

Les forêts dans les 300 prochaines années

J. Blaser et H. Gregersen



FAO.V. MAKSIMOV

«Si l'on m'apprenait que la fin du monde est pour demain, je planterais quand même un pommier.»

– Martin Luther (début du XVI^e siècle)

Le domaine forestier mondial sera bien plus vaste en 2313 et les gestionnaires des forêts seront des figures très importantes.

Juergen Blaser est Professeur de foresterie internationale, Université des sciences appliquées – Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires, Berne, Suisse. **Hans Gregersen** est Professeur émérite, Département des ressources forestières, Université du Minnesota, États-Unis d'Amérique.

Le chêne qui est en train d'être planté, tandis que nous écrivons par un froid matin de l'année 2013 dans un campus universitaire sur le plateau suisse, devrait parvenir à maturité dans le courant du XXIV^e siècle. Si tout va bien, le sipo (*Entandrophragma utile*) qui vient de s'établir dans une brèche de la forêt pluviale au nord de la République du Congo, démarrant une vie de compétition farouche à la recherche de lumière et de nutriments, dépassera le couvert forestier et deviendra un arbre émergent quelque peu après 2350. Le jeune plant de sapin (*Abies sibirica*) poussant au nord de l'Oural, Fédération de Russie, qui fait aujourd'hui 20 cm de haut, aura un diamètre de 60 cm d'ici 2313.

À l'échelle mondiale, savoir si des arbres comme ceux-ci survivront individuellement jusqu'à leur maturité n'a guère

d'importance, mais le sort global des forêts dont ils font partie est pour sa part crucial. Les forêts et les arbres sont des ressources *renouvelables*, qui fournissent une vaste gamme de bien et services écosystémiques. Face au déclin attendu des ressources *non renouvelables* disponibles et à des changements environnementaux massifs, le destin des arbres et des forêts au cours des 200 à 300 prochaines années est d'une importance fondamentale pour l'humanité. Les forêts vont et viennent (voir l'encadré 1), mais au cours des dernières centaines d'années elles ont connu un effondrement dramatique. Pourtant,

En haut: La forêt de Kaybitsky, Fédération de Russie, abrite des réserves génétiques de chênes. Maintenir la biodiversité forestière sera essentielle si l'on veut garantir un avenir durable

il est possible d'inverser ce phénomène et d'accroître considérablement les ressources forestières mondiales. Dans cet article, nous examinons les facteurs qui influenceront les forêts dans les 300 prochaines années, et nous présentons une prévision d'un monde qui dépendra plus que jamais de ses forêts – et des gestionnaires de ces dernières.

Les forêts vont et viennent

Il y a 14 000 ans, à la fin de la dernière période glaciaire, les forêts du monde se trouvaient principalement dans des refuges situés dans l'Asie du Sud-Est chaude et humide, en Amazonie centrale, en Afrique de l'Ouest et Afrique centrale, et dans le sud-est de l'Amérique du Nord (Adams, 1997), et couvraient une superficie de moins de 2 milliards d'hectares (ha). Au fur et à mesure que la température et l'humidité ont augmenté, elles se sont étendues, pour atteindre leur ampleur maximum de plus de 9 milliards d'hectares au milieu de l'Holocène, il y a 7 000 à 9 000 ans. Depuis à peu près 3 000 ans, la superficie forestière a diminué sans discontinuer, tandis que les hommes sont passés de l'état de chasseurs et cueilleurs à celui d'agriculteurs et éleveurs (figure 2). Nous évaluons la perte nette de superficie forestière depuis le début du XVIII^e siècle à environ un milliard d'hectares, entièrement du fait de l'activité humaine. Néanmoins, au cours des deux dernières décennies, 77 pays qui affichaient une perte nette de superficie forestière se sont retrouvés dans une situation de gain net à cet égard, même si les forêts qui ont été ajoutées sont souvent fort différentes de celles qui avaient été perdues (Putz, à paraître prochainement).

HYPOTHÈSES PRINCIPALES

L'ère de l'information¹ est en train de donner lieu à des changements radicaux dans la manière dont les sociétés vivent, pensent, travaillent, achètent et hiérarchisent les investissements futurs, et les hommes d'aujourd'hui sont extrêmement différents – physiquement, mentalement et

¹ Les deux premières «ères» ont été l'ère agricole et l'ère industrielle (Toffler, 1980).

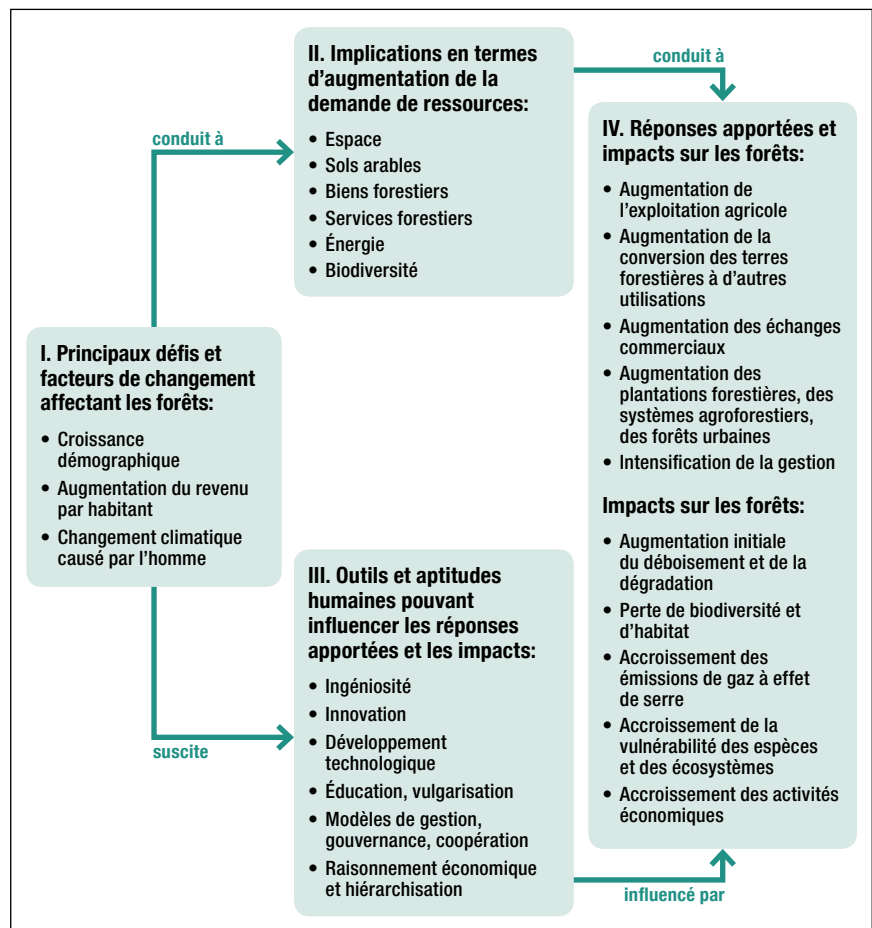
spirituellement – de ceux d'il y a 300 ans. Nous estimons que les hommes continueront à changer et que ceux qui vivront dans 300 ans différeront largement de nous, de multiples manières que nous ne pouvons pas prévoir. Nous sommes toutefois persuadés que leurs valeurs demeureront les mêmes – et qu'ils donneront de l'importance à la qualité de l'environnement, à la prospérité économique et à l'équité sociale.

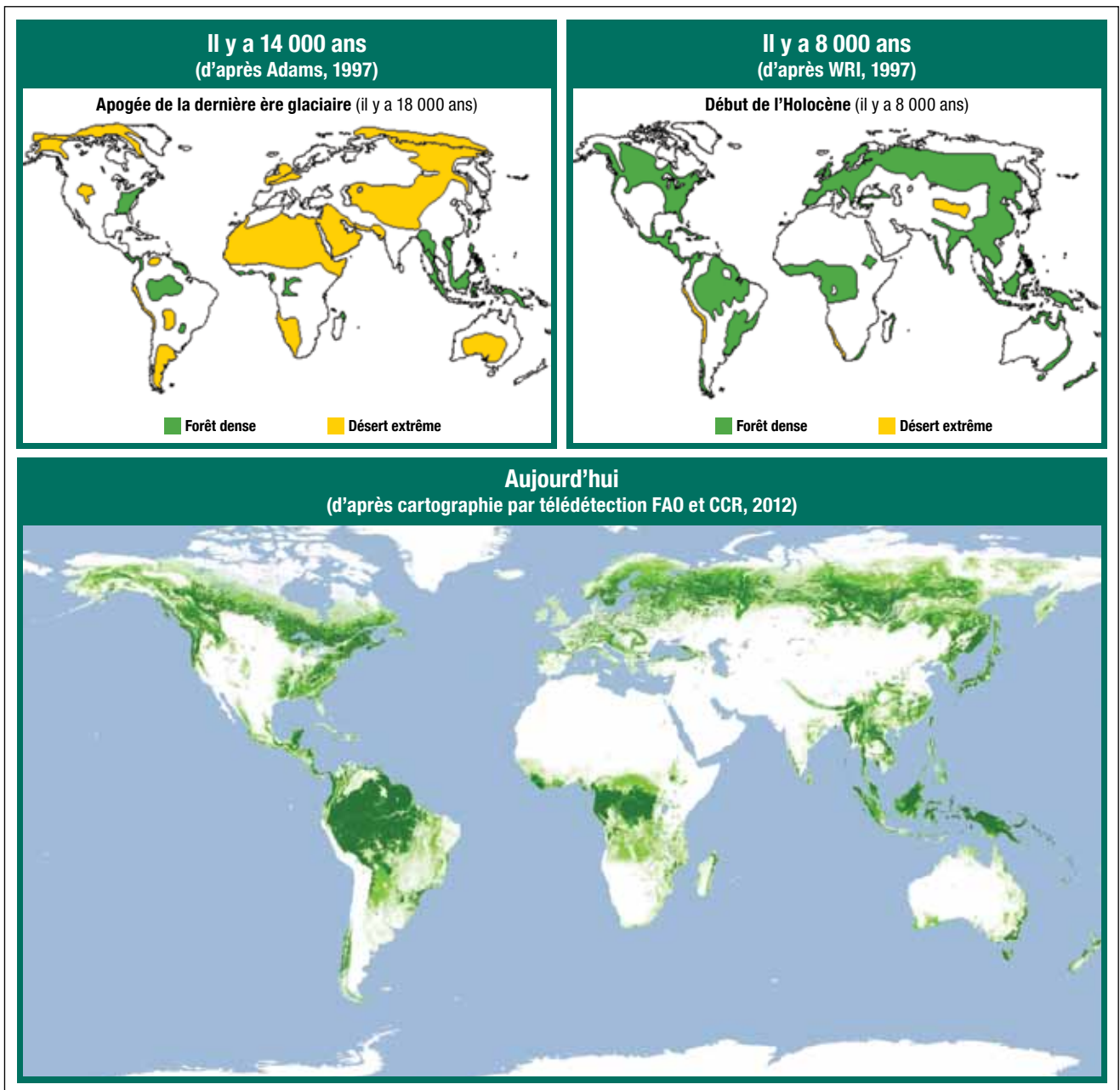
Comme cela est traité plus bas, nous estimons que la consommation globale de ressources augmentera, du fait de la croissance de la population et de la consommation par habitant. En même temps, nous nous attendons à ce que les changements climatiques aient un impact dramatique sur l'environnement, susceptible de provoquer des déplacements de populations accrus et de susciter davantage de conflits et de troubles sociaux. La destruction des forêts pourrait continuer sans relâche, voire augmenter au cours des prochaines décennies. Dans son ouvrage acclamé, *Une brève histoire de l'avenir*, Attali (2006) a prévu que les forêts deviendraient de plus en plus rares, et qu'elles seraient dévorées par

l'industrie de l'emballage et du papier ainsi que par l'expansion agricole et urbaine.

Malgré de si sombres perspectives à moyen terme, nous prenons le parti d'adopter une hypothèse également raisonnable; à savoir que, en dépit des nombreux problèmes que devra affronter l'humanité au cours des 300 prochaines années, la cohésion sociale sera généralement maintenue. Les sociétés seront de plus en plus démocratiques, les capacités en matière de recherche augmenteront, et les nanotechnologies ainsi que d'autres innovations auparavant inenvisageables prospéreront. Il y a 300 ans, les sociétés utilisaient les forêts et les arbres pour les mêmes raisons fondamentales que nous le faisons aujourd'hui, mais de manière totalement différente. Nous croyons qu'il en sera de même d'ici 300 ans – les mêmes avantages seront tirés des forêts, mais ils le seront de nombreuses nouvelles façons. Ainsi, nous soutenons l'hypothèse d'une augmentation de la demande de forêts et

1
L'avenir des forêts: enjeux, réactions et impacts





d'arbres dans les 300 prochaines années et, par conséquent, d'un accroissement du domaine forestier mondial.

PRINCIPAUX ENJEUX ET VOIE À SUIVRE POUR LE CHANGEMENT

La figure 1 montre les principaux éléments que nous prenons en compte dans notre projection de ce qu'il adviendra aux forêts au cours des prochains siècles. Parmi les multiples enjeux et facteurs (encadré I à l'intérieur de la figure 1) qui influenceront les forêts à l'avenir, nous nous concentrons sur les trois que nous considérons comme les plus importants: la croissance démographique; l'augmentation

de la consommation par habitant; et le changement climatique. Si ces trois éléments suscitent l'émergence de nombreux défis (encadré II), ils offrent également de nombreuses opportunités de relever ces derniers, car ils sont susceptibles de stimuler l'ingéniosité et l'innovation visant à accroître la prospérité et de conduire au développement de nouvelles technologies et de nouvelles façons d'organiser les sociétés (encadré III). Les priorités, aptitudes et outils sociaux détermineront les réponses apportées aux défis, et ces réactions détermineront en retour la taille et la nature des impacts (encadré IV). Chacun de ces quatre volets est traité ci-dessous.

Principaux défis et facteurs de changement affectant les forêts

Croissance démographique. Le monde est de plus en plus peuplé. Il aura fallu environ 2 000 ans pour que la population de la planète passe de 60 millions à 600 millions en 1700 (McEvedy et Jones, 1978), et il ne lui aura fallu que 300 ans pour être presque multipliée par douze et atteindre 7,1 milliards d'habitants en 2012. La bonne nouvelle, fondée sur un scénario bien justifié de «croissance moyenne», est toutefois que cette population continuera

2
Superficie des forêts du monde

de croître à un rythme ralenti, jusqu'à compter 9 milliards d'habitants en 2050 et finir par se stabiliser vers 2300 et au-delà (ONU, 2004). La croissance prévue pour 2050 sera presque exclusivement le fait des pays tropicaux et subtropicaux, essentiellement en Afrique et en Asie, où le recours au déboisement pour faire place à la production alimentaire restera très probablement un véritable défi au cours des 50 prochaines années. Néanmoins, la tendance actuelle des migrations, des zones tropicales vers les zones tempérées, et des zones rurales vers les zones urbaines, est également susceptible de se poursuivre, atténuant sans doute de la sorte l'impact direct sur les forêts de l'augmentation de la croissance démographique. Une population mondiale de 9 milliards de personnes serait en mesure de vivre selon un mode durable (voir par exemple Tudge, 2007), s'il ne fallait compter avec l'augmentation attendue de la consommation par habitant.

Augmentation de la consommation et des revenus. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2012) et The Conference Board (2012) ont prévu que le produit intérieur brut mondial allait continuer à s'accroître au cours de la vingtaine d'années à venir,

avec des taux de croissance plus élevés dans les pays en développement et plus élevés que les taux de croissance démographique. La consommation de biens et services est radicalement différente entre pays plus pauvres et pays plus riches, aussi bien en termes absolus qu'en termes relatifs. Selon l'Institut Worldwatch (2011), «les 12 pour cent de la population mondiale vivant en Amérique du Nord et en Europe occidentale comptent pour 60 pour cent des dépenses de consommation privées, tandis que le tiers de la population qui vit en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne ne compte que pour 3,2 pour cent de celles-ci.» Au fur et à mesure que le revenu par habitant augmentera dans les pays en développement, il est probable que la consommation des ressources s'éleva également.

La croissance des revenus va aussi modifier la composition des biens et services demandés aux forêts. La demande exercée sur les forêts du monde *naturelles* va en effet probablement se détourner de plus en plus d'utilisations telles que la fourniture de bois de feu et de bois d'œuvre, pour se diriger vers des services comme la protection des bassins versants, le piégeage du carbone, la conservation de la biodiversité,

les espaces récréatifs et d'autres usages non propices au déboisement. Cette prise de conscience accrue de l'importance des forêts est l'une des raisons pour lesquelles la plupart des pays développés et à revenu intermédiaire ont aujourd'hui un ajout net de superficies forestières. Une autre raison est que certains des pays les plus puissants ont «exporté leur déforestation», dans les pays en développement pour l'essentiel, en devenant des importateurs nets de denrées alimentaires et produits forestiers, qui y sont souvent moins coûteux que la production intérieure (Gregersen *et al.*, 2011).

Changement climatique. Les prévisions scientifiques sur le changement climatique ne portent généralement pas au-delà de 100 ans à partir d'aujourd'hui; aussi une projection sur 300 ans est-elle pleine d'incertitudes. Nous avons choisi un scénario optimiste, envisageant une augmentation de la température moyenne mondiale de 4 °C d'ici 2313; il s'agit d'une donnée optimiste parce que c'est là l'augmentation prévue par la plupart des modèles climatiques pour la fin du *siècle actuel*, en l'absence de changements politiques sérieux (Banque mondiale, 2012a). Quoique optimiste, cette augmentation est appelée à avoir d'après les

Savane de moyenne altitude (1 500 m au-dessus du niveau de la mer) touchée par le feu à Madagascar. Dans un contexte de changement climatique, de nombreuses zones aujourd'hui boisées risquent de devenir des paysages de savanes, avec de petits îlots de peuplements forestiers, riches en biodiversité mais isolés



Savane dans la République du Congo en octobre 2012. Cela pourrait être le paysage d'une vaste part du bassin du Congo en 2313



© J. BLASIER

projections des conséquences dramatiques, notamment l'inondation de villes côtières; des risques croissants en matière de production alimentaire pouvant aggraver la malnutrition; un accroissement de l'aridité dans de nombreuses régions sèches et des précipitations dans les régions humides; des vagues de chaleur sans précédents dans de nombreuses zones, en particulier dans les tropiques; une pénurie d'eau sévèrement exacerbée dans de nombreuses régions; une fréquence accrue de cyclones tropicaux de grande intensité; et une perte irréversible de biodiversité, y compris dans les systèmes de récifs coralliens et les forêts (Banque mondiale, 2012a).

Le scénario prévoyant un accroissement de la température moyenne mondiale de 4 °C revient à passer de la valeur préindustrielle de 13,5 °C en 1800 et de celle de 14,5 °C actuelle à environ 18,5 °C en 2313. Les changements climatiques pourraient se produire très rapidement, déclenchant ainsi des transformations radicales dans les forêts. Lorsque les arbres, les plantes et les animaux sont exposés à des conditions environnementales différant de celles auxquelles ils sont adaptés, le stress physiologique qui en résulte les rend plus sensibles aux dégâts catastrophiques pouvant dériver de perturbations écologiques comme les maladies, les infestations d'insectes et les

incendies (Bergengren, Waliser et Yung, 2011), et accroît la probabilité d'extinctions locales, voire régionales. Les recherches visant à mieux comprendre les facteurs de vulnérabilité et de résilience joueront un rôle majeur dans la détermination d'options de gestion forestière pour lutter contre le changement climatique.

Implications en matière de demande de ressources

Les trois enjeux principaux traités ci-dessus conduiront à un accroissement de la demande de ressources naturelles et auront des implications majeures sur l'avenir des forêts.

Déboisement et reboisement. Si les progrès technologiques en termes de productivité agricole par unité de surface n'avancent pas au rythme de la demande croissante de denrées alimentaires, il est fort probable que l'on assistera à des réductions significatives de la superficie forestière, au fur et à mesure que l'agriculture s'étendra pour répondre à cette demande croissante. Dans les 50 prochaines années, de nombreuses forêts et terres boisées des pays en développement seront susceptibles d'être défrichées pour laisser la place à des cultures de denrées alimentaires, voire de biocombustibles. Ainsi, l'activité de déboisement continuera à convertir les

forêts en terrains adaptés à la production agricole (Bruinsma, 2003). Par ailleurs, la superficie de terres agricoles des pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Nord va en réalité diminuer d'ici 2030, et une grande part de celle-ci retournera aux forêts et à d'autres utilisations environnementales (Wirsenius, Azar et Berndes, 2010; Gregersen *et al.*, 2011). Nous attendons une tendance similaire, quoique un peu plus tardive, dans la plupart des pays en développement.

Gestion des bassins versants. Le manque d'eau douce pourrait devenir une entrave majeure au développement dans les siècles à venir. L'utilisation et la disponibilité de l'eau sont affectées par la taille de la population, le développement technologique et l'augmentation des revenus, et le changement climatique aura probablement un impact croissant à cet égard. Il est prouvé que les arbres sont à même de réduire le ruissellement à la petite échelle d'un bassin hydrographique et, à une très vaste échelle (par exemple, le bassin amazonien), les forêts sont liées aux modèles de précipitations et à la disponibilité en eau (Ellison, Futter et Bishop, 2011). Dans les zones plus sèches, les arbres peuvent réduire la quantité d'eau disponible (même si, au travers de leur effet d'abri, ils peuvent aussi accroître la disponibilité d'eau au niveau

Vieil ayous de la forêt de Sanga, République du Congo. Confrontés au changement climatique, les forêts climaciques diminueront et deviendront rares d'ici 2313



J. BEISSY/REUTERS

local). À l'avenir, de tels liens directs entre les forêts et l'eau seront essentiels, et gérer les forêts spécifiquement en fonction de la qualité de l'eau et du rythme d'écoulement de celle-ci sera de plus en plus important.

Protection de la biodiversité. Au cours des millénaires passés, les sociétés humaines ont employé des centaines d'espèces végétales et animales pour assurer leur alimentation et leur santé. Aujourd'hui cependant, la sécurité alimentaire mondiale dépend d'un nombre restreint de cultures (Salim et Ullsten, 1999) et de variétés à haut rendement, étroites sur le plan génétique, accroissant ainsi la vulnérabilité de la production alimentaire aux stress biotiques et abiotiques. Le risque de mauvaises récoltes ne fera qu'augmenter avec le changement climatique et le croissant morcellement des habitats. Conserver la biodiversité, en particulier dans les forêts tropicales sèches et humides, devrait constituer une priorité pour l'humanité car la diversité génétique deviendra essentielle, en tant que tampon

face aux mutations des conditions environnementales, et en tant que réservoir de variétés dans les activités d'amélioration et de reproduction des arbres forestiers.

Permanence des stocks de carbone. En plus des océans, des sédiments et des combustibles fossiles, les forêts, les toundras et les marais constituent les principaux réservoirs de carbone de la planète (quelque 2 000 gigatonnes). Garantir la stabilité des stocks de carbone forestier constituera un défi essentiel pour les forestiers. En 2007, la REDD+² a tout d'abord été proposée en tant que mécanisme visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre issus des forêts, et on s'attend largement à ce qu'elle devienne un instrument majeur du financement de la gestion forestière. Toutefois, il reste encore un travail considérable à faire pour mettre en pratique ce mécanisme ou d'autres similaires et pour garantir la permanence du carbone forestier.

Dendroénergie. Le pétrole, le gaz et le charbon sont des ressources limitées; les deux premières seront probablement

pratiquement épuisées dans 300 ans, alors que le charbon pourrait durer plus longtemps. Relever le défi énergétique constituera une priorité dans un monde plus chaud et plus peuplé. Le bois était la source d'énergie principale avant le XIX^e siècle et il continue à être une source d'énergie importante. En 2009, environ 1,7 milliard de mètres cubes (m³) de bois étaient consommés comme combustible, ce qui correspondait à 73 pour cent de la fourniture d'énergie renouvelable mondiale de cette année-là (AIE, 2010). À l'avenir, les biocombustibles de troisième génération³

² Un terme qui a fini par désigner la réduction des émissions causées par le déboisement et la dégradation des forêts, et le rôle de la conservation, de la gestion durable des forêts et du renforcement des stocks de carbone forestier dans les pays en développement.

³ Les biocombustibles de troisième génération sont faits à partir d'algues et d'autres micro-organismes ayant à faire, entre autres choses, avec la dégradation de la lignocellulose, de l'hémicellulose et de matières riches en lipides.

deviendront de plus en plus importants, tandis que la plupart des autres types d'énergie liées au bois seront probablement appelés à décliner.

Le bois comme matière première. La consommation mondiale de bois rond industriel était d'environ 1,9 milliard de mètres cubes en 2009 et, d'après les projections, le chiffre devrait monter à 3 milliards de mètres cubes d'ici 2050 (FAO, 2010). La consommation de bois à des fins industrielles et en tant que bi-combustible augmentera au cours des 30 à 50 prochaines années. Après cela, la fibre ligneuse jouera un rôle de plus en plus important en tant que matière première entrant dans des produits composites et en remplacement de matériaux à base de pétrole, donnant lieu à une vaste gamme d'applications dans les champs de la médecine, de l'électronique, des biomatériaux et de l'énergie. Le bois et de nombreux autres produits forestiers sont recyclables, un autre argument en leur faveur. En d'autres termes, le bois va selon toute probabilité continuer à être important, voire va accroître son importance, au fur et à mesure que l'on avancera vers 2313.

Les outils et les aptitudes humaines influenceront les réponses apportées et les impacts

Les sociétés humaines sont ingénieuses, inventives et créatives, lorsque l'incitation à le faire se présente. Les sociétés sont capables de mettre en œuvre des approches systématiques de découverte et d'innovation et d'utiliser la recherche, le développement et l'éducation pour produire de nouvelles technologies et pratiques valables. Il a aussi été montré que l'on peut changer le comportement humain, tant au niveau sociopolitique qu'individuel; ainsi, accroître les droits des communautés locales et des citoyens relatifs aux ressources forestières de domaine public, de même que leurs responsabilités à cet égard, peut conduire à une utilisation et à une gestion des forêts plus durables. La plupart des innovations essentielles nécessaires à garantir un avenir positif pour les forêts doivent advenir à l'extérieur du secteur forestier; cela comprend notamment: des avancées dans la production agricole visant à augmenter la productivité par unité de surface, de

façon à aider à réduire le déboisement; des technologies énergétiques détournant d'un emploi inefficent du bois de feu; et le développement de moyens permettant d'affronter la menace constituée par le changement climatique.

Avancées des sciences et connaissances forestières. Il n'existe aucune raison technique pour laquelle les objectifs de gestion durable des forêts (GDF) ne pourraient pas être atteints dans tous les biomes forestiers. Au cours des 300 dernières années, des systèmes de gestion forestière imitant la nature ont été développés dans la plupart des biomes, et l'on est parvenu à une bonne compréhension de la régénération de nombreuses espèces végétales et animales associées aux forêts. Toutefois, le changement climatique représente un défi majeur pour les scientifiques forestiers: les forêts climaciques sont menacées; les forêts en cours de succession avec des cycles de rotation rapides pourraient prendre le dessus dans de nombreuses zones du fait de l'extension de la sécheresse, des incendies de forêts et d'autres événements extrêmes; et de nombreuses espèces d'arbres pourraient ne pas parvenir à maturité en raison du stress physiologique subi et de la fréquence accrue des perturbations. Il est nécessaire que les sciences forestières favorisent une meilleure compréhension des facteurs de vulnérabilité et de stress des forêts et développent des solutions applicables en réponse aux défis posés par le changement climatique.

Développement technologique. Il faudra consacrer beaucoup d'efforts au développement de technologies fondées sur des ressources renouvelables, comme les arbres, susceptibles d'être rentables et respectueuses de l'environnement. Le potentiel du bois employé comme matière première est considérable, et l'amélioration génétique des essences communément utilisées pourrait le rendre encore plus polyvalent. La modification génétique est sujette à controverse; néanmoins, à mesure que les risques en sont mieux évalués et que la compétition pour les terres s'intensifie, il est fort probable qu'elle sera plus fréquemment pratiquée, tant dans le domaine des cultures agricoles que dans celui des arbres. De façon globale, une innovation continue en matière de produits forestiers est indispensable pour

garantir la viabilité économique des forêts de production.

Gouvernance et gestion. À l'avenir, les enjeux essentiels en matière de gouvernance concerneront l'accès aux ressources naturelles essentielles comme la terre, les forêts, l'eau, les sources d'énergie et les minéraux. Une bonne gouvernance mondiale sera indispensable si l'on veut éviter des conflits dévastateurs et des querelles concernant les ressources, notamment l'eau dans les situations transfrontalières, mais aussi les terres. Les migrations humaines vers des régions disposant de meilleures conditions de vie seront selon toute probabilité amenées à s'accroître au cours du siècle à venir. Nous nous attendons à ce que la structure de gouvernance actuelle évolue vers une approche plus englobante, fondée sur les ressources, mettant davantage l'accent sur l'accès à ces dernières. Il faudra poursuivre la tendance actuelle consistant à octroyer des droits juridiques formels et des responsabilités aux communautés forestières et aux groupes autochtones des pays en développement. De nouveaux accords institutionnels pour la rémunération et la gestion des services écosystémiques seront également nécessaires.

La gouvernance intersectorielle requerra de même une plus grande attention. Il faudra envisager des solutions multifonctionnelles pour optimiser l'utilisation d'un paysage donné, et prendre en considération, notamment, l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de leurs effets, la régénération énergétique, la protection de l'eau douce et la résilience des écosystèmes. La sécurisation d'un domaine forestier permanent est susceptible de devenir un enjeu significatif: certaines des meilleures zones d'habitation potentielles futures de l'humanité se trouvent là où poussent aujourd'hui des forêts.

Coopération mondiale et processus politiques. Il apparaît évident que les accords forestiers mondiaux existants seront insuffisants, y compris pour affronter les questions liées aux forêts dans la vingtaine d'années à venir. Comprendre comment combler cette lacune actuelle constitue un enjeu politique essentiel. De nouveaux accords internationaux, traitant de questions telles que l'accaparement des terres international, pourraient être

nécessaires. Il est également indispensable de mettre davantage l'accent sur le respect et la mise en pratique de nombreux accords relatifs aux forêts, notamment les accords environnementaux multilatéraux. Il sera nécessaire de mettre en place des

institutions techniques et scientifiques régionales et mondiales fortes, dotées de mandats clairs, pour répondre aux enjeux environnementaux, sociopolitiques et économiques traversant les frontières nationales.

LA RÉPONSE APPORTÉE EN TERMES D'OFFRE: IMPACTS SUR LES FORETS

De façon générale, nous prévoyons qu'il y aura une expansion considérable de la demande de biens et services

TABLEAU 1. Possibles types de gestion et réponses apportées en termes d'offre et leurs impacts sur les forêts jusqu'en 2313

	D'aujourd'hui à 2100	De 2100 à 2200	De 2200 à 2313
Déboisement dû à la surexploitation des forêts pour la production de bois et à la conversion des terres à d'autres utilisations prioritaires	+++ → + Déboisement continu dans les tropiques, avec quelques réductions réussies dans le temps au travers de la REDD+ et de nouveaux programmes forestiers holistiques	+ → -- Réduction du déboisement de vaste dimension causé par l'homme mais accroissement des perturbations liées aux changements climatiques. La superficie forestière augmente dans la majorité des pays	-- → --- Les forêts créées par l'homme et gérées durablement deviennent de plus en plus importantes. La plupart des forêts naturelles restantes se trouvent dans des réserves protégées
Dégradation des terres	++ → +++ Dégradation accrue des terres arables, principalement dans les pays tropicaux les moins développés. Restauration des terres dégradées dans le monde développé	+++ → ++ Dégradation continue due au changement climatique, mais restauration accrue des terres dégradées due à l'augmentation de la valeur de la terre	++ → + La dégradation des terres demeure un problème, mais les manières d'assainir les terres se sont beaucoup améliorées. Des programmes de restauration intensifs sont en place
Perte de biodiversité et d'habitat	++ → +++ Perte continue de biodiversité et d'habitats dans tous les biomes, qui ralentit vers la fin de la période	+++ → ++ Perte continue, principalement due aux changements climatiques et aux espèces envahissantes, en augmentation dans tous les biomes forestiers. Des programmes de conservation intensifs sont en place	++ → - Stabilisation et récupération partiellement artificielle des habitats et de la biodiversité
Vulnérabilité des espèces et des écosystèmes	+ → ++ Accroissement progressif de la vulnérabilité dans tous les biomes	++ → +++ Accroissement progressif de la vulnérabilité dans tous les biomes; des systèmes de gestion sont développés en vue de minimiser les menaces	+++ → +++ Menace continue, en particulier dans les zones marginales; des systèmes de gestion sont développés en vue de minimiser les menaces
Exploitation et utilisation des produits forestiers	+ → ++ Utilisation et commerce accrus de bois d'œuvre, produits ligneux, bois de feu et produits non ligneux	++ → +++ Déplacement de la production vers des utilisations plus haut de gamme des fibres ligneuses et de leurs dérivés; accroissement des échanges commerciaux du fait de l'avantage comparatif	+++ → +++ Les fibres et les produits forestiers non ligneux sont d'une grande importance pour des matériaux de toutes sortes; la plupart de l'approvisionnement en bois est issu de plantations forestières
Forêts naturelles	++ → ++ Gestion intégrée dans les zones tempérées et boréales, moins dans les tropiques	++ → +++ Dans la gestion des forêts naturelles, déplacement de l'accent vers la fourniture de services écosystémiques	+++ → +++ Gestion des forêts naturelles orientée vers la conservation; systèmes de protection des forêts sophistiqués, induits par l'homme
Plantations forestières, systèmes agroforestiers et forêts urbaines	+ → ++ Foresterie au niveau du paysage: croissance constante dans tous les biomes; domestication accrue d'espèces d'arbres; développement d'organismes génétiquement modifiés pour les principales essences plantées	++ → +++ Les activités commerciales de boisement, reboisement et agroforesterie à grande échelle sont pratiquées plus largement	+++ → +++ Approche globale comprenant des systèmes de gestion améliorés et de la foresterie urbaine; l'attention est mise sur des forêts constituées d'arbres améliorés génétiquement, créées par l'homme
Protection des bassins versants et protection des sols	+ → ++ Intégration au travers de la REDD+ et de la rémunération des services écosystémiques; les systèmes de gestion au niveau du paysage sont en train d'évoluer	++ → ++ La gestion des paysages est une approche intensive, intégrée et bien acceptée dans tous les biomes	++ → ++ La gestion à forte intensité et la protection des paysages sont des priorités
Piégeage du carbone visant à garantir la permanence des réservoirs de carbone	- → ++ Approches faibles au travers des instruments d'atténuation des effets des changements climatiques, notamment la REDD+ et les approches nationales d'atténuation appropriées	++ → +++ Prise en considération accrue du carbone en tant qu'avantage associé à la GDF	+++ → +++ La permanence des réservoirs de carbone est assurée au travers de la GDF
Autres valeurs passives, telles que la protection du climat et les valeurs spirituelles et récréatives	+ → + Reconnues par les parties prenantes, mais sous-estimées sur le plan des politiques	+ → ++ Reconnues comme étant des externalités très importantes sur le plan local et mondial	++ → ++ Considérées comme faisant partie des valeurs principales des forêts et comme une priorité de la GDF

Note: + et - indiquent le niveau d'importance et de changement d'un type de gestion ou de réponse en termes d'offre au début et à la fin d'une période.



Une plantation d'eucalyptus en Inde en 2008. La production intensive de fibres ligneuses sera un élément important à l'avenir

écosystémiques liés aux forêts et aux arbres. Le tableau 1 indique les possibles réponses apportées à cette demande croissante en termes d'offre.

Une réaction en termes d'offre cruciale consistera à maintenir les forêts naturelles, du fait de leurs services écosystémiques qui seront de plus en plus valorisés, notamment la biodiversité et la permanence des stocks de carbone, et à en réduire l'exploitation. En vue de répondre à la demande croissante de bois et de fibres ligneuses, les plantations forestières, la régénération naturelle assistée, la restauration des forêts dégradées et la réhabilitation des terres dégradées, verront toutes leur importance accrue (Poore, 2003). Les forêts deviendront bien plus essentielles en tant que sources de fibres et pour leurs services écosystémiques, et elles seront de plus en plus compétitives avec l'agriculture sur le plan économique. La valeur des terres dégradées augmentera, notamment pour les forêts plantées.

QUEL AVENIR POUR NOS FORÊTS?

Étendue des forêts en 2313

Le tableau 2 montre notre estimation de l'étendue des forêts du monde en 2313, évaluée à environ 5 milliards d'hectares. La question est moins de savoir ce que

sera l'augmentation exacte de la superficie forestière par rapport à aujourd'hui (1,2 milliard d'hectares) que d'envisager le fait que, à l'avenir, le couvert arboré s'étendra et acquerra de l'importance en tant que ressource renouvelable extrêmement polyvalente, et que cette augmentation sera presque entièrement due à l'accroissement des plantations forestières, de la régénération naturelle assistée des forêts, des systèmes agroforestiers et des forêts urbaines. Bien que la compétition pour les terres soit une question significative à l'heure actuelle, nous estimons qu'il y aura suffisamment de terres disponibles pour permettre une telle expansion des forêts. Les cultures agricoles seront de plus en plus le fait de systèmes de production intensifs (souvent sous serre), il y aura davantage d'agriculture urbaine, et la viande sera produite de façon bien plus efficace. Toutefois, si nous estimons que la superficie brute de terre disponible sera suffisante, elle sera de qualité variable et devra pour une grande part être restaurée.

Christophersen (2010) a suggéré qu'il existe plus d'un milliard d'hectares de terres forestières coupées à blanc ou dégradées dans le monde. Les forêts pourraient à nouveau pousser sur la plupart de ces terres si la demande d'arbres s'accroît et

si l'économie de la restauration devient plus favorable. Analysant les conditions requises pour une restauration à grande échelle efficace, Menz, Dixon et Hobbs (2013) ont proposé un plan en quatre points visant à garantir que la restauration appuie et renforce les valeurs écologiques: identifier les régions focales présentant des demandes de restauration élevées; identifier les lacunes dans les connaissances et hiérarchiser les besoins en matière de recherche, de façon à concentrer les ressources sur la création de capacités; créer des pôles de connaissances en matière de restauration, en vue de rassembler et de disséminer le savoir à l'interface entre science et pratique; et garantir la viabilité politique du processus en s'assurant que les valeurs économiques et sociales des écosystèmes restaurés en fonction sont bien reconnues. Ces points sont tous reliés et pourraient advenir en parallèle. Dans presque tous les cas, la replantation ne reproduirait pas la forêt précédente, ni en termes de densité de carbone ni de biodiversité, mais elle fournirait une vaste gamme d'avantages.

Nous ne prévoyons pas une expansion linéaire du couvert forestier dans les 300 ans à venir. La destruction des forêts à grande échelle, concentrée dans les

TABLEAU 2. Distribution des forêts, par type général, 2013 et 2313

Couvert forestier, 2013					Total
Forêts primaires , inaccessibles sur le plan économique ou trop reculées sur le plan géographique pour une utilisation intensive (essentiellement forêts boréales et tropicales; également zones forestières protégées)	Mosaïque de forêts/paysages , forêts accessibles comprenant des forêts dégradées et des forêts secondaires/forêts en cours de succession (essentiellement dans les tropiques), utilisées principalement pour le bois de feu et le bois d'œuvre	Forêts (semi) naturelles bien gérées , notamment forêts secondaires naturelles et semi-naturelles (principalement forêts boréales et tempérées)	Forêts plantées – boisement et reboisement à des fins de production et/ou de protection (toutes les régions)	Agroforesterie et arbres au sein de paysages , notamment forêts urbaines et parcs disséminés dans des zones urbaines (toutes les régions)	
< 800 millions d'hectares	> 1,9 milliard d'hectares	> 700 millions d'hectares	< 300 millions d'hectares	< 100 millions d'hectares	3,8 milliards d'hectares (29% de la superficie totale des terres émergées)
Couvert forestier attendu, 2313					Total
Forêts naturelles , proches de l'état d'origine mais considérablement affectées par le changement climatique; pour l'essentiel des forêts en cours de succession plutôt que des forêts climaciques. Presque toutes dotées d'un statut protégé	Mosaïque de forêts/paysages , avec des forêts naturelles poussant sur des portions de paysages secs (par ex. le long de rivières, dans les savanes boisées); gérées principalement pour le carbone et la biodiversité, souvent par de petits exploitants	Forêts gérées de manière intensive et bénéficiant d'une régénération naturelle assistée et contrôlée, ainsi que forêts plantées , notamment forêts clonales à haut rendement associées à des forêts semi-naturelles, pour la production de fibres destinées à des utilisations diverses – construction, meubles, bioplastiques, papier, vêtements et applications en nanotechnologie –, ou devant servir de source d'énergie		Forêts et arbres urbains et agroforesterie , pour le climat local, la qualité de l'air, l'eau et les valeurs récréatives, et pour une utilisation occasionnelle des fibres ligneuses	
< 500 millions d'hectares	> 1 milliard d'hectares	> 3 milliards d'hectares		> 500 millions d'hectares	5 milliards d'hectares (38% de la superficie totale actuelle des terres émergées)

Source: Les données pour 2012 s'appuient sur FAO et CCR, 2012; Blaser *et al.*, 2011; Forest Europe, CENUE et FAO, 2011. Noter que la FAO (2010) a estimé la superficie mondiale des forêts primaires en 2010 à 1,36 milliard d'hectares.

tropiques, pourrait bien continuer jusqu'en 2050. À cette date, ou relativement peu après, un tournant sera atteint, où la nécessité d'un engagement politique pour arrêter le déboisement des forêts naturelles commencera à se faire sentir. La récupération adviendra rapidement, mais de manière inégale sur l'ensemble de la planète⁴. Nous traitons ci-dessous des principaux biomes forestiers.

Dans le **biome tropical humide**, l'augmentation de la population et des revenus influera sur l'utilisation des terres et des forêts, en particulier en Afrique et en Asie du Sud-Est, jusqu'en 2100. On peut s'attendre à ce que des parties considérables des forêts tropicales humides du bassin du Congo, qui sont relativement accessibles, soient converties en terres agricoles (Banque mondiale, 2012b). Le bassin amazonien, le Mékong et certaines des îles principales de l'Indonésie seront également confrontés à une perte substantielle de superficie forestière dans les 50 à 100 prochaines années, pour laisser la place à des cultures commerciales destinées à répondre à la demande mondiale de denrées alimentaires, de fourrage et

de bioénergie. Le changement climatique deviendra une question majeure dans ces régions, non seulement pour les forêts mais aussi pour la production agricole. La perte de biodiversité et d'habitats s'accélérera, et il existe un risque de dégradation complète de la terre, en particulier dans le bassin du Congo, où une mosaïque de savanes et de forêts pourrait devenir la caractéristique prédominante du paysage, et dans les plaines d'Asie du Sud-Est. D'un autre côté, au-delà de 2100, la plupart du reboisement prévu aura lieu dans les tropiques, où des espèces d'arbres à croissance rapide seront en mesure de piéger le carbone et de produire des fibres rapidement.

Les **biomes tropicaux secs** sont susceptibles de suivre des chemins différents: certaines régions recevront davantage de précipitations et d'humidité (le Sahel par exemple), et certaines seront davantage soumises à la sécheresse, qui s'étendra en raison des changements de la circulation atmosphérique (par exemple, dans les zones de mousson de l'est de l'Afrique et de l'Inde). Les forêts tropicales semi-sèches et semi-humides, notamment sur le sous-continent indien et dans des parties

de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud méridionale, compteront parmi les écosystèmes forestiers les plus vulnérables, en raison d'événements extrêmes. Dans l'ensemble, si les biomes tropicaux secs sont appelés à augmenter en superficie, le couvert boisé diminuera quant à lui fort probablement.

Les **biomes tempérés** abriteront les forêts naturelles ayant le plus de chances de pouvoir s'adapter aux changements climatiques majeurs et de garantir la permanence des stocks de carbone. Dans certaines régions, les forêts des biomes tempérés pénétreront dans la zone boréale. Ainsi, en Europe, des espèces d'arbres dominantes telles que le hêtre (*Fagus sylvatica*) et diverses espèces de chêne (*Quercus* spp.) et de pin des zones tempérées, entre autres, s'étendront de la zone méditerranéenne

⁴ Un bon exemple de ce qu'il est possible de faire est constitué par le cas du verdissement rapide de la République de Corée entre 1960 et 1980: un vaste programme de replantation et de foresterie communautaire fut rendu possible lorsque des milliers de villages se virent donner des droits sûrs sur les résultats de leur travail (Gregersen, 1982, 1988; Lee, 2012).

vers le sud de la Suède et de l'extrême ouest vers l'Oural russe. Dans le cadre des changements climatiques prévus, cela permettra d'échanger des écotypes comme mesure d'adaptation planifiée.

Ce qui constitue aujourd'hui la zone noyau des **forêts boréales** deviendra vulnérable, en raison de la fréquence accrue des sécheresses estivales et des hivers doux (Barnett, Adams et Lettenmaier, 2005), ainsi que des feux plus fréquents et plus intenses. Dans la zone de transition située dans le sud, toutefois, des espèces d'arbres décidus pourraient occuper des niches laissées par les forêts de conifères mourantes. Dans les zones de transition septentrionales (toundra), les forêts de conifères s'étendront en direction du nord, même si cela adviendra lentement et sans donner lieu à une augmentation notable de la biomasse, du carbone ou de l'approvisionnement en bois globaux. Il y aura de nouvelles forêts suivant les stades de succession naturelle en Sibérie, en Alaska et au Groenland, mais ces forêts à croissance lente auront un effet relativement faible sur la résolution des problèmes de la planète d'ici 2313.

Qualité des forêts

Si la dégradation des forêts causée par l'homme est un problème aujourd'hui et le sera dans les 50 prochaines années, les changements climatiques auront leurs effets majeurs sur la qualité des forêts à plus long terme. Dans un monde ayant une température moyenne de 18 °C, dans tous les biomes forestiers, les forêts climaciques riches en biomasse seront remplacées par des forêts en cours de succession, caractérisées par une biomasse plus faible et des stocks de carbone moins élevés, de même que par une biodiversité souvent moins importante. Ces forêts devront toutefois remplir les mêmes fonctions que celles d'aujourd'hui; aussi sera-t-il nécessaire qu'il y en ait davantage, ne serait-ce que pour assurer la permanence des stocks de carbone. L'un des défis consistera à répondre à la vulnérabilité des forêts, notamment aux incendies, aux ravageurs et aux maladies, et à restaurer les écosystèmes forestiers dégradés. Un autre défi consistera à garantir que le couvert forestier constitue une utilisation compétitive de la terre – sinon, il ne pourra pas s'étendre ainsi que nous le prévoyons. De nouvelles

approches de gestion forestière pourraient être requises (voir plus bas), et tous les services écosystémiques fournis par les forêts devront être monétarisés.

Développement des plantations forestières, des systèmes agroforestiers et des forêts urbaines

Il existe de nombreuses inquiétudes légitimes quant aux impacts écologiques, sociaux et économiques potentiellement dangereux des plantations forestières, mais suffisamment d'expérience a été accumulée pour pouvoir éviter de tels impacts négatifs à l'avenir (Evans, 2009). Selon notre prédiction pour 2313, il y aura 3 milliards d'hectares de forêts plantées et de forêts caractérisées par une régénération naturelle assistée et une gestion intensive; parmi ceux-ci, quelque 2 milliards d'hectares consisteront en plantations forestières destinées à fournir des produits ligneux et non ligneux et des services, comme la

*Forêt de hêtre (*Fagus sylvatica*) gérée en taillis dans l'ex-République yougoslave de Macédoine, 2012. Ce type de gestion s'appuyant sur la résilience et orienté vers la production de fibre ligneuse sera largement répandu en 2313*



protection des bassins versants et des sols, la mise à disposition d'espaces récréatifs et le piégeage du carbone. À l'avenir, de vastes zones de terres dégradées seront boisées et reboisées au travers d'actions communautaires, privées et gouvernementales. Il existe un fort potentiel pour la domestication d'un large éventail d'espèces exigeantes en lumière, en particulier dans les zones tropicales, dans des genres tels que *Ochroma*, *Schizolobium*, *Terminalia*, *Trema* et de nombreux autres, et l'amélioration génétique de genres déjà abondamment plantés tels que *Acacia*, *Eucalyptus*, *Cunninghamia*, *Picea*, *Pinus*, *Populus* et *Tectona*. Les rendements du bois et la résilience écologique peuvent être largement accrus grâce à l'amélioration génétique, la correspondance entre les sites et les espèces, et la sylviculture. Il faudra trouver des moyens d'augmenter la diversité et la biomasse d'autres végétaux et animaux associés. La foresterie urbaine deviendra de plus en plus importante, devant contribuer à rendre les environnements citadins plus vivables et à fournir une vaste gamme de services écosystémiques et sociaux.

Quel type de gestion sera nécessaire aux forêts?

Alors que les forêts naturelles deviendront plus vulnérables et fragiles, confrontées au rythme rapide des changements, en particulier climatiques, conserver la production des biens forestiers et des services écosystémiques dépendra probablement de plus en plus des interventions et de l'ingéniosité humaines. Les sciences et les réformes de la gouvernance auront des rôles essentiels à jouer. Des professionnels spécialisés en foresterie et produits forestiers seront indispensables dans des disciplines telles que la biologie, la sylviculture, la physiologie, la génétique, la science du sol, l'entomologie, la biochimie, la nanotechnologie, la technologie de l'information, la foresterie urbaine, la gestion des paysages et l'économie des ressources. Tandis qu'il y aura besoin de professionnels forestiers hautement qualifiés, il y aura aussi beaucoup plus d'activités de gestion au niveau local, ce qui demandera d'avoir pleinement recours aux connaissances traditionnelles et locales de même qu'aux interactions et aux recherches interdisciplinaires. Les gestionnaires des forêts devront aussi

avoir des compétences exemplaires dans les questions sociales, notamment dans la gestion des conflits.

La gouvernance, la gestion et le développement des politiques en matière de forêts seront confrontés à de nombreux défis graves à l'avenir. Pour atteindre une série d'objectifs de gestion, notamment répondre à de nouvelles questions telles que la résilience des espèces d'arbres, la sécurisation des réservoirs de carbone et l'optimisation de la production de matériaux à base de bois, il faudra adopter une vision nouvelle ou renouvelée de la gestion forestière. Certaines formes «nouvelles» de gestion forestière pourraient bien être héritées du passé. En Europe centrale, par exemple, il pourrait être nécessaire de convertir les systèmes de *hochwald* (haute futaie), et transformer les peuplements du même âge en peuplements d'âges différenciés ou en taillis, afin de réduire leur vulnérabilité aux changements de l'environnement et des objectifs économiques. Dans les forêts tropicales, gérer les jeunes forêts secondaires en association avec des plantations d'enrichissement pourrait conduire à de nouvelles formes de foresterie à rotation brève, permettant de conserver une biodiversité maximale et de maintenir un niveau optimal de biomasse. Par-dessus tout, tous les gestionnaires des forêts devront être polyvalents et capables de s'adapter, tandis qu'ils développeront et mettront en œuvre de nouvelles approches de gestion forestière répondant au mieux à des conditions changeantes.

CONCLUSION

Du fait de leurs considérables fonctions de protection et de production, les forêts joueront un rôle planétaire essentiel dans les 300 prochaines années et au-delà. La connaissance de l'art et de la pratique de la gestion durable des forêts sera très précieuse. Étant l'une des principales ressources naturelles disponibles pour l'humanité, les forêts seront appelées à contribuer à atténuer les effets des changements climatiques, protéger le sol et l'eau, fournir de l'air propre, conserver la biodiversité, et produire des fibres ligneuses et d'autres produits. Ainsi, voici ce que nous prévoyons pour 2313:

- Les forêts naturelles existeront encore mais, dans une large mesure, des

types de forêts climatiques, comme les forêts pluviales primaires, auront disparu, essentiellement en raison du raccourcissement des cycles forestiers dû à l'accroissement des perturbations (liées au climat). Nous nous attendons à ce que les forêts naturelles couvrent environ 0,5 milliard d'hectares, principalement dans les zones boréales et tempérées en Europe, en Sibérie et en Amérique du Nord, et dans les tropiques (principalement dans le bassin amazonien et les zones montagneuses de Bornéo et de Nouvelle-Guinée). Elles se trouveront pour la plupart dans des zones protégées, ne donnant lieu qu'à une exploitation minimum de bois, et fourniront d'importants services écosystémiques. Des réformes juridiques garantiront que les communautés autochtones pourront conserver leurs liens culturels avec ces forêts.

- Les forêts plantées et semi-naturelles, qui constituent des ressources naturelles facilement renouvelables, fourniront d'immenses quantités de bois et de fibres ligneuses. Les forêts urbaines seront bénéfiques sur le plan récréatif et spirituel et serviront de tampon par rapport au climat.
- Dans l'ensemble, la superficie forestière aura augmenté pour atteindre quelque 5 milliards d'hectares, même si ces forêts auront moins de biomasse par unité de surface que les forêts naturelles actuelles. Les cycles de vie des forêts et des espèces d'arbres deviendront plus courts et les forêts seront sujettes à une dynamique constante de perturbations climatiques et biotiques.
- La gouvernance forestière, aux niveaux régional et mondial, sera toujours une question clé. La redistribution de la propriété et une meilleure définition des droits et responsabilités aideront l'action visant à protéger, financer et utiliser les ressources forestières de manière avisée.

Si le scénario décrit dans cet article est optimiste (bien que certains éléments, comme la perte des forêts primaires, soient consternants), il n'est pas impossible ni même improbable. Sans doute, le chêne du plateau suisse, le sipo du nord du Congo et le sapin de l'ouest sibérien ne verront-ils pas le début du XXIV^e siècle, mais les forêts – quoique différentes de

celles d'aujourd'hui – se seront étendues. L'avenir de l'humanité dépendra dans une large mesure de la façon dont elle traitera les forêts. Il est encore temps et l'on est encore en mesure de mettre en œuvre la GDF. Les forestiers d'aujourd'hui et de demain ont une grande tâche à accomplir.

REMERCIEMENTS

Une version plus longue et plus détaillée de ce document a bénéficié des commentaires de nombreux collègues. Nous remercions tout particulièrement les relectures approfondies de Keith Anderson, Ken Andrasko, Brian Belcher, Jeff Burley, Neil Byron, Jim Carle, Paola Deda, Hosny El Lakany, Anton Hilber, Marko Katila, Godwin Kowero, Jag Maini, Duncan Poore, Alastair Sarre, Patrick Sieber, Markku Simula, Thomas Stadtmüller et Astrid Zabel. Toute erreur dans les prévisions faites pour 2313 est à imputer aux seuls auteurs, qui en assumeront la totale responsabilité s'il est prouvé qu'ils ont tort. ♦



Références

- Adams, J.** 1997. *Global land environment since the last interglacial*. États-Unis d'Amérique, Oak Ridge National Laboratory (disponible sur: www.esd.ornl.gov/ern/qen/nerc.html).
- AIE.** 2010. *Renewable energy information 2010*. Agence internationale de l'énergie (disponible sur: www.iea.org/stats/index.asp). DOI: 10.1787/renew-2010-en.
- Attali, J.** 2006. *Une brève histoire de l'avenir*. Paris, Fayard.
- Banque mondiale.** 2012a. *Turn down the heat: why a 4°C warmer world must be avoided*. A report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington, D.C.
- Banque mondiale.** 2012b. *Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo: Réconcilier la croissance économique et la protection de la forêt* (disponible aussi sur: www.profor.info/sites/profor.info/files/docs/Dynamiques-de-d%C3%A9forestation-final.pdf) (publication française: 2013). Washington, D.C.
- Barnett, T.P., Adam, K.C. et Lettenmaier, D.P.** 2005. Potential impacts of a warming climate on water availability in snow-dominated regions. *Nature*, 438: 303–309.
- Bergengren, J.C., Waliser, D.E. et Yung, Y.L.** 2011. Ecological sensitivity: a biospheric view of climate change. *Climatic Change*, 107: 433–457.
- Blaser, J., Sarre, A., Poore, D. et Johnson, S.** 2011. *Status of tropical forest management 2011*. Rapport technique de l'OIBT n°38. Yokohama, Japon, Organisation internationale des bois tropicaux.
- Bruinsma, J.** éd. 2003. *World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective*. Rome, FAO et Londres, Earthscan Publications.
- Christophersen, T.** 2010. Addressing degradation as an opportunity: perspectives from the Global Partnership on Forest Landscape Restoration. Présentation à l'événement parallèle CIFOR-FAO – Conférence sur les changements climatiques tenue à Bonn. 1^{er} juin 2010.
- Ellison, D., Futter, M.N. et Bishop, K.** 2011. On the forest cover–water yield debate: from demand- to supply-side thinking. *Global Change Biology*, 18(3): 806–820. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2011.02589.x.
- Evans, J.** éd. 2009. *Planted forests: uses, impacts and sustainability*. Rome, FAO et Londres, CABI.
- FAO.** 2010. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 – Rapport principal*. Étude FAO: Forêts 163. Rome.
- FAO et CCR.** 2012. *Global forest land-use change 1990–2005*, par E.J.Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz et H-J. Stibig. FAO Forestry Paper No. 169. Rome, FAO et Centre commun de recherche de l'Union européenne.
- Forest Europe, CENUE et FAO.** 2011. *State of Europe's forests 2011: status and trends of sustainable forest management in Europe*. Oslo, Conférence Ministérielle pour la protection des forêts en Europe.
- Gregersen, H.** 1982. *Village forestry development in the Republic of Korea*. Document GCP/INT/347/SWE. Rome, FAO.
- Gregersen, H.** 1988. Village forestry development in the Republic of Korea: a case study. In L. Fortmann et J. Bruce, édés. *Proprietary dimensions of forestry*, pp. 225–233. Boulder, États-Unis d'Amérique, Westview Press.
- Gregersen, H., El Lakany, H., Bailey, L. et White, A.** 2011. *The greener side of REDD+ lessons for REDD+ from countries where forest area is increasing*. Washington, D.C., Initiative des droits et ressources.
- Institut Worldwatch.** 2011. *State of the world 2011: innovations that nourish the planet*. Washington, D.C.
- Lee, D.K.** 2012. Contribution du secteur forestier à une vision «bas carbone, croissance verte» en République de Corée. *Unasylva*, 63(239): 9–16.
- McEvedy, C. et Jones, R.** 1978. *Atlas of world population history*. Penguin (données reproduites sur: www.worldhistorysite.com/population.html).
- Menz, M., Dixon, K. et Hobbs, R.** 2013. Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. *Science*, 339(6119): 526–527.
- OCDE.** 2012. Scénarios à moyen et long termes pour la croissance et les déséquilibres mondiaux. *Perspectives économiques de l'OCDE*, 2012/1. Paris, Organisation de coopération et de développement économiques.
- ONU.** 2004. *La population mondiale en 2300*. New York, Département des affaires économiques et sociales, Division de la population, Organisation des Nations Unies.
- Poore, D.** 2003. *Changing landscapes: the development of the International Tropical Timber Organization and its influence on tropical forest management*. Londres, Earthscan Publications.
- Putz, F.E.** forthcoming. Futures of forestry and forests in the tropics. *Biotropica*.
- Salim, E. et Ullsten, O.** 1999. *Our forests, our future: report of the World Commission on Forests and Sustainable Development*. Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press.
- The Conference Board.** 2012. *The global economic outlook 2013* (www.conference-board.org/data/globaloutlook.cfm).
- Toffler, A.** 1980. *The third wave*. Bantam Books.
- Tudge, C.** 2007. *Feeding people is easy*. Paris.
- Wirsenius, S., Azar, C. et Berndes, G.** 2010. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030? *Agricultural Systems*, 103(9): 621–638.
- WRI.** 1997. *The last frontier forests: ecosystems and economies on the edge*. Washington, D.C., Institut des ressources mondiales. ♦