

FORÊT • NATURE



OUTILS POUR UNE GESTION RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS



Tiré à part du Forêt.Nature n° 161, p. 41-48

LES CONIFÈRES EXOTIQUES EN FORÊT WALLONNE : ÉTAT DES LIEUX DANS LES ARBORETUMS FORESTIERS

Aurore Fanal (GxABT-ULiège)



Les conifères exotiques en forêt wallonne : état des lieux dans les arboretums forestiers

Aurore Fanal | Grégory Mahy | Arnaud Monty | Adeline Fayolle
Biodiversité et Paysage (ULiège, Gembloux Agro-Bio Tech)

Les arboretums constituent des sites de choix pour voir émerger les futures essences invasives. À l'heure de la diversification des forêts, le choix d'implanter des essences résineuses exotiques ne devrait se faire qu'après une analyse de risque minutieuse. Pour une forêt résiliente, mieux vaut préférer les espèces indigènes avec des provenances variées.

Cyprès de Lawson, thuyas géants, séquoias, cèdres, cryptomères ou autres épicéas américains... De nombreuses parcelles forestières font étalage d'espèces parfois atypiques. La diversification des essences en forêt devient une préoccupation majeure pour les gestionnaires forestiers, afin d'augmenter la résilience de ces écosystèmes face aux changements climatiques et à la recrudescence de ravageurs. En ce qui concerne les essences résineuses, la flore belge indigène offrant peu de possibilités, il a fallu aller chercher ailleurs les essences à haut potentiel sylvicole. D'abord en Europe (épicéa commun, pins noirs, sapin pectiné...), puis en Amérique du Nord et en Asie avec le douglas, le mélèze du Japon, les sapins de Nordmann et de Vancouver par exemple. Vingt-cinq pourcent des plantations forestières dans le monde sont constituées d'essences exotiques, et la Belgique occupe la cinquième place européenne avec 27 % de sa surface concernée. Les espèces les plus utilisées en Europe sont le douglas, l'épicéa de Sitka et l'épicéa commun (hors de sa zone d'indigénat), le pin tordu (*pinus contorta*) ainsi que les mélèzes du Japon et hybride.

Ces essences fournissent de nombreux services écosystémiques et contribuent en général très positivement à l'économie locale, en fournissant du bois de qualité à un rythme soutenu pour peu que les pratiques sylvicoles et les stations soient adaptées. Cependant, elles peuvent aussi modifier profondément les écosystèmes indigènes et le cortège d'espèces qui les fréquentent, et contribuer à la propagation de maladies et ravageurs exotiques. De plus en plus de ligneux sont ainsi repris comme invasifs sur les listes européennes et nationales. En règle générale, ils sont problématiques dès lors qu'ils forment des peuplements denses dans des milieux naturels. Si les invasions d'arbres exotiques en milieux ouverts sont bien connues (robinier faux-acacia, *Buddleja davidii*...), il y a aussi de nombreuses espèces dryades (sciaphiles

et plus tardives dans la succession écologique) qui peuvent présenter un caractère envahissant une fois introduites dans des forêts matures peu perturbées.

Les espèces ligneuses exotiques envahissantes

Une espèce exotique envahissante est une espèce exotique introduite hors de son aire de répartition par l'activité humaine, de manière intentionnelle ou non, et qui s'est acclimatée, se reproduit de manière autonome et se disperse dans les milieux naturels. Pour les arbres, on considère qu'une espèce devient invasive à partir d'une dispersion de plus de 100 mètres en moins de 50 ans¹³. Une étude de 2014 identifie septante-six espèces d'arbres à caractère invasif en Europe¹². Ces espèces sont en général des ingénieurs des écosystèmes de par leur rôle structurant de l'écosystème forestier, et peuvent ainsi mener à des transformations importantes, notamment en termes de production et distribution de biomasse, décomposition de litière ou stockage de carbone⁸. En Afrique du Sud, les plantations de pins, acacias et eucalyptus ont diminué drastiquement les réserves en eau du sol et augmenté les fréquences d'incendies. Chez nous, le robinier faux-acacia change le cycle des nutriments en fixant l'azote dans le sol, et appauvrit considérablement les communautés végétales dans les milieux ouverts envahis. Même si ces espèces sont éliminées à un endroit donné, les conditions abiotiques d'origine sont difficiles à restaurer. Les arbres exotiques peuvent également agir comme des points d'entrée pour des ravageurs, comme ce fut le cas avec la chalarose du frêne lors de l'importation de frênes asiatiques. Aux États-Unis, on chiffre à 4,2 milliards de dollars par an les pertes dues aux ravageurs exotiques en forêt, or la plupart ont été importés involontairement lors de l'introduction de nouvelles essences.

RÉSUMÉ

Pour pallier au déclin de la productivité des grandes essences wallonnes, de plus en plus de parcelles forestières sont diversifiées à l'aide d'essences exotiques provenant d'Asie et d'Amérique du Nord. Cependant, les risques liés à de telles introductions ne sont pas négligeables : propagation de pathogènes, appauvrissement de la biodiversité, émergence de nouvelles espèces invasives... Une étude a été menée dans huit arboretums forestiers wallons afin de

quantifier la régénération naturelle de conifères exotiques. Six espèces présentent un potentiel envahissant, particulièrement le tsuga hétérophylle et le sapin de Vancouver, qui se dispersent également sur de longues distances. Afin d'éviter les impacts négatifs sur nos écosystèmes naturels et préserver la multifonctionnalité de nos forêts, la plantation d'espèces exotiques doit être mûrement réfléchie et précédée d'analyses de risques rigoureuses.

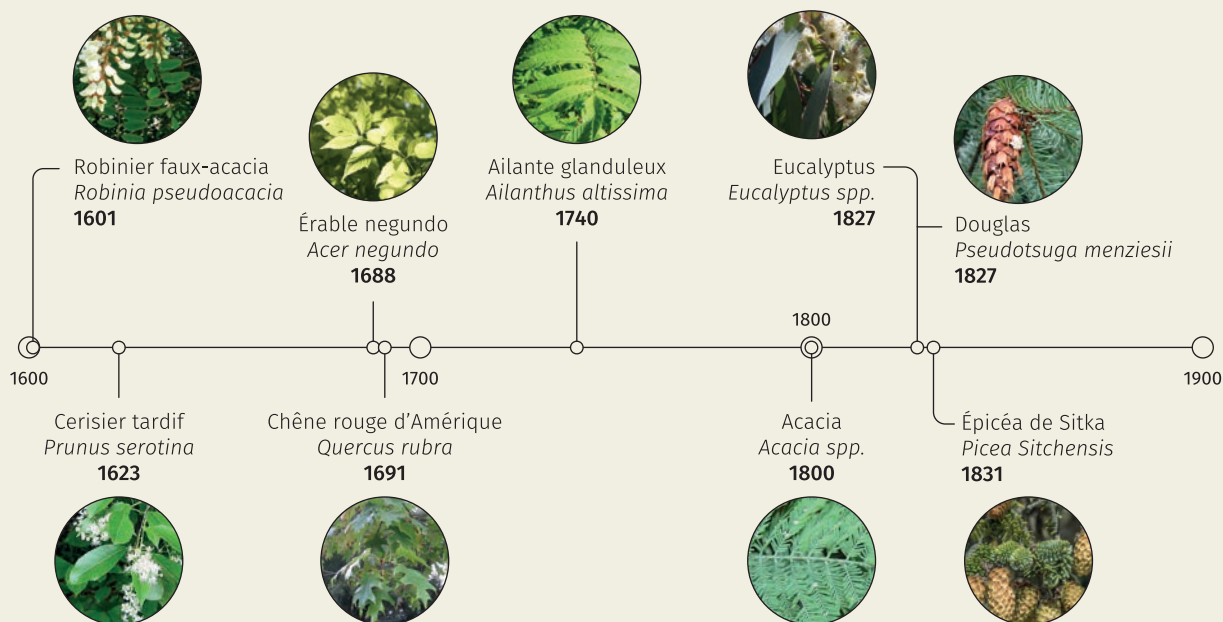


Figure 1. Année d'introduction de quelques-unes des principales espèces d'arbres à caractère invasif en Europe⁷.

Ces invasions sont souvent détectées de manière tardive, car le temps de latence entre l'introduction et l'invasion d'espaces naturels peut être très long pour les ligneux (170 ans en moyenne pour les arbres selon une étude allemande⁶). La sylviculture est la deuxième voie d'entrée d'arbres invasifs en Europe après l'horticulture. En effet, les espèces sélectionnées pour leur intérêt sylvicole présentent en général une bonne adéquation avec la zone d'introduction ainsi qu'un taux de croissance important, deux caractéristiques augmentant le potentiel invasif. De plus, les individus sont souvent plantés en nombre, ce qui augmente la pression de propagule et donc le risque de naturalisation d'une espèce¹⁰. Les parcelles forestières et arboretums agissent ainsi comme de véritables points d'entrée pour de futures invasives, qui « s'échappent » des cultures et forment des populations pérennes dans les milieux naturels adjacents. Heureusement, seule une faible proportion des exotiques importées finira par devenir invasive et causer des dommages à la biodiversité indigène. Cependant, les impacts sur les milieux naturels et les coûts de gestion peuvent être élevés si l'invasion est détectée trop tard. C'est pourquoi il est important de mettre en place des programmes de détection rapide de régénération d'exotiques hors des plantations, via notamment une série de sites sentinelles. Les arboretums forestiers peuvent justement jouer un rôle clé pour ce monitoring.

Les arboretums wallons, des expériences grandeur nature

Si l'on parle beaucoup de diversification des essences depuis quelques années, la réflexion avait déjà commencé il y a plus d'un siècle, lorsque l'Administration des eaux et forêts a mis en place un réseau d'une vingtaine d'arboretums forestiers entre 1890 et 1918. L'objectif de ces essais était de tester le potentiel sylvicole de nombreuses essences feuillues et résineuses, indigènes et exotiques, dans différentes régions biogéographiques de Wallonie. Pour les arboretums proches de zones plus urbaines, telles que Profondeville ou Seraing, des espèces à vocation plus ornementales étaient également plantées, par exemple des érables japonais au feuillage coloré.

Pour préserver ces sites à forte valeur scientifique et patrimoniale, le Projet Arboreta, porté par le Earth & Life Institute (UCLouvain) et le DNF (SPW ARNE) a été lancé il y a quelques années afin d'entre autres actualiser l'inventaire et la cartographie des arboreta¹⁴. Ce fut l'occasion pour des chercheurs de Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège) d'étudier ces plantations dans le but de détecter d'éventuels débuts d'invasions biologiques³.

Des essences déjà reconnues comme invasives avaient été identifiées dans les arboreta forestiers pu-

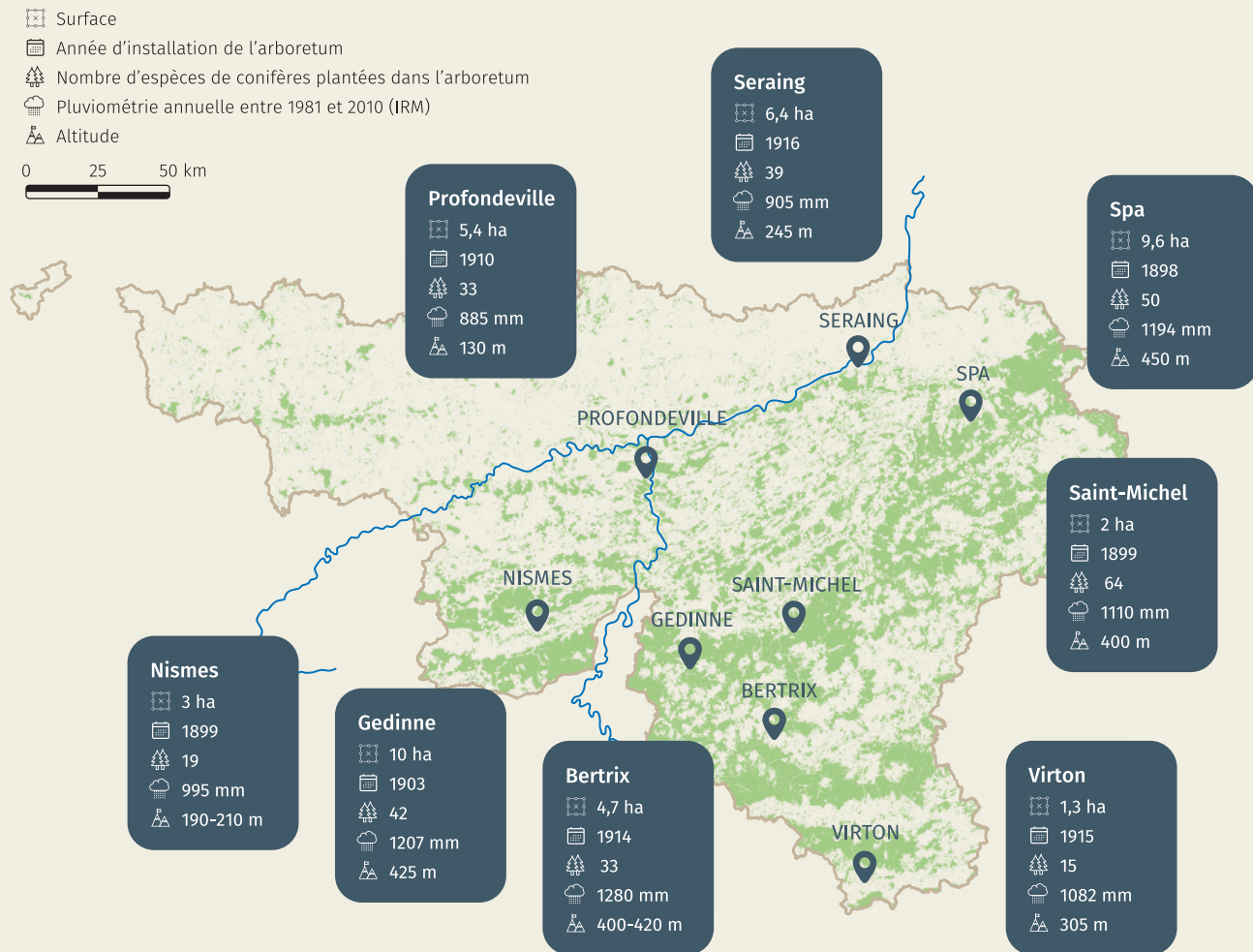


Figure 2. Localisation et description des huit arboreta sélectionnés pour l'étude.

blics, comme par exemple le cerisier tardif, le chêne rouge, le robinier faux-acacia ou l'érable jaspé de gris (*Acer rufinerve*), ce dernier ayant déjà été la cible de gestion dans l'arboretum de Seraing. Cependant, peu d'informations étaient disponibles sur le caractère invasif de conifères, malgré une régénération parfois abondante sur les sites.

Huit arboreta forestiers ont été sélectionnés pour l'étude de la régénération et de la dispersion de résineux exotiques, situés à Seraing, Spa, Profondeville, Nismes, Gedinne, Saint-Michel, Bertrix et Virton. La taille de ces arboreta varie entre 1,3 et 10 hectares, avec 69 % de l'espace planté en conifères exotiques. La régénération naturelle fut caractérisée tous les 30 mètres dans des cercles de 2 mètres de rayon, dans les sites ainsi que dans une zone tampon de 100 mètres autour de ceux-ci. Des informations sur l'ouverture du couvert, le pH du sol et l'épaisseur de litière furent également récoltées pour chaque point d'échantillonnage.

Régénération naturelle de conifères dans les arboreta

Au total, 4148 plants résineux exotiques de 31 espèces différentes furent mesurés dans 1109 points d'échantillonnage. Les espèces les plus abondantes étaient le tsuga hétérophylle (*Tsuga heterophylla*) avec 1729 individus et le sapin de Vancouver (*Abies grandis*) avec 915 individus. À l'opposé, pour quinze espèces fréquemment plantées (telles que *Sequoiadendron giganteum*, *Cedrus libani* ou encore *Picea rubens*), aucune régénération ne fut observée.

Si la plupart des plants issus de la régénération naturelle étaient proches des plantations, plusieurs espèces ont été trouvées à plus de 100 mètres des plantations où elles ont été introduites, et même plus de 200 mètres pour le thuya géant, le douglas et le tsuga hétérophylle, voire 300 mètres pour le sapin de Vancouver. À l'inverse, les sapins de Nordmann issus de la régénération naturelle étaient trouvés seulement au pied des arbres-mères, et ne dépassaient pas le stade de plante.

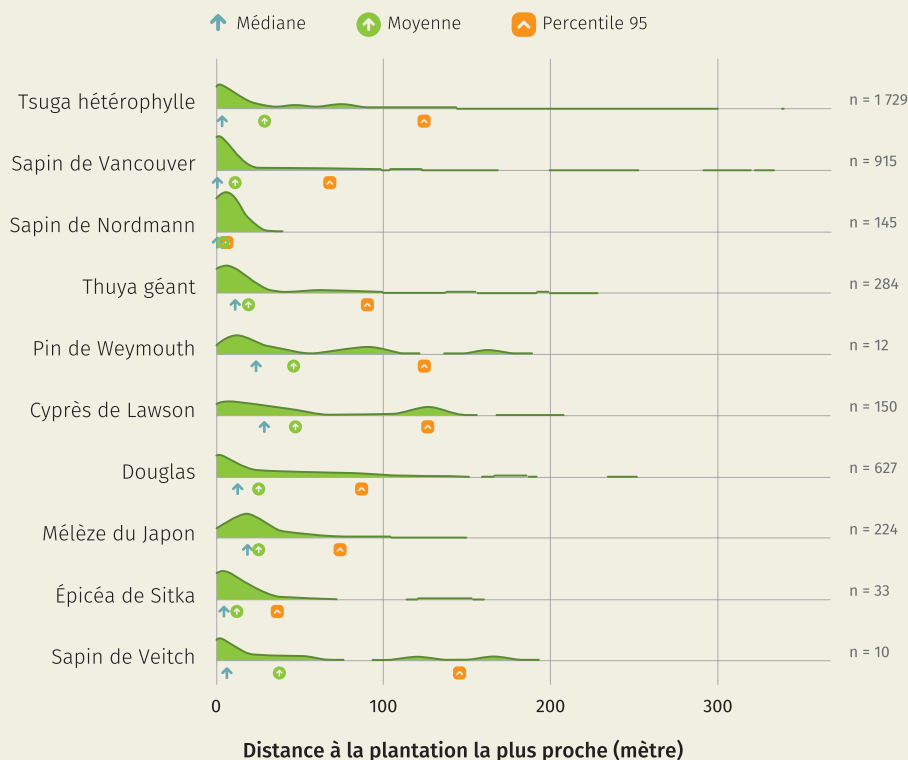


Figure 3. Distance de la régénération naturelle observée à la plantation la plus proche (n = nombre d'individus)³.

Figure 4. Des plantations d'espèces exotiques sont protégées des aléas environnementaux et produisent régulièrement des graines qui sont dispersées. Certaines d'entre elles finissent par former de nouvelles populations qui s'étendront ; cependant, la plupart échoueront à produire de nouvelles populations (croix rouges)⁹.



La majorité des plants trouvés mesuraient moins de 130 cm (93 %), mais des individus de plus de 20 cm de diamètre à hauteur de poitrine furent aussi détectés pour le cyprès de Lawson, le douglas, le thuya géant, le mélèze du Japon et le tsuga hétérophylle. Certains étaient même matures, et donc capables de se reproduire et créer de nouvelles populations, parfois à plus de 100 mètres des plantations initiales.

Six espèces de conifères présentent donc un potentiel envahissant sur base des données récoltées dans les huit arboretums : le tsuga hétérophylle et le sapin de Vancouver sont les deux espèces possédant la plus importante combinaison d'abondance de régénération et de distance de dispersion, suivis par le thuya géant, le cyprès de Lawson, le mélèze du Japon et le douglas. Ces six espèces se régénèrent dans une large gamme de conditions environnementales observées sur le terrain, notamment sous des couverts forestiers fermés. Cette tolérance à l'ombre est particulièrement marquée chez le tsuga hétérophylle, une

essence sciaphile par excellence. Si ce dernier préfère les sols frais, le sapin de Vancouver, lui, sait s'accommoder de sols plus secs, comme sur les hauteurs de l'arboretum de Nismes. Cette capacité pourrait lui donner un avantage dans le contexte de changement climatique amené par des printemps et étés plus secs.

La régénération de ces conifères exotiques semble être fortement facilitée par un couvert résineux, alors qu'elle est très difficile sous hêtraie. Les forêts indigènes dominées par le hêtre pourraient donc agir comme des barrières à la dispersion des conifères quand elles entourent les plantations.

Et ailleurs en Europe ?

Une étude allemande sur le douglas¹ recommande de ne pas planter l'espèce près de milieux naturels sensibles tels que les forêts thermophiles, éboulis

rocheux et pelouses sèches. Le cyprès de Lawson et le thuya sont considérés comme assez envahissants en Écosse, mais heureusement faciles à gérer. Concernant le tsuga hétérophylle, une étude norvégienne le définit comme très envahissant à cause de sa propension à se propager dans les mises à blanc et les plantations adjacentes. En Écosse, la *Forestry Commission Scotland*⁴ a également émis une série de recommandation sur la gestion des essences de production exotiques. Le tsuga est considéré comme très envahissant, et sa régénération doit être gérée pour éviter l'invasion de milieux naturels. En effet, l'espèce assombrit les sous-étages forestiers et forme une épaisse litière qui ne permet plus d'autres régénérations que la sienne, menant ainsi à une importante perte de diversité floristique. Tout comme le sapin de Vancouver et le thuya géant, cette espèce demandera plus d'interventions de la part des gestionnaires pour éviter l'étalement de la régénération, et il est donc conseillé de la remplacer par une espèce moins envahissante.

Les conflits d'intérêt

Comme dit précédemment, les arbres exotiques présentent un énorme potentiel de diversification pour la production de bois, l'horticulture et autres débouchés économiques... Mais également de nombreux risques à la fois économiques et environnementaux (encart 1). Les conflits d'intérêts deviennent encore plus complexes lorsque les externalités positives se multiplient (comme par exemple avec le robinier faux-acacia : production de miel, bois d'excellente qualité, intérêt ornemental... mais impact important sur des milieux ouverts d'intérêt biologique). Du côté des impacts négatifs sur les écosystèmes, les études quantitatives manquent souvent, et il est ainsi difficile de bien faire la balance des externalités positives et négatives. Chaque introduction d'espèce exotique doit donc être mûrement réfléchi et précédée d'analyses de risque rigoureuses, afin de protéger les milieux naturels sensibles et éviter l'introduction de pathogènes et ravageurs qui augmenteraient encore la pression subie par nos forêts wallonnes.

Encart 1. Balance bénéfiques/risques : cas de la Grande-Bretagne

Si des espèces importées dans un but de production sylvicole se révelent envahissantes dans les milieux naturels, les conflits d'intérêt peuvent apparaître. La Grande-Bretagne possède une longue histoire d'utilisation d'arbres exotiques, notamment des résineux. L'épicéa de Sitka est d'ailleurs l'essence la plus représentée dans les forêts de production. Depuis quelques années, les autorités britanniques encouragent les forestiers à utiliser de nouvelles espèces exotiques pour augmenter la résilience des forêts. Une étude réalisée par ENNOS *et al.* en 2019² a analysé la balance bénéfiques/risques liée à l'introduction de ces nouvelles essences.

Des arguments favorables à une diversification des essences utilisées sont le maintien de la productivité de la forêt dans le contexte de changement climatique, ainsi que l'augmentation de la résilience des forêts face aux événements sanitaires. Aussi, il s'agirait de sauvegarder de la biodiversité en remplaçant une espèce native menacée par une espèce exotique apparentée (par exemple pour les frênes,

les ormes...), en conservant ainsi un cortège d'espèces associées.

Cependant, l'étude pointe également des contre-arguments. Les introductions de nouvelles espèces se basent souvent sur des essais réalisés sur de petites parcelles peu représentatives, avec un manque de tests de provenances, ce qui peut mener à de véritables échecs à plus grande échelle. Si les premières générations peuvent être prometteuse, il ne faut généralement pas longtemps avant que les maladies et ravageurs indigènes s'attaquent à l'espèce introduite. Des pathogènes exotiques introduits conjointement peuvent également être amenés et attaquer les espèces exotiques et natives de manière imprévisible. Au niveau biodiversité, les essences exotiques n'abritent pas le même cortège d'espèces que les espèces indigènes (invertébrés, champignons, microbiote du sol), et représentent donc en général un mauvais substitut en homogénéisant la biodiversité globale. Si elles deviennent invasives, elles peuvent également modifier le fonctionnement des écosystèmes et réduire la diversi-

té biologique. Quatre arbres figurent d'ailleurs sur la liste des « 100 pires espèces invasives en Europe » du projet DAISIE (*Delivering alien invasive species in Europe*) : il s'agit du mimosa d'hiver (*Acacia dealbata*), de l'ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*), du cerisier tardif (*Prunus serotina*) et du robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*). Les espèces sciaphiles peuvent également complètement modifier l'ambiance forestière en excluant les autres espèces ligneuses et herbacées du sous-bois, comme c'est observé avec le tsuga hétérophylle, et présentent donc le risque le plus élevé pour les écosystèmes forestiers.

L'étude conclut que l'utilisation d'espèces exotiques ne devrait être possible qu'après une évaluation précise des risques économiques et écologiques. Les systèmes sylvicoles facilitant l'adaptation des espèces natives au changement climatique et favorisant la biodiversité associée devraient être privilégiés, car plus sûrs et efficaces.



Encart 2. Le code de conduite sur les forêts de production, un outil d'accompagnement


Dans un précédent numéro de Forêt. Nature⁵, nous parlions du code de conduite sur les espèces invasives en Belgique du projet LIFE AlterIAS et de son intérêt pour la préservation des écosystèmes forestiers. À l'échelle européenne, un code de conduite pour les pépinières d'ornement a également été mis au point en 2009 (*Code of conduct on horticulture and invasive alien plants*). Afin de le compléter, le Conseil de l'Europe a récemment publié le Code de conduite sur les plantations forestières et arbres exotiques envahissants (*Code of Conduct*

on Planted Forests and Invasive Alien Trees), dont l'objectif est d'encourager les autorités nationales à implémenter des principes de prévention et d'atténuation des risques liés aux arbres invasifs dans les plantations forestières.

Ce code est destinés aux acteurs du secteur forestier et des politiques des 47 états membres du Conseil de l'Europe, afin d'amener à une coopération pour éviter de nouvelles introductions et réduire, contrôler et atténuer les impacts négatifs dus aux arbres exotiques envahissants en forêt. Il est

également destiné aux gestionnaires d'arboretums et jardins comprenant de grandes collections d'arbres exotiques.

Ce rapport ainsi que d'autres codes de conduite concernant les espèces exotiques envahissantes sont disponibles sur la page du *Groupe d'experts sur les Espèces exotiques envahissantes*, sur le site du Conseil de l'Europe :

www.coe.int/fr/web/bern-convention/on-invasive-alien-species 



<p>Objectifs de développement durable des Nations-Unies</p>										
<p>Objectifs principaux du code de conduite</p>	<p>PRÉVENIR L'INTRODUCTION DES ESPÈCES D'ARBRES EXOTIQUES ENVAHISSANTS</p>			<p>PRÉVENIR ET ATTÉNUER LES RISQUES DE DISSÉMINATION D'ARBRES EXOTIQUES</p>			<p>ATTÉNUER LES IMPACTS NÉGATIFS DES ARBRES EXOTIQUES ENVAHISSANTS</p>			
<p>Recommandations du code de conduite</p>	<p>1. Utiliser des arbres indigènes, ou au moins non invasifs, à la place d'espèces exotiques envahissantes.</p>			<p>2. Connaître et respecter les réglementations internationales, nationales et régionales concernant les espèces d'arbres exotiques.</p>						
	<p>3. Être conscient du risque d'invasion et tenir compte des évolutions du changement global.</p>			<p>4. Concevoir et adopter des pratiques adaptées pour la sélection des sites de plantation et la gestion sylvicole.</p>			<p>5. Promouvoir et mettre en œuvre des programmes de détection précoce et de réaction rapide.</p>			
	<p>7. Dialoguer avec les parties prenantes sur le risque posé par les arbres exotiques envahissants, leurs impacts et les options de gestion.</p>						<p>6. Concevoir et adopter des pratiques adaptées pour le contrôle des arbres exotiques envahissants, la restauration des habitats et la gestion des écosystèmes fortement modifiés.</p>			
	<p>8. Développer et soutenir les réseaux mondiaux, la recherche collaborative et le partage d'informations sur les arbres indigènes et exotiques.</p>									

POINTS-CLEFS

- ▶ La sylviculture est une importante voie d'entrée d'arbres invasifs en Europe, qui peuvent modifier le fonctionnement des écosystèmes, appauvrir la biodiversité indigène et propager des pathogènes.
- ▶ Une étude menée dans huit arboretums forestiers wallons identifie six espèces de conifères potentiellement invasives, dont le tsuga hétérophylle et le sapin de Vancouver.
- ▶ La surveillance des essences exotiques via des sites sentinelles permet de détecter les espèces invasives quand leur gestion est encore possible.
- ▶ Pour une forêt résiliente, mieux vaut préférer les espèces indigènes avec des provenances variées ou des exotiques reconnues comme non invasives après une analyse de risque rigoureuse.

Un exemple de nouveau conifère exotique envahissant : le tsuga hétérophylle

De par son tempérament sciaphile, le tsuga peut envahir silencieusement des écosystèmes forestiers fermés, à rythme relativement lent et donc souvent détecté tardivement. Ce phénomène est encore facilité par les plantations de conifères, qui représentent 48 % des plantations en Wallonie. De grandes plages de régénération ont ainsi été observées près des arboretums de Gedinne et de Spa. À Bouillon, un versant nord de colline est entièrement colonisé par l'espèce, empêchant toute autre régénération et rendant les déplacements difficiles. Même situation à Vielsalm, où des mesures sont prises pour limiter ce phénomène. ■

Poursuivre avec l'article de Raphaël Thunus : « Gestion des arbres exotiques envahissants : exemple du tsuga hétérophylle dans la forêt domaniale du Grand-Bois à Vielsalm », p. 49 dans ce même numéro.

Bibliographie

- ¹ Bindewald A., Michiels H.-G. (2016). Quantifying invasiveness of Douglas fir on the basis of natural regeneration in south-western Germany. In: Krumm F, Vítková L (Eds), *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest institute, p. 330-343. 
- ² Ennos R., Cottrell J., Hall J., O'Brien D. (2019). Is the introduction of novel exotic forest tree species a rational res-

ponse to rapid environmental change ? - A British perspective. *Forest Ecology and Management* 432 : 718-728.

- ³ Fanal A., Mahy G., Fayolle A., Monty A. (2021). Arboreta reveal the invasive potential of several conifer species in the temperate forests of western Europe. *NeoBiota* 64 : 23-42. 
- ⁴ Forestry Commission Scotland (2015). *Managing invasive and non-native forestry species*. Forestry Commission Scotland, 35 p. 
- ⁵ Halford M., Mahy G. (2012). Le code de conduite sur les plantes invasives. Une nouvelle approche préventive pour le secteur forestier. *Forêt Wallonne* 118 : 3-13. 
- ⁶ Kowarik I. (1995). *Time lags in biological invasions with regard to the success and failure of alien species*. In: Pyšek P, Prach K, Rejmánek M, Wade M (Eds), *Plant Invasions - General Aspects and Special Problems*. SPB Academic Publishing, p. 15-38. 
- ⁷ Krumm F., Vítková L. (2016). *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest Institute, 423 p. 
- ⁸ Lamarque L.J., Delzon S., Christopher J.L. (2011). Tree invasions : a comparative test of the dominant hypotheses and functional traits. *Biological Invasions* 13 : 1969-1989. 
- ⁹ Mack R.N. (2005). Predicting the Identity of Plant Invaders: Future Contributions from Horticulture. *HortScience* 40 : 1168-1174. 
- ¹⁰ Pyšek P. (2016). *What determines the invasiveness of tree species in central Europe ?* In: Krumm F, Vítková L (Eds), *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest Institute, p. 68-77. 
- ¹¹ Rejmánek M. (2014). Invasive trees and shrubs: Where do they come from and what we should expect in the future ? *Biological Invasions* 16 : 483-498. 
- ¹² Richardson D.M., Hui C., Nuñez M.A., Pauchard A. (2014) Tree invasions : patterns, processes, challenges and opportunities. *Biological Invasions* 16 : 473-481.
- ¹³ Richardson D.M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants : concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6 : 93-107. 
- ¹⁴ Scholzen É., Lhoir P., Ponette Q., Vincke C. (2017). Projet Arboreta. Analyser le potentiel des arboretums forestiers publics de Wallonie pour valoriser ce patrimoine naturel. *Forêt.Nature* 143 : 20-27.

Crédits photos. A. Fanal (p. 41), Wikimedia (p. 43).

Aurore Fanal
Grégory Mahy
Arnaud Monty
Adeline Fayolle
 aurore.fanal@uliege.be

Biodiversité et Paysage
 Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège)
 Passage des Déportés 2 | B-5030 Gembloux