Forest Inventory

Basic knowledge

Modules associés

- Agroforesterie
- Aires protégées
- Certification forestière
- Exploitation du bois
- Gestion des forêts plantées
- Gestion des incendies de végétation
- Gestion de la faune sauvage
- Gestion des produits forestiers non ligneux
- Planification de la gestion des forêts
- Planification de l'utilisation des terres
- Politiques forestières
- Restauration des forêts
- Sylviculture dans les forêts naturelles

Le module sur l'Inventaire forestier s'adresse aux personnes engagées dans la collecte de données sur les ressources forestières. Il présente un aperçu des catégories et objectifs des inventaires forestiers et décrit les étapes principales de leur préparation, de la dendrométrie à la collecte de données.

Le module fournit des informations de base et des données plus exhaustives sur les inventaires forestiers, ainsi que des liens vers des outils et études de cas sur des inventaires forestiers réussis.

Le module sur l’Inventaire forestier s’adresse aux personnes engagées dans la collecte de données sur les ressources forestières. Il présente un aperçu des catégories et objectifs des inventaires forestiers et décrit les étapes principales de leur préparation, de la dendrométrie à la collecte de données.

Le module fournit des informations de base et des données plus exhaustives sur les inventaires forestiers, ainsi que des liens vers des outils et études de cas sur des inventaires forestiers réussis.

L’inventaire forestier est la collecte systématique de données sur les ressources forestières dans une zone déterminée. Elle permet l’évaluation de l’état actuel et sert de fondement à l’analyse et à la planification qui constituent la base de la gestion durable des forêts. Sa justification repose sur l’idée que la prise de décisions n’est possible que sur la base d’informations solides et fiables déclenchant ainsi le cycle vertueux de collecte de données, prise de décisions et évaluation du résultat obtenu.

D’une manière générale, toutes les opérations relatives à l’inventaire devraient suivre au moins les étapes suivantes:

Définition des objectifs de l’inventaire et de l’information souhaitée.

Élaboration de plans et méthodes d’échantillonnage.

Collecte des données (enquêtes de terrain, analyse de données de télédétection et autres sources).

Analyse des données et publication des résultats.

L’inventaire forestier est la collecte systématique de données sur les ressources forestières dans une zone déterminée. Elle permet l’évaluation de l’état actuel et sert de fondement à l’analyse et à la planification qui constituent la base de la gestion durable des forêts. Sa justification repose sur l’idée que la prise de décisions n’est possible que sur la base d’informations solides et fiables déclenchant ainsi le cycle vertueux de collecte de données, prise de décisions et évaluation du résultat obtenu.

D’une manière générale, toutes les opérations relatives à l’inventaire devraient suivre au moins les étapes suivantes:

Définition des objectifs de l’inventaire et de l’information souhaitée.

Élaboration de plans et méthodes d’échantillonnage.

Collecte des données (enquêtes de terrain, analyse de données de télédétection et autres sources).

Analyse des données et publication des résultats.

Compte tenu des contraintes de coût et de temps, les inventaires sont normalement réalisés en utilisant des techniques d'**échantillonnage.** Le principe général de l'échantillonnage est de choisir un sous-ensemble d'une population (échantillon) et d'attribuer les conclusions de l'échantillon à la population entière. Le choix du plan d'échantillonnage le mieux adapté est sujet à diverses considérations (davantage de détails figurent dans la section *Outils* de ce module). Il est important de considérer si l'objectif consiste à établir un système de suivi (mesures répétées dans le temps) et si des informations secondaires (par exemple imagerie aérienne ou satellitaire) sont disponibles ou non.

Les facteurs principaux qui déterminent l'ensemble de la méthodologie sont le **but** et l'**échelle** de l'inventaire.

Le **but** (ou objectif) et le public ciblé d'un inventaire forestier doivent être clairement définis, et la finalité de la collecte de données doit être établie en fonction des besoins d'information des utilisateurs. Alors que, dans le passé, les inventaires forestiers visaient principalement l'évaluation de la disponibilité de bois d'œuvre, ces dernières années la forêt est reconnue comme étant un écosystème complexe qui comprend plusieurs éléments (y compris humains) interagissant. Un inventaire forestier est donc conçu désormais comme un **inventaire forestier à objectifs multiples** avec la contribution de compétences de différents domaines comme la théorie de l'échantillonnage, les enquêtes, la technologie de l'information, la télédétection, les sciences sociales, la dendrométrie et la modélisation pour évaluer les fonctions multiples des forêts et des arbres.

Sur le plan de l'**échelle**, une large panoplie de besoins, et dès lors d'approches, sont possibles. Les inventaires forestiers mondiaux visent à déterminer l'étendue et la situation des ressources forestières au niveau mondial (voir l'Évaluation des ressources forestières mondiales que la FAO publie depuis 1946 et qui sert aussi de mécanisme pour faciliter l'harmonisation des terminologies et des définitions).

Les inventaires de zones plus limitées ont normalement des objectifs spécifiques, souvent la planification et les opérations forestières. Ils comprennent les inventaires régionaux (portions du territoire national) ; les inventaires de reconnaissance (évaluations préliminaires des ressources forestières dans une zone limitée) ; les inventaires d'aménagement (ou de gestion) pour orienter la sylviculture et la gestion des forêts ; les inventaires d'exploitation (visant à évaluer les disponibilités de bois d'œuvre exploitable et à planifier les opérations de récolte et d'abattage) ; les inventaires post-exploitation (pour évaluer la régénération et les dommages causés par les opérations de coupe); et le suivi de la santé de la forêt (souvent lié aux opérations de coupe sanitaire).

Compte tenu des contraintes de coût et de temps, les inventaires sont normalement réalisés en utilisant des techniques d'**échantillonnage.** Le principe général de l'échantillonnage est de choisir un sous-ensemble d'une population (échantillon) et d'attribuer les conclusions de l'échantillon à la population entière. Le choix du plan d'échantillonnage le mieux adapté est sujet à diverses considérations (davantage de détails figurent dans la section *Outils* de ce module). Il est important de considérer si l'objectif consiste à établir un système de suivi (mesures répétées dans le temps) et si des informations secondaires (par exemple imagerie aérienne ou satellitaire) sont disponibles ou non.

Les facteurs principaux qui déterminent l'ensemble de la méthodologie sont le **but** et l'**échelle** de l'inventaire.

Le **but** (ou objectif) et le public ciblé d'un inventaire forestier doivent être clairement définis, et la finalité de la collecte de données doit être établie en fonction des besoins d'information des utilisateurs. Alors que, dans le passé, les inventaires forestiers visaient principalement l'évaluation de la disponibilité de bois d'œuvre, ces dernières années la forêt est reconnue comme étant un écosystème complexe qui comprend plusieurs éléments (y compris humains) interagissant. Un inventaire forestier est donc conçu désormais comme un **inventaire forestier à objectifs multiples** avec la contribution de compétences de différents domaines comme la théorie de l'échantillonnage, les enquêtes, la technologie de l'information, la télédétection, les sciences sociales, la dendrométrie et la modélisation pour évaluer les fonctions multiples des forêts et des arbres.

Sur le plan de l'**échelle**, une large panoplie de besoins, et dès lors d'approches, sont possibles. Les inventaires forestiers mondiaux visent à déterminer l'étendue et la situation des ressources forestières au niveau mondial (voir l'Évaluation des ressources forestières mondiales que la FAO publie depuis 1946 et qui sert aussi de mécanisme pour faciliter l'harmonisation des terminologies et des définitions).

Les inventaires de zones plus limitées ont normalement des objectifs spécifiques, souvent la planification et les opérations forestières. Ils comprennent les inventaires régionaux (portions du territoire national) ; les inventaires de reconnaissance (évaluations préliminaires des ressources forestières dans une zone limitée) ; les inventaires d'aménagement (ou de gestion) pour orienter la sylviculture et la gestion des forêts ; les inventaires d'exploitation (visant à évaluer les disponibilités de bois d'œuvre exploitable et à planifier les opérations de récolte et

d’abattage) ; les inventaires post-exploitation (pour évaluer la régénération et les dommages causés par les opérations de coupe); et le suivi de la santé de la forêt (souvent lié aux opérations de coupe sanitaire).

Inventaire forestier contribue aux ODD:

Modules associés

- Agroforesterie
- Aires protégées
- Certification forestière
- Exploitation du bois
- Gestion des forêts plantées
- Gestion des incendies de végétation
- Gestion de la faune sauvage
- Gestion des produits forestiers non ligneux
- Planification de la gestion des forêts
- Planification de l’utilisation des terres
- Politiques forestières
- Restauration des forêts
- Sylviculture dans les forêts naturelles

Inventaire forestier contribue aux ODD:

15
VIE
TERRESTRE
17
PARTENARIATS
POUR
LA RÉALISATION
DES OBJECTIFS

In more depth

Dendrométrie

Tout inventaire forestier se fonde sur une série d'activités réalisées dans la forêt qui sont définies comme dendrométrie. La dendrométrie a pour objectif la détermination des dimensions, de la forme, du poids, de la croissance, du volume et de l'âge des arbres, individuellement ou collectivement, et de la taille de leurs produits.

Dans une certaine mesure la disponibilité de ressources financières et de capacités humaines détermine les méthodologies à utiliser. Dans le scénario le plus favorable, les inventaires forestiers à objectifs multiples sur le terrain collectent les données primaires sur les essences, le diamètre et la hauteur des arbres, l'utilisation des terres et autres, associant des placettes échantillons permanentes à une évaluation par télédétection pour évaluer le couvert forestier et d'autres paramètres.

Dendrométrie

Tout inventaire forestier se fonde sur une série d'activités réalisées dans la forêt qui sont définies comme dendrométrie. La dendrométrie a pour objectif la détermination des dimensions, de la forme, du poids, de la croissance, du volume et de l'âge des arbres, individuellement ou collectivement, et de la taille de leurs produits.

Dans une certaine mesure la disponibilité de ressources financières et de capacités humaines détermine les méthodologies à utiliser. Dans le scénario le plus favorable, les inventaires forestiers à objectifs multiples sur le terrain collectent les données primaires sur les essences, le diamètre et la hauteur des arbres, l'utilisation des terres et autres, associant des placettes échantillons permanentes à une évaluation par télédétection pour évaluer le couvert forestier et d'autres paramètres.

Relevés sur le terrain

Dans un inventaire sur le terrain, les équipes chargées de l'inventaire forestier collectent des données au sol. Pour une zone de forêt relativement limitée, comme une parcelle d'exploitation, on peut (souvent nécessaire) conduire des inventaires à cent pour cent (appelés aussi inventaires en plein, ou pied par pied) où tous les arbres d'un peuplement (normalement supérieurs à un diamètre minimal spécifié) sont mesurés. Pour des inventaires de zones plus étendues, comme au niveau d'un paysage, d'une province ou d'un pays, un inventaire à cent pour cent risque d'être impraticable et excessivement coûteux. Une stratégie d'échantillonnage s'impose alors : les mesures sont prises dans des unités d'échantillonnage permanentes et/ou temporaires, et ces mesures sont utilisées par la suite pour estimer les valeurs de la forêt tout entière. La superficie échantillonnée est la superficie totale de toutes les unités d'échantillonnage dans lesquelles les mesures sont prises.

La procédure d'échantillonnage peut être aléatoire, mais un échantillonnage systématique est normalement plus efficace car il tend à mieux représenter la répartition des utilisations des terres et des types de forêts. L'échantillonnage peut aussi être pré-stratifié afin d'intensifier l'échantillon dans des strates qui sont plus hétérogènes ou d'une plus haute priorité, augmentant par là même la précision des estimations où elles sont le plus nécessaires. Les unités d'échantillonnage peuvent consister en des peuplements, des parcelles, des bandes ou des points et les placettes peuvent être circulaires, rectangulaires ou carrées (ou d'une autre forme) et de taille fixe ou variable. La taille de la placette se détermine en fonction du nombre escompté de mesures des paramètres d'intérêt. Ainsi, les placettes servant à mesurer de petits arbres peuvent parfois être de taille inférieure à celles servant à mesurer de grands arbres, du fait que les petits arbres sont souvent plus fréquents que les grands (et dès lors un nombre égal de tiges peut être mesuré dans un espace plus limité). Le nombre de placettes dépend du besoin de précision statistique, en particulier pour les paramètres clés, et des contraintes de coût et de temps. Il faut normalement plus de temps et d'efforts pour mesurer une série de placettes largement disséminées que des placettes organisées en grappes (échantillonnage en grappes).

Evaluation par télédétection

Une évaluation par télédétection (utilisant des données fournies par des capteurs aériens ou satellitaires) peut servir soit pour couvrir l'ensemble de la superficie, soit pour une approche par échantillonnage. Dans une approche par échantillonnage, les observations se font dans des unités d'échantillonnage (placettes échantillons) alors que dans l'autre cas c'est la zone d'intérêt tout entière (paysage, province ou pays, par exemple) qui est observée. Les observations par télédétection peuvent servir en particulier à déterminer l'étendue des différentes catégories de couvert (ou d'utilisation) des terres. Elles peuvent en cela faciliter grandement l'extrapolation des densités de volume et de biomasse obtenus par des relevés de terrain sur de vastes superficies et au fil du temps lors d'évaluations répétées visant à estimer les changements du total du stock de volume et de biomasse, et pour stratifier l'analyse des données de terrain.

La télédétection radar et par laser, aérienne ou satellitaire, peut être utilisée pour capter des données permettant d'estimer les stocks tant de volume que de biomasse. La précision de ces méthodes dépend largement de la capacité à calibrer et valider les mesures avec des données de terrain, et les technologies, tout en étant encore expérimentales et relativement coûteuses, sont prometteuses, en particulier pour les zones difficilement accessibles sur le terrain.

Relevé des données

Les mesures et les observations de terrain sont effectuées sur des arbres individuels (et des arbustes), ainsi sur l'ensemble de l'écosystème forestier.

Les mesures et observations communs sont : le diamètre, la hauteur, la forme de la tige, l'état de santé et les espèces taxonomiques. Une variété d'instruments et d'outils est disponible pour mesurer les paramètres dendrométriques en fonction du budget et des compétences.

Diamètre – Normalement le diamètre de la tige d' un arbre se mesure sur écorce à une hauteur de 1,3 m au-dessus du sol communément désignée comme hauteur d'homme ou hauteur de poitrine (d'où l'expression diamètre à hauteur de poitrine - dhp). Pour les cas particuliers (arbres de forme irrégulière ou arbres poussant sur une pente, par exemple) consulter le manuel de terrain *NFMA Suivi et évaluation des ressources forestières nationales*. *Équipement :* ruban diamétrique, règle graduée de cubage, compas forestier.

Hauteur – La hauteur de l'arbre est la hauteur verticale mesurée du sol à la cime de l'arbre. La hauteur commerciale du fût est la longueur du tronc depuis la souche jusqu'à l'endroit de la première ramification ou du plus petit diamètre commercialisable (c'est-à-dire le diamètre minimal du fût utilisable comme bois d'œuvre). La mesure de la hauteur de l'arbre peut être particulièrement difficile dans les forêts où les cimes sont invisibles à cause de la densité du couvert (dans les forêts tropicales denses, par exemple). Étant donné qu'il est beaucoup plus coûteux de mesurer la hauteur de l'arbre que le diamètre à hauteur de poitrine, la hauteur n'est souvent mesurée que pour un sous-échantillon d'arbres. Sur la base d'un tel sous-échantillon, la relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur de l'arbre peut être modélisée et appliquée pour prédire la hauteur de tous les arbres de l'échantillon. Toutefois, cette méthode donnera des résultats moins précis que des estimations effectives de la hauteur.

Tant la hauteur totale que la hauteur commerciale du fût peuvent être estimées à l'aide d'une variété d'outils, et les outils de mesure de la hauteur les plus précis (clinomètres) mesurent les angles et permettent à l'utilisateur de déterminer la hauteur d'un arbre sur pied à une distance donnée. Pour plus d'information et des illustrations sur la mesure de la hauteur des arbres consulter le manuel de terrain NFMA *Suivi et évaluation des ressources forestières nationales*. *Équipement : clinomètre, hypsomètre, relascope, télémètre, règle graduée de cubage, perche dendrométrique.*

Santé et vitalité des écosystèmes forestiers Ces éléments peuvent être déterminés grâce à des indicateurs écologiques choisis. Ces indicateurs sont essentiellement des observations sur la présence ou l'absence d'agents biotiques ou abiotiques et de problèmes environnementaux (ou leurs symptômes) affectant les forêts, ainsi que l'évaluation générale de l'état de la forêt et des arbres. Ils sont enregistrés dans les placettes soit au niveau de l'arbre (état général de l'arbre et de la cime, agents responsables) soit au niveau du peuplement forestier (problèmes environnementaux observés et niveau de gravité et tendances). Les informations sur la santé et la vitalité de la forêt proviennent des observations faites sur le terrain ainsi que d'entretiens avec la population locale et des informateurs clés.

Diversité biologique Une bonne identification des espèces d'arbres est fondamentale pour tout inventaire forestier. Dans de nombreux cas, il est beaucoup plus grave de se tromper sur l'identification de l'espèce d'un arbre que de se méprendre sur toute autre caractéristique. Dans les forêts tropicales riches en espèces, l'identification est souvent un défi de taille en raison de la limitation de compétences botaniques spécialisées à de rares taxonomistes. Il est recommandé de prendre des échantillons de parties de l'arbre, comprenant de préférence du matériel fertile comme les fleurs, les graines et les fruits à faire identifier par des experts au laboratoire. Des photos détaillées de matériel similaire pourraient atteindre le même objectif. Pour limiter les efforts, certains inventaires se focalisent seulement sur les espèces considérées comme « importantes » soit pour leur valeur commerciale, soit pour leur rôle pour assurer la biodiversité, soit pour d'autres raisons.

Une évaluation détaillée de la diversité biologique comprendrait alors des résultats sur le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur par espèce, la répartition spatiale des espèces, la structure de la forêt et des observations sur les espèces indicatrices (flore et faune).

Services environnementaux et socioéconomiques Ce sont des fonctions essentielles procurées par les forêts et les arbres. Pour les inventaires sur de grandes étendues ces services sont importants à évaluer et suivre afin de donner aux décideurs les informations contribuant à améliorer les moyens d'existence des populations locales et à protéger le sol et l'eau. Les informations sur ces services sont collectées à partir d'observations de terrain et d'entretiens avec la population locale et d'autres informateurs clés.

Estimer le matériel sur pied et la biomasse

Les estimations du volume ou de la biomasse pour les arbres individuels dans la superficie échantillonnée sont sommées pour en tirer le volume total inventorié des arbres dans cette superficie. La densité du matériel sur pied (mètres cubes par hectare) et la densité de la biomasse (tonnes par hectare) peuvent être calculées en divisant le volume total inventorié des arbres ou de la biomasse par la superficie échantillonnée. Des équations de volume incluant comme paramètres des mesures au niveau du peuplement (surface terrière, par exemple) donnent directement des estimations de la densité du volume.

L'allométrie est l'utilisation d'équations, de modèles et de fonctions pour décrire la relation quantitative entre divers paramètres dendrométriques. En combinaison avec les données de l'inventaire, les équations allométriques peuvent servir pour estimer le volume et la biomasse des arbres et, enfin, le matériel sur pied et les stocks de biomasse et de carbone des forêts à différentes échelles. Les modèles allométriques peuvent être spécifiques de l'espèce ou d'un groupe d'espèces et peuvent, d'une manière générale, être générés pour différents types de forêts. Une source utile pour l'identification de modèles allométriques adaptés est GlobAllomeTree: une plateforme internationale sur Internet pour les équations allométriques des arbres facilitant l'évaluation des stocks de volume, biomasse et carbone.

Relevés sur le terrain

Dans un inventaire sur le terrain, les équipes chargées de l'inventaire forestier collectent des données au sol. Pour une zone de forêt relativement limitée, comme une parcelle d'exploitation, on peut (souvent nécessaire) conduire des inventaires à cent pour cent (appelés aussi inventaires en plein, ou pied par pied) où tous les arbres d'un peuplement (normalement supérieurs à un diamètre minimal spécifié) sont mesurés. Pour des inventaires de zones plus étendues, comme au niveau d'un paysage, d'une province ou d'un pays, un inventaire à cent pour cent risque d'être impraticable et excessivement coûteux. Une stratégie d'échantillonnage s'impose alors : les mesures sont prises dans des unités d'échantillonnage permanentes et/ou temporaires, et ces mesures sont utilisées par la suite pour estimer les valeurs de la forêt tout entière. La superficie échantillonnée est la superficie totale de toutes les unités d'échantillonnage dans lesquelles les mesures sont prises.

La procédure d'échantillonnage peut être aléatoire, mais un échantillonnage systématique est normalement plus efficace car il tend à mieux représenter la répartition des utilisations des terres et des types de forêts. L'échantillonnage peut aussi être pré-stratifié afin d'intensifier l'échantillon dans des strates qui sont plus hétérogènes ou d'une plus haute priorité, augmentant par là même la précision des estimations où elles sont le plus nécessaires. Les unités d'échantillonnage peuvent consister en des peuplements, des parcelles, des bandes ou des points et les placettes peuvent être circulaires, rectangulaires ou carrées (ou d'une autre forme) et de taille fixe ou variable. La taille de la placette se détermine en fonction du nombre escompté de mesures des paramètres d'intérêt. Ainsi, les placettes servant à mesurer de petits arbres peuvent parfois être de taille inférieure à celles servant à mesurer de grands arbres, du fait que les petits arbres sont souvent plus fréquents que les grands (et dès lors un nombre égal de tiges peut être mesuré dans un espace plus limité). Le nombre de placettes dépend du besoin de précision statistique, en particulier pour les paramètres clés, et des contraintes de coût et de temps. Il faut normalement plus de temps et d'efforts pour mesurer une série de placettes largement disséminées que des placettes organisées en grappes (échantillonnage en grappes).

Evaluation par télédétection

Une évaluation par télédétection (utilisant des données fournies par des capteurs aériens ou satellitaires) peut servir soit pour couvrir l'ensemble de la superficie, soit pour une approche par échantillonnage. Dans une approche par échantillonnage, les observations se font dans des unités d'échantillonnage (placettes échantillons) alors que dans l'autre cas c'est la zone d'intérêt tout entière (paysage, province ou pays, par exemple) qui est observée. Les observations par télédétection peuvent servir en particulier à déterminer l'étendue des différentes catégories de couvert (ou d'utilisation) des terres. Elles peuvent en cela faciliter grandement l'extrapolation des densités de volume et de biomasse obtenus par des relevés de terrain sur de vastes superficies et au fil du temps lors d'évaluations répétées visant à estimer les changements du total du stock de volume et de biomasse, et pour stratifier l'analyse des données de terrain.

La télédétection radar et par laser, aérienne ou satellitaire, peut être utilisée pour capter des données permettant d'estimer les stocks tant de volume que de biomasse. La précision de ces méthodes dépend largement de la capacité à calibrer et valider les mesures avec des données de terrain, et les technologies, tout en étant encore expérimentales et relativement coûteuses, sont prometteuses, en particulier pour les zones difficilement accessibles sur le terrain.

Relevé des données

Les mesures et les observations de terrain sont effectuées sur des arbres individuels (et des arbustes), ainsi sur l'ensemble de l'écosystème forestier.

Les mesures et observations communs sont : le diamètre, la hauteur, la forme de la tige, l'état de santé et les espèces taxonomiques. Une variété d'instruments et d'outils est disponible pour mesurer les paramètres dendrométriques en fonction du budget et des compétences.

Diamètre – Normalement le diamètre de la tige d' un arbre se mesure sur écorce à une hauteur de 1,3 m au-dessus du sol communément désignée comme hauteur d'homme ou hauteur de poitrine (d'où l'expression diamètre à hauteur de poitrine - dhp). Pour les cas particuliers (arbres de forme irrégulière ou arbres poussant sur une pente, par exemple) consulter le manuel de terrain *NFMA Suivi et évaluation des ressources forestières nationales*. *Équipement :* ruban diamétrique, règle graduée de cubage, compas forestier.

Hauteur – La hauteur de l'arbre est la hauteur verticale mesurée du sol à la cime de l'arbre. La hauteur commerciale du fût est la longueur du tronc depuis la souche jusqu'à l'endroit de la première ramification ou du plus petit diamètre commercialisable (c'est-à-dire le diamètre minimal du fût utilisable comme bois d'œuvre). La mesure de la hauteur de l'arbre peut être particulièrement difficile dans les forêts où les cimes sont invisibles à cause de la densité du couvert (dans les forêts tropicales denses, par exemple). Étant donné qu'il est beaucoup plus coûteux de mesurer la hauteur de l'arbre que le diamètre à hauteur de poitrine, la hauteur n'est souvent mesurée que pour un sous-échantillon d'arbres. Sur la base d'un tel sous-échantillon, la relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur de l'arbre peut être modélisée et appliquée pour prédire la hauteur de tous les arbres de l'échantillon. Toutefois, cette méthode donnera des résultats moins précis que des estimations effectives de la hauteur.

Tant la hauteur totale que la hauteur commerciale du fût peuvent être estimées à l'aide d'une variété d'outils, et les outils de mesure de la hauteur les plus précis (clinomètres) mesurent les angles et permettent à l'utilisateur de déterminer la hauteur d'un arbre sur pied à une distance donnée. Pour plus d'information et des illustrations sur la mesure de la hauteur des arbres consulter le manuel de terrain NFMA *Suivi et évaluation des ressources forestières nationales*. *Équipement : clinomètre, hypsomètre, relascope, télémètre, règle graduée de cubage, perche dendrométrique.*

Santé et vitalité des écosystèmes forestiers Ces éléments peuvent être déterminés grâce à des indicateurs écologiques choisis. Ces indicateurs sont essentiellement des observations sur la présence ou l'absence d'agents biotiques ou abiotiques et de problèmes environnementaux (ou leurs symptômes) affectant les forêts, ainsi que l'évaluation générale de l'état de la forêt et des arbres. Ils sont enregistrés dans les placettes soit au niveau de l'arbre (état général de l'arbre et de la cime, agents responsables) soit au niveau du peuplement forestier (problèmes environnementaux observés et niveau de gravité et tendances). Les informations sur la santé et la vitalité de la forêt proviennent des observations faites sur le terrain ainsi que d'entretiens avec la population locale et des informateurs clés.

Diversité biologique Une bonne identification des espèces d'arbres est fondamentale pour tout inventaire forestier. Dans de nombreux cas, il est beaucoup plus grave de se tromper sur l'identification de l'espèce d'un arbre que de se méprendre sur toute autre caractéristique. Dans les forêts tropicales riches en espèces, l'identification est souvent un défi de taille en raison de la limitation de compétences botaniques spécialisées à de rares taxonomistes. Il est recommandé de prendre des échantillons de parties de l'arbre, comprenant de préférence du matériel fertile comme les fleurs, les graines et les fruits à faire identifier par des experts au laboratoire. Des photos détaillées de matériel similaire pourraient atteindre le même objectif. Pour limiter les efforts, certains inventaires se focalisent seulement sur les espèces considérées comme « importantes » soit pour leur valeur commerciale, soit pour leur rôle pour assurer la biodiversité, soit pour d'autres raisons.

Une évaluation détaillée de la diversité biologique comprendrait alors des résultats sur le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur par espèce, la répartition spatiale des espèces, la structure de la forêt et des observations sur les espèces indicatrices (flore et faune).

Services environnementaux et socioéconomiques Ce sont des fonctions essentielles procurées par les forêts et les arbres. Pour les inventaires sur de grandes étendues ces services sont importants à évaluer et suivre afin de donner aux décideurs les informations contribuant à améliorer les moyens d'existence des populations locales et à protéger le sol et l'eau. Les informations sur ces services sont collectées à partir d'observations de terrain et d'entretiens avec la population locale et d'autres informateurs clés.

Estimer le matériel sur pied et la biomasse

Les estimations du volume ou de la biomasse pour les arbres individuels dans la superficie échantillonnée sont sommées pour en tirer le volume total inventorié des arbres dans cette superficie. La densité du matériel sur pied (mètres cubes par hectare) et la densité de la biomasse (tonnes par hectare) peuvent être calculées en divisant le volume total inventorié des arbres ou de la biomasse par la superficie

échantillonnée. Des équations de volume incluant comme paramètres des mesures au niveau du peuplement (surface terrière, par exemple) donnent directement des estimations de la densité du volume.

L'allométrie est l'utilisation d'équations, de modèles et de fonctions pour décrire la relation quantitative entre divers paramètres dendrométriques. En combinaison avec les données de l'inventaire, les équations allométriques peuvent servir pour estimer le volume et la biomasse des arbres et, enfin, le matériel sur pied et les stocks de biomasse et de carbone des forêts à différentes échelles. Les modèles allométriques peuvent être spécifiques de l'espèce ou d'un groupe d'espèces et peuvent, d'une manière générale, être générés pour différents types de forêts. Une source utile pour l'identification de modèles allométriques adaptés est GlobAllomeTree: une plateforme internationale sur Internet pour les équations allométriques des arbres facilitant l'évaluation des stocks de volume, biomasse et carbone.

E-learning

Why a national forest inventory?

This course describes the goals and purpose of a national forest inventory (NFI) and explores how NFIs inform policy- and decision-making in the forest sector. It then explores the importance of data in forest-related decision-making and evaluates the contribution of NFIs in national, international and climate change data reporting mechanisms.

Preparing for a national forest inventory

This course describes the planning and preparation phase of a national forest inventory (NFI). This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Introduction to sampling

This course covers the general aspects of sampling in forest inventories and aims to introduce the basic concepts and characteristics of a sampling study, as well as provide an overview of the most important components of a national forest inventory (NFI).

Introduction to fieldwork

This course lays down the considerations for fieldwork and discusses plot-level variables as well as tree-level measurements. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Data management in a national forest inventory

This course provides an overview of information gathering and data management for national forest inventories (NFI). This course is primarily intended for people who are involved in NFIs

but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Quality assurance and quality control in a national forest inventory

This course provides an overview of Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) procedures in forest inventory data collection and management. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

Elements in data analysis

This course offers guidance on the typical approaches and calculations used in forest data analyses and related topics. This course is primarily intended for people who are involved in NFIs but can be taken by anyone with an interest in the subject.

National forest inventory results: reporting and dissemination

This course covers national forest inventory (NFI) reporting in detail and establishes the importance of reporting in the context of REDD+ actions.

Collecting household welfare data through forestry modules

The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Introduction to national socioeconomic surveys in forestry

The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Istituzionalization of forest data

This course is designed for individuals who have an interest in establishing and developing a national forest monitoring system (NFMS), and to learn about the institutionalization process. The course targets legal experts, ministries, government officers, academia and private sector...

Measuring the role of forests and trees in household welfare and livelihoods

The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Operationalising the forestry modules

The e-learning on the ‘National socioeconomic surveys in forestry’ comprises four courses that aim to provide guidance on the use of forestry modules to collect data on the socioeconomic contributions of forests and non-forests environments to household welfare and livelihoods...

Sharing the experience on “Forest and land monitoring for climate action – SEPAL” facilitated course

The overall objective of this course is to support knowledge and skills development to operationally apply high-resolution satellite imagery to critical forest and land monitoring in tropical forest countries. More specifically, the course focuses on how the System for Earth Observation Data Access...

Sharing the "Forests and Transparency under the Paris Agreement" MOOC multilingual experience

This Massive Open Online Course (MOOC) was based on the FAO e-learning course “Forests and transparency under the Paris Agreement” available on the FAO e-learning Academy. In this course participants learnt about the importance of forest-related data collection, analysis...

Further learning

Avery, T.E. 1975. *Natural resources measurements.* McGraw-Hill Inc.

Barrett, T. M., Eckmuller, O., Fried, J.S., Lund, H.G., Kohl, M, & Nuutinen, T. 2004. *Inventory.* Chapter in *Encyclopedia of forest sciences* Volume 1: 403-433. Elsevier Ltd., Oxford, UK.

Brack, C.L., Kangas, A., Kangas, J., Mackie, E., Matthews, R., Skovsgaard, J.P. &Worbes, M. 2004. *Essays on forest mensuration*. In: *Encyclopedia of forest sciences* Volume 2: 550-599. Elsevier, Oxford UK.

Huisman, O. & de By, R.A. 2009. *Principles of geographic information systems – An introductory textbook.*

Husch, B. 1971. Planning a forest inventory. FAO Forestry and Forest Products Study No. 17/FAO Forestry Series No. 4. FAO, Rome.

Johnson, E.W. 2000. *Forest sampling desk reference.* CRC Press, BOCA Raton, USA.

Philip, M.S. 1994. *Measuring trees and forests.* CAB International. Cambridge, UK.

Pretsch, H. 2010. *Forest dynamics, growth and yield – From measurement to model.* Springer, Berlin Heidelberg.

Tempfli, K., Kerle, N., Huurnemann, G.C. & Janssen, L.L.F. (eds.). 2009. *Principles of remote sensing – An introductory textbook.* The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.

Tomppo, E., Gschwantner, T., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (eds). 2010. *National forest inventories – Pathways for common reporting.* Springer, European Science Foundation.

Weiskittel, A.R., Hann, D.W., Kershaw Jr., J.A. & Vanclayy, J. 2011. *Forest growth and yield modeling.* Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

Videos

Ministerio del Ambiente, Peru. *Inventario Nacional Forestal.* Online video clip. YouTube, 6 November 2013. Last accessed 02.02.15.

Credits

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

Initiator(s): David Morales - FAO, Forestry Department

Contributor(s): Marco Piazza - FAO, Forestry Department

Reviewer(s): CATIE; CIFOR; IUFRO; Tropenbos International