

Les forêts et l'eau



Photographie de la couverture:

Chutes de Kiutaköngäs, parc national d'Oulanka, Finlande (FAO/FO-6885/P. Ceci)

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de la FAO.

ISBN 978-92-5-206090-1

Tous droits réservés. Les informations contenues dans ce produit d'information peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au:

Chef de la Sous-division des politiques et de l'appui en matière
de publications électroniques
Division de la communication, FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie
ou, par courrier électronique, à:
copyright@fao.org

Les forêts et l'eau

Étude thématique préparée dans
le cadre de l'Évaluation des ressources
forestières mondiales 2005

ÉTUDE
FAO:
FORÊTS

155

L.S. Hamilton

Avec les contributions de:

N. Dudley

G. Greminger

N. Hassan

D. Lamb

S. Stolton

S. Tognetti

Table des matières

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Avant-propos | v |
| Remerciements | vii |
| Sigles et abréviations | viii |
| Résumé d'orientation | ix |
| 1. Introduction | 1 |
| 2. Les forêts et la quantité d'eau | 7 |
| Trop d'eau? | 7 |
| Pas assez d'eau? | 10 |
| Niveau des eaux souterraines | 14 |
| Directives | 14 |
| 3. Les forêts et la qualité de l'eau | 15 |
| Érosion et sédimentation | 15 |
| Autres polluants de l'eau | 17 |
| Directives | 20 |
| 4. Écosystèmes forestiers particulièrement fragiles | 23 |
| Forêts de nuages ou de brouillard | 23 |
| Forêts marécageuses | 28 |
| Forêts sur des sols sensibles à la salinité | 35 |
| Forêts sur des pentes escarpées à risque élevé de glissement de terrain | 40 |
| Tampons ripicoles | 47 |
| Forêts d'approvisionnement en eau des villes | 50 |
| Étangs vernaux | 56 |
| Forêts de protection contre les avalanches | 57 |
| 5. Le cas particulier des petites îles montagneuses | 65 |
| 6. Paiements pour des services environnementaux | 69 |
| Services rendus par les écosystèmes des bassins versants | 70 |
| Types de mécanismes de rétribution | 71 |
| Paiements pour des services environnementaux en pratique – définir les services rendus par les bassins versants | 74 |
| Défis institutionnels | 75 |
| Conclusion: principales difficultés de conception et d'exécution | 77 |
| 7. Recommandations | 79 |
| Références | 83 |

Tableaux

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Incidence du changement de l'utilisation des terres sur les paramètres hydriques, en fonction de la superficie du bassin | 4 |
| 2 Exemples de volumes de précipitations horizontales dans les forêts tropicales montagneuses de nuages mesurés par des capteurs de brouillard | 25 |

Figures

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Le cycle hydrologique | 4 |
| 2 Processus d'érosion et de sédimentation dans un bassin versant | 16 |
| 3 L' <i>ahupua`a</i> – un système traditionnel de division des terres à Hawaï | 68 |

Encadrés

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Forêts de protection | 2 |
| 2 Débits d'orage et inondations résultant de l'utilisation des terres | 10 |
| 3 Incidences de la manipulation des forêts sur le débit de l'eau | 11 |
| 4 Quelques exemples des liens entre forêts de nuages et approvisionnement en eau | 26 |
| 5 Le Code d'exploitation forestière de la Papouasie-Nouvelle-Guinée | 49 |
| 6 Expériences internationales: les avalanches de l'hiver 1999 dans l'espace alpin européen | 59 |

Études de cas

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Les plantations forestières dans les zones semi-arides d'Afrique du Sud | 13 |
| 2 Réduction de la sédimentation d'un réservoir dans la province chinoise de Taïwan | 18 |
| 3 Le canal de Panama et la qualité de l'eau | 20 |
| 4 Menaces de fragmentation de la forêt de nuages de Xalapa, Veracruz (Mexique) | 28 |
| 5 Conservation et utilisation durable de la forêt marécageuse sur tourbière du Pahang Sud-Est | 32 |
| 6 Déboisement et salinité en Australie occidentale | 37 |
| 7 Déboisement et salinité dans le nord-est de la Thaïlande | 38 |
| 8 Inondations et glissements de terrain dans le sud de la Thaïlande | 42 |
| 9 Effet protecteur de la forêt contre les avalanches en Suisse | 61 |
| 10 Aménagement public/communautaire du bassin versant du Pohnpei | 66 |
| 11 Le système <i>ahupua`a</i> d'Hawaï | 67 |
| 12 L'accord d'aménagement du bassin versant de la ville de New York | 72 |
| 13 Le Fonds national de financement forestier au Costa Rica | 73 |

Avant-propos

Dans de nombreuses régions du monde, la quantité d'eau et sa qualité sont de plus en plus menacées par la surexploitation, la mauvaise utilisation et la pollution. Il est donc impératif d'accorder la plus haute priorité aux relations entre les forêts et l'eau.

Les bassins versants boisés fournissent un pourcentage important de l'eau utilisée à des fins domestiques, agricoles, industrielles et écologiques dans les zones situées tant en amont qu'en aval. L'un des principaux défis que doivent relever les gestionnaires des terres, des forêts et des eaux est d'optimiser la large gamme d'avantages multisectoriels que procure la forêt, sans porter atteinte aux ressources hydriques et aux fonctions de l'écosystème. Pour relever ce défi, il est urgent de mieux comprendre les liens qui existent entre les forêts/arbres et l'eau, de sensibiliser et de renforcer les capacités dans le domaine de l'hydrologie forestière, ainsi que d'intégrer les connaissances et les conclusions des recherches dans les politiques. Il faut également établir des mécanismes institutionnels pour renforcer les synergies dans le domaine de la gestion des forêts et de l'eau, et élaborer et exécuter des programmes d'action aux niveaux national et régional.

Jusqu'à récemment, les politiques forestières et hydriques se fondaient sur l'hypothèse que, dans toutes les conditions hydrologiques et écologiques, la forêt était un couvert idéal pour maximiser les apports d'eau, réguler les débits saisonniers et garantir une haute qualité de l'eau. La conservation (ou l'extension) du couvert forestier à l'amont des bassins versants était toujours considérée comme la mesure la plus efficace pour améliorer l'approvisionnement en eau destinée à des usages agricoles, industriels et domestiques, et pour prévenir les inondations dans les zones situées en aval. Cependant, les recherches en hydrologie forestière conduites durant les années 80 et 90 ont fait apparaître une situation très différente. Bien que le rôle important que joue le couvert forestier en amont, en assurant un apport d'eau de bonne qualité, ait été confirmé, les généralisations concernant son impact sur les débits annuels et saisonniers en aval se sont révélées erronées et trompeuses. Des études montrent que la forêt n'est pas nécessairement le couvert le plus adapté pour améliorer le débit de l'eau en aval, notamment dans des écosystèmes arides ou semi-arides. En outre, il est scientifiquement démontré que la fonction protectrice du couvert forestier en amont contre les crues saisonnières en aval a souvent été surestimée. Cela est particulièrement vrai dans le cas de phénomènes majeurs intéressants de grands bassins versants ou hydrographiques.

L'année internationale de l'eau douce (2003) et le troisième Forum mondial de l'eau (Kyoto, Japon, 2003) ont contribué à accélérer l'intégration dans les politiques de cette nouvelle compréhension des interactions biophysiques entre les forêts et l'eau. La Réunion internationale d'experts sur les forêts et l'eau, tenue à Shiga

(Japon) en novembre 2002 pour préparer les deux manifestations mentionnées précédemment (Bureau international de coopération forestière, 2002), a souligné la nécessité d'adopter une approche plus globale pour tenir compte des relations entre l'eau, les forêts, les autres utilisations des terres et les facteurs socioéconomiques dans les écosystèmes de bassins versants complexes. Depuis lors, la Déclaration de Shiga est devenue une référence clé pour l'élaboration d'une nouvelle génération de politiques forestières et hydriques.

Depuis quelques années, la question des relations entre les forêts et l'eau ne cesse de prendre de l'importance dans les travaux du Département des forêts de la FAO. Le chapitre intitulé «L'utilisation et la gestion durables des ressources en eau douce: le rôle des forêts» publié dans *La situation des forêts du monde 2003* (FAO, 2003) a été une étape marquante dans la création de l'entité de programme sur les forêts et l'eau au sein du Département des forêts. Les liens entre les forêts et l'eau ont été l'une des composantes essentielles de l'évaluation mondiale des programmes et projets d'aménagement des bassins versants réalisée sous l'égide de la FAO (FAO, 2006b).

La présente étude thématique sur les forêts et l'eau a été réalisée dans le cadre du programme de l'Évaluation des ressources forestières mondiales. Elle intéressera un grand nombre d'experts techniques, de scientifiques et de décideurs, et plus particulièrement les instances nationales. Elle contient des recommandations visant à renforcer l'attention portée au rôle des forêts et des arbres dans la protection et la gestion de l'eau à l'échelle nationale. Elle invite également les communautés œuvrant dans les secteurs forestier et hydrique à intensifier leur collaboration.



Jose Antonio Prado

Directeur

Division de la gestion des forêts
Département des forêts de la FAO

Remerciements

L'Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 (FRA 2005) est le résultat des efforts conjugués du Département des forêts de la FAO, des pays membres de la FAO, de donateurs, de partenaires et d'experts individuels. Plus de 800 personnes y ont participé. Les correspondants nationaux et leurs équipes ont soumis des rapports détaillés sur plusieurs pays. Outre le rapport principal (FAO, 2006a), plusieurs études thématiques ont été préparées. *Les forêts et l'eau* est le rapport d'une étude thématique réalisée en vue de répondre à l'attention croissante portée à ce thème dans le monde entier.

L.S. Hamilton, expert de réputation mondiale en hydrologie forestière, en est l'auteur principal. Le professeur Hamilton a rédigé l'essentiel du texte et a également coordonné une petite équipe d'auteurs qui ont apporté leur contribution à la rédaction de certains chapitres: N. Hassan (forêts marécageuses), D. Lamb (forêts sur des sols sensibles à la salinité), N. Dudley et S. Stolton (forêts d'approvisionnement en eau des villes), P. Greminger (forêts de protection contre les avalanches) et S. Tognetti (paiements pour des services environnementaux).

Le document a été élaboré sous la supervision globale de T. Hofer, Chargé de l'entité de programme sur les forêts et l'eau au Département des forêts de la FAO. M. Achouri, M. Wilkie, P. Warren, D. McGuire et P. Ceci ont fourni des avis techniques et un soutien. W. Fleming, P.-C. Zingari, A. Whiteman et T. Facon ont communiqué de précieuses observations lors de la relecture. L. Ball a édité le document et A. Perlis, responsable des publications au Département des forêts, a supervisé la mise en forme définitive de la publication.

Sigles et abréviations

| | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| CIFOR | Centre pour la recherche forestière internationale |
| FEM | Fonds pour l'environnement mondial |
| FEMAT | Équipe d'évaluation de la gestion de l'écosystème forestier (États-Unis d'Amérique) |
| FONAFIFO | Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Costa Rica) |
| FRA | Évaluation des ressources forestières mondiales |
| FRIM | Institut de recherche forestière de la Malaisie |
| ICL | Consortium international sur les glissements de terrain |
| IIED | Institut international pour l'environnement et le développement |
| ONG | Organisation non gouvernementale |
| PFNL | Produits forestiers non ligneux |
| PNB | Produit national brut |
| PNUD | Programme des Nations Unies pour le développement |
| PNUE | Programme des Nations Unies pour l'environnement |
| PSE | Paielements pour des services environnementaux |
| UICN | Union internationale pour la conservation de la nature |
| UNESCO | Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture |
| WCMC | Centre mondial de surveillance de la conservation (PNUE) |
| WWF | Fonds mondial pour la nature |

Résumé d'orientation

Les recherches actuelles en hydrologie forestière semblent prouver que l'hypothèse suivant laquelle plus il y a d'arbres, plus il y a d'eau dans les écosystèmes forestiers repose sur une compréhension erronée du cycle hydrologique. La plupart des politiques forestières et hydriques se sont pourtant fondées sur cette hypothèse. L'écosystème forestier consomme en réalité de grandes quantités d'eau. La canopée réduit les écoulements souterrains et le débit des cours d'eau par l'interception des précipitations, ainsi que par l'évaporation et la transpiration à partir du feuillage. Étant donné que les forêts naturelles et les forêts établies par l'homme consomment plus d'eau que la plupart des autres couverts de remplacement (notamment les cultures agricoles et fourragères), il est indiscutable que le déboisement (même partiel) accroît le débit de l'eau vers l'aval. Ainsi, il a parfois été proposé d'éliminer le couvert forestier qui consomme beaucoup d'eau, afin de prévenir ou d'atténuer la sécheresse, en particulier dans les zones semi-arides. Les avantages de cette approche doivent toutefois être évalués en regard de la perte des nombreux autres biens et services fournis par la forêt, tels que la lutte contre l'érosion, l'amélioration de la qualité de l'eau, la fixation du carbone, la réduction de la salinité, les loisirs et la valeur esthétique, le bois d'œuvre, le bois de feu et les autres produits forestiers, ainsi que la biodiversité.

Il est prouvé que la suppression totale ou partielle du couvert forestier accélère le débit de l'eau, elle accroît ainsi le risque d'inondation durant la saison pluvieuse, et de sécheresse durant la saison sèche. Le rôle du couvert forestier dans la régulation des flux hydrologiques a cependant souvent été surestimé; les incidences de la suppression du couvert forestier ne sont évidentes qu'à petite échelle, lorsqu'elles s'accompagnent de précipitations de courte durée et de faible intensité (ce qui est le cas le plus fréquent). Lorsque la durée des pluies ou leur intensité s'accroît, ou que la distance entre le bassin versant et le bassin fluvial augmente, d'autres facteurs commencent à réduire ou à annuler les impacts constatés à proximité de la zone déboisée.

À grande échelle, ce sont moins les pratiques d'aménagement des terres du bassin versant supérieur que les processus naturels qui favorisent les inondations. Par conséquent, même si les bonnes raisons pour reboiser les bassins versants sont nombreuses (limiter la perte des sols, réduire la sédimentation des cours d'eau, maintenir la production agricole, conserver les habitats de la faune sauvage), la réduction du risque d'inondation n'en est certainement pas une. Les reboisements pratiqués à cette fin ne sont efficaces qu'à une échelle locale de quelques centaines d'hectares.

La contribution la plus importante des forêts à l'équilibre hydrologique des écosystèmes de bassins versants est la préservation d'une eau de haute qualité. En effet, les forêts limitent l'érosion du sol *in situ*, réduisent les apports de sédiment

dans les plans d'eau (terres humides, étangs et lacs, cours d'eau et rivières), et piègent/filtrent les autres polluants de l'eau dans la litière et le sous-bois. Un bon couvert forestier constitue la couverture la plus efficace pour réduire au minimum la charge sédimentaire des cours d'eau. La forêt est sans aucun doute le meilleur couvert végétal pour les bassins versants d'adduction d'eau potable, car les activités forestières n'emploient ni engrais, ni pesticides, ni carburants fossiles, et évitent la pollution due aux déchets ménagers ou aux processus industriels.

Plusieurs formations forestières revêtent une importance particulière pour les ressources hydriques et leur gestion:

- Les forêts de nuages doivent être conservées en tant que forêts, car elles jouent un rôle important dans la production d'eau, la lutte contre l'érosion et la préservation de la biodiversité, et elles ne se prêtent pas en général à d'autres usages durables. Elles doivent être identifiées dans les inventaires locaux, régionaux et nationaux. La perte de forêts de nuages est irréversible du fait des relations complexes entre la flore, la faune et les sols. La conservation des forêts de nuages et leur classement en tant qu'aires protégées doivent être une priorité nationale.
- Les forêts marécageuses jouent un rôle déterminant dans le bilan hydrique local et dans l'écologie mondiale. Ces forêts doivent être classées dans les zones écologiquement vulnérables où le maintien de l'intégrité hydrologique est une priorité de gestion. Elles doivent être protégées par des lois, et les projets à grande échelle de conversion à d'autres utilisations des terres doivent faire l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement, afin d'évaluer les conséquences à long et à court termes.
- La salinisation est un problème répandu, notamment dans les régions caractérisées par une longue saison sèche. Selon de récents rapports, 77 millions d'hectares dans le monde seraient touchés par une salinité résultant d'activités humaines (notamment de la modification du couvert végétal et d'une irrigation excessive). Le déboisement est à proscrire dans les zones boisées dont les sous-sols ou les eaux souterraines sont salins. Toute modification du cycle hydrologique dans ces paysages risque de faire remonter les sels à la surface du sol.
- Grâce aux arbres de bas étage, à la litière, aux débris et aux sols non compactés, il est presque certain que les forêts constituent le couvert végétal le plus efficace et le plus sûr pour réduire au minimum tous les types d'érosion de surface. Les zones exposées aux glissements de terrain, qui représentent sans doute le type d'érosion le plus grave, doivent être maintenues sous couvert forestier, dans des zones boisées ou dans des systèmes agroforestiers/agropastoraux dotés d'un couvert arboré suffisamment dense.
- Les bandes de végétation bordant les berges des cours d'eau ou des rivières, et les rives des lacs ou des étangs, ont des fonctions importantes de protection de l'eau. En raison de leurs systèmes racinaires vigoureux et profonds, les zones tampons boisées jouent un rôle protecteur majeur. Les tampons ripicoles stabilisent les berges des plans d'eau vive, en réduisant l'érosion et en limitant

les apports de sédiments dans l'eau. Le tapis forestier et les sols des forêts piègent également les sédiments charriés par l'eau depuis l'amont, hors de la zone tampon. Les tampons ripicoles qui protègent la qualité de l'eau des cours et d'autres plans d'eau pérennes doivent être recensés et officiellement désignés pour faire l'objet de mesures particulières lors de l'affectation des terres.

- Le manque d'eau potable et d'assainissement adéquat sont préjudiciables à la qualité de la vie d'environ 1 milliard de citoyens dans le monde, ainsi que d'un grand nombre de personnes dans les zones rurales, notamment en Afrique, Asie et Amérique latine. La réduction des budgets oblige de nombreuses municipalités à rechercher des approches novatrices pour maintenir l'approvisionnement en eau potable. L'une des approches le plus souvent envisagées aujourd'hui s'applique à examiner la capacité des bassins versants boisés à alimenter les villes en eau potable. Les forêts sont déjà considérées comme une source d'approvisionnement en eau, mais il reste encore beaucoup à apprendre et à mettre en œuvre pour optimiser cet avantage.
- La protection contre les avalanches est dans le monde entier l'une des principales exigences pour les habitants des régions de haute montagne, dont la vie et les activités sont également menacées par de nombreux autres risques considérables. Les forêts jouent un rôle important dans la lutte contre les avalanches. La cartographie des risques en montagne doit indiquer de façon précise les forêts de protection et les désigner pour qu'elles fassent l'objet de mesures particulières.

Les petites îles montagneuses sont soumises aux influences classiques qu'exerce la forêt sur la quantité d'eau et sa qualité. En raison de la longueur assez restreinte des cours d'eau, les relations entre l'amont et l'aval sont étroites; tout ce qui se produit dans les hautes terres (notamment les inondations, les débits d'étiage, la sédimentation et les polluants déversés dans l'eau) se traduit en général par une modification de la quantité d'eau et de sa qualité. Dans les petites îles, les ressources en eau douce sont souvent très rares, et donc précieuses. Les décideurs en matière d'aménagement des forêts doivent donc être extrêmement prudents quant aux modifications ou aux déboisements qui portent atteinte aux ressources hydriques.

La dégradation des bassins versants a permis de mieux prendre conscience des diverses manières dont ces écosystèmes contribuent au bien-être de l'humanité en raison des nombreux services qu'ils procurent, et donc de l'importance de les mettre davantage en valeur. Les services fournis par les bassins versants comprennent l'approvisionnement en eau douce, la régulation des débits et de la charge sédimentaire, ainsi que la préservation des régimes de flux naturels, qui soutiennent des écosystèmes entiers et des modes de vie. Toutefois, compte tenu de la complexité et de la variabilité des processus des bassins versants, qui sont conditionnés par des phénomènes extrêmes et aléatoires, il est difficile, voire impossible, d'établir avec certitude des liens de cause à effet. Les mécanismes de paiement pour les services des bassins versants ne résoudre pas tous les problèmes de dégradation, mais ils peuvent constituer un volet important d'une stratégie d'aménagement plus globale.