous les travailleurs forestiers (ILO, 1998).

### **Les forêts plantées pour la protection et la production de services écosystémiques**

Alors que de nombreuses forêts plantées sont établies dans le seul but de produire du bois d'œuvre, les forêts plantées bien conçues et gérées peuvent aussi fournir une gamme de services écosystémiques (Bauhus, van der Meer et Kanninen, 2010). Lorsqu'elles sont gérées de manière appropriée, les forêts plantées peuvent améliorer la qualité de l'eau générée par une retenue ou un bassin versant, protéger les sols, et servir de tampon en cas d'inondations et d'autres phénomènes météorologiques extrêmes. Les forêts plantées peuvent aussi compléter les valeurs de la biodiversité des forêts naturelles en faisant office, par exemple, de corridor écologique, et d'habitat ou de source alimentaire complémentaires.

Il existe de nombreux cas où les arbres plantés sont inclus dans les systèmes agricoles à d'autres fins, notamment l'enrichissement des sols, la stabilisation des sols et la fourniture d'ombre. Même lorsque le bois est la culture principale, il existe des cas où les cultures agricoles font partie de l'étape initiale de développement d'une plantation, jusqu'à ce que le couvert végétal soit fermé (par ex. systèmes taungya), ou en tant que culture de terrain (par ex. les cultures de curcuma, indigo, poivre, café) après la fermeture du couvert. Dans les [réalités agroforestières](#) Delete « réalités » and replace by « conditions », les arbres sont généralement plus espacés que dans les peuplements purs.

Outre la production de produits ligneux et non-ligneux, les forêts plantées ont aussi la capacité d'absorber et de fixer de grandes quantités de carbone atmosphérique dans leur bois. Grâce aux bonnes pratiques de gestion, le reboisement et la restauration des forêts dans d'anciennes zones boisées peuvent s'avérer efficaces pour l'atténuation des effets du changement climatique (voir le [Rapport spécial 2020 du GIEC](#) sur les changements climatiques et les terres émergées, page 26). L'efficacité à long-terme des forêts plantées en tant que puits de carbone, toutefois, dépend fortement de la durée de la rotation, de la destination du bois produit, et de l'utilisation des terres avant leur conversion en forêt plantée. Le bois d'œuvre utilisé dans la construction peut piéger le carbone pendant des dizaines d'années, voire des siècles, et remplacer les matériaux à fortes émissions de carbone comme l'acier et le béton; par contre, le bois utilisé pour l'énergie de la biomasse ou les produits en cellulose peut piéger le carbone pendant des mois ou quelques années uniquement (Oliver *et al.*, 2014). Lorsque les plantations sont établies en remplaçant les forêts ou d'autres types de végétation naturelle existant depuis longtemps, les rejets à court terme de carbone pendant l'établissement des plantations doivent être contrebalancés par un piégeage à long terme dans le bois; dans certains cas le bilan du carbone reste défavorable pendant des décennies.

### **Conditions propices à l'établissement des forêts plantées**

En tant qu'investissement à long terme (des années à des décennies) ayant la capacité de fournir de multiples biens et services aux personnes et à l'environnement, il est important de disposer d'une gouvernance et d'un cadre de gestion solides pour favoriser et soutenir les investissements dans les forêts plantées (FAO, 2010). La sécurité des droits fonciers et de la propriété des arbres pour ceux qui consacrent leur temps et leur argent à l'établissement de plantations sont donc des conditions préalables, de même que la planification financière pour financer l'entretien et la protection de l'investissement. Il existe des méthodes de gestion sylvicole et paysagère bien

établies permettant de trouver un juste équilibre entre les différents biens et services des forêts plantées (voir par ex. Carnus *et al.*, 2006; Stanturf, Palik et Dumroese, 2014). Les conditions préalables à la mise en place des forêts plantées sont: des objectifs de gestion clairs et à long terme; une gestion stable pendant le cycle de vie de la plantation.

**Gestion des forêts plantées contribue aux ODD:**



## In more depth

Cette section introduit brièvement les conditions pour une mise en place et une gestion réussies des forêts plantées visant la production de bois et la protection de l'environnement. Elle traite principalement du matériel technique utilisé pour les forêts plantées en commençant là où s'arrête le module sur le [Matériel forestier de reproduction](#). Elle est complétée par les modules sur l'[Exploitation du bois](#), le [Bois-énergie](#), les [Ravageurs forestiers](#), l'[Agroforesterie](#), et les [Entreprises forestières](#). Des informations plus détaillées se trouvent également dans la section des outils, et des exemples sont présentés dans la section des études de cas. La section aborde les problèmes techniques en matière de foresterie; pour ce qui est de la gouvernance et des autres conditions nécessaires à prévoir avant d'établir les objectifs de gestion et de commencer à gérer les forêts plantées, les lecteurs sont invités à se reporter aux modules non-techniques de la boîte à outils de la GDF.

Cette section introduit brièvement les conditions pour une mise en place et une gestion réussies des forêts plantées visant la production de bois et la protection de l'environnement. Elle traite principalement du matériel technique utilisé pour les forêts plantées en commençant là où s'arrête le module sur le [Matériel forestier de reproduction](#). Elle est complétée par les modules sur l'[Exploitation du bois](#), le [Bois-énergie](#), les [Ravageurs forestiers](#), l'[Agroforesterie](#), et les [Entreprises forestières](#). Des informations plus détaillées se trouvent également dans la section des outils, et des exemples sont présentés dans la section des études de cas. La section aborde les problèmes techniques en matière de foresterie; pour ce qui est de la gouvernance et des autres conditions nécessaires à prévoir avant d'établir les objectifs de gestion et de commencer à gérer les forêts plantées, les lecteurs sont invités à se reporter aux modules non-techniques de la boîte à outils de la GDF.

### **Choix du site et évaluation**

Le choix du site d'établissement d'une forêt plantée prévoit un examen approfondi des contraintes sociales et légales - comme par exemple les régimes fonciers, la demande de terres agricoles productives, et l'accès à la terre. Les propriétaires fonciers - publics ou privés - qui ont décidé d'établir une plantation doivent disposer d'un plan clair pour au moins le premier cycle de rotation, depuis la plantation jusqu'à la récolte.

Le site devrait avoir une quantité suffisante d'eau, de chaleur et de terre pour favoriser une culture saine des arbres; il faudrait veiller à ne pas planter d'arbres pour la production de biens dans des écosystèmes fragiles ou des systèmes ayant une valeur écologique importante pour la conservation comme les terres humides. Si la production de bois d'œuvre est un des objectifs de gestion ou une des considérations économiques primaires, le site devrait se trouver à proximité d'une scierie ou un centre d'agrégation afin de rentabiliser les coûts de transport. La plantation à grande échelle n'est pas possible sans routes d'accès: soit les sites pris en considération disposent de routes d'accès, soit les gestionnaires des forêts doivent être prêts à créer des routes. Des routes mal construites ou mal entretenues sont peut-être la plus importante source d'érosion des sols et de pollution de l'eau de surface des forêts plantées, aussi les routes doivent être construites et entretenues de manière professionnelle pour permettre de gérer durablement les forêts plantées d'une certaine ampleur (Dykstra et Heinrich, 1996).

### **Choix des espèces et compatibilité du site**

Faire correspondre le bon matériel végétal aux bonnes conditions du site peut faire la différence entre le succès et l'échec d'un investissement dans une forêt plantée. De plus, chaque espèce et chaque source géographique de l'espèce a ses propres conditions de tolérance et de croissance (Webb et al., 1984). À mesure que le climat mondial se modifie, dans certains cas, les gestionnaires évaluent la possibilité d'adopter du matériel végétal provenant de zones climatiques plus chaudes ou d'origines mixtes pour atténuer les risques provoqués par le changement climatique.

Une vaste gamme de facteurs, comme le but de la forêt plantée, l'objectif de production (le cas échéant), les conditions dominantes du site (caractéristiques du terrain, climat, sol), la disponibilité des stocks de reproduction, et les caractéristiques sylvicoles et de croissance souhaitées, détermineront le choix des espèces les plus appropriées. Selon l'objet, les espèces sélectionnées devront produire des biens commercialisables comme du bois de construction, des fibres, du bois de feu, des aliments et des médicaments. Les espèces autochtones sont à préférer aux espèces introduites pour des raisons sociales ou écologiques. D'autre part, le matériel végétal des espèces forestières introduites peut avoir été amélioré à travers plusieurs générations de sélection artificielle pour obtenir une croissance rapide et des propriétés ligneuses ou une forme de la tige précises. Qu'il soit autochtone ou introduit, le matériel végétal doit être évalué quant aux risques d'envahissement qu'il pose pour l'environnement de la plantation, et quant aux risques que lui posent les maladies et les ravageurs de l'environnement de la plantation. Le cas échéant, le plan de gestion doit être en mesure d'atténuer suffisamment ces risques.

### **Pépinières et matériel végétal**

Garantir la qualité du matériel végétal est l'une des étapes les plus importantes de l'établissement d'une forêt plantée. Les gestionnaires

doivent trouver un volume suffisant de matériel végétal viable à des coûts acceptables pour satisfaire leurs objectifs de gestion, ou bien ils doivent adapter ces objectifs.

### **Ensemencement direct des arbres**

L'utilisation de technologies appropriées au niveau local fondée sur la demande locale est importante pour le succès d'une forêt plantée. Dans certaines situations, il est préférable d'augmenter graduellement la superficie de forêt, arbre par arbre, plutôt que de planter de vastes surfaces d'arbres à la fois. Dans ce cas, une combinaison d'ensemencement direct et de régénération naturelle assistée est une démarche utile pour établir une forêt plantée.

Par ensemencement direct on entend la mise en terre directe de la semence (souvent collectée localement à partir d'arbres ayant les qualités souhaitées). Les graines sont généralement collectées, plantées et entretenues par des résidents en fonction de leur propre volonté d'augmenter les arbres sur leur terre. L'ensemencement direct permet de réduire les frais d'investissement puisque la préparation intensive du terrain, l'acquisition des plantules, et l'entretien sylvicole ne sont pas nécessaires.

Les conditions propices de succès incluent la motivation et la formation des résidents en matière de collecte de graines et de plantation à des endroits où elles peuvent germer et pousser. Des objectifs de gestion qui peuvent tenir compte d'une augmentation graduelle du couvert arboré avec des arbres dispersés dans le paysage sont essentiels pour pouvoir réussir.

Pour plus d'informations voir:

- [Manuel pratique pour la régénération naturelle assistée](#)
- [Guide d'ensemencement direct de l'USDA](#)
- [Un guide pratique pour le chêne et le châtaignier en Inde](#)
- [Différents ressources sur la pratique de la régénération naturelle assistée dans le site web Action contre la désertification](#)

Quelle que soit l'espèce ou l'origine du matériel végétal, la gestion des forêts plantées doit impérativement prendre en compte l'utilisation de semences ou d'autre matériel de propagation de haute qualité (par ex. semis et boutures) provenant d'arbres parentaux sains et bien formés. L'utilisation de matériel de propagation de haute qualité réduit la mortalité des semis causée par le choc de transplantation et la probabilité de devoir replanter. Pour les projets de boisement/reboisement à grande échelle, donc, il est conseillé de produire des semis forestiers dans des pépinières forestières spécialisées, des centres de semences forestières, ou des pépinières (communautaires) centralisées ou décentralisées exploitées par les projets. Des plants en contenants sont à préférer par rapport aux stocks à racines nues en raison d'un risque mineur de déshydratation et de choc de transplantation, et d'une plus grande probabilité de réussite de l'établissement (voir le module Ravageurs forestiers pour un argumentaire sur l'utilisation des semis à racines nues). Pour les espèces d'arbres qui donnent rarement des fruits ou qui ont des graines difficiles à faire germer, le matériel de reproduction clonal peut être produit à partir d'individus présentant les traits souhaités comme le taux de croissance élevé, la résistance aux ravageurs ou la qualité du bois.

### **Plantation et entretien sylvicole**

#### **Préparation du terrain et du site**

La préparation du site de plantation afin de favoriser la survie, l'adaptation et la croissance rapides du matériel de reproduction est primordiale. Pour réduire l'érosion et la perte de nutriments, il faudrait éviter d'éliminer totalement la couverture végétale des sols. La préparation mécanique du site ne devrait pas être effectuée lorsque la capacité de rétention en eau du terrain est à son maximum car cela pourrait entraîner un tassement important du sol avec une augmentation de la densité et une diminution de l'espace des macropores. Lorsque on ne dispose pas de techniques mécanisées à faible impact, le débroussaillage devrait être manuel pour autant que possible afin de préserver la texture du sol et réduire la perte de nutriments. Des zones tampons devraient être établies et utilisées pour protéger les cours d'eau pérennes. Le brûlage contrôlé peut être utilisé pour l'éclaircissage des surfaces plus grandes de végétation basse secondaire mais cette technique demande des connaissances approfondies afin d'atténuer les dommages à l'environnement. Lorsque le terrain a une pente de plus de 15 pour cent, les rangées devraient en suivre la courbe. L'élimination totale des adventices est à éviter pendant les travaux d'entretien sylvicole pour réduire l'érosion des sols.

#### **Plantation des arbres**

La plantation réussie d'arbres n'est pas simple et ne constitue en aucun cas la fin du processus de boisement/reboisement. Si les adventices ne sont pas supprimées, que les engrais ne sont pas appliqués (le cas échéant), et que les plantations ne sont pas protégées contre les incendies, le travail acharné des planteurs d'arbres et les efforts déployés dans la pépinière pour faire pousser les plants ne servent pas à grand-chose. Aussi, le boisement et le reboisement doivent être compris comme un processus à long terme et non pas comme un événement ponctuel de plantation d'arbres. Pour que la plantation d'arbres réussisse, les éléments suivants doivent être considérés comme un point de départ à adapter et à personnaliser en fonction des conditions locales et des bonnes pratiques:

- Plusieurs espèces d'arbres appropriées peuvent être plantées sur un site donné. Pour des raisons logistiques, il peut être plus facile d'avoir un nombre réduit d'espèces sur un site donné et de varier les espèces dans le paysage.
- Les plants peuvent être plantés au hasard sur un site avec des espacements moyens de 2-3 mètres entre arbres voisins, ou bien



ils peuvent être plantés en rangées ou en groupes.

- La cuvette de plantation devrait mesurer au moins 25 cm de profondeur et 25 cm de large (plus profonde pour les régions forestières sèches); voir (Chidumayo et Gumbo, 2010, Chapitre 9).
- Normalement, la densité combinée des plants et des semis naturellement régénérés est d'environ 625 tiges par hectare (espacement moyen de 4 m x 4 m) mais elle peut arriver jusqu'à 10 000 tiges par hectare (1 m x 1 m) dans le cas de certaines espèces de feuillus. La densité de plantation devrait permettre d'établir un peuplement forestier capable d'atteindre les objectifs tout en minimisant le coût des semis ou de la main d'œuvre.
- La hauteur optimale des plants est généralement de 25 à 50 cm. Lorsque l'on plante dans la végétation existante, comme dans le cas des plantations d'enrichissement, ils devraient mesurer 50 à 75 cm parce que des plants plus hauts sont mieux à même de concurrencer cette végétation existante. Les coûts plus élevés de production de plants plus grands dans les pépinières sont compensés par des taux de mortalités plus bas et des frais de désherbage réduits.
- Les périodes les plus propices à la plantation des arbres sont celles où le sol est humide et les températures sont modérées (au début de la saison des pluies, et/ou à la fin du printemps). Les dates appropriées de plantation au niveau local peuvent être déterminées à partir des données météorologiques locales. Il est conseillé de planter tôt le matin pour réduire le stress thermique chez les travailleurs et les plants [\[BD\(1\)\]](#).
- Les aspects logistiques de l'opération, depuis la pépinière jusqu'au site de plantation et dans le sol, doivent être planifiés avec attention pour réduire le temps de transport et d'exposition du matériel végétal au vent et au soleil desséchants.
- Dans les climats tempérés, un relevé de terrain devrait être effectué 3 à 6 mois après la première plantation pour évaluer le taux de reprise. Les semis morts devraient être remplacés au début de la saison de plantation, si possible avec des semis de taille similaire à ceux qui ont survécu. Dans les climats tropicaux ou dans les plantations d'arbres à croissance rapide, le relevé sur l'établissement et le remplacement des semis devrait se dérouler au cours de la même saison de plantation. En utilisant les bonnes pratiques en matière de plantation, le propriétaire forestier peut s'attendre à remplacer 10 à 15 pour cent des semis plantés.

### **Protection des semis**

Les semis d'arbres, qu'ils soient naturels ou plantés, doivent être protégés par rapport à la concurrence des adventices pour accéder à la lumière, l'humidité et les nutriments; aux feux de végétation; et au broutage des animaux sauvages ou domestiques. Généralement, les forêts plantées échouent si les semis sont plantés puis abandonnés. Une croissance dense des adventices peut retarder la croissance des semis naturellement régénérés et des plants - et en provoquer la mort - à la suite de la concurrence pour l'humidité, les nutriments et la lumière. La lutte contre les adventices permet aux arbres nouvellement établis de survivre et de croître en minimisant les effets néfastes d'autres plantes sur les arbres que l'on désire conserver. Si le désherbage chimique est jugé nécessaire pour des raisons économiques, il ne devrait être effectué que par du personnel dûment qualifié en utilisant l'équipement nécessaire, en appliquant les désherbants conformément aux instructions du fabricant et les orientations, les réglementations et les lois des autorités pertinentes. La protection des plants contre les ravageurs et les maladies est indispensable pour leur survie; pour plus d'informations voir (Duryea et Dougherty, 1991; M. Kenis *et al.*, 2019).

### **Entretien sylvicole, dépressage et élagage**

L'entretien et le dépressage des forêts plantées sont des opérations sylvicoles visant à améliorer la qualité du peuplement en éliminant ou en supprimant la végétation indésirable, y compris les plantes grimpantes et les lianes, et à abattre les arbres mal formés, endommagés ou malades. L'objectif est d'accélérer le développement de la cime et la croissance du diamètre des arbres, de concentrer l'accroissement futur sur les arbres les mieux formés, et d'améliorer la stabilité du peuplement en augmentant l'espace vital des racines de la culture principale potentielle. La fermeture du couvert ou la mort des branches plus basses sont des éléments indiquant au gestionnaire forestier qu'il faut éclaircir le peuplement. Les opérations d'entretien et d'éclaircie sont des éléments importants pour la réalisation des objectifs de production (par ex. billes de sciage de haute qualité) le plus rapidement possible. Ne pas effectuer de dépressage n'est habituellement pas recommandé dans la production de bois d'œuvre à usage général ou de sciages et grumes de placage de bonne qualité, mais peut convenir dans la production de bois à pâte ou bois de feu.

L'élagage est l'élimination des branches latérales vivantes ou mortes, près ou à ras de la tige, et à flèches multiples, d'un arbre sur pied dans le but d'améliorer la qualité de son bois. L'élagage est couteux et ne devrait être pratiqué que dans des peuplements qui sont censés donner des billes de sciage ou de placage de bonne qualité. De nombreuses espèces cultivées dans les forêts plantées pratiquent l'élagage naturel, réduisant le besoin d'une taille active du peuplement. Lorsque cela est nécessaire, l'élagage ne devrait être effectué qu'après la première opération de dépressage, et devrait se limiter aux arbres potentiellement bons (c'est à dire, les cultures d'avenir).

### **Organisation et calendrier de travail indicatifs**

Le rôle, les responsabilités et le calendrier de travail devraient être établis en vue de mettre en œuvre les projets de forêts plantées. Une erreur courante consiste à sous-estimer le temps de mise en œuvre. Les reconnaissances sur le site du projet devraient démarrer deux ou

trois ans avant la plantation. Il est généralement préférable de planter des surfaces relativement petites chaque année sur plusieurs années plutôt que de planter une grande surface en une seule saison et de voir un grand nombre d'arbres plantés mourir par manque d'entretien. Le tableau plus bas donne un exemple de calendrier de travail pour un projet de forêt plantée d'échelle moyenne à grande visant la production de billes de sciages ou de placage.

Tableau 1. Calendrier de travail indicatif pour un investissement dans des forêts plantées dans un environnement avec saison sèche

Temps relatif à l'opération de plantation	Action
30 mois avant	Effectuer une reconnaissance du site de projet; clarifier les questions juridiques et le régime foncier; fixer les limites; mobiliser les parties prenantes et obtenir un consensus; préparer un plan préliminaire de projet; commencer à établir la pépinière
24 mois avant	Commencer à se procurer des semences contrôlées et à produire des plants dans les pépinières (en adoptant les bonnes pratiques de gestion des semences et des pépinières des espèces sélectionnées)
12-24 mois avant	Effectuer le relevé du site du projet; produire une carte topographique de l'utilisation des terres avec l'attribution des fonctions de la forêt; évaluer la possibilité d'accès routiers et de régénération naturelle
6 mois avant	Évaluer le nombre, la qualité et l'espèce des plants disponibles dans les pépinières
2 mois avant (3-4 semaines dans les climats tropicaux)	Commencer l'endurcissement des plants en pépinière
4-6 semaines avant	Délimiter les parcelles de plantation dans le terrain; indiquer la régénération naturelle; préparer les rangées de plantation; couper les adventices des rangées de plantation au niveau du sol
1 semaine avant	Informar les voisins et les équipes de planteurs
1-2 jours avant	Arroser les semis et les transporter sur le site de plantation, avec l'équipement et le matériel de plantation
<b>Campagne de plantation (au début de la saison des pluies): planter en respectant l'emplacement prescrit, taille du plant 25 à 50 cm</b>	
1-2 semaines après	Contrôler la qualité de la plantation; redresser les plants mal plantés
3-6 mois après (au cours de la même saison pour les climats tropicaux)	Surveiller les taux de croissance et de survie des arbres plantés; effectuer le désherbage et appliquer les engrais, et répéter l'opération le cas échéant
Début de la saison sèche	Préparer des pare-feux; construire des tours de surveillance des incendies; organiser des brigades de pompiers
Fin de la saison sèche	Surveiller la croissance et la survie des arbres plantés; évaluer le besoin de replanter
6-12 mois après	Replanter les zones où la plantation a échoué (si nécessaire)
<b>Cycle d'entretien sylvicole: cette étape est extrêmement variable; les pratiques d'entretien et de récolte, et la période de rotation varient énormément en fonction de l'objectif de gestion, de la zone écologique, et de la rentabilité</b>	
Années suivantes	Lutter contre les adventices et les espèces grimpantes le long des rangées de plantation; contrôler l'ombrage; et appliquer des engrais, le cas échéant
Jeune forêt plantée	Éliminer les espèces grimpantes le long des rangées et dans les zones d'intervention; éliminer les arbres loups (arbres dominants qui privent les autres arbres de lumière), les arbres fourchus, les arbres à flèches multiples et toute autre tige indésirable
Forêt plantée d'âge moyen	Choisir 200 à 300 arbres d'avenir de taille et de qualité supérieures; déterminer les concurrents à éliminer; effectuer deux opérations d'éclaircie (coupes d'amélioration) par étapes pour aboutir à l'élimination de 60 pour cent environ des arbres.
Forêt plantée adulte	Effectuer l'éclaircie pour ne laisser que les arbres d'avenir définitifs; environ cinq ans avant la fin de la rotation, effectuer la dernière éclaircie (coupe de régénération) du peuplement définitif pour éliminer environ 50 pour cent du volume sur pied et favoriser la régénération naturelle (si cela fait partie du plan de gestion); à la fin de la rotation, récolter tous les arbres restants

#### Approche économique et coûts

Les forêts plantées sont des investissements à long terme avec des coûts associés, par exemple, à la sélection du matériel génétique; à la création de la pépinière; à la préparation, à la plantation, à l'entretien, au désherbage et à d'autres opérations sylvicoles concernant le site; à la protection; et à la récolte. Quelques coûts indicatifs, qui varient énormément en fonction des conditions locales, figurent plus bas. Pour plus d'informations, voir le module de la boîte à outils de la GDF sur le financements forestiers. Les coûts totaux d'un projet de forêt plantée

réussi dans les tropiques, incluant la production de semis ainsi que le matériel et la main d'œuvre nécessaires, l'entretien et le suivi pour trois ans, seront probablement de l'ordre de 1 000 à 3 000 USD par hectare (Evans et Turnbull, 2004, tableau 6.1; FAO et CNULCD, 2015, tableau 2; Hitimana, 2019, communication personnelle). Les forêts plantées supposent des investissements considérables et leur protection à long terme est essentielle.

Après avoir établi une plantation, l'entretien sylvicole relève non seulement des compétences du gestionnaire forestier ou du hasard, dans le cas de perturbations naturelles non planifiées (feux, tempêtes de vent, ravageurs et maladies), mais aussi de l'approche économique. Les plantations sont souvent gérées pour les biens qu'elles peuvent produire et les revenus que leurs produits peuvent générer; les frais sont supportés grâce à une rotation mais ils ne sont récupérés qu'avec la récolte du bois ou les entrées perçues pour le paiement des services écosystémiques, les permis de chasse, ou autres cas similaires. Pendant la période comprise entre les frais engagés et la vente des arbres pour payer ces frais (maturation des investissements), la comptabilité du propriétaire reflète les coûts du capital, qui comprennent (Zhang et Pearse, 2012):

- le taux d'intérêt en vigueur (les coûts d'opportunité de l'investissement)
- l'inflation, car si elle est positive, une unité monétaire aura moins de valeur demain qu'aujourd'hui
- le risque, le plus souvent établi à partir d'un risque connu et quantifiable pour le bois sur pied ou le prix
- l'incertitude, ce que le propriétaire ne peut pas prédire ou connaître mais qui reflète une perception personnelle ou culturelle d'un avenir possible

Ainsi, les espèces à croissance rapide, les rotations plus courtes, et le renoncement au dépressage et à l'élagage pré-commerciaux peuvent être plus intéressants en tant que proposition commerciale si le coût du capital est élevé. Dans des situations économiquement, politiquement ou socialement instables, un propriétaire foncier pourra rationnellement investir moins et récolter plus tôt dans sa forêt plantée, indépendamment des mérites sylvicoles de l'entretien. Pour le propriétaire foncier qui exploite une plantation commerciale, son investissement doit au moins produire le même rendement que le taux de rendement ajusté au risque à long terme d'autres investissements rentables.

### **Avantages au niveau local**

Les avantages financiers, tels que ceux créés par l'emploi, la récolte des produits forestiers, l'écotourisme, et les services écosystémiques, sont les facteurs les plus évidents et les plus mesurables de motivation favorisant la participation des parties prenantes à des projets de plantation d'arbres. En outre, les populations vivant à proximité des forêts plantées apprécient souvent des avantages moins tangibles, tels que l'amélioration de l'environnement (ressources en sol et en eau) et de l'infrastructure villageoise (rénovation des bâtiments scolaires), le maintien des traditions culturelles, et le profit politique (renforcement des droits fonciers) comme des raisons tout aussi importantes – ou plus encore – pour planter des arbres et reboiser les paysages.

### **Enjeux actuels**

#### **Adaptation au changement climatique**

Une intensité, une quantité et une fréquence accrues des risques biotiques et abiotiques (par ex. phénomènes météorologiques extrêmes) prévus en raison du changement climatique pourraient augmenter la vulnérabilité des forêts plantées et avoir de graves répercussions sur la productivité des forêts et la fourniture de services environnementaux. Les [directives de la FAO relatives au changement climatique à l'intention des gestionnaires forestiers](#) fixent des interventions spécifiques pour réduire les risques que posent le changement climatique pour les forêts plantées.

#### **Biotechnologie**

L'application des biotechnologies dans les forêts plantées est souvent considérée comme une opportunité pour fournir de nouvelles variétés d'arbres et de matériel de reproduction adaptés à l'évolution des conditions environnementales, sociales et économiques. L'ingénierie génétique, par exemple, permet d'accroître la productivité des forêts plantées et de produire du matériel végétal plus résistant aux ravageurs, à la pénurie d'eau et aux effets du changement climatique (FAO, 2014, chapitre 8). Cependant, les risques environnementaux potentiels posés par les organismes génétiquement modifiés suscitent également de vives inquiétudes. Il s'agit notamment de la possibilité de développer des espèces agressives et invasives, et de la perte de biodiversité due au déplacement des cultivars traditionnels par un petit nombre d'organismes génétiquement modifiés.

#### **Certification des forêts**

La certification des forêts est un outil permettant de promouvoir la durabilité sociale, environnementale et économique de la gestion forestière. Il s'agit d'un dispositif commercial important pour la valorisation de la gestion durable des forêts qui fournit une preuve que les

forêts sont gérées de manière responsable. Un label de certification apposé sur un produit forestier informe les acheteurs potentiels que ce produit a été fabriqué dans une forêt bien gérée, conformément à un ensemble de normes données. Pour plus d'informations voir le [module de la boîte à outils de la GDF sur la Certification des forêts](#).

### **Forêts naturelles et forêts plantées**

À l'échelle mondiale, la demande de produits forestiers tels que le bois de construction, les fibres de bois, le bois de feu et les produits forestiers non ligneux augmente sous l'effet de l'évolution démographique, de la croissance économique, des politiques favorisant l'utilisation des énergies renouvelables, et des campagnes mondiales mettant en avant la valeur du bois en tant que matériau respectueux de l'environnement. Dans le même temps, la superficie et la qualité des forêts naturelles diminuent, et les forêts naturelles restantes sont de plus en plus souvent affectées à la protection des sols et de l'eau, à la conservation de la biodiversité et à d'autres fins qui excluent ou limitent la production de bois (FAO, 2020). Ainsi, le rôle des forêts plantées pour répondre à la demande croissante de produits forestiers est de plus en plus important (Carle et Holmgren, 2008; Jürgensen, Kollert et Lebedys, 2014; Payn *et al.*, 2015). Pour obtenir des résultats positifs, il est important que les forêts plantées ne supplantent pas les forêts naturelles saines restantes et que les bonnes pratiques soient mises en œuvre et contrôlées par la communauté mondiale (FAO, 2006).

### **Forêts plantées et biodiversité**

La biodiversité est à la base des fonctions que les forêts assurent aux personnes et à l'environnement. La biodiversité dans les forêts est principalement conservée par les populations sauvages d'arbres et les organismes qui leur sont associés; cette biodiversité peut être considérée comme ayant une valeur intrinsèque (par ex. pour des raisons culturelles ou spirituelles) ainsi qu'une valeur à des fins utilitaires, comme une boîte à outils et un modèle d'options qui aident à améliorer la résilience. Les écosystèmes forestiers naturels conservent la majorité de la biodiversité terrestre; l'importance du maintien de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers a donc été soulignée dans de nombreux accords et conventions internationaux.

Si les forêts plantées peuvent compléter les forêts naturelles dans la conservation de la biodiversité, elles ne remplacent pas les fonctions des forêts naturelles en tant que réservoir de biodiversité. Les forêts plantées peuvent être considérées comme une utilisation spécialisée d'une petite partie de la biodiversité conservée dans les forêts naturelles. Lorsque les gestionnaires souhaitent accroître la diversité des biens et services fournis par les forêts plantées, ou augmenter la résilience de la forêt face aux perturbations ou aux changements, il devient alors souhaitable d'accroître également la biodiversité dans la forêt plantée. Cela peut se faire au niveau de la génétique, de l'espèce, du compartiment ou du paysage, mais aussi par la rotation des cultures au fil du temps au même endroit (Carnus *et al.*, 2006).

### **Choix du site et évaluation**

Le choix du site d'établissement d'une forêt plantée prévoit un examen approfondi des contraintes sociales et légales - comme par exemple les régimes fonciers, la demande de terres agricoles productives, et l'accès à la terre. Les propriétaires fonciers - publics ou privés - qui ont décidé d'établir une plantation doivent disposer d'un plan clair pour au moins le premier cycle de rotation, depuis la plantation jusqu'à la récolte.

Le site devrait avoir une quantité suffisante d'eau, de chaleur et de terre pour favoriser une culture saine des arbres; il faudrait veiller à ne pas planter d'arbres pour la production de biens dans des écosystèmes fragiles ou des systèmes ayant une valeur écologique importante pour la conservation comme les terres humides. Si la production de bois d'œuvre est un des objectifs de gestion ou une des considérations économiques primaires, le site devrait se trouver à proximité d'une scierie ou un centre d'agrégation afin de rentabiliser les coûts de transport. La plantation à grande échelle n'est pas possible sans routes d'accès: soit les sites pris en considération disposent de routes d'accès, soit les gestionnaires des forêts doivent être prêts à créer des routes. Des routes mal construites ou mal entretenues sont peut-être la plus importante source d'érosion des sols et de pollution de l'eau de surface des forêts plantées, aussi les routes doivent être construites et entretenues de manière professionnelle pour permettre de gérer durablement les forêts plantées d'une certaine ampleur (Dykstra et Heinrich, 1996).

### **Choix des espèces et compatibilité du site**

Faire correspondre le bon matériel végétal aux bonnes conditions du site peut faire la différence entre le succès et l'échec d'un investissement dans une forêt plantée. De plus, chaque espèce et chaque source géographique de l'espèce a ses propres conditions de tolérance et de croissance (Webb *et al.*, 1984). À mesure que le climat mondial se modifie, dans certains cas, les gestionnaires évaluent la possibilité d'adopter du matériel végétal provenant de zones climatiques plus chaudes ou d'origines mixtes pour atténuer les risques provoqués par le changement climatique.

Une vaste gamme de facteurs, comme le but de la forêt plantée, l'objectif de production (le cas échéant), les conditions dominantes du site

(caractéristiques du terrain, climat, sol), la disponibilité des stocks de reproduction, et les caractéristiques sylvicoles et de croissance souhaitées, détermineront le choix des espèces les plus appropriées. Selon l'objet, les espèces sélectionnées devront produire des biens commercialisables comme du bois de construction, des fibres, du bois de feu, des aliments et des médicaments. Les espèces autochtones sont à préférer aux espèces introduites pour des raisons sociales ou écologiques. D'autre part, le matériel végétal des espèces forestières introduites peut avoir été amélioré à travers plusieurs générations de sélection artificielle pour obtenir une croissance rapide et des propriétés ligneuses ou une forme de la tige précises. Qu'il soit autochtone ou introduit, le matériel végétal doit être évalué quant aux risques d'envahissement qu'il pose pour l'environnement de la plantation, et quant aux risques que lui posent les maladies et les ravageurs de l'environnement de la plantation. Le cas échéant, le plan de gestion doit être en mesure d'atténuer suffisamment ces risques.

### ***Pépinières et matériel végétal***

Garantir la qualité du matériel végétal est l'une des étapes les plus importantes de l'établissement d'une forêt plantée. Les gestionnaires doivent trouver un volume suffisant de matériel végétal viable à des coûts acceptables pour satisfaire leurs objectifs de gestion, ou bien ils doivent adapter ces objectifs.

### **Ensemencement direct des arbres**

L'utilisation de technologies appropriées au niveau local fondée sur la demande locale est importante pour le succès d'une forêt plantée. Dans certaines situations, il est préférable d'augmenter graduellement la superficie de forêt, arbre par arbre, plutôt que de planter de vastes surfaces d'arbres à la fois. Dans ce cas, une combinaison d'ensemencement direct et de régénération naturelle assistée est une démarche utile pour établir une forêt plantée.

Par ensemencement direct on entend la mise en terre directe de la semence (souvent collectée localement à partir d'arbres ayant les qualités souhaitées). Les graines sont généralement collectées, plantées et entretenues par des résidents en fonction de leur propre volonté d'augmenter les arbres sur leur terre. L'ensemencement direct permet de réduire les frais d'investissement puisque la préparation intensive du terrain, l'acquisition des plantules, et l'entretien sylvicole ne sont pas nécessaires.

Les conditions propices de succès incluent la motivation et la formation des résidents en matière de collecte de graines et de plantation à des endroits où elles peuvent germer et pousser. Des objectifs de gestion qui peuvent tenir compte d'une augmentation graduelle du couvert arboré avec des arbres dispersés dans le paysage sont essentiel pour pouvoir réussir.

Pour plus d'informations voir:

- [Manuel pratique pour la régénération naturelle assistée](#)
- [Guide d'ensemencement direct de l'USDA](#)
- [Un guide pratique pour le chêne et le châtaignier en Inde](#)
- [Différents ressources sur la pratique de la régénération naturelle assistée dans le site web Action contre la désertification](#)

Quelle que soit l'espèce ou l'origine du matériel végétal, la gestion des forêts plantées doit impérativement prendre en compte l'utilisation de semences ou d'autre matériel de propagation de haute qualité (par ex. semis et boutures) provenant d'arbres parentaux sains et bien formés. L'utilisation de matériel de propagation de haute qualité réduit la mortalité des semis causée par le choc de transplantation et la probabilité de devoir replanter. Pour les projets de boisement/reboisement à grande échelle, donc, il est conseillé de produire des semis forestiers dans des pépinières forestières spécialisées, des centres de semences forestières, ou des pépinières (communautaires) centralisées ou décentralisées exploitées par les projets. Des plants en contenants sont à préférer par rapport aux stocks à racines nues en raison d'un risque mineur de déshydratation et de choc de transplantation, et d'une plus grande probabilité de réussite de l'établissement (voir le module Ravageurs forestiers pour un argumentaire sur l'utilisation des semis à racines nues). Pour les espèces d'arbres qui donnent rarement des fruits ou qui ont des graines difficiles à faire germer, le matériel de reproduction clonal peut être produit à partir d'individus présentant les traits souhaités comme le taux de croissance élevé, la résistance aux ravageurs ou la qualité du bois.

### ***Plantation et entretien sylvicole***

#### **Préparation du terrain et du site**

La préparation du site de plantation afin de favoriser la survie, l'adaptation et la croissance rapides du matériel de reproduction est primordiale. Pour réduire l'érosion et la perte de nutriments, il faudrait éviter d'éliminer totalement la couverture végétale des sols. La préparation mécanique du site ne devrait pas être effectuée lorsque la capacité de rétention en eau du terrain est à son maximum car cela pourrait entraîner un tassement important du sol avec une augmentation de la densité et une diminution de l'espace des macropores. Lorsque on ne dispose pas de techniques mécanisées à faible impact, le débroussaillage devrait être manuel pour autant que possible afin de préserver la texture du sol et réduire la perte de nutriments. Des zones tampons devraient être établies et utilisées pour protéger les cours d'eau pérennes. Le brûlage contrôlé peut être utilisé pour l'éclaircissage des surfaces plus grandes de végétation basse secondaire mais cette technique demande des connaissances approfondies afin d'atténuer les dommages à l'environnement. Lorsque le terrain a une pente de plus de 15 pour cent, les rangées devraient en suivre la courbe. L'élimination totale des adventices est à éviter pendant les travaux d'entretien sylvicole pour réduire l'érosion des sols.



## Plantation des arbres

La plantation réussie d'arbres n'est pas simple et ne constitue en aucun cas la fin du processus de boisement/reboisement. Si les adventices ne sont pas supprimées, que les engrais ne sont pas appliqués (le cas échéant), et que les plantations ne sont pas protégées contre les incendies, le travail acharné des planteurs d'arbres et les efforts déployés dans la pépinière pour faire pousser les plants ne servent pas à grand-chose. Aussi, le boisement et le reboisement doivent être compris comme un processus à long terme et non pas comme un événement ponctuel de plantation d'arbres. Pour que la plantation d'arbres réussisse, les éléments suivants doivent être considérés comme un point de départ à adapter et à personnaliser en fonction des conditions locales et des bonnes pratiques:

- Plusieurs espèces d'arbres appropriées peuvent être plantées sur un site donné. Pour des raisons logistiques, il peut être plus facile d'avoir un nombre réduit d'espèces sur un site donné et de varier les espèces dans le paysage.
- Les plants peuvent être plantés au hasard sur un site avec des espacements moyens de 2-3 mètres entre arbres voisins, ou bien ils peuvent être plantés en rangées ou en groupes.
- La cuvette de plantation devrait mesurer au moins 25 cm de profondeur et 25 cm de large (plus profonde pour les régions forestières sèches); voir (Chidumayo et Gumbo, 2010, Chapitre 9).
- Normalement, la densité combinée des plants et des semis naturellement régénérés est d'environ 625 tiges par hectare (espacement moyen de 4 m x 4 m) mais elle peut arriver jusqu'à 10 000 tiges par hectare (1 m x 1 m) dans le cas de certaines espèces de feuillus. La densité de plantation devrait permettre d'établir un peuplement forestier capable d'atteindre les objectifs tout en minimisant le coût des semis ou de la main d'œuvre.
- La hauteur optimale des plants est généralement de 25 à 50 cm. Lorsque l'on plante dans la végétation existante, comme dans le cas des plantations d'enrichissement, ils devraient mesurer 50 à 75 cm parce que des plants plus hauts sont mieux à même de concurrencer cette végétation existante. Les coûts plus élevés de production de plants plus grands dans les pépinières sont compensés par des taux de mortalités plus bas et des frais de désherbage réduits.
- Les périodes les plus propices à la plantation des arbres sont celles où le sol est humide et les températures sont modérées (au début de la saison des pluies, et/ou à la fin du printemps). Les dates appropriées de plantation au niveau local peuvent être déterminées à partir des données météorologiques locales. Il est conseillé de planter tôt le matin pour réduire le stress thermique chez les travailleurs et les plants [\[BD\(1\)\]](#).
- Les aspects logistiques de l'opération, depuis la pépinière jusqu'au site de plantation et dans le sol, doivent être planifiés avec attention pour réduire le temps de transport et d'exposition du matériel végétal au vent et au soleil desséchants.
- Dans les climats tempérés, un relevé de terrain devrait être effectué 3 à 6 mois après la première plantation pour évaluer le taux de reprise. Les semis morts devraient être remplacés au début de la saison de plantation, si possible avec des semis de taille similaire à ceux qui ont survécu. Dans les climats tropicaux ou dans les plantations d'arbres à croissance rapide, le relevé sur l'établissement et le remplacement des semis devrait se dérouler au cours de la même saison de plantation. En utilisant les bonnes pratiques en matière de plantation, le propriétaire forestier peut s'attendre à remplacer 10 à 15 pour cent des semis plantés.

## Protection des semis

Les semis d'arbres, qu'ils soient naturels ou plantés, doivent être protégés par rapport à la concurrence des adventices pour accéder à la lumière, l'humidité et les nutriments; aux feux de végétation; et au broutage des animaux sauvages ou domestiques. Généralement, les forêts plantées échouent si les semis sont plantés puis abandonnés. Une croissance dense des adventices peut retarder la croissance des semis naturellement régénérés et des plants - et en provoquer la mort - à la suite de la concurrence pour l'humidité, les nutriments et la lumière. La lutte contre les adventices permet aux arbres nouvellement établis de survivre et de croître en minimisant les effets néfastes d'autres plantes sur les arbres que l'on désire conserver. Si le désherbage chimique est jugé nécessaire pour des raisons économiques, il ne devrait être effectué que par du personnel dûment qualifié en utilisant l'équipement nécessaire, en appliquant les désherbants conformément aux instructions du fabricant et les orientations, les réglementations et les lois des autorités pertinentes. La protection des plants contre les ravageurs et les maladies est indispensable pour leur survie; pour plus d'informations voir (Duryea et Dougherty, 1991; M. Kenis *et al.*, 2019).

## Entretien sylvicole, dépressage et élagage

L'entretien et le dépressage des forêts plantées sont des opérations sylvicoles visant à améliorer la qualité du peuplement en éliminant ou en supprimant la végétation indésirable, y compris les plantes grimpantes et les lianes, et à abattre les arbres mal formés, endommagés ou malades. L'objectif est d'accélérer le développement de la cime et la croissance du diamètre des arbres, de concentrer l'accroissement futur sur les arbres les mieux formés, et d'améliorer la stabilité du peuplement en augmentant l'espace vital des racines de la culture principale potentielle. La fermeture du couvert ou la mort des branches plus basses sont des éléments indiquant au gestionnaire forestier qu'il faut éclaircir le peuplement. Les opérations d'entretien et d'éclaircie sont des éléments importants pour la réalisation des objectifs de production (par ex. billes de sciage de haute qualité) le plus rapidement possible. Ne pas effectuer de dépressage n'est habituellement pas

recommandé dans la production de bois d'œuvre à usage général ou de sciages et grumes de placage de bonne qualité, mais peut convenir dans la production de bois à pâte ou bois de feu.

L'élagage est l'élimination des branches latérales vivantes ou mortes, près ou à ras de la tige, et à flèches multiples, d'un arbre sur pied dans le but d'améliorer la qualité de son bois. L'élagage est couteux et ne devrait être pratiqué que dans des peuplements qui sont censés donner des billes de sciage ou de placage de bonne qualité. De nombreuses espèces cultivées dans les forêts plantées pratiquent l'élagage naturel, réduisant le besoin d'une taille active du peuplement. Lorsque cela est nécessaire, l'élagage ne devrait être effectué qu'après la première opération de dépressage, et devrait se limiter aux arbres potentiellement bons (c'est à dire, les cultures d'avenir).

### **Organisation et calendrier de travail indicatifs**

Le rôle, les responsabilités et le calendrier de travail devraient être établis en vue de mettre en œuvre les projets de forêts plantées. Une erreur courante consiste à sous-estimer le temps de mise en œuvre. Les reconnaissances sur le site du projet devraient démarrer deux ou trois ans avant la plantation. Il est généralement préférable de planter des surfaces relativement petites chaque année sur plusieurs années plutôt que de planter une grande surface en une seule saison et de voir un grand nombre d'arbres plantés mourir par manque d'entretien. Le tableau plus bas donne un exemple de calendrier de travail pour un projet de forêt plantée d'échelle moyenne à grande visant la production de billes de sciages ou de placage.

*Tableau 1. Calendrier de travail indicatif pour un investissement dans des forêts plantées dans un environnement avec saison sèche*

<b>Temps relatif à l'opération de plantation</b>	<b>Action</b>
30 mois avant	Effectuer une reconnaissance du site de projet; clarifier les questions juridiques et le régime foncier; fixer les limites; mobiliser les parties prenantes et obtenir un consensus; préparer un plan préliminaire de projet; commencer à établir la pépinière
24 mois avant	Commencer à se procurer des semences contrôlées et à produire des plants dans les pépinières (en adoptant les bonnes pratiques de gestion des semences et des pépinières des espèces sélectionnées)
12-24 mois avant	Effectuer le relevé du site du projet; produire une carte topographique de l'utilisation des terres avec l'attribution des fonctions de la forêt; évaluer la possibilité d'accès routiers et de régénération naturelle
6 mois avant	Évaluer le nombre, la qualité et l'espèce des plants disponibles dans les pépinières
2 mois avant (3-4 semaines dans les climats tropicaux)	Commencer l'endurcissement des plants en pépinière
4-6 semaines avant	Délimiter les parcelles de plantation dans le terrain; indiquer la régénération naturelle; préparer les rangées de plantation; couper les adventices des rangées de plantation au niveau du sol
1 semaine avant	Informar les voisins et les équipes de planteurs
1-2 jours avant	Arroser les semis et les transporter sur le site de plantation, avec l'équipement et le matériel de plantation
<b>Campagne de plantation (au début de la saison des pluies): planter en respectant l'emplacement prescrit, taille du plant 25 à 50 cm</b>	
1-2 semaines après	Contrôler la qualité de la plantation; redresser les plants mal plantés
3-6 mois après (au cours de la même saison pour les climats tropicaux)	Surveiller les taux de croissance et de survie des arbres plantés; effectuer le désherbage et appliquer les engrais, et répéter l'opération le cas échéant
Début de la saison sèche	Préparer des pare-feux; construire des tours de surveillance des incendies; organiser des brigades de pompiers
Fin de la saison sèche	Surveiller la croissance et la survie des arbres plantés; évaluer le besoin de replanter
6-12 mois après	Replanter les zones où la plantation a échoué (si nécessaire)
<b>Cycle d'entretien sylvicole: cette étape est extrêmement variable; les pratiques d'entretien et de récolte, et la période de rotation varient énormément en fonction de l'objectif de gestion, de la zone écologique, et de la rentabilité</b>	
Années suivantes	Lutter contre les adventices et les espèces grimpantes le long des rangées de plantation; contrôler l'ombrage; et appliquer des engrais, le cas échéant
Jeune forêt plantée	Éliminer les espèces grimpantes le long des rangées et dans les zones d'intervention; éliminer les arbres loups (arbres dominants qui privent les autres arbres de lumière), les arbres fourchus, les arbres à flèches multiples et toute autre tige indésirable

Forêt plantée d'âge moyen	Choisir 200 à 300 arbres d'avenir de taille et de qualité supérieures; déterminer les concurrents à éliminer; effectuer deux opérations d'éclaircie (coupes d'amélioration) par étapes pour aboutir à l'élimination de 60 pour cent environ des arbres.
Forêt plantée adulte	Effectuer l'éclaircie pour ne laisser que les arbres d'avenir définitifs; environ cinq ans avant la fin de la rotation, effectuer la dernière éclaircie (coupe de régénération) du peuplement définitif pour éliminer environ 50 pour cent du volume sur pied et favoriser la régénération naturelle (si cela fait partie du plan de gestion); à la fin de la rotation, récolter tous les arbres restants

### **Approche économique et coûts**

Les forêts plantées sont des investissements à long terme avec des coûts associés, par exemple, à la sélection du matériel génétique; à la création de la pépinière; à la préparation, à la plantation, à l'entretien, au désherbage et à d'autres opérations sylvicoles concernant le site; à la protection; et à la récolte. Quelques coûts indicatifs, qui varient énormément en fonction des conditions locales, figurent plus bas. Pour plus d'informations, voir le module de la boîte à outils de la GDF sur le financements forestiers. Les coûts totaux d'un projet de forêt plantée réussi dans les tropiques, incluant la production de semis ainsi que le matériel et la main d'œuvre nécessaires, l'entretien et le suivi pour trois ans, seront probablement de l'ordre de 1 000 à 3 000 USD par hectare (Evans et Turnbull, 2004, tableau 6.1; FAO et CNULCD, 2015, tableau 2; Hitimana, 2019, communication personnelle). Les forêts plantées supposent des investissements considérables et leur protection à long terme est essentielle.

Après avoir établi une plantation, l'entretien sylvicole relève non seulement des compétences du gestionnaire forestier ou du hasard, dans le cas de perturbations naturelles non planifiées (feux, tempêtes de vent, ravageurs et maladies), mais aussi de l'approche économique. Les plantations sont souvent gérées pour les biens qu'elles peuvent produire et les revenus que leurs produits peuvent générer; les frais sont supportés grâce à une rotation mais ils ne sont récupérés qu'avec la récolte du bois ou les entrées perçues pour le paiement des services écosystémiques, les permis de chasse, ou autres cas similaires. Pendant la période comprise entre les frais engagés et la vente des arbres pour payer ces frais (maturation des investissements), la comptabilité du propriétaire reflète les coûts du capital, qui comprennent (Zhang et Pearse, 2012):

- le taux d'intérêt en vigueur (les coûts d'opportunité de l'investissement)
- l'inflation, car si elle est positive, une unité monétaire aura moins de valeur demain qu'aujourd'hui
- le risque, le plus souvent établi à partir d'un risque connu et quantifiable pour le bois sur pied ou le prix
- l'incertitude, ce que le propriétaire ne peut pas prédire ou connaître mais qui reflète une perception personnelle ou culturelle d'un avenir possible

Ainsi, les espèces à croissance rapide, les rotations plus courtes, et le renoncement au dépressage et à l'élagage pré-commerciaux peuvent être plus intéressants en tant que proposition commerciale si le coût du capital est élevé. Dans des situations économiquement, politiquement ou socialement instables, un propriétaire foncier pourra rationnellement investir moins et récolter plus tôt dans sa forêt plantée, indépendamment des mérites sylvicoles de l'entretien. Pour le propriétaire foncier qui exploite une plantation commerciale, son investissement doit au moins produire le même rendement que le taux de rendement ajusté au risque à long terme d'autres investissements rentables.

### **Avantages au niveau local**

Les avantages financiers, tels que ceux créés par l'emploi, la récolte des produits forestiers, l'écotourisme, et les services écosystémiques, sont les facteurs les plus évidents et les plus mesurables de motivation favorisant la participation des parties prenantes à des projets de plantation d'arbres. En outre, les populations vivant à proximité des forêts plantées apprécient souvent des avantages moins tangibles, tels que l'amélioration de l'environnement (ressources en sol et en eau) et de l'infrastructure villageoise (rénovation des bâtiments scolaires), le maintien des traditions culturelles, et le profit politique (renforcement des droits fonciers) comme des raisons tout aussi importantes – ou plus encore – pour planter des arbres et reboiser les paysages.

### **Enjeux actuels**

#### **Adaptation au changement climatique**

Une intensité, une quantité et une fréquence accrues des risques biotiques et abiotiques (par ex. phénomènes météorologiques extrêmes) prévus en raison du changement climatique pourraient augmenter la vulnérabilité des forêts plantées et avoir de graves répercussions sur la productivité des forêts et la fourniture de services environnementaux. Les [directives de la FAO relatives au changement climatique à l'intention des gestionnaires forestiers](#) fixent des interventions spécifiques pour réduire les risques que posent le changement climatique pour les forêts plantées.

## **Biotechnologie**

L'application des biotechnologies dans les forêts plantées est souvent considérée comme une opportunité pour fournir de nouvelles variétés d'arbres et de matériel de reproduction adaptés à l'évolution des conditions environnementales, sociales et économiques. L'ingénierie génétique, par exemple, permet d'accroître la productivité des forêts plantées et de produire du matériel végétal plus résistant aux ravageurs, à la pénurie d'eau et aux effets du changement climatique (FAO, 2014, chapitre 8). Cependant, les risques environnementaux potentiels posés par les organismes génétiquement modifiés suscitent également de vives inquiétudes. Il s'agit notamment de la possibilité de développer des espèces agressives et invasives, et de la perte de biodiversité due au déplacement des cultivars traditionnels par un petit nombre d'organismes génétiquement modifiés.

## **Certification des forêts**

La certification des forêts est un outil permettant de promouvoir la durabilité sociale, environnementale et économique de la gestion forestière. Il s'agit d'un dispositif commercial important pour la valorisation de la gestion durable des forêts qui fournit une preuve que les forêts sont gérées de manière responsable. Un label de certification apposé sur un produit forestier informe les acheteurs potentiels que ce produit a été fabriqué dans une forêt bien gérée, conformément à un ensemble de normes données. Pour plus d'informations voir le [module de la boîte à outils de la GDF sur la Certification des forêts](#).

## **Forêts naturelles et forêts plantées**

À l'échelle mondiale, la demande de produits forestiers tels que le bois de construction, les fibres de bois, le bois de feu et les produits forestiers non ligneux augmente sous l'effet de l'évolution démographique, de la croissance économique, des politiques favorisant l'utilisation des énergies renouvelables, et des campagnes mondiales mettant en avant la valeur du bois en tant que matériau respectueux de l'environnement. Dans le même temps, la superficie et la qualité des forêts naturelles diminuent, et les forêts naturelles restantes sont de plus en plus souvent affectées à la protection des sols et de l'eau, à la conservation de la biodiversité et à d'autres fins qui excluent ou limitent la production de bois (FAO, 2020). Ainsi, le rôle des forêts plantées pour répondre à la demande croissante de produits forestiers est de plus en plus important (Carle et Holmgren, 2008; Jürgensen, Kollert et Lebedys, 2014; Payn *et al.*, 2015). Pour obtenir des résultats positifs, il est important que les forêts plantées ne supplantent pas les forêts naturelles saines restantes et que les bonnes pratiques soient mises en œuvre et contrôlées par la communauté mondiale (FAO, 2006).

## **Forêts plantées et biodiversité**

La biodiversité est à la base des fonctions que les forêts assurent aux personnes et à l'environnement. La biodiversité dans les forêts est principalement conservée par les populations sauvages d'arbres et les organismes qui leur sont associés; cette biodiversité peut être considérée comme ayant une valeur intrinsèque (par ex. pour des raisons culturelles ou spirituelles) ainsi qu'une valeur à des fins utilitaires, comme une boîte à outils et un modèle d'options qui aident à améliorer la résilience. Les écosystèmes forestiers naturels conservent la majorité de la biodiversité terrestre; l'importance du maintien de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers a donc été soulignée dans de nombreux accords et conventions internationaux.

Si les forêts plantées peuvent compléter les forêts naturelles dans la conservation de la biodiversité, elles ne remplacent pas les fonctions des forêts naturelles en tant que réservoir de biodiversité. Les forêts plantées peuvent être considérées comme une utilisation spécialisée d'une petite partie de la biodiversité conservée dans les forêts naturelles. Lorsque les gestionnaires souhaitent accroître la diversité des biens et services fournis par les forêts plantées, ou augmenter la résilience de la forêt face aux perturbations ou aux changements, il devient alors souhaitable d'accroître également la biodiversité dans la forêt plantée. Cela peut se faire au niveau de la génétique, de l'espèce, du compartiment ou du paysage, mais aussi par la rotation des cultures au fil du temps au même endroit (Carnus *et al.*, 2006).

## Further learning

- Arriaga, V., Cervantes, V. & Vargas-Mena, A.** 2006. Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. SEDESOL, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- CABI International.** 2002. [Pines of Silvicultural Importance](#). CABI Publishing Series. Boston, MA, CABI Pub.
- Carle, J. & Holmgren, P.** 2003. [Definitions related to planted forests](#). Paper presented at the UNFF inter-sessional expert meeting on *The Role of Planted Forests in Sustainable Forest Management - Maximizing Planted Forests' Contribution to SFM*. Wellington, New Zealand, March 2003.
- Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B.** 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, 104 (2) : 65-77.
- Cossalter, C. & Pye-Smith, C.** 2003. [Fast-wood forestry. Myths and realities](#). Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.
- Evans, J. (ed.)** 2009. [Planted forests: uses, impacts, and sustainability](#). CAB International & FAO.
- Evans, J. & Turnbull, J.** 2004. *Plantation Forestry in the Tropics*, 3rd edn. Oxford University Press, Oxford.
- Evans, J.** 1999. [Sustainability of forest plantations. The evidence](#). Department for International Development (DFID). London, UK.
- FAO.** several years. [Working paper series on planted forests](#).
- FAO.** several years. Articles on planted forests published in [Unasylva](#).
- Foucard, J.C.** 2008. [Filière pépinière : de la production à la plantation](#). Tec & Doc Lavoisier.
- Isebrands, J.G. & Richardson, J., eds.** 2014. [Poplars and willows?: trees for society and the environment](#). Rome, Italy, Boston, MA?: CABI?; Rome?: FAO, [2014] ©2014. 634 pp.
- International Congress on Planted Forests.** 2013. Planted forests are a vital resource for future green economies. [Summary Report of the 3<sup>rd</sup> International Congress on Planted Forests](#). Bordeaux, Dublin, Porto, Estoril.
- ITTO.** 1993. [Guidelines for the establishment and sustainable management of planted tropical forests](#). Policy Development Series 4, Yokohama. Japan.
- Matthews J.D.** 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford University Press.
- Mead, D.J.** 2013. *Sustainable management of Pinus radiata plantations / by Donald J. Mead*. FAO, ed. FAO forestry paper?; no. 170. 0258-6150. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Nambiar, E.K.S.** 2019 [Tamm Review: Re-imagining forestry and wood business: pathways to rural development, poverty alleviation and climate change mitigation in the tropics](#). *Forest Ecology and Management*. Volume 448, 15 September 2019, Pages 160-173.
- Oxford Tropical Forestry Papers.** (1968 - present) (available at <https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/oxford/ftp>).
- Tiarks, A., Nambiar, E.K.S. & Cossalter, C.,** 1998. [Site management and productivity in tropical forest plantations](#). Occasional Paper no 16, Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia.
- Varmola, M., Florencia, Lee, D., Montagnini, F., Saramäki, J. & y Gautier, D.** [Funciones diversificadas de los bosques plantados](#).
- Wadsworth, F.** 2000. [Producción forestal para América tropical](#). Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal, Manual de Agricultura. IUFRO-SPDC Textbook Project No. 3.
- Wormald, T.J.** 1992. [Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics](#). FAO forestry paper 103. Rome, Italy.
- Zhang, D. & Pearse, P.H.** 2012. *Forest Economics*. UBC Press. 390 pp.



## Web links

[http://www.itto.int/project\\_search/](http://www.itto.int/project_search/) ITTO - Project search. 2004-2014. Last accessed 17.05.2021.

## References

- Bauhus, J., van der Meer, P.J. & Kanninen, M. 2010. Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests. 1-254 pp.
- Carle, J. & Holmgren, P. 2008. Wood from planted forests: a global outlook 2005-2030. *Forest Products Journal*, 58(12): 6–18.
- Carnus, J.-M., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K. & Walters, B. 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, 104(2): 65–77. <https://doi.org/10.1093/jof/104.2.65>
- Chidumayo, E.N. & Gumbo, D.J. 2010. *The dry forests and woodlands of Africa: Managing for products and services*. E.N. Chidumayo & D.J. Gumbo, eds. London, UK, Earthscan Publications. 1-288 pp. (also available at [https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BGumbo1001.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGumbo1001.pdf)).
- Duryea, M.L. & Dougherty, P.M. 1991. *Forest Regeneration Manual*. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 425 pp.
- Dykstra, D.P. & Heinrich, R. 1996. *FAO model code of forest harvesting practice*. Rome, Italy, FAO. (also available at [www.fao.org/3/v6530e/v6530e00.htm](http://www.fao.org/3/v6530e/v6530e00.htm)).
- Evans, J. 2009. *Planted forests: uses, impacts, and sustainability*. 224 pp. (also available at [books.google.com/books](https://books.google.com/books)).
- Evans, J. & Turnbull, J.W. 2004. *Plantation forestry in the tropics: the role, silviculture, and use of planted forest for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes*. Oxford (United Kingdom) Oxford Univ. Press.
- FAO. 2006. *Responsible management of planted forests: voluntary guidelines*. Rome, Italy. 73 pp. (also available at [www.fao.org/docrep/pdf/009/j9256e/j9256e00.pdf](http://www.fao.org/docrep/pdf/009/j9256e/j9256e00.pdf)).
- FAO. 2010. *Planted forests in sustainable forest management. A statement of principles*. FAO, p. Rome, Italy. (also available at [www.fao.org/3/al248e/al248e00.pdf](http://www.fao.org/3/al248e/al248e00.pdf)).
- FAO. 2014. *The State of the World's Forest Genetic Resources*. Rome, Italy, FAO. 304 pp. (also available at [www.fao.org/3/a-i3825e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3825e.pdf)).
- FAO. 2018. *Global forest resources assessment 2020: Terms and Definitions*. Rome, Italy. 32 pp. (also available at [www.fao.org/3/l8661EN/l8661en.pdf](http://www.fao.org/3/l8661EN/l8661en.pdf)).
- FAO. 2020. *Global Forest Resources Assessment 2020: Main Report*. Rome, Italy. (also available at [www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf](http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf)).
- FAO & UNCCD. 2015. *Sustainable financing for forest and landscape restoration: Key Messages*
- ILO. 1998. *Safety and health in forestry work: An ILO code of practice*. Geneva, Switzerland. (also available at [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_107793.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_107793.pdf)).
- Jürgensen, C., Kollert, W. & Lebedys, A. 2014. Assessment of industrial roundwood production from planted forests. *FAO Planted Forests and Trees Working Paper*, FP/48/E(48): 40. (also available at [www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/](http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/)).
- Lamb, D. 2011. Regreening the Bare Hills?: Tropical Forest Restoration in the Asia-Pacific Region. [search.ebscohost.com/login.aspx](http://search.ebscohost.com/login.aspx)
- M. Kenis, B.P.H., Colombari, F., Lawson, S., Sun, J., Wilken, C., Weeks, R. & Sathyapala, S. 2019. *Guide to the classical biological control of insect pests in planted and natural forests*. 113 pp. (also available at [www.fao.org/3/ca3677en/CA3677EN.pdf](http://www.fao.org/3/ca3677en/CA3677EN.pdf)).
- Midgley, S.J., Stevens, P.R. & Arnold, R.J. 2017. Hidden assets: Asia's smallholder wood resources and their contribution to supply chains of commercial wood. *Australian Forestry*, 80(1): 10–25. <https://doi.org/10.1080/00049158.2017.1280750>
- Oliver, C.D., Nassar, N.T., Lippke, B.R. & McCarter, J.B. 2014. Carbon, Fossil Fuel, and Biodiversity Mitigation With Wood and Forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(3): 248–275. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.839386>

- Payn, T., Carnus, J.M., Freer-Smith, P., Kimberley, M., Kollert, W., Liu, S., Orazio, C., Rodriguez, L., Silva, L.N. & Wingfield, M.J.** 2015. Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecology and Management*, 352: 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.021>
- Silva, L.N., Freer-Smith, P. & Madsen, P.** 2019. Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations. *New Forests*, 50(2): 153–168. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9644-6>
- Stanturf, J.A., Palik, B.J. & Dumroese, R.K.** 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, 331: 292–323. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.029>
- Webb, D.B., Wood, P.D., Smith, J.P. & Henman, G.S.** 1984. *A Guide to Species Selection for Tropical and sub-Tropical Plantations*. Oxford, UK, Oxford?: Oxford University Press. 266 pp.
- Zhang, D. & Pearse, P.H.** 2012. *Forest Economics*. UBC Press. 390 pp. (also available at <https://books.google.it/books?id=ZSaqugAACAAJ>).

## Credits

This module was developed with the kind collaboration of the following people and/or institutions:

**Initiator(s):** Walter Kollert - FAO, Forestry Division

**Contributor(s):** Cesar Sabogal - FAO, Forestry Division

**Reviewer(s):** ITTO

This module was revised in 2017 to strengthen gender considerations.

**Initiator(s):** Gender Team in Forestry

**Reviewer(s):** Walter Kollert

This module was revised in 2020 to update the content

**Initiators(s):** Benjamin Caldwell - FAO Forestry Division; Hubertus van Heisenberg - Independent consultant.

**Reviewers:** New Generation Plantations team, IUFRO Task Force on Sustainable Planted forests for a Greener Future; Sawlog Production Grant Scheme; Jonas Cedergren, Nora Berrahmouni, Patrice Savadogo - FAO; Peter Kanowski.

