



Strasbourg, 21 novembre 2022

T-PVS/Inf(2022)39

CONVENTION RELATIVE A LA CONSERVATION DE LA VIE SAUVAGE  
ET DU MILIEU NATUREL DE L'EUROPE

**Comité permanent**

42<sup>e</sup> réunion  
Strasbourg, 28 novembre - 2 décembre 2022

---

**- DOCUMENT DE REFLEXION -**

**Risques associés à l'utilisation d'essences exotiques  
envahissantes d'arbres comme solution fondée sur la nature  
pour atténuer le changement climatique**

**Juillet 2022**

*Document préparé par l'expert indépendant  
M. Giuseppe Brundu*

## Contexte

Depuis 25 ans, le Conseil de l'Europe aide les Parties contractantes à la Convention de Berne à concevoir et à mettre en œuvre des mesures de lutte contre les espèces exotiques envahissantes afin de réduire leur impact sur la biodiversité indigène de l'Europe. Le Conseil a produit plusieurs rapports et documents d'orientation dans ce domaine. Dans le cadre de la Convention de Berne, la Stratégie européenne sur les espèces exotiques envahissantes (EEE) a été élaborée et validée par le Comité permanent de la Convention de Berne en 2003, tout comme plusieurs autres codes de conduite non contraignants ciblant divers secteurs d'activité constituant des vecteurs potentiels d'installation et de dissémination espèces exotiques envahissantes en Europe. La Recommandation n° 193 (2017) relative au Code de conduite européen sur les arbres exotiques envahissants, adoptée le 8 décembre 2017 par le Comité permanent, recommande que les Parties contractantes : (1) prennent en compte le Code de conduite européen susmentionné dans l'élaboration de leurs codes pertinents ou - selon les besoins – rédigent des codes de conduite nationaux sur les arbres exotiques envahissants; et (2) collaborent, selon les besoins, avec les acteurs impliqués dans la sylviculture pour la mise en œuvre et l'aide à la diffusion des bonnes pratiques et des codes de conduite visant à prévenir et à gérer l'introduction, la libération et la prolifération d'arbres exotiques envahissants.

Lors de sa dernière réunion, en juillet 2021, le Groupe d'experts des espèces exotiques envahissantes de la Convention de Berne a évoqué la nécessité de sensibiliser les décideurs politiques aux risques associés à une utilisation d'espèces exotiques envahissantes d'arbres dans le cadre des solutions fondées sur la nature pour atténuer les conséquences du changement climatique. Lors de sa 41<sup>e</sup> réunion (29 novembre – 3 décembre 2021), le Comité permanent s'est félicité des progrès réalisés dans l'élaboration du document de réflexion sur les possibles conséquences négatives d'un recours à des essences d'arbres non indigènes (c'est-à-dire les espèces exotiques d'arbres dont l'introduction ou la dissémination menacent ou affectent négativement la diversité biologique et les services écosystémiques correspondants) pour l'atténuation du changement climatique. Il a chargé le Secrétariat de poursuivre en 2022, en collaboration avec le Groupe d'experts et le consultant indépendant, l'élaboration du document en vue de le présenter pour discussion et adoption éventuelle à la 42<sup>e</sup> réunion du Comité permanent.

La plantation d'arbres peut certes contribuer à la réalisation de l'objectif *Net Zéro*<sup>1</sup>, et les arbres exotiques et les forêts bien gérées d'espèces exotiques d'arbres peuvent utilement fournir divers biens et services forestiers et participer à l'allègement de la pression sur les forêts naturelles ou offrir des possibilités d'adaptation au changement climatique et aux changements mondiaux, mais le présent document d'information énonce brièvement les risques réels ou potentiels associés au recours à des arbres exotiques envahissants dans les stratégies de lutte contre le changement climatique au titre des Solutions fondées sur la nature. Il énonce ensuite dix principes essentiels à prendre en compte pour les initiatives futures.

## **Risques liés au recours à des espèces exotiques envahissantes d'arbres dans le cadre des solutions fondées sur la nature pour l'atténuation du changement climatique**

La notion de Solutions fondées sur la nature, introduite à la fin des années 2000 par la Banque mondiale (Pauleit *et al.* 2017) afin de souligner l'importance de la sauvegarde de la diversité biologique dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à celui-ci, a été développée lors des négociations de la CCNUCC en 2009, puis introduite dans le Programme mondial 2013-2016 de l'UICN et définie comme suit: « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » (Union Internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (UICN) 2016). Les solutions fondées sur la nature

---

<sup>1</sup> <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>

correspondent aux principales priorités politiques de l'UE<sup>2</sup>, et notamment le Pacte vert pour l'Europe, la stratégie en faveur de la biodiversité et la stratégie d'adaptation aux changements climatiques, pour soutenir la diversité biologique et rendre l'Europe plus résiliente face au climat. Soulignons que l'UE (Union européenne) veut atteindre la neutralité climatique en 2050. Cet objectif est au cœur du Pacte vert pour l'Europe [COM/2019/640 final<sup>3</sup>; COM/2018/773 final<sup>4</sup>] et conforme à l'engagement de l'UE de soutenir les initiatives mondiales en faveur du climat dans le cadre de l'Accord de Paris.

Par ailleurs, le Groupe intergouvernemental d'experts de l'ONU sur l'évolution du climat (GIEC) propose une définition claire des expressions « neutralité climatique » et « neutralité carbone » qui sont largement utilisées, surtout dans le débat sur l'objectif « zéro émission nette ». L'objectif « zéro émission nette » de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) sera atteint quand les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine humaine seront compensées, à l'échelle de la planète, par l'absorption de CO<sub>2</sub> d'origine humaine dans l'atmosphère sur une période spécifiée. Cet objectif de « zéro émission nette » est également appelé « neutralité carbone ».

Le concept de « zéro émission nette » signifie que les émissions de dioxyde de carbone doivent être compensées par le retrait d'une quantité équivalente de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, et les deux principales approches pour éliminer ce carbone sont les techniques de piégeage du carbone et son stockage, ou la compensation grâce à des puits naturels que sont les terres, y compris les forêts et les océans. Ces derniers sont désormais couverts par les expressions populaires des solutions fondées sur la nature (Girardin *et al.*, 2021), les solutions naturelles fondées sur le climat (ex: Griscom *et al.* 2017) et les approches fondées sur les écosystèmes dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique<sup>5</sup>.

Étant donné les maigres progrès des nations dans la lutte contre leurs émissions de carbone, de nombreux gouvernements et défenseurs de la nature proposent de planter de très nombreux arbres afin d'absorber du dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère et ainsi tenter de ralentir le réchauffement climatique. Mais de récentes recherches suggèrent que la contribution des arbres n'est pas toujours à la hauteur des espérances (Popkin, 2019). Parallèlement, la transformation des écosystèmes s'avère être une menace mondiale dans le contexte du changement climatique (Jackson, 2021). La plantation d'arbres n'est pas une idée nouvelle mais elle a pris une ampleur et une rapidité remarquables ces dernières années (Bond *et al.*, 2019; Fagan *et al.*, 2020; Friggens *et al.*, 2020; Holl et Brancalion, 2020). Ainsi, la Commission européenne a proposé une Stratégie forestière pour l'UE à l'horizon 2030<sup>6</sup> afin d'améliorer la quantité et la qualité des forêts de l'Union. Cette Stratégie s'engage à planter au moins 3 milliards d'arbres supplémentaires d'ici à 2030 dans le plein respect des principes de l'écologie, c'est-à-dire de planter et de cultiver les bons arbres aux bons endroits et pour des utilisations adaptées. Malheureusement, de nombreux projets très mal conçus ne tiennent pas compte des orientations mondiales disponibles (Brundu *et al.*, 2020; Brundu et Richardson, 2016; Di Sacco *et al.*, 2021) et d'autres impératifs de la diversité biologique.

Une autre raison importante qui incite à introduire et à exploiter des essences exotiques d'arbres est l'impact

<sup>2</sup> La Commission européenne définit comme suit les solutions fondées sur la nature : « Des solutions inspirées et soutenues par la nature, d'un bon rapport coût-efficacité et bénéfiques pour l'environnement, la société et l'économie, et favorisant la résilience. Ces solutions font entrer davantage de nature et d'éléments, de diversité et de processus naturels dans les villes et dans les paysages terrestres et marins grâce à des interventions structurelles adaptées aux contextes locaux et efficaces dans l'utilisation des ressources. »

<sup>3</sup> Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Le Pacte vert pour l'Europe. COM/2019/640 final.

<sup>4</sup> Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen, au Comité des régions et à la Banque européenne d'investissement. Une planète propre pour tous. Une vision européenne stratégique pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre pour le climat. [COM/2018/773 final](#)

<sup>5</sup> Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2019). *Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information*. Série technique n° 93. Montréal, 156 pages.

<sup>6</sup> Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Nouvelle stratégie forestière à l'horizon 2030, COM/2021/572 final.

du changement climatique sur les écosystèmes forestiers existants, qui constitue actuellement une préoccupation majeure. Outre la productivité des forêts, le changement climatique modifie le mode de croissance des arbres, augmente la mortalité due à la sécheresse et modifie la répartition des espèces (Fraccaroli *et al.*, 2021; Lindner *et al.*, 2014), facteurs auxquels il faut ajouter l'impact sur les ressources en eau, la prolifération de parasites et de maladies et l'incidence croissante de catastrophes naturelles comme les gigantesques incendies de forêt (Adams, 2013; Natole *et al.*, 2021; Overpeck et Breshears, 2021; Zheng *et al.*, 2021). De récents phénomènes extrêmes tels que les vagues de sécheresse et de chaleur les plus intenses jamais enregistrées en Europe centrale (Brun *et al.*, 2020; Buras *et al.*, 2020) ont engendré un déclin massif des arbres et de leur productivité (Bastos *et al.*, 2020) et des invasions de parasites, comme les scolytes *Ips typographus* des épicéas, ce qui a incité à introduire des arbres exotiques pour remplacer les essences indigènes d'arbres dans la sylviculture et les forêts urbaines et induit une refonte complète des politiques et objectifs forestiers.

D'autre part, Anderegg *et al.*, (2020) ont recensé les preuves de plus en plus nombreuses du fait que l'aptitude des forêts à atténuer les effets du climat est de plus en plus compromise par tout l'éventail des problèmes qui limitent la croissance et la santé des forêts. Cela va des facteurs matériels comme la sécheresse et les incendies aux facteurs biotiques comme les ravages causés par les insectes, les herbivores et les champignons pathogènes. Une évaluation et une quantification complètes de ces risques, qui sont eux-mêmes influencés par le climat, est indispensable pour que les politiques publiques à fondement scientifique produisent des résultats dans la gestion efficace des terres et des forêts.

Le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère alimente la croissance des végétaux. Avec la hausse des concentrations en carbone, il est tentant d'espérer une croissance dopée des plantes et d'espérer que des campagnes massives de plantation d'arbres absorberont le CO<sub>2</sub> produit par les activités humaines. Toutefois, une étude de Terrer *et al.* (2021) suggère que lorsque les concentrations élevées en dioxyde de carbone accélèrent la croissance des végétaux, il en résulte des pertes surprenantes du côté d'un autre puits majeur de carbone: le sol. Une explication plausible est que les arbres prélèvent effectivement dans le sol les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour entretenir la croissance induite par le carbone. L'extraction des éléments nutritifs supplémentaires nécessite une accélération de l'activité microbienne, qui libère à son tour dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub> qui serait normalement resté piégé dans le sol.

Des stocks considérables de carbone organique se sont accumulés dans les sols du permafrost de l'hémisphère nord (Mishra *et al.*, 2021), tandis que les zones humides naturelles et les tourbières (Beaulne *et al.*, 2021) capturent du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

A l'inverse le drainage, les feux de végétation ou les changements dans l'utilisation des sols pourraient générer de fortes émissions de CO<sub>2</sub> à partir de ces écosystèmes. Les changements induits par l'homme dans les tourbières du Nord sont bien antérieurs à la révolution industrielle : pour l'agriculture, les pâturages pour le bétail, le boisement, l'exploitation forestière ainsi que l'extraction de tourbe destinée à servir de combustible (Grzybowski et Glińska-Lewczuk, 2020; Qiu *et al.*, 2021). En outre, pendant la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle, de nouvelles techniques de plantation associées à des incitations fiscales ont favorisé le développement de la sylviculture commerciale sur les grandes étendues de tourbières au Royaume-Uni, et en particulier dans le *Flow Country* du nord de l'Écosse. Ce boisement a suscité une controverse et a finalement été interrompu par la suppression des incitations fiscales et par des mesures interdisant toute nouvelle plantation (Sloan *et al.*, 2018). Plusieurs organisations se sont fédérées pour créer le *Peatlands Partnership* (partenariat pour les tourbières) qui assure la gestion des tourbières du secteur de Caithness & Sutherland<sup>7</sup>.

En fait, l'intensification du piégeage du carbone dans le sol est potentiellement l'une des mesures les plus rentables en faveur du climat et pourrait avoir des retombées positives sur la diversité biologique et la fertilité des sols. L'utilisation du sol comme puits de carbone doit toutefois prendre en compte tout un

---

<sup>7</sup> <https://www.theflowcountry.org.uk/flow-facts/flow-fact-4/>

éventail de perspectives et de domaines de compétences qui en font un secteur d'intervention complexe. De plus, avec l'évolution très rapide des connaissances en la matière il est difficile de se tenir à jour des initiatives, des endroits ciblés et des acteurs en présence (IPBES 2019; Conseil nordique des Ministres, 2021).

Les approches visant à maintenir le carbone au sein des écosystèmes naturels présentent de grands avantages pour la diversité biologique (Thomas *et al.*, 2013). Cependant, de nombreux écosystèmes qui fonctionnent comme des puits de carbone ne sont pas pris en compte dans le calcul des quotas de CO<sub>2</sub> (comme dans le secteur *Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie* - UTCATF), ce qui fait peser la balance en faveur de la plantation d'arbres, alors même qu'elle capture moins de CO<sub>2</sub> que la restauration des tourbières ou des zones humides. Il faut éviter les mesures incitatives financières ou fiscales qui encouragent le boisement de précieux écosystèmes naturels dépourvus d'arbres ou qui privilégient les arbres exotiques envahissants dans les pratiques forestières ou de boisement. Il convient de ne pas considérer ce type d'intervention comme des solutions fondées sur la nature pour l'atténuation du changement climatique ou l'adaptation à celui-ci.

En fait, plus de 430 espèces exotiques d'arbres ont été recensées comme étant envahissantes dans le monde, et la liste ne cesse de s'allonger en raison du déménagement d'espèces d'arbres entre les différentes parties du monde où elles s'installent dans de nouveaux environnements (Rejmánek et Richardson, 2013; van Wilgen et Richardson, 2014). Les invasions d'arbres peuvent affecter la diversité biologique et les écosystèmes de diverses manières. Ainsi, une perte de richesse taxinomique est souvent constatée dans les plantes vasculaires terrestres des secteurs où dominent *Acer negundo* (Veselkin *et al.*, 2021) ou *Ailanthus altissima*<sup>8</sup> (Brooks *et al.*, 2021), par comparaison aux secteurs dominés par les espèces indigènes d'arbres et de buissons. Les changements dans les paramètres physicochimiques du sol et dans la végétation du sous-bois, ainsi que la réduction de la biomasse microbienne et bactérienne sous *Quercus rubra* peut s'expliquer par son type de litière (faible N, C/N élevé) à décomposition lente qui génère une barrière physique qui freine la germination des graines et la croissance des jeunes pousses. Par conséquent, cet arbre exotique envahissant peut altérer la structure et la fonction des écosystèmes forestiers (Stanek *et al.*, 2020; Stanek et Stefanowicz, 2019).

Face aux conséquences négatives des arbres exotiques envahissants, il faut souvent des interventions de gestion comme la lutte ou l'éradication, qui sont coûteuses et prennent du temps. L'on pourrait supposer que les dommages causés par ces arbres exotiques envahissants diminuent immédiatement après les interventions, mais l'envahisseur laisse souvent dans le sol des traces de son passage qui peuvent persister longtemps, comme dans le cas des secteurs envahis par *Acacia saligna* (Nsikani *et al.*, 2017).

Depuis le début de l'histoire humaine, l'évolution des activités socio-économiques s'est maintes fois accompagnée de l'introduction de nouvelles espèces exotiques envahissantes (Kueffer, 2017; Seebens *et al.*, 2017). Ainsi, les introductions contemporaines sont motivées par la géopolitique, les accords commerciaux et l'introduction de nouvelles technologies comme la biologie de synthèse. La prédiction de futures invasions par les arbres suppose donc d'anticiper les utilisations émergentes. Il est d'autant plus important de s'appuyer sur le principe de précaution<sup>9</sup> dans les dispositifs d'évaluation des risques, car un temps considérable s'écoule entre l'introduction d'arbres exotiques et le début de l'invasion et des décalages dans l'aire de répartition

---

<sup>8</sup> *Ailanthus altissima* et *Acacia saligna* sont deux espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union (européenne) aux termes du Règlement (UE) n° 1143/2014 du Parlement européen et du Conseil, du 22 octobre 2014, relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32014R1143>].

<sup>9</sup> L'Assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe a reconnu l'importance du principe de précaution dans l'élaboration des mesures des pouvoirs publics. Elle préconise le développement d'un cadre rationnel applicable aux situations d'incertitude scientifique. Dans sa Recommandation 1468 (2000) sur les biotechnologies, l'Assemblée a recommandé au Comité des Ministres « de demander aux comités directeurs concernés d'adopter le principe de précaution comme principe commun de décision, après que le contenu en aura été clairement défini ».

induits par le changement climatique (Wallingford *et al.*, 2020).

### **Dix principes essentiels**

- assurer la transparence, l'accès à l'information, la participation et le respect des droits dans toutes les initiatives de boisement ;
- donner la priorité à la sauvegarde et à la protection des secteurs où subsistent encore des forêts naturelles ou anciennes et d'autres types d'habitats boisés ou non comme les zones humides, les tourbières et les herbages dans toutes les initiatives à long terme et d'adaptation au changement climatique;
- protéger les efforts existants et adopter des mesures préventives adéquates dans l'analyse et la réduction des risques biotiques et abiotiques, y compris d'incendie;
- restaurer les écosystèmes forestiers naturels dégradés en évitant le boisement d'habitats naturels non forestiers comme les zones humides, les tourbières et les herbages, et donner la priorité aux secteurs qui améliorent la valeur pour la conservation;
- garder à l'esprit et appliquer, dans la mesure du possible, les 10 règles d'or préconisées par les chercheurs des *Royal Botanic Gardens, Kew* (RBG Kew) et de *Botanic Gardens Conservation International* (BGCI) - afin que le reboisement optimise le piégeage du carbone, le rétablissement de la diversité biologique et les bienfaits pour la subsistance des populations;
- mettre en œuvre le principe de précaution et des mesures rigoureuses d'analyse ou d'évaluation des risques préalables à l'entrée pour toute nouvelle essence d'arbres exotiques, notamment quand il n'est pas possible de démontrer, pour les espèces concernées, un faible risque de dissémination à partir des sites de plantation, tout en favorisant les essences d'arbres pour lesquelles des évaluations attestent l'absence de risque pour les secteurs où la plantation est envisagée;
- prendre en compte l'existence attestée d'un délai entre les premières introductions d'une essence exotique et l'apparition de son caractère envahissant, ainsi que les possibles décalages d'aire de répartition induits par le changement climatique;
- mettre en œuvre le principe de précaution et des garanties rigoureuses pour la diversité biologique dans tous les projets de grande envergure de plantation de forêts et initiatives de restauration des forêts – y compris ceux qualifiés de solutions fondées sur la nature ou menés dans le cadre du Défi de Bonn;
- encourager le recours à des espèces indigènes et menacées d'arbres dans les initiatives de reboisement/boisement/restauration et sensibiliser aux risques d'une plantation d'espèces d'arbres exotiques envahissants dans les secteurs présentant une riche biodiversité caractérisée par des essences indigènes ou endémiques d'arbres;
- tenir compte de ces principes essentiels dans la préparation de mesures incitatives, de subventions ou de plans de rationalisation de l'adaptation au changement climatique des forêts, des forêts urbaines et de la sylviculture.

## REFERENCES

- Adams, M.A., 2013. Mega-fires, tipping points and ecosystem services: Managing forests and woodlands in an uncertain future. *For. Ecol. Manag.* 294, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.11.039>
- Anderegg, W.R.L., Trugman, A.T., Badgley, G., Anderson, C.M., Bartuska, A., Ciais, P., Cullenward, D., Field, C.B., Freeman, J., Goetz, S.J., Hicke, J.A., Huntzinger, D., Jackson, R.B., Nickerson, J., Pacala, S., Randerson, J.T., 2020. Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests. *Science* 368, eaaz7005. <https://doi.org/10.1126/science.aaz7005>
- Bastos, A., Ciais, P., Friedlingstein, P., Sitch, S., Pongratz, J., Fan, L., Wigneron, J.P., Weber, U., Reichstein, M., Fu, Z., Anthoni, P., Arneeth, A., Haverd, V., Jain, A.K., Joetzjer, E., Knauer, J., Lienert, S., Loughran, T., McGuire, P.C., Tian, H., Viovy, N., Zaehle, S., 2020. Direct and seasonal legacy effects of the 2018 heat wave and drought on European ecosystem productivity. *Sci. Adv.* 6, eaba2724. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba2724>
- Beaulne, J., Garneau, M., Magnan, G., Boucher, É., 2021. Peat deposits store more carbon than trees in forested peatlands of the boreal biome. *Sci. Rep.* 11, 2657. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82004-x>
- Bond, W.J., Stevens, N., Midgley, G.F., Lehmann, C.E., 2019. The trouble with trees: afforestation plans for Africa. *Trends Ecol. Evol.* 34, 963–965.
- Brooks, R.K., Barney, J.N., Salom, S.M., 2021. The invasive tree, *Ailanthus altissima*, impacts understory nativity, not seedbank nativity. *For. Ecol. Manag.* 489, 119025. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119025>
- Brun, P., Psomas, A., Ginzler, C., Thuiller, W., Zappa, M., Zimmermann, N.E., 2020. Large-scale early-wilting response of Central European forests to the 2018 extreme drought. *Glob. Change Biol.* 26, 7021–7035. <https://doi.org/10.1111/gcb.15360>
- Brundu, G., Pauchard, A., Pyšek, P., Pergl, J., Bindewald, A.M., Brunori, A., Canavan, S., Campagnaro, T., Celesti-Grapow, L., Dechoum, M. de S., Dufour-Dror, J.-M., Essl, F., Flory, S.L., Genovesi, P., Guarino, F., Guangzhe, L., Hulme, P.E., Jäger, H., Kettle, C.J., Krumm, F., Langdon, B., Lapin, K., Lozano, V., Le Roux, J.J., Novoa, A., Nuñez, M.A., Porté, A.J., Silva, J.S., Schaffner, U., Sitzia, T., Tanner, R., Tshidada, N., Vítková, M., Westergren, M., Wilson, J.R.U., Richardson, D.M., 2020. Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. *NeoBiota* 61, 65–116. <https://doi.org/10.3897/neobiota.61.58380>
- Brundu, G., Richardson, D.M., 2016. Planted forests and invasive alien trees in Europe: A Code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. *NeoBiota* 30, 5–47. <https://doi.org/10.3897/neobiota.30.7015>
- Buras, A., Rammig, A., Zang, C.S., 2020. Quantifying impacts of the 2018 drought on European ecosystems in comparison to 2003. *Biogeosciences* 17, 1655–1672. <https://doi.org/10.5194/bg-17-1655-2020>
- Di Sacco, A., Hardwick, K.A., Blakesley, D., Brancalion, P.H.S., Breman, E., Cecilio Rebola, L., Chomba, S., Dixon, K., Elliott, S., Ruyonga, G., Shaw, K., Smith, P., Smith, R.J., Antonelli, A., 2021. Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Glob. Change Biol.* 27, 1328–1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>
- Fagan, M.E., Reid, J.L., Holland, M.B., Drew, J.G., Zahawi, R.A., 2020. How feasible are global forest restoration commitments? *Conserv. Lett.* 13. <https://doi.org/10.1111/conl.12700>
- Fraccaroli, C., Marini Govigli, V., Briers, S., Peña Cerezo, N., Paz Jiménez, J., Romero, M., Lindner, M., Martínez de Arano, I., 2021. Climate data for the European forestry sector: From end-user needs to opportunities for climate resilience. *Clim. Serv.* 23, 100247. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100247>
- Friggens, N.L., Hester, A.J., Mitchell, R.J., Parker, T.C., Subke, J., Wookey, P.A., 2020. Tree planting in organic soils does not result in net carbon sequestration on decadal timescales. *Glob. Change Biol.* 26, 5178–5188. <https://doi.org/10.1111/gcb.15229>
- Girardin, C.A.J., Jenkins, S., Seddon, N., Allen, M., Lewis, S.L., Wheeler, C.E., Griscom, B.W., Malhi, Y., 2021. Nature-based solutions can help cool the planet — if we act now. *Nature* 593, 191–194. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01241-2>
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., ... & Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650.
- Grzybowski, M., Glińska-Lewczuk, K., 2020. The principal threats to the peatlands habitats, in the continental bioregion of Central Europe – A case study of peatland conservation in Poland. *J. Nat. Conserv.* 53, 125778. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125778>
- Holl, K.D., Brancalion, P.H.S., 2020. Tree planting is not a simple solution. *Science* 368, 580. <https://doi.org/10.1126/science.aba8232>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2016. Resolution 69 on Defining Nature-based Solutions (WCC-2016-Res-069). IUCN Resolutions, Recommendations and Other Decisions. 6–10 September 2016. World Conservation Congress Honolulu [online]. Hawai'i, United States of America. Jackson, Stephen T., 2021. Transformational

- ecology and climate change. *Science* 373, 1085–1086. <https://doi.org/10.1126/science.abj6777>
- Kueffer, C., 2017. Plant invasions in the Anthropocene. *Science* 358, 724. <https://doi.org/10.1126/science.aa06371>
- Lindner, M., Fitzgerald, J.B., Zimmermann, N.E., Reyer, C., Delzon, S., van der Maaten, E., Schelhaas, M.-J., Lasch, P., Eggers, J., van der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F., Psomas, A., Poulter, B., Hanewinkel, M., 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *J. Environ. Manage.* 146, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.030>
- Mishra, U., Hugelius, G., Shelef, E., Yang, Y., Strauss, J., Lupachev, A., Harden, J.W., Jastrow, J.D., Ping, C.-L., Riley, W.J., Schuur, E.A.G., Matamala, R., Siewert, M., Nave, L.E., Koven, C.D., Fuchs, M., Palmtag, J., Kuhry, P., Treat, C.C., Zubrzycki, S., Hoffman, F.M., Elberling, B., Camill, P., Veremeeva, A., Orr, A., 2021. Spatial heterogeneity and environmental predictors of permafrost region soil organic carbon stocks. *Sci. Adv.* 7, eaaz5236. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5236>
- Natole, M., Ying, Y., Buyantuev, A., Stessin, M., Buyantuev, V., Lapenis, A., 2021. Patterns of mega-forest fires in east Siberia will become less predictable with climate warming. *Environ. Adv.* 4, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100041>
- Nsikani, M.M., Novoa, A., van Wilgen, B.W., Keet, J.-H., Gaertner, M., 2017. *Acacia saligna* 's soil legacy effects persist up to 10 years after clearing: Implications for ecological restoration. *Austral Ecol.* 42, 880–889. <https://doi.org/10.1111/aec.12515>
- Overpeck, J.T., Breshears, D.D., 2021. The growing challenge of vegetation change. *Science* 372, 786–787. <https://doi.org/10.1126/science.abi9902>
- Pauleit, S., Zölch, T., Hansen, R., Randrup, T.B., Konijnendijk van den Bosch, C., (2017. Nature-Based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green. In: Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., Bonn, A. (eds) *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions.* Springer, Cham.
- Popkin, G., 2019. How much can forests fight climate change? *Nature* 565, 280–282. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00122-z>
- Qiu, C., Ciais, P., Zhu, D., Guenet, B., Peng, S., Petrescu, A.M.R., Lauerwald, R., Makowski, D., Gallego -Sala, A.V., Charman, D.J., Brewer, S.C., 2021. Large historical carbon emissions from cultivated northern peatlands. *Sci. Adv.* 7, eabf1332. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf1332>
- Rejmánek, M., Richardson, D.M., 2013. Trees and shrubs as invasive alien species – 2013 update of the global database. *Divers. Distrib.* 19, 1093–1094. <https://doi.org/10.1111/ddi.12075>
- Seebens, H., Blackburn, T.M., Dyer, E.E., Genovesi, P., Hulme, P.E., Jeschke, J.M., Pagad, S., Pyšek, P., Winter, M., Arianoutsou, M., Bacher, S., Blasius, B., Brundu, G., Capinha, C., Celesti-Grapow, L., Dawson, W., Dullinger, S., Fuentes, N., Jäger, H., Kartesz, J., Kenis, M., Kreft, H., Kühn, I., Lenzner, B., Liebhold, A., Mosena, A., Moser, D., Nishino, M., Pearman, D., Pergl, J., Rabitsch, W., Rojas -Sandoval, J., Roques, A., Rorke, S., Rossinelli, S., Roy, H.E., Scalera, R., Schindler, S., Štajerová, K., Tokarska-Guzik, B., van Kleunen, M., Walker, K., Weigelt, P., Yamanaka, T., Essl, F., 2017. No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nat. Commun.* 8, 14435. <https://doi.org/10.1038/ncomms14435>
- Sloan, T.J., Payne, R.J., Anderson, A.R., Bain, C., Chapman, S., Cowie, N., Gilbert, P., Lindsay, R., Mauquoy, D., Newton, A.J., Andersen, R., 2018. Peatland afforestation in the UK and consequences for carbon storage. *Mires Peat* 1–17. <https://doi.org/10.19189/MaP.2017.OMB.315>
- Stanek, M., Piechnik, Ł., Stefanowicz, A.M., 2020. Invasive red oak (*Quercus rubra* L.) modifies soil physicochemical properties and forest understory vegetation. *For. Ecol. Manage.* 472, 118253. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118253>
- Stanek, M., Stefanowicz, A.M., 2019. Invasive *Quercus robur* negatively affected soil microbial communities relative to native *Quercus robur* in a semi-natural forest. *Sci. Total Environ.* 696, 133977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133977>
- Terrer, C., Phillips, R.P., Hungate, B.A., Rosende, J., Pett-Ridge, J., Craig, M.E., van Groenigen, K.J., Keenan, T.F., Sulman, B.N., Stocker, B.D., Reich, P.B., Pellegrini, A.F.A., Pendall, E., Zhang, H., Evans, R.D., Carrillo, Y., Fisher, J.B., Van Sundert, K., Vicca, S., Jackson, R.B., 2021. A trade-off between plant and soil carbon storage under elevated CO<sub>2</sub>. *Nature* 591, 599–603. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03306-8>
- Thomas, C.D., Anderson, B.J., Moilanen, A., Eigenbrod, F., Heinemeyer, A., Quaipe, T., Roy, D.B., Gillings, S., Armsworth, P.R., Gaston, K.J., 2013. Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecol. Lett.* 16, 39–47. <https://doi.org/10.1111/ele.12054>
- van Wilgen, B.W., Richardson, D.M., 2014. Challenges and trade-offs in the management of invasive alien trees. *Biol. Invasions* 16, 721–734. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0615-8>
- Veselkin, D.V., Dubrovin, D.I., Pustovalova, L.A., 2021. High canopy cover of invasive *Acer negundo* L. affects ground vegetation taxonomic richness. *Sci. Rep.* 11, 20758. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00258-x>
- Wallingford, P.D., Morelli, T.L., Allen, J.M., Beaury, E.M., Blumenthal, D.M., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Early, R., Fusco, E.J., Goldberg, D.E., Ibáñez, I., Laginhas, B.B., Vilà, M., Sorte, C.J.B., 2020. Adjusting the lens of

invasion biology to focus on the impacts of climate-driven range shifts. *Nat. Clim. Change* 10, 398–405. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0768-2>

Zheng, B., Ciais, P., Chevallier, F., Chuvieco, E., Chen, Y., Yang, H., 2021. Increasing forest fire emissions despite the decline in global burned area. *Sci. Adv.* 7, eabh2646. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abh2646>