



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

RÉSUMÉ EXÉCUTIF

Better Forests, Better Cities

Auteurs : Sarah Jane Wilson, Edie Juno, John-Rob Pool, Sabin Ray, Mack Phillips, Scott Francisco et Sophie McCallum

Collaborateurs : Craig Hanson, Kathleen Wolf, Katherine Lord, Paige Langer, Terra Virsilas, Caledonia Rose Wilson, Lisa Beyer, James Anderson, Lizzie Marsters, Todd Gartner, et Suzanne Ozment



AUTEURS

SARAH JANE WILSON

est directrice des projets axés sur la nature à Pilot Projects.

Contact : sarah@pilot-projects.org

EDIE JUNO

est spécialiste des forêts à la National Wildlife Federation.

Contact : ejuno@umich.edu

JOHN-ROB POOL

est responsable des connaissances et des partenariats pour le programme UrbanShift au sein du Ross Center for Sustainable Cities du WRI.

Contact : John-Rob.Pool@wri.org

SABIN RAY

est associée au Fonds pour l'intégrité des écosystèmes. Contact : sabinhray@gmail.com

MACK PHILLIPS

est associé en stratégie de conception et chercheuse chez Pilot Projects.

Contact : mack@pilot-projects.org

SCOTT FRANCISCO

est le fondateur et le directeur de Pilot Projects.

Contact : scott@pilot-projects.org

SOPHIE MCCALLUM

est assistante de recherche à Pilot Projects.

Contact : sophia.mccallum@mail.mcgill.ca

LA CONCEPTION ET LA MISE EN PAGE

SHANNON COLLINS

shannon.collins@wri.org

BILL DUGAN

bill.dugan@wri.org

ROSIE ETTENHEIM

rosie.ettenheim@wri.org

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier l'Initiative internationale de la Norvège pour le climat et la forêt (NICFI) pour son soutien financier à Cities4Forests, sans lequel ce rapport n'aurait pas été possible, ainsi que les cofondateurs de Cities4Forests les partenaires - Pilot Projects et REVOLVE - pour leur collaboration et leur soutien dans la création de l'initiative Cities4Forests.

Les auteurs remercient les groupes de personnes suivants qui ont fourni des commentaires constructifs qui ont renforcé ce rapport tout au long du processus de révision et qui ont contribué de diverses autres manières. Les contributeurs sont classés par ordre alphabétique de leur nom de famille.

Conseillers et experts thématiques

Robin Abell (Conservation International), Elleni Ashebir (WRI), Patricia Balvanera (Universidad Nacional Autónoma de México), Robin Chazdon (Forestation International), Theodore Eisenman (University of Massachusetts, Amherst), Natalie Elwell (WRI), Aarin Gross (Conservation International), Craig Hanson (WRI), Nancy Harris (WRI), Nick Hewitt (Université de Lancaster), Viniece Jennings (Agnes Scott College), Paige Langer (WRI), Dexter Locke (U.S. Forest Service), David Nowak (U.S. Forest Service), Suzanne Ozment (WRI), David Rojas-Rueda (Colorado State University), Jessica Seddon (WRI), Ayushi Trivedi (WRI), Sara Walker (WRI) et Kathleen Wolf (University of Washington).

Réviseurs internes

Chip Barber, Lisa Beyer, Beatriz Cardenas, David Gibbs, Suzanne Ozment, Alex Rudee, Tim Searchinger, Frances Seymour, Gregory Taff, Teresa Tattersfield, Ayushi Trivedi, Laura Vary, Leandro Vigna et Laura Villegas-Ortiz (tous du WRI pendant le processus d'examen interne).

Réviseurs externes

Ann Bartuska (Resources for the Future), Harriet Bulkeley (Durham University et Naturvation), Bobby Cochran (Willamette Partnership), Gillian Dick (Glasgow City Council), Emily Lombardo (NICFI), Lydia Scott (Morton Arboretum et Chicago Region Trees Initiative), Xueman Wang (Banque mondiale) et Bianca Wernecke (South African Medical Research Council).

Soutien aux opérations, aux communications, à la recherche et à la conception

Sadof Alexander, James Anderson, Caroline Black, Shannon Collins, Sod-Erdene Davaadorj, Bill Dugan, Rosie Ettenheim, Christopher Gillespie, Yichen Hao (American University), Renee Pineda, Maria Santarelli, Lauri Scherer (LSF Editorial), Auston Smith, Emilia Suarez, Gregory Taff et Romain Warnault (tous WRI, sauf mention contraire).

CITATION SUGGÉRÉE

S.J. Wilson, E. Juno, J.R. Pool, S. Ray, M. Phillips, S. Francisco, et S. McCallum. 2022. "Better Forests, Better Cities." Rapport. Washington, DC : Institut des Ressources mondiales. Disponible en ligne à l'adresse suivante : doi.org/10.46830/wrirpt.19.00013.

VERSION 1

Novembre 2022

FAITS MARQUANTS

- De plus en plus de preuves scientifiques montrent que la conservation, la restauration et la gestion durable des forêts peuvent fournir des solutions d'infrastructure solides et peu coûteuses pour aider les villes et leurs dirigeants à répondre à la myriade de demandes des populations urbaines croissantes, telles que l'augmentation de l'eau douce propre et fiable, des environnements sûrs et sains, et la protection contre les catastrophes naturelles.
- Partout dans le monde, les villes réagissent à ces preuves en utilisant de plus en plus les forêts à l'intérieur, à proximité, et loin des villes pour relever leurs défis et répondre aux aspirations des résidents.
- Les forêts sont particulièrement efficaces pour offrir aux villes et à leurs habitants quatre avantages : la santé et le bien-être des personnes, un approvisionnement en eau propre et fiable, la régulation du climat et la conservation de la biodiversité.
- Ce rapport évalue la base de données pour montrer comment et où ces avantages sont fournis et quelles actions immédiates les villes peuvent prendre pour mieux conserver, restaurer et gérer durablement les forêts afin d'obtenir les avantages souhaités.
- Il présente une analyse de centaines de documents de synthèse, de documents de recherche originaux et de rapports clés et montre collectivement comment différents types de forêts à différents niveaux peuvent offrir un ensemble varié d'avantages aux villes.

DE MEILLEURES FORÊTS POUR DE MEILLEURES VILLES

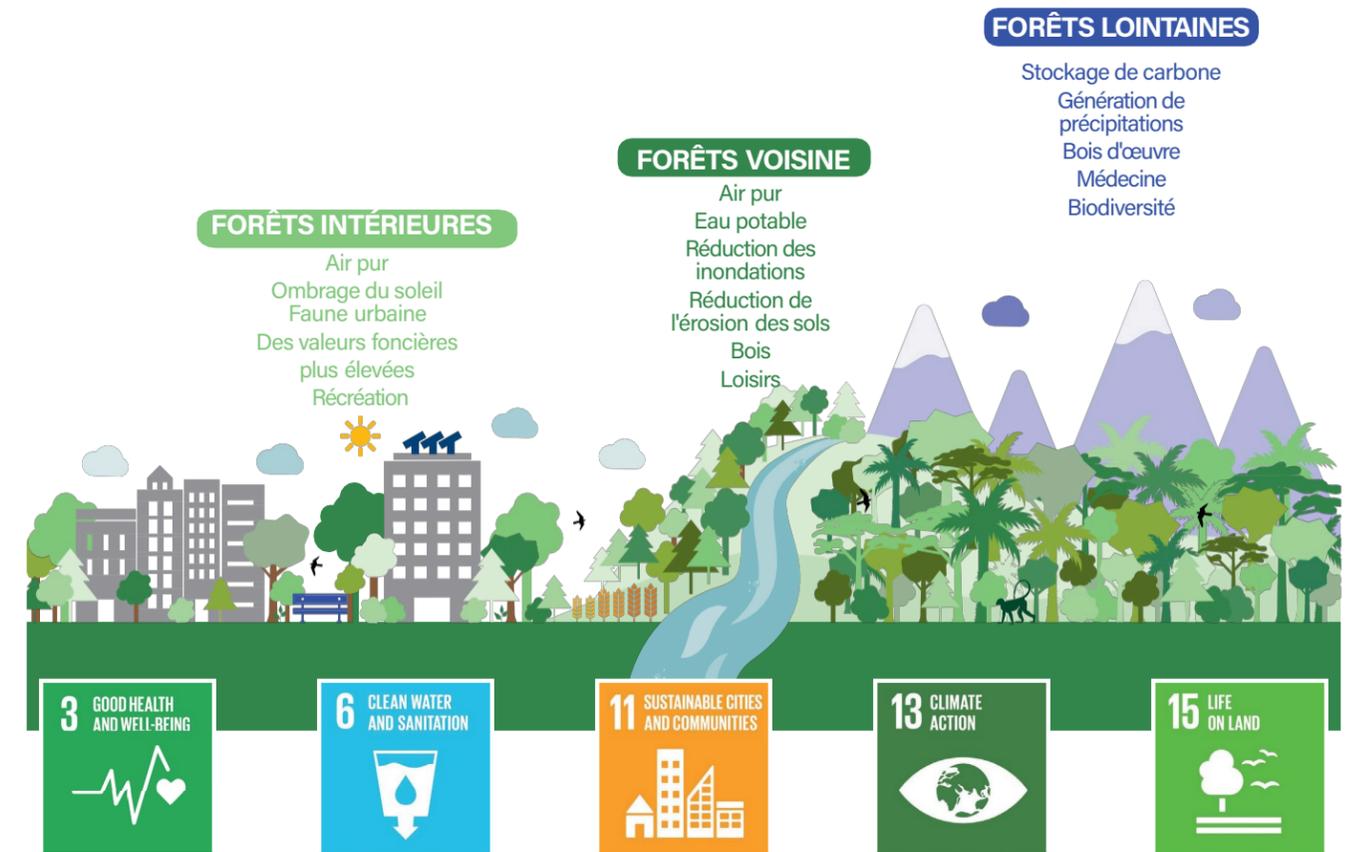
Au cours de la prochaine décennie, les maires et les gestionnaires des villes seront confrontés à des demandes sans précédent de la part des populations urbaines croissantes. L'urbanisation rapide et les changements environnementaux exercent de nouvelles pressions sur les villes en plein essor. Les dirigeants municipaux sont chargés d'offrir aux citoyens un lieu de vie et de travail sûr, un environnement propice à la santé, de l'eau douce propre et fiable et une protection contre les catastrophes naturelles. Elles devront intensifier leur action en faveur du climat et respecter d'autres engagements en matière de développement durable, autant d'éléments qui occupent une place de plus en plus importante dans les agendas politiques et médiatiques. Dans le même temps, les dirigeants municipaux devront jongler avec ces exigences dans un contexte dynamique, souvent avec des ressources financières limitées.

Les solutions basées sur la nature (NBS) - telles que les arbres et les forêts - peuvent aider les villes à répondre à bon nombre de ces besoins. Des preuves scientifiques de plus en plus nombreuses montrent que la conservation, la restauration et la gestion durable des forêts peuvent fournir des solutions d'infrastructure robustes et peu coûteuses pour compléter d'autres infrastructures traditionnellement construites. Les villes du monde entier réagissent à cette évidence en utilisant de plus en plus les forêts pour relever leurs défis et de répondre aux aspirations des résidents.

Les forêts situées à l'intérieur, à proximité et loin des villes (figure ES-1) peuvent aider les villes à répondre à leurs besoins et à contribuer aux engagements pris pour relever les défis mondiaux :

- Les *forêts intérieures* comprennent les arbres de rue, les arbres et les forêts des propriétés privées, les parcelles de forêts indigènes, les zones boisées et les forêts de l'intérieur les ravins et les couloirs, etc. Les forêts intérieures peuvent améliorer la qualité de l'air, réduire l'effet d'îlot de chaleur (ce qui entraîne une diminution de la consommation d'énergie et des factures énergétiques), réduire le ruissellement des eaux de pluie et les inondations urbaines, offrir un accès à la nature et un répit par rapport à l'environnement bâti, et favoriser la santé humaine et la faune.
- Les *forêts de proximité* sont des arbres, des bois et des forêts situés dans les bassins versants qui entourent les villes. Elles contribuent à l'assainissement de l'environnement. L'air dans les villes, la stabilité de l'approvisionnement en eau potable, la réduction des inondations, la création d'habitats pour la faune et la flore et l'aménagement d'espaces de loisirs.
- Les *forêts éloignées* sont des forêts substantielles, intactes et isolées qui sont le plus souvent situées loin des limites d'une ville. Ces forêts - en particulier celles des tropiques - séquestrent de grandes quantités de carbone, génèrent des pluies fiables pour la production d'eau potable, et permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

FIGURE ES-1: Bénéfices forestiers intérieurs, voisins et lointains



Note : Les forêts à trois niveaux offrent des avantages aux villes et contribuent à la réalisation des objectifs de développement durable des Nations Unies.

Source : Cities4Forests n.d.a; Cities4Forests n.d.a.

Ils fournissent une multitude de produits utilisés quotidiennement par les villes (notamment des médicaments, des aliments et des matériaux de construction) et abritent la majeure partie de la biodiversité terrestre de la planète.

Les forêts sont particulièrement efficaces pour offrir aux villes et à leurs habitants quatre avantages : la santé humaine et l'environnement bien-être, un approvisionnement en eau propre et fiable, la régulation du climat et la conservation de la biodiversité.

Better Forests, Better Cities évalue la base de données pour montrer comment et où ces avantages sont fournis par les forêts et, dans des circonstances uniques, quand et où ils ne le sont pas. Ce rapport présente un examen de centaines de documents de synthèse, de documents de recherche originaux et de rapports clés. Collectivement, cette recherche montre comment différents types de forêts à différents niveaux peuvent apporter une série d'avantages aux villes.

RÉSULTATS DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Santé et bien-être

Les villes offrent à leurs habitants de nombreux avantages, mais elles créent également des conditions qui peuvent avoir des effets négatifs sur la santé et le bien-être (Kuddus et al. 2020). Les forêts et les arbres, en particulier dans les forêts intérieures, peuvent améliorer la santé et le bien-être des citoyens grâce à ces actions :

- Réduire les chaleurs extrêmes.** L'effet d'îlot de chaleur urbain - qui fait que les zones urbaines connaissent des températures plus élevées que les zones rurales - est un problème majeur. Les villes et leurs environs ruraux présentent un certain nombre de risques pour la santé humaine. Il s'agit notamment d'un risque accru de décès liés à la chaleur, d'une augmentation des concentrations de smog urbain et d'ozone troposphérique, de pics de consommation d'énergie et d'eau, d'une augmentation de la consommation

et les pannes de courant (Heaviside et al. 2017). Les arbres et les forêts urbaines peuvent atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain en fournissant de l'ombre et en refroidissant l'air par évapotranspiration. Ces processus réduisent le risque de maladies ou de décès liés à la chaleur et améliorent l'habitabilité des villes (Bowler et al. 2010a ; Mohajerani et al. 2017 ; Wolf et al. 2020).

■ Améliorer la qualité de l'air en milieu urbain. La pollution de l'air ambiant menace le bien-être de la plupart des citoyens. Neuf personnes sur 10 respirent de l'air pollué dans le monde, ce qui entraîne environ 4,2 millions de décès dans le monde. Les pays à faible et moyenne Les pays à faible revenu sont touchés de manière disproportionnée (OMS 2016). La réduction des émissions à la source est essentielle, mais des forêts intérieures soigneusement planifiées et gérées peuvent encore améliorer la qualité de l'air en éliminant et en dispersant les polluants atmosphériques (Nowak et al. 2014 ; Kumar et al. 2019 ; Hewitt et al. 2020).

■ Promouvoir la santé mentale et physique. Vivre en Les villes peuvent avoir des effets néfastes sur la santé mentale et physique. Pol-Le fait d'être sédentaire et de vivre à proximité d'autres personnes peut augmenter la prévalence de nombreux types de maladies (Bai et al. 2012 ; Ventriglio et al. 2021). Forêts et arbres Elles réduisent le bruit, la pollution et d'autres conditions stressantes, et offrent des possibilités de repos, de relaxation et de récréation dans la nature (Hartig et al. 2014 ; Kuo 2015 ; Bratman et al. 2019 ; Wolf et al. 2020). La prévention de la déforestation et de la dégradation des forêts biodiversifiées à l'extérieur des villes peut également réduire la propagation des maladies infectieuses, y compris des nouveaux virus, des hôtes animaux aux humains (Alimi et al. 2021).

■ Créer des rues sûres et praticables. Les villes du monde entier s'efforcent d'accroître les déplacements à pied et à vélo. Les arbres plantés le long des rues et des espaces verts urbains encouragent le transport actif, en fournissant de l'ombre, en réduisant la pollution atmosphérique localisée et en rendant les rues et les sentiers plus beaux et plus agréables (Wolf et al. 2020).

■ Soutenir les liens communautaires. Les forêts et autres espaces verts peuvent renforcer la cohésion entre les habitants des villes en fournissant des lieux de rassemblement pour les communautés, en renforçant le "sens du lieu" et en créant un espace pour la spiritualité et la réflexion (Wolf et al. 2014 ; Jennings et al. 2016). Les forêts intérieures et voisines sont des lieux souhaitables pour les rassemblements sociaux, les loisirs, le tourisme, la pratique spirituelle et la contemplation (Kuo 2015 ; O'Brien et al. 2017 ; Irvine et Herrett 2018 ; Ngulani et Shackleton 2019).

■ Réduire les inégalités et responsabiliser les habitants. L'inégalité sociale et économique est un défi auquel la plupart des villes sont confrontées. Des niveaux inférieurs de couvert arboré urbain ont été associés à des populations à faibles revenus et marginalisées dans certaines villes (Schwarz et al. 2015 ; Jennings et al. 2016 ; Gerrish et Watkins 2018 ; Watkins et Gerrish 2018). Une répartition inégale des arbres peut se traduire par une répartition inégale des avantages importants que les arbres procurent en termes de santé et de bien-être (Jennings et Johnson Gaither 2015 ; Braubach et al. 2017). Engager les communautés à planifier et à intégrer davantage d'arbres et d'espaces naturels dans les quartiers où vivent des personnes marginalisées et à faible revenu peut contribuer à lutter contre les inégalités systémiques dans les zones urbaines (Wolch et al. 2014 ; Kondo et al. 2015 ; Jelks et al. 2021). Un engagement et un leadership communautaires significatifs sont essentiels pour concrétiser ces avantages.

Fournir de la nourriture, des médicaments et des matières premières. Bien que les habitants de la ville dépendent fortement des produits importés vendus dans les magasins formels, ils ne sont pas en mesure d'assurer leur subsistance. Les marchés (par exemple, les magasins), les forêts intérieures et voisines peuvent contribuer à améliorer l'accès à la nourriture, en particulier pour les groupes à faible revenu ou marginalisés dans les villes. Ces forêts peuvent fournir de la nourriture, des médicaments et des matières premières pour la subsistance ou peuvent générer des revenus (Pramova et al. 2012 ; Shackleton et al. 2015).

Améliorer le bien-être économique. Les forêts intérieures peuvent apporter de multiples avantages économiques aux villes et à leurs habitants (Nesbitt et al. 2017). Les arbres peuvent augmenter la valeur des propriétés pour les résidents et les recettes fiscales associées pour les municipalités (Roy et al. 2012). Ils peuvent constituer une forme "d'infrastructure verte" susceptible de réduire les coûts de gestion des eaux pluviales, de diminuer les risques d'inondation, de réduire les coûts énergétiques et d'offrir d'autres mesures d'économie.

L'eau

Les forêts et les arbres à ces trois niveaux peuvent constituer un moyen rentable d'améliorer et de stabiliser les ressources en eau des villes. De nombreuses villes s'efforcent de fournir de l'eau propre en quantité suffisante (l'eau est "trop sale"), de lutter contre les inondations et l'érosion (il y a "trop" d'eau), de prévoir les sécheresses (il y a "trop peu" d'eau) et de faire face à de nouveaux niveaux d'incohérence dans les régimes de pluie autrefois fiables (l'eau est "trop irrégulière").

Trop sale: De nombreuses villes éprouvent des difficultés à fournir à leurs habitants un approvisionnement fiable en eau potable. L'eau potable contaminée est à l'origine de graves problèmes de santé dans de nombreuses régions, et les installations de traitement de l'eau peuvent être coûteuses à mettre en place et à entretenir. Les forêts des bassins versants peuvent empêcher l'érosion des sols et filtrer les sédiments et les polluants (Kuehler et al. 2017), ce qui permet de garder les eaux de surface et les aquifères plus propres et de réduire les coûts pour les villes. Par exemple, une analyse récente montre que la protection et la restauration des forêts en amont peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les coûts des services de distribution d'eau dans les 534 plus grandes villes du monde s'élèvent collectivement à 890 millions de dollars par an (McDonald et Shemie 2014). Les forêts indigènes matures fournissent ces avantages d'une manière plus fiable que les plantations.

Trop d'eau : D'ici 2030, les inondations fluviales toucheront environ 130 millions de personnes et 535 milliards de dollars de biens urbains, tandis que les inondations côtières toucheront 15 millions de personnes et 177 milliard de dollars de biens urbains.² Les forêts, en particulier les forêts voisines, peuvent

prévenir ou réduire la gravité des inondations. Les forêts interceptent et stockent l'eau de pluie, réduisant ainsi le risque d'orage. Ils améliorent la capacité du sol à retenir l'eau, augmentant à la fois l'infiltration (entrée) et la percolation (mouvement vers le bas) de l'eau de pluie (Berland et al. 2017 ; Kuehler et al. 2017). Elles augmentent la quantité d'eau renvoyée dans l'atmosphère par évapotranspiration. Et ils peuvent stocker l'excès de ruissellement, en retenant et en ralentissant la libération de l'eau, un peu à la manière d'une éponge. Les bassins versants forestiers (à proximité des villes) régulent les flux d'eau et contribuent à prévenir les inondations et les glissements de terrain. Arbres et autres végétaux dans les zones de biorétention et les toits verts, et les bioswales peuvent également compléter les solutions traditionnelles d'infrastructures hydrauliques pour la gestion des eaux pluviales dans les zones urbaines.

Trop peu d'eau : La pénurie d'eau peut être due à la sécheresse, à l'épuisement des nappes phréatiques ou à la réduction du débit des cours d'eau. De nombreuses villes dans le monde, en particulier dans les régions arides, sont confrontées à des pénuries saisonnières d'eau ou des problèmes d'approvisionnement en eau tout au long de l'année. La crise de l'eau induite par la sécheresse "Day Zero" au Cap en 2017-2018 a attiré l'attention du monde entier sur les risques d'un manque d'eau : des milliers de personnes ont perdu leur emploi, la sécurité alimentaire a diminué et une crise politique s'est ensuivie. La prévention de la déforestation et la restauration des forêts peuvent contribuer à maintenir la disponibilité de l'eau (Brauman et al. 2007 ; Filoso et al. 2017 ; van Dijk et Keenan 2007 ; Zhang et al. 2017) en augmentant la capacité d'infiltration des sols, ce qui favorise la recharge des nappes phréatiques, bien que les avantages puissent se faire attendre dans les zones reboisées et que les rendements en eau puissent diminuer initialement dans les années qui suivent immédiatement la restauration ou le reboisement (Filoso et al. 2017). Les forêts affectent également les régimes pluviométriques au niveau régional et même mondial. En captant et en recyclant les précipitations, l'évapotranspiration envoie de l'eau dans l'atmosphère, créant des "rivières volantes" qui transportent l'eau pour qu'elle tombe sous forme de pluie dans les régions sous le vent, loin de la forêt.

Trop erratique: Les citoyens sont vulnérables à des conditions météorologiques de plus en plus erratiques, notamment à des sécheresses et à des pluies abondantes plus longues et plus intenses, liées au changement climatique. La variabilité et l'imprévisibilité des précipitations et de l'approvisionnement en eau posent des problèmes supplémentaires aux municipalités. Les forêts ont un rôle important à jouer dans la gestion des ressources en eau, notamment en assurant un approvisionnement en eau fiable aux habitants ou en se préparant à des crues et des baisses d'eau imprévisibles. En raison de leur rôle dans le cycle global de l'eau, les forêts peuvent contribuer à réduire cette variabilité. Les forêts, en particulier les grandes étendues de forêts intactes et de forêts pluviales, rechargent les réserves d'eau atmosphérique et influencent ainsi le régime des précipitations à des centaines, voire des milliers de kilomètres de distance.



Les forêts peuvent également réduire la variabilité de l'eau au niveau local en permettant une libération lente de l'eau au fil du temps. Conserver et la restauration des forêts sont des stratégies importantes pour stabiliser les niveaux de précipitations et la disponibilité des eaux souterraines dans un climat changeant (Melo et al. 2021).

Climat

Les effets du changement climatique - notamment les vagues de chaleur, les inondations, l'élévation du niveau de la mer et les sécheresses - menacent à la fois le bien-être des citoyens et les coûts de fonctionnement d'une ville.

Il n'est donc pas surprenant que les préoccupations des citoyens concernant le changement climatique augmentent rapidement. Les forêts sont bénéfiques à la fois pour l'adaptation au changement climatique et pour son atténuation, et certains des avantages liés à l'adaptation (par exemple, la réduction des inondations) sont également bénéfiques pour l'atténuation du changement climatique. ont été mentionnés précédemment. Cette section se concentre sur la façon dont les forêts peuvent atténuer le changement climatique. Les villes du monde entier s'engagent à prendre des mesures audacieuses pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, et de lutter contre le changement climatique. Le C40 Cities Climate Leadership Group (un réseau international de mégapoles qui se sont engagées à prendre des mesures pour lutter contre le changement climatique), l'ICLEI-Local Governments for Sustainability et la Carbon Neutral Cities Alliance sont autant d'exemples de réseaux de villes qui se sont engagées à réduire les émissions de GES. La première étape importante consiste à réduire les émissions de GES provenant de sources situées à l'intérieur des villes et de la consommation urbaine, mais les forêts peuvent aider les villes à aller plus loin.

Les forêts et les arbres dans les villes peuvent réduire les émissions de GES liées à l'énergie en modulant la température.

Les forêts intérieures réduisent la chaleur extrême en été et ombragent les bâtiments (Mullaney et al. 2015; Ko 2018). Ces arbres peuvent aider les résidents et les entreprises à s'adapter à l'augmentation des températures tout en réduisant simultanément les émissions générées par le refroidissement et le chauffage des bâtiments avec des combustibles fossiles. Rien qu'aux États-Unis, les forêts urbaines réduisent la consommation d'électricité de 38,8 millions de mégawattheures, ce qui représente une économie de 4,7 milliards de dollars par an, avec des réductions de l'utilisation du chauffage estimées à 246 millions d'unités thermiques britanniques, soit une économie de 3,1 milliards de dollars par an, et des émissions évitées d'une valeur de 3,9 milliards de dollars par an (Nowak et al. 2017).

Les forêts intérieures offrent de modes tes possibilités de séquestrer et de stocker le carbone dans le bois et les sols (Nowak et al. 2002; Roy et al. 2012 ; Nowak et Greenfield 2018b). Toutefois, le stockage total du carbone est limité par le coût et la disponibilité de l'espace dans les villes, et tant le stockage total que les taux de séquestration dans les forêts urbaines varient en fonction des facteurs climatiques et d'autres facteurs biophysiques (Nowak et al. 2013 ; Dobbs et al. 2014 ; Chen 2015). Les villes où les saisons de croissances sont favorables, où l'approvisionnement en eau est abondant et où l'on ne peut pas se passer de l'eau de pluie.

La végétation et les programmes robustes de gestion des forêts urbaines tendent à stocker davantage de carbone. Bien que les forêts intérieures stockent le carbone (et offrent de nombreux avantages connexes), la plantation d'arbres et l'expansion de la canopée urbaine ne seront jamais un moyen suffisant pour les villes de compenser de manière significative leurs émissions liées à l'énergie et au transport. Le nombre d'arbres pouvant être plantés dans une zone urbaine (et donc le carbone qu'ils stockent) est très faible par rapport aux émissions annuelles de carbone d'une ville (Pataki et al. 2011). Les forêts urbaines ne peuvent séquestrer qu'une infime fraction - souvent moins de 1% - des émissions globales de la ville. Les forêts urbaines peuvent également être neutres en carbone ou positives dans certains cas, ce qui signifie qu'elles peuvent émettre autant ou plus de carbone qu'elles n'en séquestrent. En Chine, par exemple, le piégeage annuel du carbone par la végétation urbaine dans 35 des plus grandes villes pourrait compenser seulement 0,33% des émissions annuelles totales de ces villes (Chen 2015). Il est important de noter que, dans tous les cas, les forêts urbaines séquestreront toujours plus de carbone qu'elles ne le feraient si elles étaient converties à d'autres utilisations des sols.

La protection et la restauration des forêts lointaines sont essentielles pour réduire les émissions et atténuer le changement climatique mondial. Souvent sous-estimées par les planificateurs de l'action climatique des villes, les forêts lointaines permettent un piégeage du carbone à grande échelle pour l'atténuation du changement climatique. Les forêts, en particulier les forêts tropicales sont d'importants réservoirs de carbone qui sont libérés si la forêt est défrichée. Mais si les forêts sont conservées, ces réservoirs sont protégés et les forêts debout ou restaurées continuent à séquestrer encore plus de carbone. Les villes peuvent jouer un rôle important dans la concrétisation de cette opportunité en matière de carbone et contribuer ainsi à respecter leurs propres engagements en matière de réduction ou de neutralité des émissions de carbone. Par exemple, les villes peuvent réduire leur empreinte carbone forestière en s'assurant que les produits qu'elles achètent pour les infrastructures et les opérations de la ville - comme le bois, le papier et la nourriture - proviennent de chaînes d'approvisionnement sans déforestation ou d'autres sources en réduisant les pertes et les déchets alimentaires ou en orientant le régime alimentaire de leurs résidents vers des aliments plus végétaux. Les villes peuvent s'associer à des forêts lointaines sélectionnées qui ont un lien social ou économique avec la ville, en proposant des programmes qui soutiennent la conservation et/ou la restauration de ces forêts lointaines. En outre, les villes peuvent soutenir financièrement la réduction des émissions liées aux forêts tropicales en participant à des programmes REDD+ juridictionnels (réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation, gestion durable des forêts et conservation et amélioration des stocks de carbone forestier) vérifiés par une norme crédible.

Biodiversité

La biodiversité - mondiale et locale - procure de nombreux avantages directs et indirects aux villes, et celles-ci peuvent jouer un rôle clé dans la protection de la biodiversité aux niveaux régional et mondial. La biodiversité des plantes, des animaux, des champignons et d'autres formes de vie diminue rapidement en raison des activités humaines, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des villes (Tilman et al. 2017 ; Mazor et al. 2018).

Le maintien, voire l'augmentation, de la biodiversité dans les forêts intérieures figure de plus en plus souvent à l'ordre du jour des municipalités (Brende et Duque 2021). Cependant, les politiques et les pratiques municipales peuvent également soutenir la biodiversité forestière dans les forêts voisines et lointaines. Le soutien à la biodiversité forestière est important pour les villes pour un certain nombre de raisons, notamment pour fournir des avantages directs et soutenir bon nombre des avantages mentionnés dans les trois autres sections de ce rapport.

- *Les forêts biodiversifiées fournissent souvent des biens et des services plus nombreux et plus fiables* (Fischer et al. 2006 ; Flynn et al. 2011 ; Cardinale et al. 2012 ; Oliver et al. 2015). Pour que les habitants des villes puissent bénéficier de la myriade d'avantages offerts par les arbres, les forêts doivent être en mesure de persister et de se rétablir en cas de changements dans l'environnement. L'environnement, y compris les tempêtes, les sécheresses et les changements climatiques. Un niveau élevé de biodiversité peut servir "d'assurance" biologique : lorsqu'un écosystème compte de nombreuses espèces remplissant des rôles similaires, il peut continuer à fonctionner même si certains de ces organismes disparaissent ou si une maladie (par exemple, la maladie hollandaise de l'orme ou la brûlure du châtaignier) élimine une espèce entière d'une zone (Yachi et Loreau 1999 ; Brandon 2014).
- *Les forêts biodiversifiées stockent plus de carbone, de manière plus fiable.* Les forêts indigènes non desséchées séquestrent d'avantage de carbone et le stockent. Les forêts biodiversifiées résistent plus longtemps que les forêts dégradées ou les monocultures (Holl et Brancalion 2020 ; Watson et al. 2020). Les forêts biodiverse ont une résilience plus élevée face aux fluctuations climatiques, aux épidémies de ravageurs et aux maladies que les monocultures d'arbres. Cette résilience supérieure en fait un puits de carbone plus fiable (Turner et al. 2009 ; Brandon 2014 ; Seddon et al. 2019).
- *Les forêts biodiversifiées protègent les bassins versants* Les forêts indigènes et biodiversifiées dans les bassins versants sont plus efficaces que les monocultures plantées pour fournir des ressources en eau aux villes en aval (Alvarez-Garreton et al. 2019; Bonnesoeur et al. 2019; Yu et al. 2019). Cela est dû à la structure, à l'impact sur les sols et à la plus grande résilience des forêts indigènes, qui créent de meilleures conditions pour stocker et filtrer l'eau.
- *La biodiversité fournit des plans pour de nouveaux médicaments.* La biodiversité au sein des forêts a fourni des composés et du matériel génétique pour fabriquer des antibiotiques, des agents anticancéreux, des composés anti-inflammatoires et des analgésiques utilisés dans le monde entier (Chivian et Bernstein 2010; Sen et Samanta 2014). Dans les pays en développement, 70 à 95 pourcent de la population, y compris ceux vivant dans les villes, dépendent de remèdes traditionnels tels que les médicaments à base de plantes dérivés des forêts pour les soins primaires (Robinson et Zhang 2011).
- *Les forêts biodiversifiées soutiennent les approvisionnements alimentaires urbains* (Krishnan et al. 2020). Trente-cinq pourcent des aliments produits dans le monde proviennent de 800 plantes qui dépendent de la pollinisation par des insectes et d'autres animaux (Klein et al. 2007). Les forêts fournissent un habitat crucial pour bon nombre de ces pollinisateurs (Öckinger et Smith 2007; Nicholls et Altieri 2013; Bailey et al. 2014; Hipólito et al. 2019).
- *Protéger les forêts biodiversifiées peut réduire les risques de maladies zoonotiques et à transmission vectorielle.* La déforestation, la dégradation des forêts et le commerce associé de la faune sont liés à la propagation de maladies qui se transmettent des animaux aux humains, causant de graves dommages sanitaires et économiques (Wolfe et al. 2007; Karesh et al. 2012; Jones et al. 2013; Borremans et al. 2019). Des exemples incluent le virus Ebola, la fièvre jaune, le paludisme, le virus Zika et les coronavirus (Guerra et al. 2006; Wilcox et Ellis 2006; Karjalainen et al. 2010; Monath et Vasconcelos 2015; Olivero et al. 2017) Les preuves suggèrent que la conservation des forêts tropicales et le maintien de leur haute biodiversité peuvent réduire la transmission de certaines maladies infectieuses (Evans et al. 2020; PNUE 2020).



■ *L'accès à une nature biodiversifiée en ville peut offrir des bénéfices plus fiables et plus riches aux habitants, y compris une liste importante de bienfaits pour la santé mentale et restaurative (Fuller et al. 2007; Lai et al. 2018; Wood et al. 2018; Marseille et al. 2019; Ngheim et al. 2021). Les arbres et forêts urbains sont l'un des principaux moyens par lesquels les citoyens expérimentent la nature (Pregitzer et al. 2019). La biodiversité dans les forêts urbaines contribue également au caractère distinctif des villes à travers le monde (Hausmann et al. 2016).*

■ *Les forêts tropicales abritent la majorité—jusqu'à 90 pourcent—de la biodiversité terrestre de la planète et sont donc essentielles au bien-être urbain (Wilson 1988; Reid et Miller 1989; WRI et al. 1992). Les forêts tropicales continuent d'être perdues à un rythme alarmant.*

Les villes du monde entier sont responsables de la part la plus importante de la déforestation par leur consommation. Cela les place également dans une position forte pour améliorer leurs propres impacts sur la biodiversité grâce à des politiques locales qui réduisent les impacts négatifs sur les forêts tropicales.

Les bons arbres, au bon endroit

Les forêts peuvent fournir les nombreux bénéfices décrits dans ce rapport. Mais parfois, les mauvais arbres aux mauvais endroits peuvent entraîner des conséquences négatives et imprévues. Par exemple, les monocultures d'arbres le long des rues de la ville sont vulnérables aux infestations de parasites et de maladies (comme la graphiose de l'orme et le scolyte du frêne). Nos recherches ont révélé que certaines espèces d'arbres émettent des composés organiques volatils et des bioparticules (comme le pollen) qui peuvent aggraver la qualité de l'air urbain. Dans certaines situations, les arbres plantés dans des "canyons" urbains formés par des bâtiments hauts peuvent piéger l'air pollué près du sol, empêchant les courants d'air de disperser la pollution. Les espèces d'arbres envahissantes plantées dans les villes peuvent réduire la biodiversité indigène et peuvent même endommager les forêts voisines si elles se répandent au-delà des limites de la ville. Certaines espèces d'arbres ne réussissent également pas à s'épanouir dans des environnements urbains difficiles où la pollution de l'air, le vent et des températures extrêmes peuvent endommager les arbres. Dans les forêts voisines et éloignées, les plantations d'arbres en monoculture peuvent diminuer la biodiversité et parfois même réduire les stocks de carbone, surtout si elles remplacent des forêts indigènes.

Dans certaines circonstances, la plantation d'arbres en amont ou la restauration de forêts peuvent réduire la disponibilité en eau en aval. Par exemple, à Quito, en Équateur, des millions d'arbres d'eucalyptus plantés dans toute la ville et dans les bassins versants voisins diminuent désormais la biodiversité urbaine, créent des risques d'incendie de forêt et peuvent entraîner l'érosion du sol (par rapport aux espèces d'arbres indigènes). Ainsi, garantir que les "bons arbres" soient au "bon endroit" est essentiel pour tirer pleinement parti des forêts à tous les niveaux.

Recommandations pour les politiques et l'action

Que peuvent faire les dirigeants de villes pour réaliser les innombrables bénéfices que les forêts offrent à leurs villes et à leurs habitants ? Notre analyse a identifié des actions que les villes peuvent entreprendre, et notre synthèse de la littérature et des entretiens les a classées sous cinq catégories thématiques :



1. Mesure et suivi



2. Planification



3. Partenariats



4. Finances



5. Marchés

Voici une série de mesures "sans regrets" qui permettent à une ville d'agir immédiatement pour capturer le potentiel des forêts intérieures, voisines et éloignées pour atteindre ses objectifs (Figure ES-2). Bien qu'elles ne soient pas épuisantes, elles fournissent des orientations vers des actions concrètes. À la base de ces mesures se trouvent un ensemble de principes directeurs qui s'appliquent à toutes les recommandations (Encadré ES-1). Les actions politiques suggérées sont divisées par niveau—forêts intérieures, voisines et éloignées—et par catégorie thématique que chaque action aborde.

FIGURE ES-2 - Actions positives pour les forêts dans les cinq catégories d'actions de la ville et les trois niveaux de forêts

	FORÊTS INTÉRIEURES	FORÊTS VOISINES	FORÊTS LOINTAINES
1. Mesures 	1. Cartographier, inventorier et surveiller la forêt urbaine de votre ville 2. Quantifier les bénéfices des arbres urbains 3. Aligner les indicateurs de suivi des forêts avec les objectifs de la ville 4. Articuler des objectifs clairs liés aux forêts	1. Cartographier les forêts périurbaines et des bassins versants et identifier où les forêts sont perdues 2. Quantifier les bénéfices des arbres dans les zones autour de la ville	1. Réaliser une analyse de la consommation à l'échelle de la ville liée à la déforestation tropicale 2. Identifier et suivre les attitudes et initiatives locales visant à promouvoir des produits sans déforestation 3. Formuler des objectifs clairs pour orienter l'action
2. Planification 	5. Élaborer un plan de gestion de la forêt urbaine 6. Désigner des terrains spécifiquement pour les espaces naturels 7. Créer de la connectivité	3. Soutenir l'élaboration de plans de gestion des « forêts voisines » 4. Formuler des objectifs clairs liés aux forêts	4. Calculer et élaborer un plan d'action pour réduire la consommation de produits à risque pour les forêts et les émissions de dioxyde de carbone liées à la déforestation imputables à la ville
3. Les partenariats 	8. Rechercher des organisations menant des travaux innovants sur les forêts intérieures 9. Favoriser la collaboration entre agences et juridictions	5. Formuler et amplifier des objectifs communs	5. Établir une « forêt partenaire » 6. Établir des relations avec des organisations impliquées dans la conservation, la restauration et la gestion durable des forêts pour aider à mettre en œuvre des programmes de forêts éloignées 7. Faire appel aux gouvernements infranationaux et nationaux ainsi qu'aux entreprises et aux financiers pour conserver, restaurer et mieux gérer les forêts tropicales 8. Encourager l'utilisation de produits à risque pour les forêts provenant de sources responsables
4. Les finances 	10. Explorer des mécanismes de financement diversifiés et à long terme	6. Préciser que la protection et la gestion des forêts sont des dépenses d'infrastructure éligibles 7. Présenter les arguments économiques et commerciaux en faveur d'une action 8. Établir des partenariats entre l'amont et l'aval pour financer la gestion des bassins versants	9. Compenser les émissions urbaines en finançant la conservation des forêts tropicales 10. Faire correspondre les efforts de conservation et de restauration en ville avec les efforts de conservation dans les forêts lointaines
5. Marchés 	11. Développer des programmes de réutilisation des déchets de bois	9. Mettre en œuvre une politique d'achat solide pour le bois local et d'origine durable 10. Étudier le rôle des marchés du carbone dans le financement de la conservation ou de la restauration des forêts	11. Créer des entrées de prises d'écotourisme pour conserver et gérer durablement les forêts menacées et les expressions concurrentes en matière d'utilisation des sols 12. Lancer des politiques et des campagnes d'achat favorables aux forêts tropicales

Source: Auteurs.

ENCADRÉES-1| Principes directeurs

- **Conserver d'abord, restaurer en suite.** La conservation des forêts indigènes est un moyen plus efficace et rentable de séquestrer le carbone, de conserver la biodiversité et de maintenir les ressources en eau que de planter de nouvelles forêts.
- **Protéger les grands arbres anciens.** Les vieux arbres soutiennent la biodiversité et offrent des avantages qui ne peuvent pas être remplacés par la plantation de nouveaux arbres.
- **Définir les forêts comme une infrastructure essentielle.** Les forêts sont souvent considérées comme un luxe ou un aménagement, mais étant donné les avantages qu'elles apportent, elles devraient être considérées dans les politiques et dans la pratique comme une infrastructure essentielle pour les villes aux côtés des infrastructures traditionnelles construites ou « grises ».
- **Créer une vision claire pour le rôle des forêts.** Les forêts et les arbres peuvent servir plusieurs objectifs de la ville et impliquent également des compromis. Il est important de développer de manière collaborative une vision du rôle que les forêts peuvent jouer pour atteindre le succès.
- **Donner la parole aux communautés.** Autonomiser et engager les membres de la communauté, y compris une diversité de voix pour garantir que les avantages soient équitablement répartis et répondent aux besoins des résidents.
- **Mettez l'accent sur l'équité.** Pour les populations à faible revenu et marginalisées, les avantages des forêts et des arbres peuvent avoir une valeur disproportionnée.
- **Collaborez entre les juridictions et les agences municipales.** La collaboration entre les agences, les secteurs et les juridictions (y compris d'autres municipalités ainsi que les gouvernements régionaux et nationaux) est cruciale pour capter les synergies en matière de données, d'expertise et de ressources.
- **Utilisez les forêts pour compléter les mesures de réduction des émissions de gaz à effet de serre.** En tant que stratégie d'atténuation des changements climatiques, la conservation et la restauration des forêts devraient compléter les efforts des villes pour réduire les émissions urbaines provenant de la production d'énergie, de l'industrie et des transports. La réduction des émissions aidera à maintenir la santé des forêts—un double gain pour l'atténuation des changements climatiques.
- **Priorisez les forêts indigènes et diversifiées.** Les forêts diversifiées et les espèces d'arbres indigènes, par opposition aux plantations en monoculture ou aux espèces non indigènes, sont plus résilientes au stress et offrent un plus large éventail d'avantages.
- **Utilisez l'approche « bon arbre, bon endroit ».** Les espèces et l'emplacement des plantations forestières et de la régénération devraient être alignés avec les objectifs spécifiques, adaptés aux conditions locales et résilients face à un climat en changement.

Recommandations pour les forêts intérieures : Arbres urbains, parcs, infrastructures vertes et espaces naturels

Les options suivantes peuvent aider les dirigeants des villes à améliorer la quantité et la qualité des forêts intérieures—et donc les avantages que ces forêts procurent aux résidents urbains. Étant donné que la plupart des forêts intérieures relèvent de la juridiction de la ville, les villes ont souvent toute autorité pour appliquer ces recommandations.



Mesure et surveillance : Forêts intérieures

- **Cartographiez, inventoriez et surveillez la forêt urbaine de votre ville.** Développez une base de référence de la couverture arborée urbaine et une carte de couverture des sols comme première étape vers la planification et le suivi des forêts urbaines.

Incluez un inventaire des arbres grands, anciens et culturellement significatifs. Évaluez les principaux défis environnementaux urbains qui pourraient être améliorés par une meilleure gestion des forêts, tels que les îlots de chaleur, les inondations urbaines et les inégalités d'accès aux espaces verts (WRI Mexique 2016 ; Centre Singapore-ETH n.d.).

- **Quantifiez les avantages des arbres urbains, en particulier des arbres emblématiques et matures.** Une telle analyse est essentielle pour orienter les politiques et les investissements dans les arbres urbains et peut susciter un soutien politique et citoyen.



Par exemple, après son succès aux États-Unis, i-Tree Eco³—un outil en ligne développé par le U.S. Forest Service pour quantifier et évaluer les services écosystémiques fournis par les arbres—a récemment été adapté, traduit et lancé pour les villes mexicaines, permettant aux villes du Mexique de quantifier l'étendue et la composition des forêts urbaines ainsi que de calculer les services écosystémiques et leurs valeurs monétaires.

- **Aligner les mesures de suivi des forêts sur les objectifs de la ville.** Bien que le couvert forestier soit souvent mesuré pour évaluer les forêts urbaines, ce seul indicateur ne fournit pas une information complète sur tous les avantages des forêts. Utilisez d'autres indicateurs qui améliorent la fonctionnalité des forêts, tels que les types de forêts, la diversité des espèces, la densité de carbone, la proximité avec les résidents et la répartition (Pregitzer et al. 2019).
- **Articuler des objectifs clairs. Voici quelques exemples :**
 - Augmenter le couvert forestier de X pour cent. Les cibles de couverture forestière appropriées dépendront des conditions locales (par exemple, le climat, le couvert forestier naturel en dehors de la ville) et doivent être utilisées avec des objectifs supplémentaires – tels que la diversité des espèces ou un mélange d'âges des peuplements – pour garantir la diversité et la santé des forêts.
 - Assurer que chaque résident ait accès à un espace vert à moins d'un demi-kilomètre de chez lui. Cela répond à l'appétit croissant des villes pour atteindre un accès équitable aux espaces verts pour leurs habitants.
 - Réduire les îlots de chaleur ou les menaces liées aux eaux pluviales de X pour cent. Face au changement climatique, les villes cherchent de plus en plus à établir des objectifs pour faire face aux risques climatiques tels que les inondations, la sécheresse et la chaleur.



Planification : Forêts intérieures

- **Élaborer un plan de gestion des forêts urbaines.** Ce plan doit être scientifiquement informé, élaboré de manière inclusive et résilient face au climat. Il doit également informer et être informé par d'autres plans à l'échelle de la ville, tels que les transports, le logement, l'utilisation des sols, les parcs et le développement économique.
- **Désigner des terrains spécifiquement pour les espaces naturels.** Cela inclut les parcs, les terrains vacants et les bords de routes. Par exemple, la méthode Miyawaki – dans laquelle des plantations diversifiées d'arbres et d'arbustes indigènes sont utilisées pour créer des "microforêts" – a été utilisée pour améliorer l'accès local à la nature et augmenter la biodiversité urbaine dans de nombreuses villes du monde (Nargi 2019). Soyez explicite quant à l'utilisation de ces espaces naturels pour favoriser les rassemblements communautaires et un meilleur accès à la nature pour tous les résidents.
- **Créer de la connectivité.** Des corridors d'espaces verts arborés peuvent faciliter la dispersion des pollinisateurs, soutenir la faune, réduire le stress, encourager la marche et le vélo, et réduire l'exposition des résidents à la pollution. Des exemples réussis de projets de corridors verts incluent les Corridors Verts de Medellín (PNUE 2019) et le Réseau de Corridors Verts de Barcelone (O'Sullivan 2017).



Partenariats : Forêts intérieures

- Rechercher des organisations menant des travaux innovants sur les forêts intérieures. Par exemple, la Natural Areas Conservancy à New York est un partenariat formalisé qui se concentre sur la préservation et l'amélioration du vaste réseau d'espaces naturels de la ville, intégrant les besoins de la ville aux avantages de conservation que ces zones offrent.⁴
- Cultiver la collaboration inter-agences et inter-juridictionnelle. La gestion des forêts pour de multiples avantages touche différentes agences municipales, notamment la santé, l'eau, l'utilisation des sols, les transports, le développement économique, le climat, la qualité de l'air et les parcs/récréation. L'Autorité des Bénéfices Conjoints (Joint Benefits Authority⁵), pionnière à San Francisco, est un exemple de nouveau mécanisme qui permet à plusieurs départements au sein d'une ville de planifier, mettre en œuvre et financer conjointement des projets visant à augmenter la quantité et la qualité des forêts intérieures.

Finances : Forêts intérieures

- Explorer divers mécanismes de financement à long terme pour gérer, protéger et étendre les forêts urbaines. Les outils de financement innovants incluent les suivants :
 - Les obligations vertes et les obligations climatiques, qui financent des projets ayant des impacts environnementaux et/ou climatiques positifs grâce à l'utilisation des produits ou des obligations liées aux actifs.
 - Les obligations d'impact environnemental basées sur la performance (également appelées obligations de succès ou obligations de bénéfices sociaux), qui permettent aux investisseurs privés de financer des interventions spécifiques et de percevoir un retour basé sur la performance (c'est-à-dire payer pour des résultats plutôt que pour des services).

- Les partenariats public-privé basés sur la communauté, entre les gouvernements locaux et des entités privées, qui alignent les intérêts des parties prenantes publiques, privées et communautaires autour d'objectifs communs.
- Les fonds de plantation d'arbres provenant des taxes et des frais d'eaux pluviales.
- Les banques d'arbres, qui collectent des fonds lorsque des arbres sont retirés et que leur valeur de remplacement ne peut être réalisée, et soutiennent des remplacements dans d'autres endroits de la ville.
- Les frais de compensation, qui exigent que les activités de développement atténuent leurs impacts en plantant des arbres sur les sites où se produit la perturbation ou versent des frais équivalents au compte de conservation du couvert arboré de la ville
- L'intégration des forêts dans les plans de conformité aux exigences environnementales
- Les incitations pour les résidents de la ville à soutenir les arbres et les forêts via des réductions fiscales

Marchés : Forêts intérieures

- Développer des programmes de réutilisation des déchets de bois. Plutôt que de jeter le bois des arbres urbains dans des décharges, les municipalités peuvent développer des programmes de réutilisation des déchets de bois. Les arbres morts peuvent devenir du bois pour l'industrie locale et la construction, ainsi qu'une variété d'autres produits économes en énergie. Ces programmes aident à réduire les coûts, créent des emplois, stockent du carbone, et encouragent une pensée intégrative ainsi que des politiques durables charismatiques centrées sur les arbres dans les villes.

Recommandations pour les forêts voisines : bassins versants et zones récréatives autour des villes

Les options suivantes peuvent aider les dirigeants municipaux à améliorer la quantité et la qualité de leurs forêts voisines, et donc les bénéfices que ces forêts procurent aux résidents urbains. Comme la plupart des forêts voisines se trouvent en dehors de la juridiction des agences municipales, le partenariat et la collaboration avec d'autres agences gouvernementales (par exemple, au niveau de l'État, provincial ou fédéral), les propriétaires fonciers et les gestionnaires seront nécessaires pour la mise en œuvre.

Mesure et surveillance : Forêts voisines

- Cartographier les forêts périurbaines et des bassins versants et identifier où les forêts sont en train de disparaître autour de la ville. Comprendre où se trouvent les forêts, où la perte se produit, où le risque de perte dû aux incendies ou aux changements d'utilisation des terres est élevé, et où les opportunités de restauration existent est essentiel pour planifier l'engagement avec les forêts voisines.
- Quantifier les bénéfices des arbres dans les zones autour de la ville. Cela peut aider à obtenir le soutien des résidents et des partenaires pour la gestion des bassins versants en vue de l'approvisionnement en eau de la ville.

Planification : Forêts voisines

- Soutenir l'élaboration de plans de gestion des "forêts voisines" avec des objectifs mesurables et des indicateurs de succès. Une ville pourrait fournir des ressources, telles que des financements, un soutien administratif et la participation du personnel, et promouvoir une planification collaborative entre les différentes juridictions gouvernementales.
- Définir des objectifs clairs. Voici quelques exemples :
 - Restaurer X hectares d'ici 2030.
 - Éliminer les espèces envahissantes des bassins versants clés.

Partenariats : Forêts voisines

- Articuler et amplifier des objectifs communs. Former des collaborations entre les agences municipales, d'autres agences gouvernementales et les propriétaires terriens peut être un moyen efficace de le faire. Par exemple, la ville de Denver collabore avec le National Forest System et les agences d'État dans l'initiative Forests to Faucets⁶, qui a pour objectif commun de réduire les risques d'incendie et d'améliorer les services des bassins versants à travers la Front Range du Colorado (CSU n.d.).

Financement : Forêts voisines

- Clarifier que la protection et la gestion des forêts sont des dépenses d'infrastructure éligibles. De nombreux fonds existants pour l'infrastructure n'ont pas clairement indiqué leur capacité ou leur priorité à financer des solutions basées sur la nature (NBS), telles que les forêts. Rendre explicitement les NBS éligibles aux fonds peut ouvrir de nouvelles sources de financement pour la protection et la gestion des forêts.
- Établir l'argument économique et commercial. Une "Évaluation verte-grise" (Gray et al. 2019) évalue les coûts et les bénéfices de l'utilisation d'infrastructures vertes (c'est-à-dire, forêts et arbres) ou d'infrastructures vertes et grises par rapport à la dépendance exclusive à l'infrastructure grise traditionnelle pour assurer un approvisionnement en eau stable et propre.

- Établir des partenariats en amont et en aval pour financer la gestion des bassins versants. Identifier les bénéficiaires en aval (par exemple, les services des eaux, les entreprises de boissons) des services des bassins versants forestiers est une première étape clé pour sécuriser des arrangements basés sur la performance avec les gestionnaires de terres en amont. Les types de mécanismes de financement expérimentés par les villes incluent des obligations vertes, des obligations de résilience forestière, des fonds pour l'eau et des surtaxes sur les tarifs des services des eaux.

Marchés : Forêts voisines

- Mettre en œuvre une politique d'approvisionnement robuste pour le bois local et durable. S'approvisionner en bois provenant de forêts gérées de manière durable certifiées à l'intérieur de la "zone forestière" d'une ville peut aider à empêcher la conversion des forêts à d'autres usages des terres.
- Explorer le rôle des marchés du carbone pour financer la conservation ou la restauration des forêts. Le comté de King dans l'État de Washington aux États-Unis a établi le Programme de carbone forestier ; il offre l'opportunité aux entreprises locales de compenser une partie de leurs propres émissions de carbone et de soutenir des forêts saines dans le comté (King County 2020).

Recommandations pour les forêts lointaines : forêts intactes et éloignées, en particulier dans les tropiques

Les dirigeants des villes peuvent améliorer la quantité et la qualité des forêts lointaines — et ainsi les avantages que ces forêts offrent aux résidents urbains. Étant donné que les forêts lointaines ne relèvent pas de la juridiction d'une agence municipale, un partenariat et une collaboration avec d'autres gouvernements et parties prenantes seront nécessaires pour mettre en œuvre les actions suivantes. Compte tenu du rôle essentiel des forêts tropicales dans l'atténuation du changement climatique et des menaces actuelles auxquelles elles sont confrontées, les villes devraient accorder une attention particulière à la conservation et à la restauration des forêts tropicales.

Mesure et suivi : forêts lointaines

- Réaliser une analyse de la consommation de la ville liée à la déforestation tropicale. Des outils tels que l'Empreinte forestière peuvent estimer l'impact d'une ville sur la déforestation tropicale provoquée par la consommation urbaine de produits (par exemple, le bétail, le soja, le bois) associés à la déforestation tropicale (Cities-4Forests n.d.b.).

- *Identifiez et suivez les attitudes et les initiatives locales visant à promouvoir des produits sans déforestation.* Cela peut aider à évaluer les niveaux de soutien politique dont une ville pourrait bénéficier pour adopter des politiques d'approvisionnement de produits sans déforestation.
- *Articulez des objectifs clairs pour guider l'action.* Voici un exemple :
 - X pour cent du bois tropical et des produits à risque de déforestation seront approvisionnés de manière durable d'ici la date X.



Planification : Forêts lointaines

- *Calculez et développez un plan d'action pour réduire la consommation de produits à risque de déforestation et les émissions de dioxyde de carbone liées à la ville associées à la déforestation.* L'outil de l'Empreinte forestière peut aider les villes à identifier l'ampleur de leur impact sur les forêts et les principaux produits à l'origine de la déforestation, ce qui peut les aider à planifier leurs actions d'atténuation.



Partenariats : Forêts lointaines

- *Établissez une « forêt partenaire ».* Une forêt partenaire est une forêt lointaine (généralement tropicale) reliée à une ville par un échange significatif et mutuellement bénéfique. La ville soutient la forêt partenaire en dirigeant son pouvoir d'achat vers un produit ou un service que la forêt fournit (par exemple, du café cultivé à l'ombre, des avantages climatiques, de l'écotourisme). L'objectif d'un programme de forêt partenaire est de soutenir visiblement une forêt tropicale qui offre des avantages directs à la ville et de sensibiliser les habitants de la ville à ces avantages.
- *Établissez des relations avec des organisations impliquées dans la conservation, la restauration et la gestion durable des forêts pour aider à mettre en œuvre des programmes de forêts lointaines.* Au lieu d'essayer de développer une expertise interne, les villes peuvent s'associer à une ou plusieurs organisations à but non lucratif ayant une expérience concrète dans les forêts d'intérêt pour aider à définir, concevoir et mettre en œuvre un programme de forêt lointaine.
- *Appelez les gouvernements infranationaux et nationaux ainsi que les entreprises et les financiers à conserver, restaurer et mieux gérer les forêts tropicales.* Étant donné qu'elles abritent la majorité des électeurs dans de nombreux pays, les villes peuvent faire entendre leur voix politique en s'exprimant auprès des dirigeants des gouvernements étatiques et nationaux sur l'importance des forêts lointaines pour le bien-être des habitants de la ville. Si les forêts lointaines doivent perdurer, la voix des villes doit être entendue.

- *Incitez l'utilisation de produits forestiers à risque provenant de sources responsables.* Par exemple, la ville britannique de Chester, dirigée par le Chester Zoo et le député local, a travaillé pour encourager les entreprises locales à utiliser et à vendre des produits contenant de l'huile de palme certifiée par la Table ronde sur l'huile de palme durable. Chester a récemment été certifiée comme la première ville mondiale d'huile de palme durable (Chester Zoo 2019).



Financement : forêts lointaines

- *Compensez les émissions urbaines en finançant la conservation des forêts tropicales.* Les villes auront du mal à atteindre la neutralité carbone en réduisant uniquement leurs émissions directes. Le financement de la conservation et de la restauration des forêts tropicales, certifié par des programmes REDD+ juridictionnels crédibles, peut offrir des moyens de compenser les émissions urbaines restantes. Une « coopérative climatique » pourrait être créée où les villes achètent des crédits carbone forestiers de haute qualité via le marché volontaire du carbone pour financer la conservation forestière à long terme avec des avantages associés en matière de carbone.
- *Faire correspondre les efforts de conservation et de restauration dans la ville avec la conservation dans les forêts lointaines.* Par exemple, pour chaque arbre planté dans la ville, une ville pourrait soutenir des efforts de restauration parallèles dans une forêt tropicale. Le projet de restauration des forêts du Conseil d'Enfield à Londres développe un tel partenariat de restauration avec la ville de Port Moresby (Papouasie-Nouvelle-Guinée).



Marchés : forêts lointaines

- *Établir des initiatives d'écotourisme pour conserver et gérer durablement les forêts menacées par des pressions concurrentes sur l'utilisation des terres.* Les villes peuvent soutenir la mise en œuvre de programmes de tourisme durable, détenus et gérés par la communauté, en les promouvant auprès de leurs habitants pour développer un flux de clientèle régulier, renforçant ainsi les efforts des gouvernements régionaux pour dynamiser les économies locales tout en conservant les forêts lointaines (Fitzgerald n.d.).
- *Initier des politiques et des campagnes d'approvisionnement positives pour les forêts tropicales.* Les villes peuvent mettre en œuvre des politiques qui découragent l'achat de produits impliqués dans la déforestation et offrent des incitations à l'achat de produits mieux sourcés (ou d'alternatives ayant un impact plus faible sur les forêts tropicales). Le bois tropical, le café, le chocolat, le soja et le bétail sont des produits particulièrement adaptés à cette approche.



Pour toutes ces mesures - pour les forêts intérieures, voisines et lointaines - une communication et un engagementsains avecles habitants de la ville seront importants(Encadré ES-2).

ENCADRÉ ES-2 : L'importance de la communication et de l'engagement des résidents

Pour atteindre des objectifs liés aux forêts, les dirigeants des villes devront communiquer avec les habitants pour sensibiliser, générer une vision partagée et mobiliser le soutien politique et l'action individuelle. Voici quelques caractéristiques clés d'un programme de communication efficace :

- Éduquer les habitants sur la valeur des forêts intérieures, voisines et lointaines.
- Impliquer les jeunes par l'éducation en classe et des sorties sur le terrain.
- Cultiver des messagers de confiance.
- Articuler des objectifs clairs pour les forêts intérieures, voisines et lointaines.
- Utiliser la narration et des projets de démonstration très visibles pour obtenir un soutien local et rendre les avantages des forêts "réels", comme le fait la ville de Glasgow avec le programme Every Tree Tells a Story.

RÉFLEXIONS FINALES

Abritant plus de la moitié de la population mondiale, les villes gagnent en taille, en puissance et en impact sur l'environnement naturel. Elles sont confrontées à des défis pressants pour fournir à leurs habitants des services essentiels, notamment des quartiers sains et agréables à vivre, une eau propre et fiable, des mesures de lutte contre le changement climatique et un accès à la nature et à la biodiversité. Les villes peuvent utiliser les arbres et les forêts pour relever ces défis.

Dans les villes, les arbres et les forêts - les forêts intérieures - peuvent réduire les températures extrêmes, diminuer le ruissellement des eaux de pluie, promouvoir la santé mentale et fournir des espaces partagés pour les loisirs et la détente. Les forêts situées autour des villes - les forêts voisines - peuvent améliorer les ressources en eau, fournir de nombreux biens forestiers et offrir un accès à la nature. Enfin, les forêts lointaines du monde entier sont essentielles pour atténuer le changement climatique, préserver la biodiversité et maintenir le régime des pluies à l'échelle planétaire. Les villes disposent de nombreuses options pour soutenir les forêts à ces trois niveaux et tirer le meilleur parti des avantages qu'elles procurent. Les forêts peuvent également aider les villes à réduire leurs coûts d'exploitation et à payer des dividendes à long terme qui augmentent souvent avec le temps. Le meilleur moment pour planter un arbre était il y a cinquante ans. Le deuxième meilleur moment est aujourd'hui.

NOTES DE FIN

1. Les solutions fondées sur la nature sont définies comme a des actions visant à protéger, gérer durablement et restaurer les écosystèmes naturels et modifiés qui répondent de manière efficace et adaptative aux défis sociétaux, tout en apportant des bienfaits pour le bien-être humain et la biodiversité (UICN s.d.)
2. Les données sur les inondations proviennent d'Aqueduct Floods (base de données), World Resources Institute, <https://www.wri.org/applications/aqueduct/floods/>.
3. Pour plus d'informations, consultez i-Tree Eco, <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>.
4. Voir la Natural Areas Conservancy, <https://naturalareasnyc.org/>.
5. Voir WRI (s.d.b)
6. Voir l'initiative Forests to Faucets, <https://cfri.colostate.edu/projects/forests-to-faucets/>.
7. La méthode Green-Gray Assessment (GGA) du World Resources Institute (WRI) permet aux parties prenantes d'évaluer les coûts et les avantages de l'intégration d'infrastructures vertes ou naturelles dans les systèmes d'approvisionnement en eau pour améliorer leur performance. Elle a été appliquée par le WRI dans plusieurs systèmes de bassins versants aux États-Unis, au Mexique, au Brésil et en Colombie (voir Gray et al. 2019).
8. Voir le Forest Carbon Program, <https://kingcounty.gov/services/environment/water-and-land/forestry/forest-carbon.aspx>.
9. Pour en savoir plus sur l'outil Cities4Forests Forest Footprint, consultez : <https://cities4forests.com/forest-footprint/>.
10. Pour en savoir plus sur le programme Partner Forests de Cities4Forests, consultez : <https://www.partnerforests.org/>.

RÉFÉRENCES

- Alimi, Y., A. Berstein, J. Epstein, M. Espinal, M. Kakkar, D. Kochevar, and G. Werneck. 2021. Report of the Scientific Task Force on Preventing Pandemics. Boston: Harvard Global Health Institute and the Center for Climate, Health, and the Global Environment, Harvard T.H. Chan School of Public Health. <https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/2343/2021/08/Preventing-PandemicsAug2021.pdf>.
- Alvarez-Garreton, C., A. Lara, J.P. Boisier, and M. Galleguillos. 2019. "The Impacts of Native Forests and Forest Plantations on Water Supply in Chile." *Forests* 10 (6): 473. <https://doi.org/10.3390/f10060473>.
- Bai, X., I. Nath, A. Capon, N. Hasan, and D. Jaron. 2012. "Health and Wellbeing in the Changing Urban Environment: Complex Challenges, Scientific Responses, and the Way Forward." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4 (4): 465–72. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.09.009>.

Bailey, S., F. Requier, B. Nusillard, S.P.M. Roberts, S.G. Potts, and C. Bouget. 2014. "Distance from Forest Edge Affects Bee Pollinators in Oilseed Rape Fields." *Ecology and Evolution* 4 (4): 370–80. <https://doi.org/10.1002/ece3.924>.

Baldauf, R., and D. Nowak. 2014. "Vegetation and Other Development Options for Mitigating Urban Air Pollution Impacts." In *Global Environmental Change*, edited by B. Freedman, 479–85. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5784-4>.

Berland, A., S.A. Shiflett, W.D. Shuster, A.S. Garmestani, H.C. Goddard, D.L. Herrmann, and M.E. Hopton. 2017. "The Role of Trees in Urban Stormwater Management." *Landscape and Urban Planning* 162 (June): 167–77. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>.

Bonnesoeur, V., B. Locatelli, M.R. Guariguata, B.F. Ochoa-Tocachi, V. Vanacker, Z. Mao, A. Stokes, and S.-L. Mathez-Stiefel. 2019. "Impacts of Forests and Forestation on Hydrological Services in the Andes: A Systematic Review." *Forest Ecology and Management* 433 (February): 569–84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033>.

Borges, P.A.V., R. Gabriel, and S. Fattorini. 2021. "Biodiversity Erosion: Causes and Consequences." In *Life on Land: Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*, edited by W. Leal Filho, A.M. Azul, L. Brandli, A. Lange Salvia, and T. Wall. Cham, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8>.

Borremans, B., C. Faust, K.R. Manlove, S.H. Sokolow, and J.O. Lloyd-Smith. 2019. "Cross-Species Pathogen Spillover across Ecosystem Boundaries: Mechanisms and Theory." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 374 (1782): 20180344. <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0344>.

Bowler, D.E., L. Buyung-Ali, T.M. Knight, and A.S. Pullin. 2010a. "Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence." *Landscape and Urban Planning* 97 (3): 147–55. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>.

Brandon, K. 2014. "Ecosystem Services from Tropical Forests: Review of Current Science." Center for Global Development Working Paper 380. Washington, DC: Center for Global Development. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2622749>.

Bratman, G.N., C.B. Anderson, M.G. Berman, B. Cochran, S. de Vries, J. Flanders, C. Folke, et al. 2019. "Nature and Mental Health: An Ecosystem Service Perspective." *Science Advances* 5 (7): eaax0903. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903>.

Braubach, M., A. Egorov, P. Mudu, T. Wolf, C. Ward Thompson, and M. Martuzzi. 2017. "Effects of Urban Green Space on Environmental Health, Equity and Resilience." In *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice*, edited by N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, and A. Bonn, 187–205. Cham, Switzerland: Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>.

Brauman, K.A., G.C. Daily, T.K. Duarte, and H.A. Mooney. 2007. "The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services." *Annual Review of Environment and Resources* 32 (November): 67–98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>.

Brende, B., and I. Duque. 2021. "A New Initiative Could Make Cities More Biodiverse: Here's How." *Davos Agenda 2021* (blog), January 27. <https://www.weforum.org/agenda/2021/01/biodivercities-nature-initiative-transform-cities/>.

Cardinale, B.J., J.E. Duffy, A. Gonzalez, D.U. Hooper, C. Perrings, P. Venail, A. Narwani, et al. 2012. "Biodiversity Loss and Its Impact on Humanity." *Nature* 486 (June): 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>.

Chivian, E., and A. Bernstein. 2010. *How Our Health Depends on Biodiversity*. Boston: Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School. https://www.bu.edu/sph/files/2012/12/Chivian_and_Bernstein_How_our_Health_Depends_on_Biodiversity.pdf.

Cities4Forests. n.d.a. "About Cities4Forests." <https://www.wri.org/our-work/project/cities4forests/about-cities4forests>. Accessed June 13, 2022.

Cities4Forests. n.d.b. "Forest Footprint for Cities." <https://forest-footprint.org/>. Accessed June 13, 2022.

Cities4Forests. n.d.c. "Partner Forest Program." <https://www.partnerforests.org/>. Accessed June 13, 2022.

Concepción, E.D., M. Moretti, F. Altermatt, M.P. Nobis, and M.K. Obrist. 2015. "Impacts of Urbanisation on Biodiversity: The Role of Species Mobility, Degree of Specialisation and Spatial Scale." *Oikos* 124 (12): 1571–82. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/oik.02166>.

CSU (Colorado State University). n.d. "Forests to Faucets." <https://cfri.colostate.edu/projects/forests-to-faucets/>. Accessed June 13, 2022.

Dobbs, C., C.R. Nitschke, and D. Kendal. 2014. "Global Drivers and Tradeoffs of Three Urban Vegetation Ecosystem Services." *PLoS ONE* 9 (11): e113000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113000>.

Ducatez, S., F. Sayol, D. Sol, and L. Lefebvre. 2018. "Are Urban Vertebrates City Specialists, Artificial Habitat Exploiters, or Environmental Generalists?" *Integrative and Comparative Biology* 58 (5): 929–38. <https://doi.org/10.1093/icb/icy1012018>.

Evans, T., S. Olson, J. Watson, K. Gruetzmacher, M. Pruvot, S. Jupiter, S. Wang, T. Clements, and K. Jung. 2020. Links between Ecological Integrity, Emerging Infectious Diseases Originating from Wildlife, and Other Aspects of Human Health: An Overview of the Literature. Bronx, NY: Wildlife Conservation Society. https://c532f75abb9c1c021b8c-e46e473f8aad72cf2a8ea564b4e6a76.ssl.cf5.rackcdn.com/2020/05/22/8zqrkmzuna_Links_between_ecological_integrity_and_EIDs_originating_from_wildlife.pdf.

Filoso, S., M.O. Bezerra, K.C.B. Weiss, and M.A. Palmer. 2017. "Impacts of Forest Restoration on Water Yield: A Systematic Review." *PLoS ONE* 12 (8): e0183210. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183210>.

Fischer, J., D.B. Lindenmayer, and A.D. Manning. 2006. "Biodiversity, Ecosystem Function, and Resilience: Ten Guiding Principles for Commodity Production Landscapes." *Frontiers in Ecology and the Environment* 4 (2): 80–86. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0080:BEFART\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0080:BEFART]2.0.CO;2).

Fitzgerald, K. n.d. "Mountain Gorilla Tourism Drives Economic Growth and Conservation." *African Wildlife Foundation Blog*. <https://www.awf.org/blog/mountain-gorilla-tourism-drives-economic-growth-and-conservation>. Accessed June 13, 2022.

Flynn, D.F.B., N. Mirotnick, M. Jain, M.I. Palmer, and S. Naeem. 2011. "Functional and Phylogenetic Diversity as Predictors of Biodiversity-Ecosystem-Function Relationships." *Ecology* 92 (8): 1573–81. <https://doi.org/10.1890/10-1245.1>.

Fuller, R.A., K.N. Irvine, P. Devine-Wright, P.H. Warren, and K.J. Gaston. 2007. "Psychological Benefits of Greenspace Increase with Biodiversity." *Biology Letters* 3 (4). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>.

Gerrish, E., and S.L. Watkins. 2018. "The Relationship between Urban Forests and Income: A Meta-analysis." *Landscape and Urban Planning* 170 (February): 293–308. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.005>.

Gray, E., S. Ozment, J.C. Altamirano, R. Feltran-Barbieri, and A.G. Morales. 2019. "Green-Gray Assessment: How to Assess the Costs and Benefits of Green Infrastructure for Water Supply Systems" Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute. <https://www.wri.org/publication/green-gray-assessment>.

Guerra, C.A., R.W. Snow, and S.I. Hay. 2006. "A Global Assessment of Closed Forests, Deforestation and Malaria Risk." *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 100 (3): 189–204. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3204444/>.

Hartig, T., R. Mitchell, S. de Vries, and H. Frumkin. 2014. "Nature and Health." *Annual Review of Public Health* 35 (March): 207–28. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>.

Hausmann, A., R. Slotow, J.K. Burns, and E.D. Minin. 2016. "The Ecosystem Service of Sense of Place: Benefits for Human Well-Being and Biodiversity Conservation." *Environmental Conservation* 43 (2): 117–27. <https://doi.org/10.1017/S0376892915000314>.

Heaviside, C., H. Macintyre, and S. Vardoulakis. 2017. "The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment." *Current Environmental Health Reports* 4 (September): 296–305. <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3>.

Hewitt, C.N., K. Ashworth, and A.R. MacKenzie. 2020. "Using Green Infrastructure to Improve Urban Air Quality (GI4AQ)." *Ambio* 49 (January): 62–73. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01164-3>.

Hipólito, J., B. dos Santos Bandiera Sousa, R. C. Borges, R.M. de Brito, R. Jaffé, S. Dias, V.L.I. Fonseca, and T.C. Giannini. 2019. "Valuing Nature's Contribution to People: The Pollination Services Provided by Two Protected Areas in Brazil." *Global Ecology and Conservation* 20 (October): e00782. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00782>.

Holl, Karen D., and P.H.S. Brancalion. 2020b. "Tree Planting Is Not a Simple Solution." *Science* 368 (6491): 580–81. <https://doi.org/10.1126/science.aba8232>.

Irvine, K.N., and S. Herrett. 2018. "Does Ecosystem Quality Matter for Cultural Ecosystem Services?" *Journal for Nature Conservation* 46 (December): 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.08.010>.

IUCN. n.d. "Our Work: Nature-based Solutions." <https://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions>. Accessed February 17, 2021.

Jelks, N.O., V. Jennings, and A. Rigolon. 2021. "Green Gentrification and Health: A Scoping Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (3): 907. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030907>.

Jennings, V., and C. Johnson Gaither. 2015. "Approaching Environmental Health Disparities and Green Spaces: An Ecosystem Services Perspective." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (2): 1952–68. <https://doi.org/10.3390/ijerph120201952>.

Jennings, V., L. Larson, and J. Yun. 2016. "Advancing Sustainability through Urban Green Space: Cultural Ecosystem Services, Equity, and Social Determinants of Health." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (2): 196. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020196>.

Jones, B.A., D. Grace, R. Kock, S. Alonso, J. Rushton, M.Y. Said, D. McKeever, et al. 2013. "Zoonosis Emergence Linked to Agricultural Intensification and Environmental Change." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110 (21): 8399–8404. <https://doi.org/10.1073/pnas.1208059110>.

Karesh, W.B., A. Dobson, J.O. Lloyd-Smith, J. Lubroth, M.A. Dixon, M. Bennett, S. Aldrich, et al. 2012. "Ecology of Zoonoses: Natural and Unnatural Histories." *Lancet* 380 (9857): 1936–45. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61678-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61678-X).

Karjalainen, E., T. Sarjala, and H. Raitio. 2010. "Promoting Human Health through Forests: Overview and Major Challenges." *Environmental Health and Preventive Medicine* 15 (1): 1–8. <https://doi.org/10.1007/s12199-008-0069-2>.

King County. 2020. "Forest Carbon Program." March 17. <https://kingcounty.gov/services/environment/water-and-land/forestry/forest-carbon.aspx>.

Klein, A.-M., B.E. Vaissière, J.H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S.A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. "Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274 (1608): 303–13. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>.

Kondo, M.C., E.C. South, and C.C. Branas. 2015. "Nature-Based Strategies for Improving Urban Health and Safety." *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine* 92 (5): 800–814. <https://doi.org/10.1007/s11524-015-9983-y>.

Kuddus, M.A., E. Tynan, and E. McBryde. 2020. "Urbanization: A Problem for the Rich and the Poor?" *Public Health Review* 41 (1). <https://doi.org/10.1186/s40985-019-0116-0>.

Krishnan, S., G. Wiederkehr Guerra, D. Bertrand, S. Wertz-Kanounnikoff, and C.J. Kettle. 2020. "The Pollination Services of Forests." Forestry Working Paper 15. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Bioversity International. <https://doi.org/10.4060/ca9433en>.

Kuehler, E., J. Hathaway, and A. Tirpak. 2017. "Quantifying the Benefits of Urban Forest Systems as a Component of the Green Infrastructure Stormwater Treatment Network." *Ecohydrology* 10 (3): e1813. <https://doi.org/10.1002/eco.1813>.

Kumar, P., A. Druckman, J. Gallagher, B. Gatersleben, S. Allison, T.S. Eisenman, U. Hoang, et al. 2019. "The Nexus between Air Pollution, Green Infrastructure and Human Health." *Environmental International* 133, Part A (December): 105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>.

Kuo, M. 2015. "How Might Contact with Nature Promote Human Health? Promising Mechanisms and a Possible Central Pathway." *Frontiers in Psychology* 6 (August). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01093>.

Lai, H., E.J. Flies, P. Weinstein, and A. Woodward. 2019a. "The Impact of Green Space and Biodiversity on Health." *Frontiers in Ecology and the Environment* 17 (7): 383–90. <https://doi.org/10.1002/fee.2077>.

Marselle, M.R., J. Stadler, H. Korn, K. Irvine, and A. Bonn, eds. 2019. *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*. Cham, Switzerland: Springer International. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-02318-8>.

Mazor, T., C. Doropoulos, F. Schwarzmueller, D.W. Gladish, N. Kumaran, K. Merkel, M. Di Marco, and V. Gagic. 2018. "Global Mismatch of Policy and Research on Drivers of Biodiversity Loss." *Nature Ecology & Evolution* 2 (July): 1071–74. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0563-x>.

Melo, M., A. Pinheiro, E. Torres, G. Piazza, and V. Kaufmann. 2021. "Analysis of Phreatic Levels in Riparian Forest and Pasture in an Agricultural Watershed, Santa Catarina, Brazil." In *Advances in Geoethics and Groundwater Management: Theory and Practice for a Sustainable Development* edited by M. Abrunhosa, A. Chambel, S. Peppoloni, and H.I. Chaminé, 169–72. Cham, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59320-9>.

Mohajerani, A., J. Bakaric, and T. Jeffrey-Bailey. 2017. "The Urban Heat Island Effect, Its Causes, and Mitigation, with Reference to the Thermal Properties of Asphalt Concrete." *Journal of Environmental Management* 197 (July): 522–38. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>.

Monath, T.P., and P.F.C. Vasconcelos. 2015. "Yellow Fever." *Journal of Clinical Virology* 64 (March): 160–73. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2014.08.030>.

Monath, T.P., and P.F.C. Vasconcelos. 2015. "Yellow Fever." *Journal of Clinical Virology* 64 (March): 160–73. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2014.08.030>.

Mullaney, J., T. Lucke, and S.J. Trueman. 2015a. "A Review of Benefits and Challenges in Growing Street Trees in Paved Urban Environments." *Landscape and Urban Planning* 134 (February): 157–66. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>.

Nesbitt, L., N. Hotte, S. Barron, J. Cowan, and S.R.J. Sheppard. 2017. "The Social and Economic Value of Cultural Ecosystem Services Provided by Urban Forests in North America: A Review and Suggestions for Future Research." *Urban Forestry & Urban Greening* 25 (July): 103–11. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.05.005>.

Ngulani, T., and C.M. Shackleton. 2019. "Use of Public Urban Green Spaces for Spiritual Services in Bulawayo, Zimbabwe." *Urban Forestry & Urban Greening* 38 (February): 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.11.009>.

Nicholls, C.I., and M.A. Altieri. 2013. "Plant Biodiversity Enhances Bees and Other Insect Pollinators in Agroecosystems. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 33 (April): 257–74. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y>.

Nowak, D.J., N. Appleton, A. Ellis, and E. Greenfield. 2017. "Residential Building Energy Conservation and Avoided Power Plant Emissions by Urban and Community Trees in the United States." *Urban Forestry & Urban Greening* 21 (January): 158–65. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.12.004>.

Nowak, D.J., and D.E. Crane. 2002. "Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in the USA." *Environmental Pollution* 116 (3): 381–89. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7).

Nowak, D.J., and E.J. Greenfield. 2018b. "US Urban Forest Statistics, Values, and Projections." *Journal of Forestry* 116 (2): 164–77. <https://doi.org/10.1093/jofore/fvx004>.

O'Brien, L., R. De Vreese, M. Kern, T. Sievanen, B. Stojanova, and E. Atmis. 2017. "Cultural Ecosystem Benefits of Urban and Peri-urban Green Infrastructure across Different European Countries." *Urban Forestry & Urban Greening* 24 (May): 236–48. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.03.002>.

Oliver, T.H., M.S. Heard, N.J.B. Isaac, D.B. Roy, D. Procter, F. Eigenbrod, R. Freckleton, et al. 2015. "Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions." *Trends in Ecology & Evolution* 30 (11): 673–84. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.009>.

Olivero, J., J.E. Fa, R. Real, A.L. Márquez, M.A. Farfán, J.M. Vargas, D. Gaveau, et al. 2017. "Recent Loss of Closed Forests Is Associated with Ebola Virus Disease Outbreaks." *Scientific Reports* 7 (1): 14291. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14727-9>.

O'Sullivan, F. 2017. "Built-Out Barcelona Makes Space for an Urban Forest." *Bloomberg CityLab*, May 17. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-05-17/how-built-out-barcelona-found-space-for-an-urban-forest>.

Pataki, D.E., M.M. Carreiro, J. Cherrier, N.E. Grulke, V. Jennings, S. Pincetl, R.V. Pouyat, T.H. Whitlow, and W.C. Zipperer. 2011. "Coupling Biogeochemical Cycles in Urban Environments: Ecosystem Services, Green Solutions, and Misconceptions." *Frontiers in Ecology and the Environment* 9 (1): 27–36. <https://doi.org/10.1890/090220>.

Pramova, E., B. Locatelli, H. Djoudi, and O.A. Somorin. 2012. "Forests and Trees for Social Adaptation to Climate Variability and Change." *Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change* 3 (6): 581–96. <https://doi.org/10.1002/wcc.195>.

Pregitzer, C.C., S. Charlop-Powers, C. McCabe, A. Hiple, B. Gunther, and M.A. Bradford. 2019. *Untapped Common Ground: The Care of Forested Natural Areas in American Cities*. New York: Natural Areas Conservancy. https://naturalareasnyc.org/content/national/nac_careofurbannature_lores-singles.pdf?1553522646.

Reid, W.V., and K. Miller. 1989. *Keeping Options Alive: The Scientific Basis for Conserving Biodiversity*. Washington, DC: World Resources Institute.

Robinson, M.M., and X. Zhang. 2011. *The World Medicines Situation 2011: Traditional Medicines— Global Situation, Issues and Challenges*. Geneva: World Health Organization.

Roy, S., J. Byrne, and C. Pickering. 2012. "A Systematic Quantitative Review of Urban Tree Benefits, Costs, and Assessment Methods across Cities in Different Climatic Zones." *Urban Forestry & Urban Greening* 11 (4): 351–63. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006>.

Schwarz, K., M. Fragkias, C.G. Boone, W. Zhou, M. McHale, J.M. Grove, J. O'Neil-Dunne, et al. 2015. "Trees Grow on Money: Urban Tree Canopy Cover and Environmental Justice." *PLoS ONE* 10 (4): e0122051. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122051>.

Seddon, N., B. Turner, P. Berry, A. Chausson, and C.A.J. Girardin. 2019. "Grounding Nature-Based Climate Solutions in Sound Biodiversity Science." *Nature Climate Change* 9 (2): 84–87. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0405-0>.

Sen, T., and S.K. Samanta. 2015. "Medicinal Plants, Human Health and Biodiversity: A Broad Review." In *Biotechnological Applications of Biodiversity*, edited by J. Mukherjee, 59–110. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/10>.

Shackleton, S., A. Chinyimba, P. Hebinck, C. Shackleton, and H. Kaoma. 2015. "Multiple Benefits and Values of Trees in Urban Landscapes in Two Towns in Northern South Africa." *Landscape and Urban Planning* 136 (April): 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.004>.

Singapore-ETH Centre. n.d. "Cooling Singapore." <https://sec.ethz.ch/research/cs.html>. Accessed June 13, 2022.

Tilman, D., M. Clark, D.R. Williams, K. Kimmel, S. Polasky, and C. Packer. 2017. "Future Threats to Biodiversity and Pathways to Their Prevention." *Nature* 546 (June): 73–81. <https://doi.org/10.1038/nature22900>.

Turner, W.R., M. Oppenheimer, and D.S. Wilcove. 2009. "A Force to Fight Global Warming." *Nature* 462 (November): 278–79. <https://doi.org/10.1038/462278a>.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2019. "Medellín Shows How Nature-Based Solutions Can Keep People and Planet Cool." July 17. <https://www.unep.org/pt-br/node/25230>.

van Dijk, A.I.J.M., and R.J. Keenan. 2007. "Planted Forests and Water in Perspective." *Forest Ecology and Management* 251 (1–2): 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.010>.

Ventriglio, A., A. Bellomo, I. Di Gioia, D. Di Sabatino, D. Favale, D. De Berardis, and P. Cianconi. 2021. "Environmental Pollution and Mental Health: A Narrative Review of Literature." *CNS Spectrums* 26 (1): 51–61. <https://doi.org/10.1017/S1092852920001303>.

Watkins, S.L., and E. Gerrish. 2018. "The Relationship between Urban Forests and Race: A Meta-analysis." *Journal of Environmental Management* 209 (March): 152–68. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.021>.

Watson, J.E.M., D.A. Keith, B.B.N. Strassburg, O. Venter, B. Williams, and E. Nicholson. 2020. "Set a Global Target for Ecosystems." *Nature* 578 (7795): 360–62. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00446-1>.

WHO (World Health Organization). 2016. *Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease*. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511353>.

Wilcox, B.A., and B.R. Ellis. 2006. "Forests and Emerging Infectious Diseases of Humans." *Unasylva* 57 (224): 11–18.

Wilson, E.O. 1988. *Biodiversity*. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/989>.

Wolch, J.R., J. Byrne, and J.P. Newell. 2014. "Urban Green Space, Public Health, and Environmental Justice: The Challenge of Making Cities 'Just Green Enough.'" *Landscape and Urban Planning* 125 (May): 234–44. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>.

Wolf, K.L., S. Krueger, and K. Flora. 2014. "Place Attachment and Meaning: A Literature Review." *Green Cities: Good Health*. https://depts.washington.edu/hhwb/Print_Attachment.html.

Wolf, K.L., S.T. Lam, J.K. McKeen, G.R.A. Richardson, M. van den Bosch, and A.C. Bardekjian. 2020. "Urban Trees and Human Health: A Scoping Review." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (12): 4371. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124371>.

Wolfe, N.D., C.P. Dunavan, and J. Diamond. 2007. "Origins of Major Human Infectious Diseases." *Nature* 447 (7142): 279–83. <https://doi.org/10.1038/nature05775>.

Wood, E., A. Harsant, M. Dallimer, A. Cronin de Chavez, R.R.C. McEachan, and C. Hassall. 2018. "Not All Green Space Is Created Equal: Biodiversity Predicts Psychological Restorative Benefits from Urban Green Space." *Frontiers in Psychology* 9 (November). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02320>.

WRI, IUCN (International Union for Conservation of Nature), and UNEP (United Nations Environment Programme). 1992. *Global Biodiversity Strategy: Guidelines for Action to Save, Study, and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably*. Washington, DC: WRI; Gland, Switzerland: IUCN; Nairobi: UNEP. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/29357>.

WRI Mexico. 2016. *Toolkit for Community Participation in Pocket Parks*. Mexico City: WRI Mexico. <https://wriciudades.org/research/publication/toolkit-community-participation-pocket-parks>.

Yachi, S., and M. Loreau. 1999. "Biodiversity and Ecosystem Productivity in a Fluctuating Environment: The Insurance Hypothesis." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96 (4): 1463–68. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.4.1463>.

Yu, Z., S. Liu, J. Wang, X. Wei, J. Schuler, P. Sun, R. Harper, and N. Zegre. 2019. "Natural Forests Exhibit Higher Carbon Sequestration and Lower Water Consumption than Planted Forests in China." *Global Change Biology* 25 (1): 68–77. <https://doi.org/10.1111/gcb.14484>.

Zhang, M., N. Liu, R. Harper, Q. Li, K. Liu, X. Wei, D. Ning, Y. Hou, and S. Liu. 2017. "A Global Review on Hydrological Responses to Forest Change across Multiple Spatial Scales: Importance of Scale, Climate, Forest Type and Hydrological Regime." *Journal of Hydrology* 546 (March): 44–59. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.12.040>.

Credits Photo

Cover, John Michaels/Alamy Stock Photo; Pg. ii, Bong Grit; Pg. 2, Neil Palmer/CIAT; Pg. 4, James Anderson/WRI; Pg. 7, USAID Biodiversity & Forestry; Pg. 11, Ollivier Girard/CIFOR; Pg. 12, John Lillis; Pg. 15, Richard Nyberg/USAID

À PROPOS DE LA WRI

Le World Resources Institute est une organisation de recherche mondiale qui transforme les grandes idées en actions à l'intersection de l'environnement, des opportunités économiques et du bien-être humain.

NOTRE DÉFI

Les ressources naturelles sont à la base des opportunités économiques et du bien-être humain. Mais aujourd'hui, nous épuisons les ressources de la Terre à des rythmes qui ne sont pas durables, mettant en danger les économies et la vie des gens. Les populations dépendent de l'eau propre, des terres fertiles, des forêts en bonne santé et d'un climat stable. Des villes habitables et des énergies propres sont essentielles pour un avenir durable. Nous devons relever ces défis mondiaux urgents durant cette décennie.

NOTRE VISION

Nous envisageons une planète équitable et prospère, fondée sur la gestion avisée des ressources naturelles. Nous aspirons à créer un monde où les actions des gouvernements, des entreprises et des communautés se combinent pour éliminer la pauvreté et préserver l'environnement naturel pour tous.

À PROPOS DE CITIES4FORESTS

Cities4Forests est un réseau mondial de plus de 80 villes engagées dans la conservation, la restauration et la gestion durable des arbres, des forêts et d'autres solutions basées sur la nature pour le bien-être humain. Cities4Forests soutient les efforts des villes sur leurs forêts intérieures (comme les parcs urbains et les coulées vertes), leurs forêts voisines (comme les bassins versants) et leurs forêts éloignées (notamment les forêts tropicales) en sensibilisant aux bienfaits des forêts, en inspirant l'action et l'engagement politiques, en fournissant une assistance technique et en facilitant les analyses économiques, le financement et les investissements.

Cities⁴Forests

À PROPOS DU COLLECTIF DE CONCEPTION DE PILOT PROJECTS

Pilot Projects est un partenariat de conception et de réflexion systémique qui co-crée des solutions durables aux défis complexes des systèmes mondiaux, des villes et de l'environnement naturel. Pour plus d'informations, veuillez visiter : <https://pilot-projects.org/>

PILOT PROJECTS

co-create a better world

Chaque rapport de l'Institut des ressources mondiales (WRI) représente un traitement opportun et scientifique d'un sujet d'intérêt public. Le WRI assume la responsabilité du choix des sujets d'étude et garantit à ses auteurs et chercheurs la liberté d'enquête. Il sollicite également et répond aux conseils de comités consultatifs et d'examinateurs experts. Sauf indication contraire, toutes les interprétations et conclusions exposées dans les publications du WRI sont celles des auteurs.

Les cartes sont à titre illustratif et n'impliquent aucune expression d'opinion de la part du WRI concernant le statut juridique d'un pays ou d'un territoire ni concernant la délimitation des frontières.



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

10G Street, NE
Washington, DC 20002
WRI.ORG

