

L'ailante en Suisse

Écologie et options de gestion

Simon Knüsel, Jan Wunder, Christine Moos, Luuk Dorren, Massimiliano Schwarz, Daniela Gurtner, Marco Conedera



Fig. 1. Des ailantes dans la ville de Zurich.

Lorsque des espèces se propagent vite et de façon incontrôlée en dehors de leur aire d'origine, elles peuvent provoquer des dégâts écologiques, sanitaires ou économiques. En raison du manque d'expérience, la gestion des espèces exotiques envahissantes est souvent liée à des incertitudes. La prévention et la détection précoce sont par là même importantes pour empêcher leur propagation. Si une espèce envahissante est déjà répandue à l'échelle régionale, il conviendra de se concentrer sur les impacts écologiques, économiques ou sanitaires pertinents afin de limiter au maximum les répercussions négatives éventuelles. L'ailante glanduleux (fig. 1) est considéré comme espèce envahissante en Suisse et se trouve sur la liste noire des néophytes envahissantes d'Info Flora (BUHOLZER *et al.* 2014). Il figure aussi sur la liste des espèces végétales envahissantes de l'OEPP (Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes) et, depuis 2019, sur la «liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes pour l'Union européenne» de l'UE. La répartition de l'ailante est très inégale en Suisse, certaines zones étant dépourvues de cette essence alors que d'autres comptent de nombreuses populations établies. En maints endroits, la gestion de l'ailante repose principalement sur son retrait préventif et sur son endiguement. Lorsque le retrait de tous les ailantes dépasse les moyens disponibles, des approches de gestion différenciées s'avèrent nécessaires.

Origine et écologie

L'ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*) est une essence dioïque (les individus sont soit mâles soit femelles) à feuilles caduques qui peut facilement être distinguée des autres essences par ses folioles entières (voir la «fiche descriptive de l'ailante» et la fig. 6). L'ailante est originaire de Chine où son aire de répartition couvre de vastes parties du pays (KOWARIK et SÄUMEL 2013). Il est toutefois rarement présent dans les forêts naturelles (FANG *et al.* 2012), ce qui est sans doute lié à son caractère pionnier. En Chine, il apparaît le plus souvent dans les zones urbaines le long des routes, ou de façon spontanée sur les surfaces rudérales. Dans sa région d'origine, l'ailante pousse aussi dans les sites très secs et chauds (à partir d'environ 200 mm de précipitations annuelles; fig. 2).

Biologie de la reproduction

Les arbres femelles adultes produisent jusqu'à un million de graines ailées (WICKERT *et al.* 2017), principalement disséminées par le vent (fig. 3). Les distances parcourues par les graines ailées sont le plus souvent inférieures à 150 m (LANDENBERGER *et al.* 2006), mais peuvent dépasser 500 m en présence d'un vent fort (épisodes de foehn par exemple). Lors d'une propagation secondaire le long de routes (forestières), autoroutes et lignes de chemin de fer, les graines peuvent être transportées sur plusieurs kilomètres (VON DER LIPPE et KOWARIK 2007). Au bord de cours d'eau, une diffusion est aussi possible par voie fluviale (KOWARIK et SÄUMEL 2008). Dans la litière, les graines sont capables de germer pendant six ans et de constituer ainsi une banque de graines (REBBECK et JOLLIFF 2018).

L'ailante se propage très bien par ses drageons et peut rejeter de souche (voir fig. 13). La multiplication végétative a surtout lieu à la suite de blessures à la tige ou aux racines. Une dissémination via les fragments racinaires lors de l'extraction de plants est également possible.

Établissement

L'ailante est le plus concurrentiel sur les surfaces rudérales et dans les milieux découverts à forte disponibilité en lumière. Lors de son établissement, il profite de différentes perturbations à l'extérieur (friches, chantiers par exemple) et à l'intérieur de la forêt (interventions forestières, chablis, incendie de forêt notamment; fig. 4). En forêt, l'ailante est favorisé à petite échelle par une mince couche de litière et une faible concurrence de la part

d'autres essences (dans des sites rocheux en particulier).

Avec de grandes quantités de graines disponibles, l'ailante se développe aussi dans des endroits semi-ombragés. À partir d'un taux de couverture de la canopée de 85 %, la probabilité pour l'ailante de s'implanter diminue toutefois de façon considérable. Les individus des endroits semi-ombragés dépérissent en moyenne au bout de 3 (à 7) ans (KNÜSEL *et al.* 2019).

Dans des zones à forte pression exercée par le gibier (dans le canton du Tessin notamment), les jeunes ailantes, comparés à d'autres essences, ne subissent que de faibles dégâts d'abroussement parce que le plus souvent l'ailante, en tant que nouvelle espèce, attire peu l'attention du gibier.

Des analyses en laboratoire indiquent que les jeunes ailantes entravent la croissance de la végétation concurrente en excréant des substances allélopathiques (LAWRENCE *et al.* 1991). Sur le terrain toutefois, les effets sont souvent moins marqués et dépendent fortement du site et des espèces concernées (MEDINA-VILLAR *et al.* 2017).

Croissance

Grâce à sa rapide croissance en hauteur qui, chez les semis, peut atteindre 2 à 3 mètres par an lorsque la disponibilité en lumière est grande, l'ailante présente, surtout dans sa jeunesse, des avantages concurrentiels par rapport aux autres essences (fig. 5). Une forte disponibilité en lumière entraîne aussi une rapide croissance en diamètre. Dans les peuplements forestiers plus denses, cette dernière est souvent moindre et peut tout à fait être inférieure à celle des espèces concurrentes

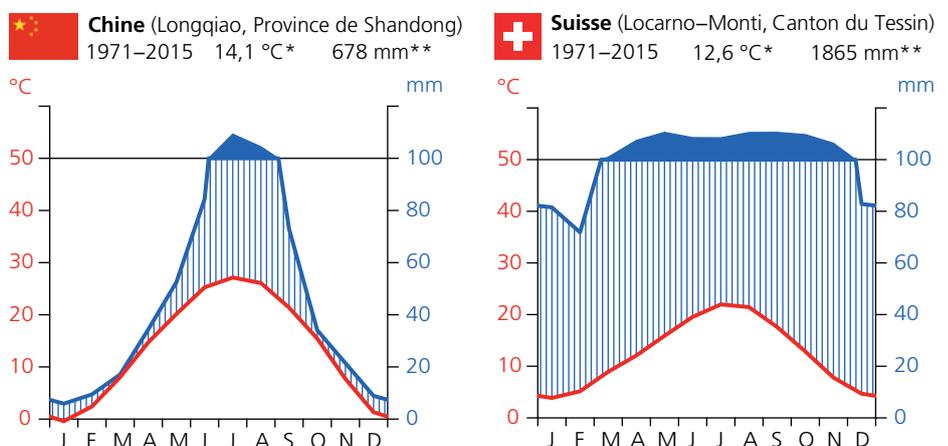


Fig. 2. Diagrammes climatiques de sites présentant des peuplements de l'ailante en Chine (à gauche) et en Suisse (à droite), pour la période allant de 1971 à 2015.

* température moyenne annuelle; **précipitations annuelles.

dont le châtaignier, *Castanea sativa*. Dans les parcs ou les villes, le diamètre des ailantes peut atteindre 150 cm (KASSON *et al.* 2013) aux âges les plus avancés, soit à 100 ou 120 ans (l'âge maximal est de 170 ans environ; BRUNNER (2009).

Tolérance à la sécheresse

L'ailante possède une grande tolérance à la sécheresse, déjà marquée au stade du rajeunissement (TRIFILÒ *et al.* 2004). Au Tessin, pendant les années de sécheresse de 1976 et 2003, la croissance en diamètre des ailantes adultes – contrairement à celle des châtaigniers – n'a pas fortement chuté (KNÜSEL *et al.* 2015).

Agents pathogènes et mortalité

Sur certains sites, les ailantes adultes sont fréquemment infestés par la pourriture du cœur (PLOZZA et SCHMID 2012). La proportion d'ailantes contaminés est le plus souvent comparable à celle des autres essences sur des sites similaires (KNÜSEL *et al.* 2015). On ne sait pas encore vraiment quels facteurs spécifiques au site influencent la fréquence de la pourriture du cœur. Jusqu'à présent, différents pourridiés ont été identifiés sur des ailantes au Tessin (par exemple le schizophylle commun, *Schizophyllum commune*).

Des champignons responsables de la maladie du flétrissement, appartenant au genre *Verticillium*, occasionnent des dégâts plus importants. En Autriche et en Italie (Tyrol du Sud, Trentin et Toscane), ils ont entraîné le dépérissement de certains peuplements de l'ailante (MASCHEK et HALMSCHLAGER 2017, PISUTTU *et al.* 2020). À ce jour, aucun champignon *Verticillium* n'a été détecté dans les peuplements suisses de l'ailante.

Impacts sur les services écosystémiques

En fonction de l'habitat, des objectifs d'exploitation et des exigences sociétales, les mêmes caractéristiques écologiques de l'ailante peuvent être évaluées de manière différente.

Biodiversité

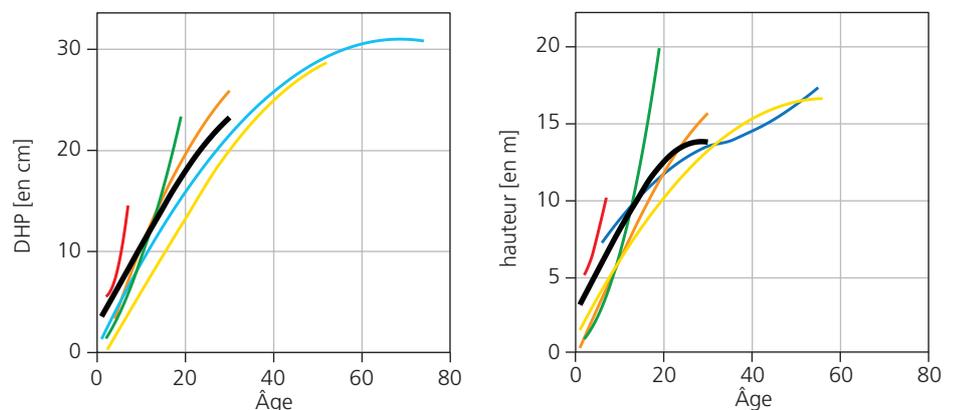
L'ailante a souvent un impact négatif sur la diversité végétale des sites colonisés (MOTARD *et al.* 2011) et peut réduire les services écosystémiques du sol (CONSTÁN-NAVA *et al.* 2014). En dehors de la forêt, notamment sur les terrains découverts à



Fig. 3. Graines ailées de l'ailante.



Fig. 4. Rajeunissement de l'ailante à la suite de perturbations naturelles. À gauche: de jeunes ailantes dans une clairière de chablis au sein d'une châtaigneraie. À droite: rajeunissement sur une surface incendiée à Cugnasco (TI), dix ans après le feu. Les ailantes s'imposent surtout dans des sites touchés par des feux de forte intensité du fait de la rapide mortalité du vieux peuplement de hêtres.



Suisse: — ARNABOLDI *et al.* (2003) — KNÜSEL *et al.* (2015) — ROMANO (2014) — SPIESS (2014)
 Italie: — SPERANZINI (1937) USA: — ILICK et BROUSE (1926) — Ø de l'ensemble des sites

Fig. 5. Croissance en hauteur et en diamètre de francs-pieds de l'ailante sur différents sites. Les lignes de couleur représentent les différents sites. La ligne noire indique la moyenne de l'ensemble des sites (elle n'apparaît que dans la mesure où des données issues d'au moins trois sites sont encore disponibles).

Fiche descriptive de l'ailante glanduleux (*Ailanthus altissima*)

- **Origine:** principalement le sud-est de la Chine
- **Hauteur maximale:** 30 m environ
- **Âge maximal:** 100 à 170 ans au maximum
- **Biologie de la reproduction:** arbre dioïque. Production de graines sur des terrains découverts à partir de l'âge de 4 ans environ, en peuplement à partir de 10–20 ans; forte augmentation du nombre de graines avec l'accroissement du DHP, > 100 000 graines par arbre à partir de 30 cm de DHP environ, WICKERT *et al.* (2017). Fort potentiel de propagation végétative via les rejets de souche et les drageons.
- **Tolérance à l'ombre:** dans sa prime jeunesse, une essence de semi-lumière (tolérance à la mi-ombre du rajeunissement végétatif), essence nettement héliophile par la suite.
- **Sol:** aucune exigence par rapport au substrat et aux nutriments, meilleure croissance obtenue sur les sols argileux riches en nutriments. Évite les sols constamment humides (KOWARIK et SÄUMEL 2007).
- **Chaleur:** essence tributaire de la chaleur, seuil à partir d'environ 9–10°C de température moyenne annuelle (les degrés cumulés pendant la période de végétation sont prépondérants, > ~20 jours avec une température au-delà de 15°C; KOWARIK et BÖCKER 1984).
- **Précipitations:** essence fréquente à partir d'environ 500 mm de précipitations annuelles (quantité minimale avoisinant 200 mm). L'ailante possède une forte tolérance à la sécheresse (KOWARIK et SÄUMEL 2007).
- **Gel:** résistance moyenne au gel, les jeunes plantes sont vulnérables au gel tardif. Les arbres adultes survivent à des froids hivernaux pouvant descendre jusqu'à –30°C (KOWARIK et SÄUMEL 2007).
- **Croissance:** accroissement de la hauteur en pleine lumière pouvant atteindre 2–3 m (semis) ou 4 m par an (rejets de souche).
- **Qualité du bois:** aspect, transformation et propriétés mécaniques similaires à ceux du frêne (*Fraxinus excelsior*; MÜLLER *et al.* (2015); pouvoir calorifique comparable à celui de l'épicéa (SCHUMACHER *et al.* 2010).
- **Agents pathogènes:** champignons *Verticillium* responsables de la maladie du flétrissement, divers agents pathogènes du pourridié et parasites sources d'affaiblissement.
- **Allergènes:** les pollens (BALLERO *et al.* 2003) et la sève de l'ailante (DERRICK et DARLEY 1994) peuvent déclencher des réactions allergiques.

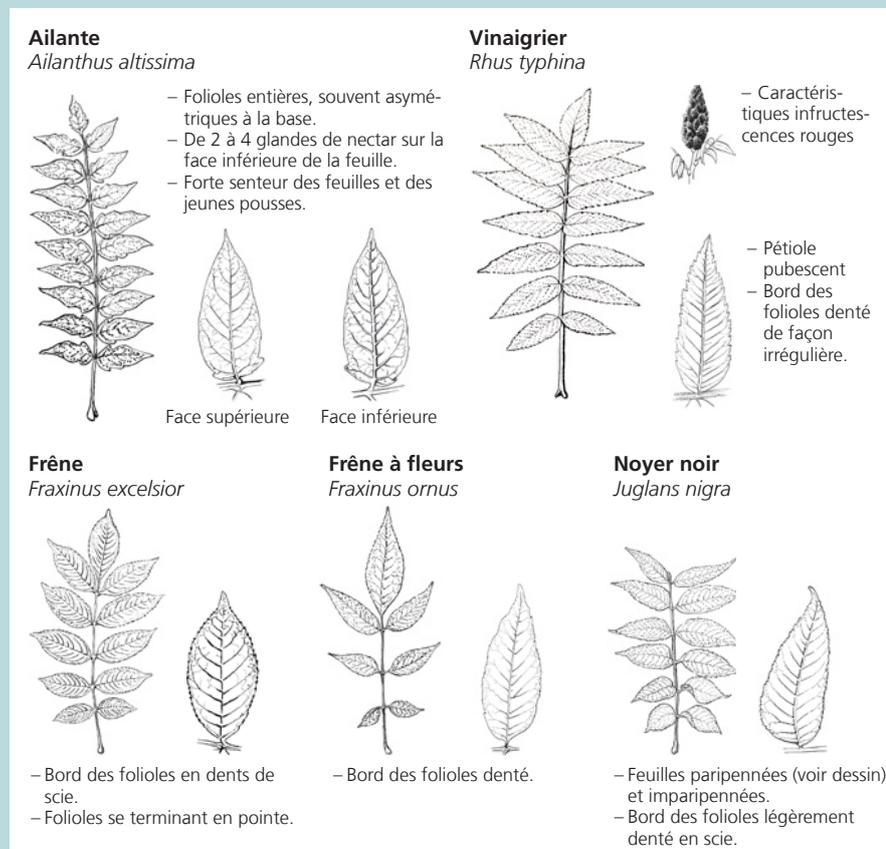


Fig. 6. Caractéristiques foliaires de l'ailante en comparaison avec le vinaigrier, le frêne, le frêne à fleurs et le noyer noir. Dessins: *illustraziuns* Silvana Wölfle.

l'image des prairies sèches et des associations rudérales riches en espèces, la diversité des espèces est menacée par la colonisation de l'ailante (ARNABOLDI *et al.* 2002).

De nombreux insectes indigènes (herbivores notamment) évitent l'ailante en raison de ses composants. Tandis qu'en Asie, 46 arthropodes se nourrissent de ses feuilles (DING *et al.* 2006), seules deux espèces font à ce jour de même en Europe (KOWARIK et SÄUMEL 2007). C'est pendant la floraison que l'ailante propose le plus de nourriture, lorsqu'il est pollinisé par les mouches, les abeilles, les coléoptères et d'autres espèces.

Protection contre les dangers naturels

Les ailantes réduisent aussi fortement que les hêtres l'énergie d'une chute de pierres (fig. 7; Moos *et al.* 2019). La protection contre les chutes de pierres dans des peuplements comprenant des ailantes reste potentiellement la même.

L'ailante forme une imposante racine pivotante centrale (fig. 8) qui conduit à des systèmes racinaires dotés d'un petit nombre de radicules et à quelques rares grosses racines latérales (DE BONI 2017). Dans les peuplements purs d'ailante, l'impact sur le renforcement du sol dû aux racines se révèle dès lors négatif comparé à celui des peuplements de châtaigniers et de hêtres. Dans les peuplements mélangés, de vieux ailantes isolés augmentent au contraire la stabilité générale face aux glissements de terrain car ils contribuent, au niveau du peuplement, à une diversification de la profondeur d'enracinement (DE BONI 2017).

En raison du manque d'expérience, il n'existe à l'heure actuelle aucune recommandation relative à une sylviculture conforme aux principes NAIS dans une forêt de protection comportant l'ailante (OFEV 2018). Ainsi, si l'ailante est favorisé par des interventions, cela entraîne potentiellement des répercussions négatives sur le mélange des essences et de ce fait des investissements supplémentaires pour les soins à la forêt de protection. Une question reste à ce jour sans réponse: celle de l'influence de la présence éventuelle de pourritures du cœur sur l'efficacité de la protection contre les chutes de pierres.

Si l'ailante s'établit par ailleurs sur des parois rocheuses (le long de routes par exemple), la désagrégation mécanique due aux racines peut accroître localement le risque de chutes de pierres.

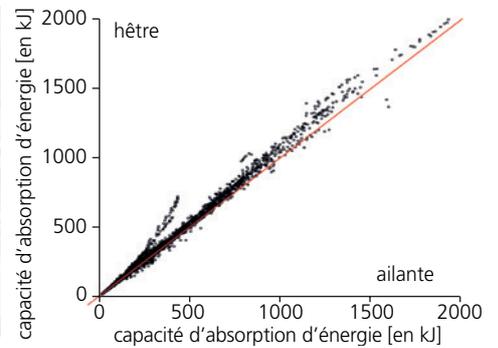


Fig. 7. Tests de chutes de pierres sur des ailantes adultes avec une boule de granit pesant 50 kg, près de San Vittore (GR). À droite: capacité d'absorption d'énergie de l'ailante en comparaison avec le hêtre (Moos *et al.* 2019). Les valeurs au-dessus de la ligne rouge 1:1 indiquent une capacité d'absorption d'énergie supérieure du hêtre.

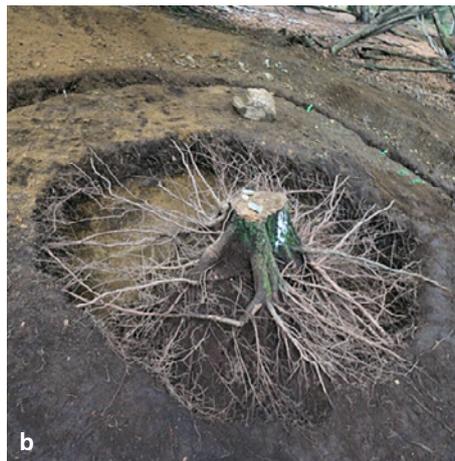


Fig. 8. a) Système racinaire d'un ailante âgé de 40 ans (DHP de 23 cm, probablement issu de drageons; DE BONI 2017). b) Système racinaire d'un bouleau âgé de 70 ans (DHP de 28 cm), ainsi que (c) souche de châtaignier avec des rejets à peu près du même âge.

Produits ligneux et non ligneux

L'aspect, la transformation et les propriétés mécaniques du bois de l'ailante sont très similaires à ceux du frêne (*Fraxinus excelsior*; aperçu dans MÜLLER *et al.* 2015). En plus de son utilisation comme bois massif pour les meubles, l'aménagement intérieur ou la construction en bois, l'ailante bénéficie d'un grand potentiel en tant que matière première destinée à l'industrie de la cellulose et des matériaux dérivés du bois (BRANDNER et SCHICKHOFER 2010). Sur le marché du bois en Autriche, les ailantes se voient attribuer des prix similaires aux frênes du fait de leur ressemblance avec cette essence (SCHUSTER 2015).

Grâce à sa riche floraison et à la véritable «prairie mellifère» qu'il forme, l'ailante est bien adapté à la production de miel. La consistance en est visqueuse et l'arôme muscaté (LIPP *et al.* 1994).

Dans sa région d'origine, différents de ses composants, issus pour la plupart de l'écorce, sont en outre utilisés dans la médecine traditionnelle chinoise. Actuellement, certains d'entre eux sont testés en

vue d'évaluer leur efficacité contre le cancer et le paludisme (SLADONJA *et al.* 2015).

Historique de l'introduction de l'ailante et présence actuelle

Les premières graines de l'ailante ont été introduites au XVIII^e siècle en Europe (KOWARIK et SÄUMEL 2013). Grâce à sa tolérance aux conditions urbaines, il a été planté comme arbre en bordure de routes dans de nombreuses villes européennes. En Europe méridionale, des plantations ont aussi été effectuées pendant une courte période sous forme de culture fourragère pour la chenille du bombyx de l'ailante (*Samia cynthia*), à des fins de production de soie. C'est ainsi qu'au XIX^e siècle, l'ailante a gagné la Suisse méridionale où il a également servi d'arbre d'ombrage dans les carrières.

Les premiers rajeunissements spontanés de l'ailante furent documentés dès le début des années 1920 au Tessin (VOIGT 1920). Depuis, cette essence s'est pro-

pagée notamment à partir des zones urbaines le long des couloirs de transport (talus ferroviaires et autoroutiers, ainsi que terre-pleins centraux).

Dans les zones forestières, l'ailante privilégie les forêts alluviales clairsemées et les rives des cours d'eau (par exemple celles du Danube, en Allemagne et en Autriche; LIESS 2007), les forêts pionnières, les forêts urbaines ou les forêts fortement perturbées (KOWARIK et SÄUMEL 2013). Dans de nombreux peuplements forestiers, il est présent aux côtés d'autres essences, dont le châtaignier, le robinier et le tilleul, formant ainsi des peuplements mélangés. Les peuplements purs apparaissent surtout dans des sites où les espèces concurrentielles qui tolèrent l'ombre font défaut. Ainsi, dans les forêts alluviales du Danube, l'ailante a réussi à s'imposer dans certains peuplements jadis dominés par le frêne. Il a alors profité de la forte disponibilité en lumière apparue à la suite du dépérissement des pousses du frêne et de l'abrutissement sélectif d'espèces concurrentielles. Sans perturbation à vaste

échelle, l'ailante est quasiment absent des forêts fermées dominées par les essences tolérant l'ombre.

En Suisse, l'aire principale de répartition de l'ailante se situe actuellement au Tessin, ainsi que dans les régions aux douces températures du Plateau, du Valais et de la vallée du Rhin dans la région de Coire. Au nord des Alpes, on le retrouve principalement dans les villes (Bâle et Zurich par exemple) et dans leurs proches environs, ainsi que le long des grands axes routiers (fig. 9). Avec une proportion de tiges avoisinant 0,01%, l'ailante est, en termes de fréquence, la septième essence non indigène de la forêt suisse (CONEDERA et BRÄNDLI 2015). Au sud des Alpes, il colonise

principalement les forêts alluviales et les sites à proximité des zones d'habitation anciennement dominés par le châtaignier. Là, il profite de la vitalité réduite et de la mortalité accrue du châtaignier en raison de divers agents pathogènes combinés à la sécheresse estivale (en 2003 notamment; BARTHOLD *et al.* 2004). Les rares peuplements adultes de l'ailante en Suisse se rencontrent pour la plupart sur des éboulis pierreux où l'espèce est particulièrement concurrentielle (fig. 10). Au nord des Alpes, sa présence en forêt se limite à environ 90 endroits à faible altitude et aux conditions climatiques clémentes (fig. 9). À noter qu'il s'agit le plus souvent de rajeunissements (GURTNER *et al.* 2015).

Propagation future éventuelle

Les modèles d'habitat démontrent que la propagation actuelle de l'ailante dépend fortement de la température moyenne annuelle et qu'elle est limitée par la faiblesse des températures moyennes (KLEINBAUER *et al.* 2010; GURTNER 2015). Avec le changement climatique annoncé (augmentation des températures moyennes annuelles, sécheresse marquée), on s'attend à une large extension de l'aire potentielle de répartition de cette espèce thermophile en Suisse (GURTNER 2015).

À quelle vitesse l'ailante se propagera-t-il vraiment dans de nouvelles zones? La réponse dépendra de la présence d'arbres-semenciers dans la région en question, présence qui peut être fortement influencée par le retrait effectif de certains individus. En parallèle, la poursuite de la propagation de l'ailante est tributaire, entre autres, de la disponibilité en habitats adaptés, ainsi que de la fréquence et de l'intensité des perturbations en forêt.

Dans des peuplements forestiers non perturbés, l'ailante voit sa propagation limitée surtout par la concurrence des essences principales tolérantes à l'ombre, et par sa hauteur maximale, relativement faible, de 30 m (ISLER 2019). Une prédominance à vaste échelle de l'ailante, sur plusieurs générations d'arbres, semble donc improbable dans les peuplements forestiers suisses. On retrouvera plus vraisemblablement les peuplements fort concurrentiels de l'ailante dans des stations forestières ouvertes et très sèches, de même que dans des stations en lisière de forêt (des stations de coupes relativement superficielles par exemple), où d'autres essences devront sans doute faire face à des problèmes liés au changement climatique (ISLER 2019).

Légende

- *Ailanthus altissima* en forêt
- *Ailanthus altissima* en dehors de la forêt
- Autoroutes et routes principales

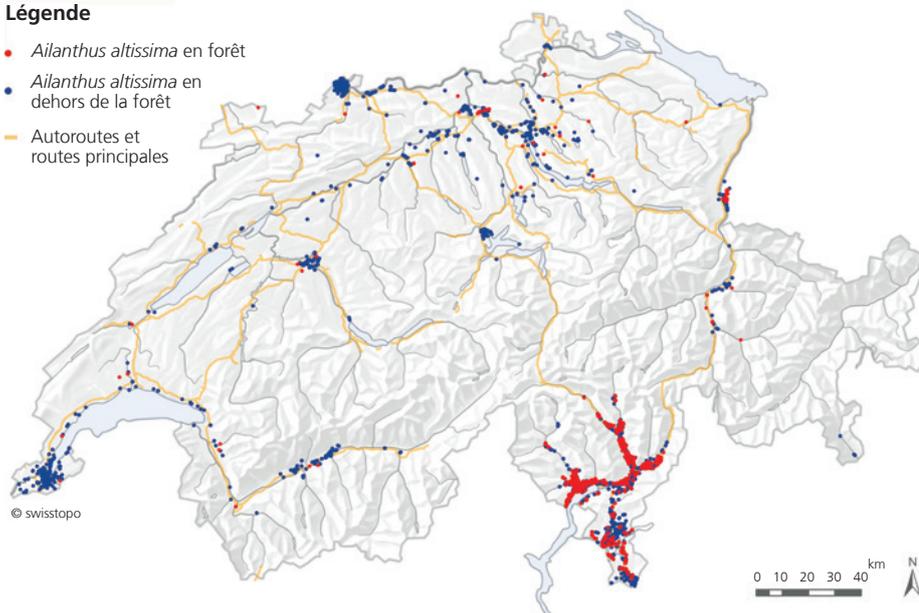


Fig. 9. Carte de répartition de l'ailante. État: mai 2015. Graphique modifié d'après GURTNER *et al.* (2015).



Fig. 10. Peuplement de l'ailante sur des éboulis pierreux près d'Avegno (TI).

Options de gestion

Étant donné son potentiel de propagation et sa forte multiplication végétative, l'ailante est difficile à contrôler. Pour la gestion sylvicole de l'espèce, il est possible de distinguer trois options d'action: le retrait préventif; l'endiguement et des mesures pour empêcher toute poursuite de la propagation; le recours à une sylviculture différenciée.

Quelles options seraient les plus envisageables pour une zone donnée? La réponse dépend des populations actuelles

de l'ailante. Celles-ci sont déterminées par un relevé des peuplements et un monitoring régulier. Sur la base des résultats du monitoring, il est possible de distinguer des types de zones avec une fréquence homogène de l'ailante (d'après le module 3 de l'Aide à l'exécution Protection des forêts, OFEV 2018; fig. 12).

Avant la prise de mesures, il convient de définir un objectif réaliste à long terme dans le cadre des ressources financières existantes. Cet objectif est axé sur les fonctions prioritaires des peuplements d'ailantes observés à l'intérieur ou à l'extérieur de la forêt. Des contrôles ultérieurs et de nouvelles évaluations périodiques doivent aussi être planifiés.

Dans les zones qui ne comportent que quelques groupes d'ailantes ou des arbres individuels en dehors de la forêt, on ciblera principalement le retrait préventif des individus femelles (arbres-semenciers) et le rajeunissement (**zone C**; fig. 12). Des contrôles ultérieurs s'avéreront souvent nécessaires pour retirer des drageons éventuels ou des semis issus de la banque de graines. Dans les surfaces avoisinantes, un monitoring régulier s'imposera en vue de la détection précoce de nouvelles populations de l'ailante (**zone D**).

Dans les zones dont les nombreux groupes d'ailantes à l'intérieur et à l'extérieur de la forêt (**zone B**), ne peuvent être retirés qu'à grand frais, l'objectif principal sera d'endiguer et d'empêcher la poursuite de la propagation. Pour l'endigement, des mesures directes (retrait d'ailantes) et indirectes (promotion de la concurrence) peuvent être prises. Les mesures directes servent à réduire la quantité excessive de graines (retrait d'arbres-semenciers) et à éviter l'apparition de nouvelles populations de l'ailante (arrachage du rajeunissement de l'ailante sur les surfaces de coupe avoisinantes par exemple). Les mesures indirectes complémentaires qui consistent entre autres à promouvoir des espèces viables, tolérantes à l'ombre, ou à empêcher des perturbations de la surface du sol et de la végétation au sol, ont un impact plus lent mais de ce fait plus durable.

Dans les zones où des peuplements de l'ailante déjà établis sont présents (**zone A**), une gestion sylvicole axée sur les fonctions prioritaires de la forêt et sur les moyens financiers disponibles sera recherchée en premier lieu. Une différenciation de la stratégie pourra aussi s'appliquer à petite échelle, par exemple à l'intérieur d'un peuplement. Il sera ainsi possible

d'endiguer l'ailante à proximité d'habitats menacés ou de couloirs de propagation en retirant des arbres-semenciers, tout en le tolérant dans le peuplement principal, tant que les fonctions essentielles de la forêt (la protection contre les chutes de pierres notamment) ne seront pas menacées. Dans de telles situations, la concertation avec tous les acteurs pertinents (service forestier, protection de la nature, administrations communales et municipales entre autres) est primordiale.

Étant donné que dans les forêts suisses, on rencontre principalement des ailantes adultes de la première génération, les expériences sylvicoles avec l'ailante font quasiment défaut aujourd'hui. Là où cette essence est tolérée, il convient d'éviter la formation de peuplements purs en raison du risque de pertes totales (ne serait-ce qu'à la suite d'une nouvelle propagation en Suisse du flétrissement causé par *Verticillium*). Les peuplements purs peuvent se former soit dans des sites où les essences concurrentes comme le frêne sont complè-

tement absentes, soit dans des endroits où d'autres espèces apparaissent rarement ou trop lentement du fait de la pression élevée due à l'abroustissement. Souvent, l'ailante profite également d'ouvertures créées par des interventions forestières. Si les peuplements évoluent vers des peuplements purs, il sera possible de prendre les mêmes mesures que dans la **zone B**.

Méthodes de lutte

À l'heure actuelle, il n'existe que des méthodes mécaniques pour lutter contre l'ailante à l'intérieur de la forêt suisse. À l'extérieur et loin des cours d'eau, des mesures chimiques peuvent aussi être appliquées (Ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques, ORRChim, RS 814.81). Chaque méthode nécessite un investissement en temps différent (tabl. 1). La lutte biologique n'est aujourd'hui pas autorisée en Suisse (voir chapitre «Lutte biologique»).

L'ailante dans les zones urbaines

Depuis le milieu du XIX^e siècle, en raison de sa forte tolérance aux polluants atmosphériques, au sel et aux sels urbains, l'ailante a été planté dans de nombreuses villes et de nombreux parcs afin d'améliorer le climat urbain. Ses propriétés lui permettent de s'établir sur des surfaces industrielles arides et en friche, ou dans des fentes de murs (fig. 11), ce qui nécessite souvent des mesures de soin et de lutte, des dégâts à l'infrastructure pouvant en résulter (revêtement routier, murs). Le pollen des arbres mâles peut de surcroît déclencher des réactions allergiques (BALLERO *et al.* 2003).

Au vu de ces risques, il est souvent pertinent de retirer les ailantes femelles de la zone urbaine, surtout lorsqu'ils sont présents à proximité d'habitats à protéger. Pour les arbres mâles, les risques d'une propagation sont moindres; il convient donc de soupeser d'une part leur valeur pour le climat urbain, ou comme élément marquant du paysage, et d'autre part la menace qu'ils représentent pour l'infrastructure.



Fig. 11. De jeunes ailantes sur des murs de soutènement dans la zone urbaine de Bellinzone (TI).

Lutte mécanique

Les ailantes d'un an peuvent être **arrachés** à la main. Dans les sites accessibles, les plus grands individus dont le DHP mesure jusqu'à 5 cm environ pourront l'être à l'aide d'un treuil ou d'un tracteur.

La taille à répétition de la souche ou le paillage ne s'avèrent pas des mesures efficaces à moyen terme selon les expériences faites en Suisse et à l'étranger (JÖRG 2017; LISS 2007). Si ces mesures ne sont pas appliquées de façon conséquente et sur le long terme, elles peuvent même devenir contreproductives. En effet, les re-

pousses racinaires et les rejets de souche sont très nombreux et pleins de vitalité chez l'ailante, surtout en présence de conditions lumineuses favorables. De nombreux peuplements denses de l'ailante (le long de routes notamment; fig. 13) sont ainsi le résultat d'essais de lutte mécanique ayant échoué.

Pour les arbres adultes, plutôt que l'abattage, nous recommandons le **cerclage** afin de limiter la réaction végétative de rejets de souche ou repousses racinaires. Les méthodes de cerclage sont nombreuses, leur succès dépend forte-

ment d'une application minutieuse (DOUZAZ 2016). Par la suite, nous nous référons à une méthode développée par Martin Ziegler (chef de la section forêt, canton de Zoug, 2020; fig. 14), qu'il a aussi appliquée avec succès à d'autres essences telles que le robinier, le sumac ou le frêne.

Lors du cerclage, à l'aide d'une tronçonneuse ou d'une scie, l'écorce et le cambium sont sectionnés à l'empatement de l'arbre au niveau de trois anneaux. Il est alors important de sectionner complètement le cambium sur tout le pourtour du tronc, en épargnant si possible entière-

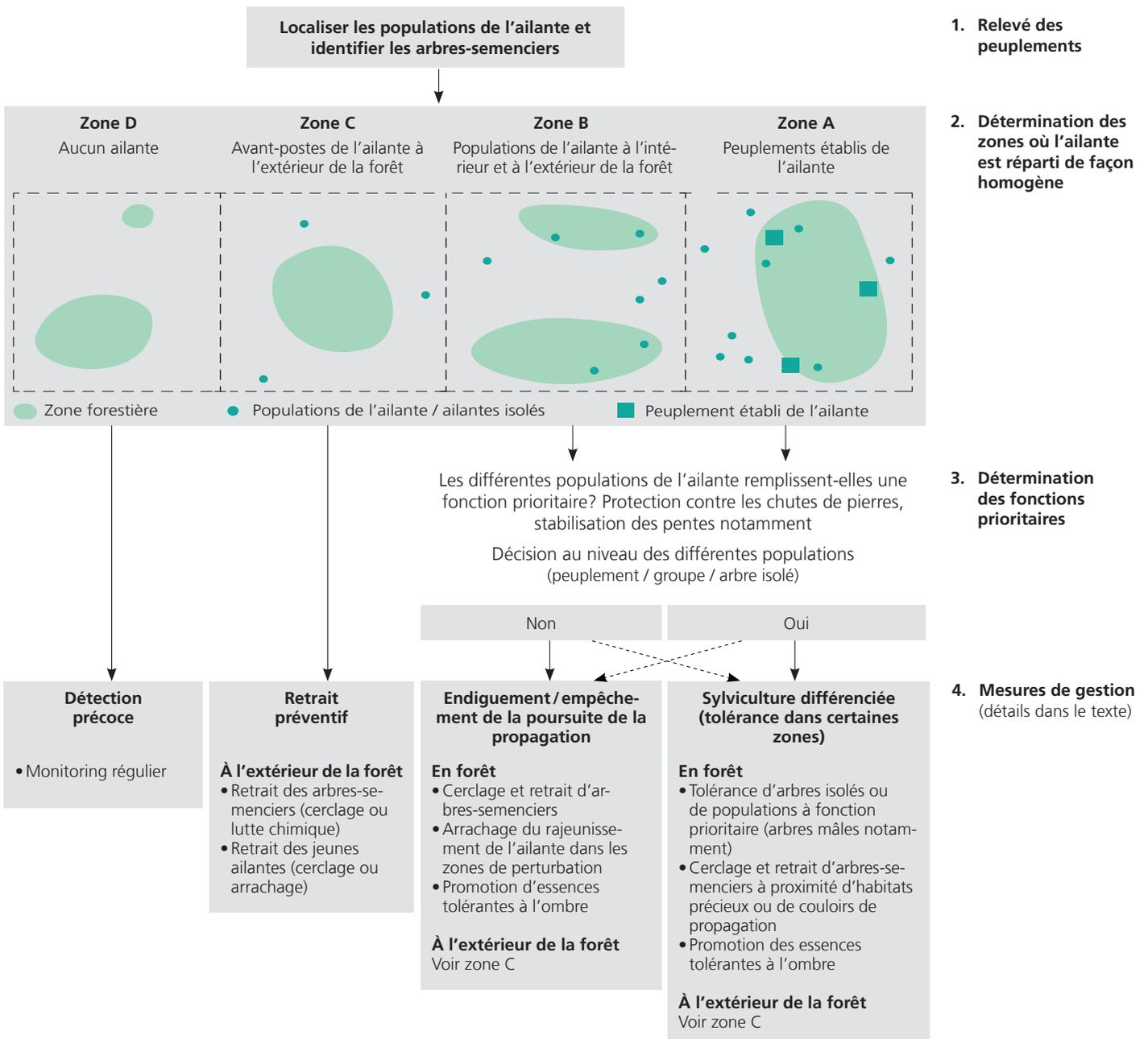


Fig. 12. Diagramme décisionnel en vue d'une gestion différenciée des populations de l'ailante. Le diagramme décisionnel indique des options de gestion selon la zone (A-D; OFEV 2018), mais ne doit pas être considéré comme une recommandation d'action contraignante.

Tabl. 1. Aperçu des méthodes possibles de lutte en Suisse.

méthode	investissement en temps	matériel
arrachage	quelques secondes par individu	gants
cerclage	env. 5 à 10 minutes par arbre (sans le déplacement jusqu'à l'arbre)	tronçonneuse et équipement de protection
lutte chimique ¹	env. 30 minutes par arbre (sans l'abattage de l'arbre)	herbicide, pinceau, tronçonneuse et équipement de protection, film pour recouvrir la souche

¹ Lutte chimique uniquement dans les sites autorisés et conformément aux directives et aux restrictions (ORRChim, RS 814.81)

ment l'aubier. Couper trop en profondeur serait en effet contre-productif. Grâce à ce cerclage, le flux des assimilats du houppier aux racines est totalement interrompu, tandis que l'acheminement d'eau et de nutriments des racines au houppier ne l'est que partiellement. De plus, les arbres cerclés ne mobilisent pas toute leur énergie dans les rejets de souche et les repousses racinaires, contrairement à ce qui se passe après un abattage.

Si nécessaire, on pourra utiliser une serpe ou un couteau suisse pour le cerclage des jeunes arbres (< 10 cm DHP). Souvent, les individus plus jeunes effectuent néanmoins des rejets après cette procédure. Il est dès lors recommandé de les arracher ou de pratiquer le cerclage plus tard (> 10 cm DHP) à l'aide d'une tronçonneuse ou d'une scie.

Pour le cerclage, il ne faudra parfois pas seulement porter des gants, mais aussi un vêtement à manches longues car la sève de l'ailante peut provoquer des irritations cutanées (DERRICK et DARLEY 1994). Le plus avisé est de procéder après le débourrement complet (de mai à juin) étant donné qu'à ce moment-là, une grande partie des réserves énergétiques de l'arbre se situent dans le houppier. À l'automne, après ce cerclage, nous recommandons de réaliser un contrôle ultérieur où les rejets de souche seront coupés et les drageons vitaux arrachés. Selon la vitalité et le nombre de rejets, des contrôles ultérieurs s'avéreront nécessaires un à deux ans plus tard. Si l'on constate alors la formation de ponts entre les anneaux (cambium incomplètement sectionné), il faudra également les couper.

Le cerclage d'après Ziegler s'est révélé être une méthode de lutte prometteuse, notamment chez les ailantes adultes en forêt (WUNDER *et al.* 2019; fig. 15). Pendant les quatre années de la période d'études, de 2014 à 2018, environ 60 % des arbres cerclés ont dépéri et la vitalité des autres a été considérablement amoindrie. Après le cerclage, des rejets de souche se sont formés chez la plupart des arbres,

mais à partir de la troisième année, les rares rejets qui se constituaient manquaient de vitalité. Si des drageons sont aussi apparus en nombre, ils étaient en net recul dès la deuxième année. Après le cerclage, il faut souvent attendre plusieurs années avant le dépérissement complet des arbres, d'où l'extrême importance des contrôles ultérieurs. Autres points à prendre absolument en considération pour

ces arbres dépérissants: les risques d'instabilité, de perte de branches épaisses et de chute. C'est pourquoi le cerclage est combiné à d'autres mesures de lutte dans les zones d'habitation ou à proximité des routes: cerclage des arbres en été et abattage en automne, ainsi que retrait de la souche avec la fraise (renseignements auprès d'Urs Tischhauser, Service des espaces verts de la ville de Coire, 2019).



Fig. 13. Peuplements denses de l'ailante à la suite de mesures de lutte mécanique. a) Rejets de souche et drageons après l'abattage d'ailantes adultes. b) Rejets survenus après la taille à répétition de la souche par les services d'entretien des routes.

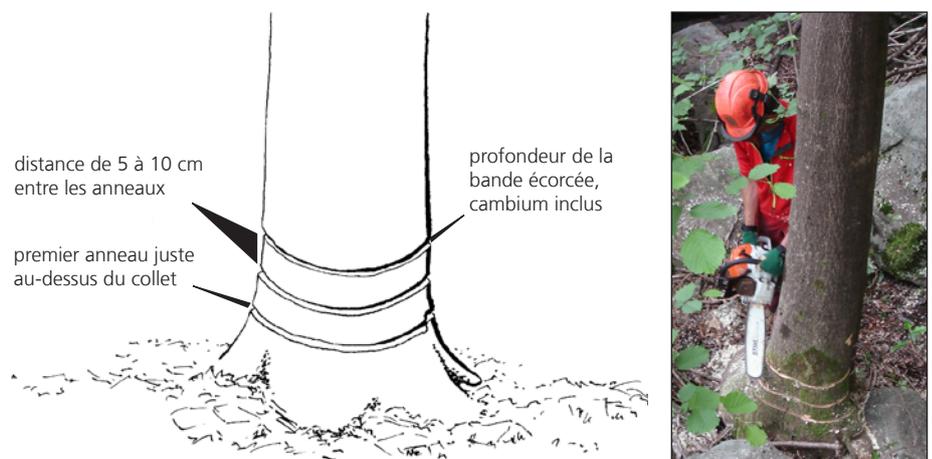


Fig. 14. Méthode du cerclage d'après Ziegler. Celle-ci consiste à sectionner l'écorce et le cambium de façon à creuser trois fines bandes (anneaux) sur toute la circonférence du tronc. Dessin: *illustraziuns* Silvana Wölfle.

Lutte chimique

En Suisse, les herbicides ne peuvent être utilisés qu'à l'extérieur de la forêt et conformément aux directives et aux restrictions (ORRChim, RS 814.81). Nous ne considérons l'utilisation d'herbicides comme pertinente que s'il n'y a aucune alternative.

Par rapport à l'injection d'herbicides dans le tronc, directement dans le phloème ou le xylème, si l'on traite la souche avec un herbicide après l'abattage, les réactions

au niveau des drageons et des rejets de souche sont le plus souvent moindres (KOWARIK et SÄUMEL 2013). L'herbicide est alors appliqué sur le trognon à l'aide d'un pinceau. Afin d'éviter qu'il ne s'écoule, une à deux rainures (de 2 à 3 centimètres de profondeur) peuvent être taillées dans l'aubier avant application. Il est aussi conseillé de recouvrir le trognon d'un film après le traitement. Des informations contradictoires circulent sur le meilleur moment à choisir pour effectuer ce traite-

ment chimique (printemps ou automne). Après celui-ci, nous recommandons un contrôle régulier afin de couper les rejets de souche éventuels et arracher les drageons vitaux. En fonction de la vitalité et du nombre de rejets, des contrôles ultérieurs et des mesures de lutte seront nécessaires sur plusieurs années.

Lutte biologique

En Autriche, le champignon *Verticillium nonalfalfae* a été testé dans un programme de recherche sur huit ans, qui porte sur le contrôle biologique de l'ailante (HALMSCHLAGER et MASCHKE 2019). À ce jour, les essais sur le terrain et sur des plantes en pot se sont déroulés de façon prometteuse et ont entraîné le dépérissement de l'ailante. Selon HALMSCHLAGER et MASCHKE (2019), obtenir dans l'UE l'autorisation de la lutte biologique avec la substance active *V. nonalfalfae* constitue un objectif à moyen terme. Actuellement, cette lutte biologique n'est pas autorisée en Suisse. De plus amples informations sur le potentiel et les risques de la lutte biologique contre l'ailante sont disponibles dans la publication de SIEGRIST et HOLDENRIEDER (2016).

Conclusion

L'approche à adopter face à l'ailante place les services forestiers, les responsables des espaces verts et de la protection de la nature devant des défis majeurs. Une gestion différenciée aide à réduire les impacts négatifs sur fond d'investissements appropriés. Dans les zones où l'ailante était jusque-là absent, un retrait préventif des individus nouvellement apparus sera préconisé. Dans celles où une telle pratique dépasse au contraire les possibilités et les moyens à disposition, des mesures différenciées seront nécessaires. Il importe de suivre de près le développement des grandes populations d'ailantes afin de mieux pouvoir évaluer l'efficacité des mesures forestières, ainsi que le risque d'une constitution de peuplements purs. De nouveaux agents pathogènes (champignons *Verticillium* responsables de la maladie du flétrissement par exemple) pourraient considérablement modifier la dynamique de l'ailante en Suisse. Il est de ce fait recommandé de continuer le contrôle et le suivi régulier des mesures de gestion et de les adapter le cas échéant à de nouvelles conditions.

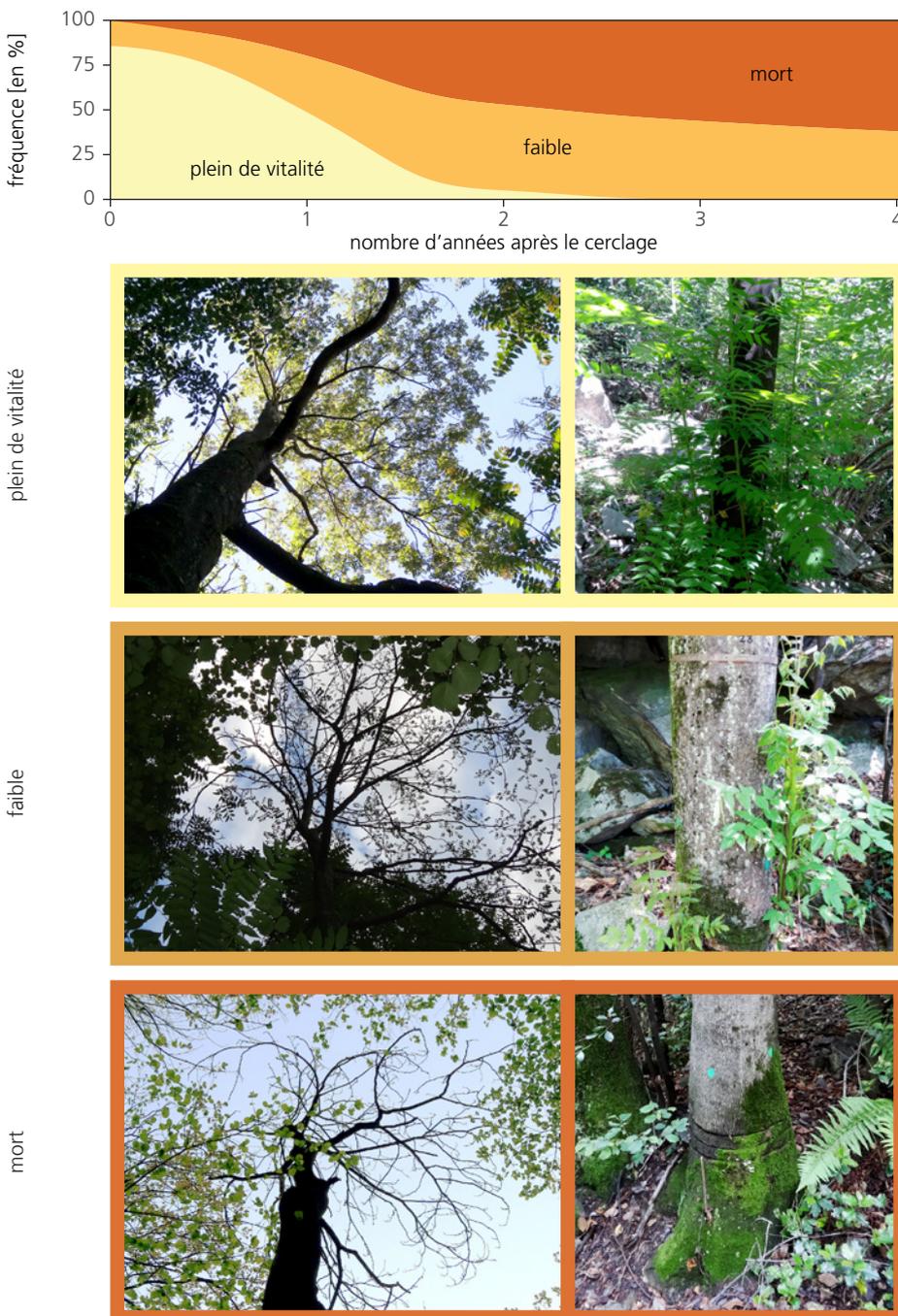


Fig. 15. Résultats d'essais de cerclage en appliquant, entre 2014 et 2018, la méthode selon Ziegler dans deux sites au sein du Val Maggia (TI). Graphique modifié d'après WUNDER *et al.* (2019).

Bibliographie

- ARNABOLDI, F.; CONEDERA, M.; MASPOLI, G., 2002: Distribuzione e potenziale invasivo di *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle nel Ticino centrale. *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali* 90: 93–101.
- ARNABOLDI, F.; CONEDERA, M.; FONTI, P., 2003: Caratteristiche anatomiche e auxometriche di *Ailanthus altissima* – Una specie arborea a carattere invasivo. *Sherwood* 91: 1–6.
- BAFU 2018: Modul 3: Götterbaum. Ein Modul der Vollzugshilfe Waldschutz. Umwelt-Vollzug Nr. 1801. Bern, Bundesamt für Umwelt.
- BALLERO, M.; ARIU, A.; FALAGIANI, P., 2003: Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy* 58: 532–533.
- BARTHOLD, F.; CONEDERA, M.; TORRIANI, D.; SPINEDI, F., 2004: Welkesymptome an Edelkastanien im Sommer 2003 auf der Alpensüdseite der Schweiz. *Schweiz. Z. Forstwes.* 155: 392–399.
- BRANDNER, R.; SCHICKHOFER, G., 2010: Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*): enormous and wide potential neglected by the western civilisation. In *World Conference on Timber Engineering*, Herausgegeben. Riva del Garda, Italy.
- BRUNNER, M., 2009: Baumriesen der Schweiz. Herausgegeben. Zürich, Werd.
- BUHOLZER, S.; NOBIS, M.; SCHOENENBERGER, N.; ROMETSCH, S., 2014: Liste der gebietsfremden invasiven Pflanzen der Schweiz. *Info Flora*.
- CONEDERA, M.; BRÄNDLI, U.-B., 2015: Nicht einheimische Baumarten. In: RIGLING, A.; SCHAFFER, H.P. (Hrsg.) *Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes*. Bern, Bundesamt für Umwelt; Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL.
- CONSTÁN-NAVA, S.; SOLIVERES, S.; TORICES, R.; SERRA, L.; BONET, A., 2014: Direct and indirect effects of invasion by the alien tree *Ailanthus altissima* on riparian plant communities and ecosystem multifunctionality. *Biol. Invasions* 17: 1095–1108.
- DE BONI, A., 2017: Root system analysis of the tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) and its reinforcement to the soil, Bern University of Applied Sciences – BFH, Zollikofen.
- DERRICK, E.K.; DARLEY, C.R., 1994: Contact reaction to the tree of heaven. *Contact Dermatitis* 30: 178.
- DING, J.Q.; WU, Y.; ZHENG, H.; FU, W.D.; REARDON, R.; LIU, M., 2006: Assessing potential biological control of the invasive plant, tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Biocontrol Sci. Technol.* 16: 547–566.
- DOUTAZ, J., 2016: Eine interessante Methode – schlecht umgesetzt? *Wald Holz* 16: 28–31.
- FANG, J.Y.; SHEN, Z.H.; TANG, Z.Y.; WANG, X.P.; WANG, Z. H.; FENG, J.M.; LIU, Y.N.; QIAO, X.J.; WU, X.P.; ZHENG, C.Y., 2012: Forest community survey and the structural characteristics of forests in China. *Ecography* 35: 1059–1071.
- GURTNER, D., 2015: Distribution and environmental niche of invasive *Ailanthus altissima* in Switzerland. Zurich, Department of Environmental Systems Science, ETH Zurich.
- GURTNER, D.; CONEDERA, M.; RIGLING, A.; WUNDER, J., 2015: Der Götterbaum dringt in die Wälder nördlich der Alpen vor. *Wald Holz* 7: 22–24.
- HALMSCHLAGER, E.; MASCHEK, O., 2019: Biologische Kontrolle des Götterbaums. *AFZ-DerWald*: 14–17.
- ILLICK, J.S.; BROUSE, E.F., 1926: The *Ailanthus* tree in Pennsylvania. *Pennsylvania Department of Forests and Waters. Bulletin* 38: 29.
- ISLER, J.L., 2019: The tree of heaven a threat or an opportunity for the Swiss forestry? Zurich, Department of Environmental Systems Science, ETH Zurich.
- JÖRG, E., 2017: Mechanische Bekämpfung des Götterbaumes im TWW-Objekt 5090. Schlussbericht, Herausgegeben von Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern. Bern, Schweiz, Abteilung Naturförderung (ANF).
- KASSON, M.T.; DAVIS, M.D.; DAVIS, D.D., 2013: The invasive *Ailanthus altissima* in Pennsylvania: a case study elucidating species introduction, migration, invasion, and growth patterns in the northeastern US. *Northeastern Nat.* 20: 1–60.
- KLEINBAUER, I.; DULLINGER, S.; KLINGENSTEIN, F.; MAY, R.; NEHRING, S., 2010: Ausbreitungspotenzial ausgewählter neophytischer Gefässpflanzen unter Klimawandel in Deutschland und Österreich, BfN-Skripten, Herausgegeben von Bundesamt für Naturschutz. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
- KNÜSEL, S.; CONEDERA, M.; BUGMANN, H.; WUNDER, J., 2019: Low litter cover, high light availability and rock cover favour the establishment of *Ailanthus altissima* in forests in southern Switzerland. *Neobiota* 46: 91–116.
- KNÜSEL, S.; CONEDERA, M.; RIGLING, A.; FONTI, P.; WUNDER, J., 2015: A tree-ring perspective on the invasion of *Ailanthus altissima* in protection forests. *For. Ecol. Manage.* 354: 334–343.
- Kowarik, I.; Böcker, R., 1984: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Einbürgerung des Götterbaumes (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle) in Mitteleuropa. *Tuexenia* 4: 9–29.
- KOWARIK, I.; SÄUMEL, I., 2007: Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 8: 207–237.
- KOWARIK, I.; SÄUMEL, I., 2008: Water dispersal as an additional pathway to invasions by the primarily wind-dispersed tree *Ailanthus altissima*. *Plant Ecol.* 198: 241–252.
- KOWARIK, I.; SÄUMEL, I., 2013: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, 1916. In: ROLOFF, A.; et al. (Hrsg.) *Enzyklopädie der Holzgewächse*. 63. Ergänzungslieferung 4, 13: 1–24.
- LANDENBERGER, R.E.; KOTA, N.L.; MCGRAW, J.B., 2006: Seed dispersal of the non-native invasive tree *Ailanthus altissima* into contrasting environments. *Plant Ecol.* 192: 55–70.
- LAWRENCE, J.G.; COLWELL, A.; SEXTON, O.J., 1991: The ecological impact of allelopathy in *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae). *Am. J. Bot.* 78: 948–958.
- LISS, N., 2007: Der Baum des Himmels? – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Monitoring und Evaluierung von Kontrollmethoden im Nationalpark Donau-Auen (Österreich), Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, Fachhochschule Eberswalde, Germany.
- LIPP, J.; ZANDER, E.; KOCH, A.; VORWOHL, G.; LIPP, G., 1994: Allgemeines über den Honig. In *Handbuch der Bienenkunde – Der Honig*, Herausgegeben von Friedrich Karl Böttcher. Stuttgart, Ulmer.
- MASCHEK, O.; HALMSCHLAGER, E., 2017: Natural distribution of *Verticillium* wilt on invasive *Ailanthus altissima* in eastern Austria and its potential for biocontrol. *For. Pathol.* 47: e12356.
- MEDINA-VILLAR, S.; ALONSO, A.; CASTRO-DIEZ, P.; PEREZ-CORONA, M.E., 2017: Allelopathic potentials of exotic invasive and native trees over coexisting understory species: the soil as modulator. *Plant Ecol.* 218: 579–594.
- MOOS, C.; TOE, D.; BOURRIER, F.; KNÜSEL, S.; STOFFEL, M.; DORREN, L., 2019: Assessing the effect of invasive tree species on rockfall risk – The case of *Ailanthus altissima*. *Ecol. Eng.* 131: 63–72.
- MOTARD, E.; MURATET, A.; CLAIR-MACZULAJTYS, D.; MACHON, N., 2011: Does the invasive species *Ailanthus altissima* threaten floristic diversity of temperate peri-urban forests? *Comptes Rendus Biol.* 334: 872–879.
- MÜLLER, U.; BERKI, D.; FREUDENTHALER, M.; KASERER, D.; KLETZL, X.; OBERNOSTERER, D.; STINGL, R.; TEISCHINGER, A.; WALLISCH, J.; YUTAO, Y., 2015: Materialeigenschaften und Nutzungspotential des Götterbaums. Endbericht für das Forschungsprojekt Nr. 100995. Wien, Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe, Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik.
- PISUTTU, C.; MARCHICA, A.; BERNARDI, R.; CALZONE, A.; COTROZZI, L.; NALI, C.; PELLEGRINI, E.; LORENZINI, G., 2020: *Verticillium* wilt of *Ailanthus altissima* in Italy caused by *V. dahliae*: new outbreaks from Tuscany. *iForest* 13: 238–245.
- PLOZZA, L.; SCHMID, L., 2012: Der Götterbaum im MisoX – Problematik im Schutzwald. *Bündnerwald* 65: 37–40.
- REBBECK, J.; JOLLIFF, J., 2018: How long do seeds of the invasive tree, *Ailanthus altissima* remain viable? *For. Ecol. Manage.* 429: 175–179.

ROMANO F., 2014: Analisi auxometrica su alberi di ailanto (*Ailanthus altissima*) nel Sud della Svizzera. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften. Zollikofen, Bern, HAFL.

SCHUMACHER, H.; SIEBER, S.; WEBER, K.; BURMEISTER, B., 2010: Versuchs- und Demonstrationspflanzung «Biomassehecken». Fachhochschule Erfurt.

SCHUSTER, K., 2015: Neue Baumarten. Die Landwirtschaft, Sonderdruck, 1–3.

SIEGRIST, M.; HOLDENRIEDER, O., 2016: Die *Verticillium*-Welke – eine Option zur Bekämpfung des Götterbaumes in der Schweiz? Schweiz. Z. Forstwes. 167: 249–257.

SLADONJA, B.; SUSEK, M.; GUILLERMIC, J., 2015: Review on invasive tree of heaven (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle) conflicting values: assessment of its ecosystem services and potential biological threat. Environ. Manag. 56: 1009–1034.

SPERANZINI, F., 1937: Memoria sulla coltivazione dell'ailanto. Alpe 23: 377–386.

SPIESS, U., 2014: Wachstumsanalyse von juvenilen Götterbäumen in der Südschweiz. Zürich, Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich.

TRIFILÒ, P.; RAIMONDO, F.; NARDINI, A.; LO GULLO, M.A.; SALLEO, S., 2004: Drought resistance of *Ailanthus altissima*: root hydraulics and water relations. Tree Physiol. 24: 107–114.

VOIGT, A., 1920: Beiträge zur Floristik des Tessins. Ber. Schweiz. bot. Ges. 26–29: 332–357.

VON DER LIPPE, M.; KOWARIK, I., 2007: Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. Conserv. Biol. 21: 986–996.

WICKERT, K.L.; O'NEAL, E.S.; DAVIS, D.D.; KASSON, M.T., 2017: Seed production, viability, and reproductive limits of the invasive *Ailanthus altissima* (tree-of-heaven) within invaded environments. Forests 8: 1–12.

WUNDER, J.; KNÜSEL, S.; CONEDERA, M., 2019: Götterbaum-Ringelungsexperiment (2014–2019). Schlussbericht. Birmensdorf, Cadenazzo, Eidg. Forschungsanstalt WSL.

Remerciements

Cette publication a été réalisée grâce au soutien et sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Photos

Simon Knüsel (fig. 1, 4a, 7, 14, 15, 16), Marco Conedera (fig. 3, 4b, 8b), Andrea De Boni (Fig. 8a), Emanuele Dazio (fig. 8c), Flurin Bertschinger/Ex-Press/OFEV (fig. 10), Rita Conedera (fig. 11). Dessins: *illustraziuns* Silvana Wölfle

Personnes à contacter

Marco Conedera
Institut fédéral de recherches WSL
a Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo
marco.conedera@wsl.ch

Référence bibliographique

KNÜSEL, S.; WUNDER, J.; MOOS, C.; DORREN, L.; SCHWARZ, M.; GURTNER, D.; CONEDERA, M., 2020: L'ailante en Suisse – Écologie et options de gestion. Not. prat. 66.12 p.

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Concept

Les résultats de la recherche sont élaborés pour constituer des pôles de savoir et des guides d'action à l'intention des acteurs de la pratique. Cette série s'adresse aux milieux de la foresterie et de la protection de la nature, aux autorités, aux écoles ainsi qu'aux non-initiés.

Les versions allemandes de cette série sont intitulées

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876.

Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique

Notizie per la pratica ISSN 1422-2914.

Les dernières parutions (consultez www.wsl.ch/notices)

N° 65: Écologie du feu des hêtraies montagnardes. Services écosystémiques et mesures sylvicoles après un incendie de forêt. J. MARINGER *et al.* 2020. 12 p.

N° 64: Connaître, conserver et promouvoir les arbres-habitats. R. BÜTLER *et al.* 2019. 12 p.

N° 63: Les fourmis des bois – biologie et répartition en Suisse. B. WERMELINGER 2019. 12 p.

N° 62: Le pourcentage d'abroustissement – valeur de référence pour la gestion du gibier. O. ODERMATT 2018. 8 p.

N° 61: Cycles et importance de la tordeuse du mélèze. B. WERMELINGER *et al.* 2018. 12 p.

N° 60: Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. M. WALSER *et al.* 2018. 12 p.

N° 59: La forêt suisse face aux changements climatiques: quelles évolutions attendre? B. ALLGAIER LEUCH *et al.* 2017. 12 p.

N° 58: Chalcographe et micrographe. B. FORSTER 2017. 8 p.

N° 57: Le dépérissement des pousses du frêne. Biologie, symptômes et recommandations pour la gestion. D. RIGLING *et al.* 2016. 8 p.

Managing Editor

Martin Moritzi
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
martin.moritzi@wsl.ch
www.wsl.ch/notices

Le WSL est un institut de recherche du Domaine des EPF.

Traduction: Jenny Sigot Müller, WSL
Mise en page: Jacqueline Annen, WSL
Impression: Rüeegg Media AG



climatiquement neutre

powered by ClimatePartner®

Impression | ID 11726-1503-1001



Sources mixtes

Grande de produits provenant de forêts bien gérées et d'autres sources contrôlées

www.fsc.org Cert no. SGS-COC-100271
©1996 Forest Stewardship Council