Challenges forestiers – réponses sylvicoles

Romain Blanc[1,*], **Mélila Saucy**[2]
[1] Centre de compétence en sylviculture (CH)
[2] Forstbetrieb Leberberg (CH)

Résumé

La forêt suisse, par une gestion adaptée, rend de nombreux services à la société qui sont résumés par les quatre fonctions forestières: protection, économie, écologie et accueil. Cependant, les propriétaires et gestionnaires forestiers se retrouvent face à des difficultés pour assurer le maintien de cette multifonctionnalité. Cette synthèse bibliographique dresse une liste des grandes problématiques actuelles auxquelles ils sont confrontés, ainsi que des recommandations sylvicoles y relatives à leur disposition. Une enquête auprès des services forestiers cantonaux a étayé cette démarche et consolidé les résultats. Neuf problématiques impactant la gestion des forêts de manière notable et globale se sont démarquées: changements climatiques, problèmes économiques et leurs effets, attaques de scolytes, dégâts du gibier, augmentation des activités de détente et de loisirs, promotion de la biodiversité, atteintes aux sols forestiers, effets de la forêt sur l'eau potable, et feux de forêt. En réponse, la synthèse des recommandations sylvicoles relatives à ces problématiques a permis d'aboutir à 22 mesures principales les influençant dans une perspective de multifonctionnalité durable. 14 de ces recommandations sylvicoles correspondent à différentes notions caractéristiques de la «sylviculture proche de la nature», et douze d'entre elles s'avèrent inhérentes au mode de traitement de la forêt irrégulière, qui se montre donc particulièrement favorable à leur application.

Keywords: forest issues, adaptations, close-to-nature silviculture, continuous cover forestry, Switzerland
doi: 10.3188/szf.2022.0222

* Hardernstr. 20, CH-3250 Lyss, E-Mail blanc@bzwlyss.ch

La forêt revêt en Suisse un intérêt public incontestable: non seulement ses fonctions sont reconnues dans la Loi fédérale sur les forêts (LFo; RS 921.0) à l'article 1, mais encore dans la Constitution fédérale de la Confédération suisse (Cst; RS 101) à l'article 77. L'importance de la conservation de nos boisés et d'une gestion sylvicole adaptée ne fait aucun doute tant les services rendus par la forêt sont d'un intérêt primordial (figure 1). Cependant, la forêt, sa gestion et ses prestations se trouvent aujourd'hui confrontées à plusieurs difficultés (Holthausen et al 2012). En amorçant ou poursuivant une série de changements au sein de l'écosystème forestier et de sa dynamique, ces perturbations bouleversent la gestion forestière, soulevant des interrogations sur les conséquences potentielles de ces évolutions pour notre société.

Au regard de cette constatation, les gestionnaires forestiers (propriétaires, gestionnaires d'entreprise, de triage, services cantonaux, etc.) sont confrontés à deux questions principales: quelles sont les principales problématiques qui touchent la forêt suisse et ses fonctions? Quelles sont les recommandations sylvicoles les plus à même d'aider à maintenir la multifonctionnalité des forêts face à ces problématiques?

Dans les faits, la littérature destinée aux gestionnaires ne traite bien souvent que d'une problématique particulière à la fois, comme par exemple du changement climatique. De plus, rares sont les documents proposant une approche traitant simultanément des défis de la gestion forestière et des mesures sylvicoles y relatives. Avec sa Politique forestière 2020 (OFEV 2013), l'OFEV se distingue en énonçant onze objectifs pointant différentes lignes stratégiques destinées à répondre aux principales problématiques générales rencontrées actuellement par la forêt suisse. Toujours de l'OFEV, le Rapport fo-

Fig.1 *Par une sylviculture appropriée, la forêt suisse offre un large panel de prestations à notre société.*

restier 2015 (Rigling & Schaffer 2015) dresse quant à lui un état des forêts basé sur les indicateurs standardisés paneuropéens de Forest Europe. Des problématiques sont certes énoncées pour certains indicateurs, cependant le rapport présente avant tout l'état de la forêt de manière factuelle, chiffrée et sans interprétation.

En dehors des documents suscités, rares sont les auteurs s'étant attelés à l'établissement d'une liste des problématiques rencontrées en forêt, et encore moins à une synthèse des recommandations sylvicoles à offrir en réponse. Holthausen et al (2012) font ainsi figure d'exceptions dans la littérature sylvicole suisse accessible aux gestionnaires, en énonçant une série de problèmes qui pourraient porter à conséquence sur le maintien des forêts suisses. Cependant, les points énoncés par ce document restent formulés de manière très générale et ne sont pas complétés par des recommandations.

Un constat s'impose: les gestionnaires forestiers ne disposent pas d'un document synthétique citant à la fois les problématiques qu'ils sont amenés à rencontrer et les mesures sylvicoles qui pourraient être intégrées à leur gestion pour y remédier.

Méthode

Cet article présente les principaux résultats d'une étude (Blanc & Saucy 2019) ayant entrepris de lister à la fois les problématiques se présentant aux gestionnaires forestiers au niveau suisse et les conseils sylvicoles portés à leur connaissance, puis de confronter ces résultats à une évaluation par les services forestiers cantonaux pour en établir la pertinence.

Analyse de la littérature

Afin de rester dans le cadre des informations accessibles aux gestionnaires et propriétaires et applicables au niveau suisse, seule la littérature répondant aux critères suivants a été sélectionnée: fondement scientifique, lien direct avec la Confédération (ou un organe étant associé ou reconnu par cette dernière, garant de fiabilité de la source), libre accès de l'information sur internet, problématique forestière au niveau du pays, recommandations d'ordre sylvicole relevant du niveau de détail d'une gestion forestière régionale ou cantonale, publication récente (20 dernières années). Bien que ces critères puissent poser certains problèmes méthodologiques, une limite devait cependant être définie tout en représentant un horizon de recherche crédible pour les gestionnaires forestiers suisses. La recherche s'est effectuée en juin 2019 sur les sites web de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV; thème Forêts et bois – publications et études), de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL; notices pour le praticien, rapports, livres et brochures), du Centre de compétence en sylviculture (CCS; publications, catalogue d'informations), du Centre de sylviculture de montagne (CSM; publications), de Waldwissen (planification, économie forestière, habitat forestier, transmission du savoir, le

Problématique	Niveau d'impact				
	Aucun	Faible	Moyen	Elevé	Extrême
Augmentation des activités de détente et de loisirs	0%	16%	21%	63%	0%
Attaques de scolytes	0%	5%	26%	58%	11%
Changements climatiques	0%	5%	26%	47%	21%
Problèmes économiques et leurs effets	0%	11%	21%	47%	21%
Dégâts du gibier	0%	16%	21%	42%	21%
Promotion de la biodiversité	0%	21%	32%	26%	21%
Feux de forêt	0%	32%	37%	21%	11%
Atteintes aux sols forestiers	0%	42%	42%	16%	0%
Effets de la forêt sur l'eau potable	16%	37%	37%	11%	0%

Tab. 1 *Niveau d'impact des problématiques évalué par les services forestiers cantonaux, pourcentage du nombre de votes.*

Etat de la stratégie cantonale	La stratégie existe et est déjà appliquée	Bientôt, la stratégie sera prête dans les deux prochaines années	Aucune stratégie n'existe ni n'est prévue dans les deux prochaines années
Attaques de scolytes	74%	5%	21%
Promotion de la biodiversité	63%	26%	11%
Dégâts du gibier	63%	16%	21%
Feux de forêt	53%	5%	42%
Atteintes aux sols forestiers	42%	5%	53%
Problèmes économiques et leurs effets	37%	5%	58%
Changements climatiques	32%	42%	26%
Augmentation des activités de détente et de loisirs	26%	32%	42%
Effets de la forêt sur l'eau potable	21%	11%	68%

Tab. 2 *Etat des stratégies cantonales par problématique, pourcentage du nombre de votes.*

saviez-vous?) et d'Industrie bois suisse (IBS; publications). L'entier de la documentation proposée a été consulté et trié sur la base du titre et, si nécessaire, de la table des matières. Cette première sélection a permis d'identifier un total de 129 documents correspondants aux critères susmentionnés.

Ces derniers ont ensuite subi une seconde sélection plus détaillée. Ont été retenus ceux abordant clairement une problématique forestière actuellement rencontrée dans les forêts suisses, et proposant des éléments de solution constructifs et utilisables dans la pratique sylvicole à un niveau de détail adapté. Au terme de la sélection, ce sont 59 documents qui ont été retenus dans la littérature primaire.

Les problématiques forestières et les recommandations sylvicoles abordées dans ces documents ont été extraites puis rassemblées par thématique; des mentions telles que «menaces financières», «rentabilité» ou «sous-exploitation» ont par exemple été regroupées sous le titre «problèmes économiques et leurs effets».

Questionnaire aux services forestiers cantonaux

Dans le but de valider et compléter le résultat de l'analyse de la littérature, un questionnaire a été établi, traduit (français/allemand/italien) et soumis à l'avis des services forestiers cantonaux. Selon l'art. 20 al. 2 LFo (RS 921.0), les cantons sont responsables de l'édiction des prescriptions d'aménagement et, de ce fait, sont les partenaires directs des gestionnaires en ce qui concerne les problématiques forestières et les recommandations sylvicoles; leur appréciation et leurs compléments sont donc d'importance.

Le questionnaire a été adressé dans ce sens aux 25 services forestiers des 26 cantons (les deux Bâle ayant un service commun) en août 2019, les interpellant sur les points suivants:

1. Dans quelle mesure les problématiques listées par la littérature touchent-elles les forêts du canton? But: valider les résultats de l'analyse au niveau des problématiques.
2. D'autres problématiques forestières importantes non citées par la littérature sont-elles à relever dans votre canton? But: compléter les lacunes potentielles des résultats de la synthèse de la littérature.
3. Le canton dispose-t-il de lignes directrices ou d'une stratégie qui traitent des différentes problématiques? But: établir un état des lieux des stratégies cantonales en vue de le comparer aux problématiques.
4. Quelles recommandations sylvicoles parmi celles proposées par la littérature sont effectivement relayées aux gestionnaires par les autorités forestières cantonales, lesquelles ne le sont pas? But: valider les résultats de l'analyse au niveau des recommandations sylvicoles.
5. D'autres recommandations sylvicoles que celles apportées par la littérature sont-elles en vigueur dans le canton? But: compléter les lacunes potentielles des résultats de la synthèse de la littérature.
6. Selon eux, dans quelles proportions les recommandations proposées par la synthèse entrent-elles en conflit avec les fonctions forestières? But: évaluer le niveau d'impact des recommandations sylvicoles sur la multifonctionnalité.

Résultats

Parmi les 25 services cantonaux, 19 ont participé à l'enquête pour une représentation de près de 90% de la surface forestière suisse ainsi que de toutes les régions biogéographiques.

L'importance des problématiques est globalement jugée moyenne à élevée par les services forestiers cantonaux (tableau 1); six problématiques sur neuf sont même jugées extrêmement impactantes par certains cantons.

Recommandations sylvicoles à haut consensus selon les cantons
Recourir au rajeunissement naturel
Pratiquer la forêt jardinée et/ou pérenne
Augmenter la diversité des essences
Accroître la diversité des structures
Promouvoir les essences en station
Promouvoir les lisières structurées
Promouvoir les forêts claires de faible densité
Dans les possibilités de la station, augmenter la part de feuillus
Réduire la période de révolution
Favoriser les bois blancs
Favoriser une sylviculture proche de la nature
Laisser les rémanents de coupe en forêt
Réduire le volume sur pied
Promouvoir les essences rares et/ou de grande valeur écologique
Délimiter 5% de surface forestière représentative des forêts cantonales en réserve particulière
Mettre activement à profit les processus biologiques de la dynamique naturelle pour rationaliser les interventions sylvicoles
Renforcer la surveillance
Mettre à disposition suffisamment d'espaces de gagnage

Tab. 3 *Liste des 18 recommandations sylvicoles à haut consensus selon les cantons.*

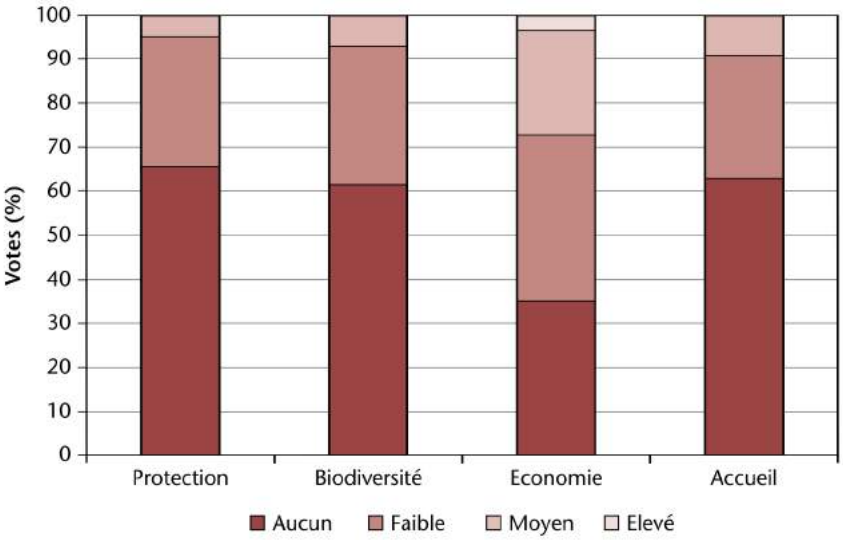

Fig. 2 *Estimation des impacts des recommandations sylvicoles sur les fonctions forestières.*

Certains services cantonaux ont complété la liste des problématiques leur ayant été soumises avec les thèmes suivants: espèces invasives, conservation des pâturages boisés, avancement des lisières, stratégies de reforestation après des événements, contribution de la forêt et du bois au captage du CO_2, autres services de la forêt tels que la filtration de l'air, multifonctionnalité. Aucun de ces thèmes n'a été cité par plus d'un participant à l'enquête.

Globalement, soit les cantons disposent déjà de stratégies destinées à faire face aux problématiques, soit ils ne prévoient pas dans l'immédiat de s'en doter (tableau 2); les trois problématiques changements climatiques, promotion de la biodiversité et augmentation des activités de détente et de loisirs font toutefois l'objet de nouvelles stratégies prévues.

Les cantons ont reçu une liste des 87 recommandations sylvicoles issues de la littérature, telles que par exemple pour la problématique des effets de la forêt sur l'eau potable: pratiquer la forêt jardinée ou pérenne; renoncer aux coupes surfaciques; recourir au rajeunissement naturel; dans les possibilités de la station, augmenter la part de feuillus.

Parmi ces 87 recommandations proposées aux cantons, 86 ont été citées comme étant reprises par leur propre communication. Un consensus élevé est présent pour 22 d'entre elles qui recueillent entre 60 et 95% d'approbation, dont cinq fois le rajeunissement naturel, car nommé dans autant de problématiques, soit au final 18 recommandations distinctes (tableau 3).

Certaines recommandations sylvicoles sélectionnées par les cantons influencent simultanément plusieurs problématiques. L'exemple le plus éloquent est le recours au rajeunissement naturel qui, à lui seul, répond à sept problématiques. Selon l'évaluation des cantons de l'impact des recommandations sylvicoles reprises dans leur propre communication sur les fonctions forestières, la fonction économique serait la plus touchée par la mise en œuvre des recommandations sylvicoles proposées, tandis que les fonctions de la biodiversité, la protection et l'accueil se verraient moins impactées (figure 2). Globalement, l'impact des recommandations sylvicoles estimé par les cantons sur les fonctions est faible ou inexistant.

Discussion

Le taux de participation élevé des services forestiers cantonaux au questionnaire est à relever, tout comme leurs évaluations qui démontrent clairement que les problématiques proposées revêtent en effet une importance non négligeable et que les recommandations sylvicoles proposées sont déjà largement reprises dans l'élaboration de leurs propres stratégies.

Concernant les problématiques supplémentaires ajoutées par les cantons, elles n'ont jamais été citées par plus d'un participant, et la place leur étant accordée dans la littérature s'est avérée bien moindre par rapport aux problématiques sélectionnées de base par cette étude. Ce net retrait démontre un niveau de corrélation manifeste entre l'analyse de littérature et l'état des lieux dans les cantons.

Il s'avère que les problématiques mises en avant dans cette étude font également l'objet d'un intérêt prépondérant au niveau fédéral. L'exemple de la Politique forestière 2020 (OFEV 2013) est parlant: en effet, la majorité des objectifs cités dans le document correspond à une ou plusieurs des problématiques retenues par l'étude. Seul le onzième ob-

Fig. 3 Le recours au rajeunissement naturel est largement encouragé par les cantons et ses effets sont positifs pour sept des neuf problématiques évoquées ici.

jectif «La formation, la recherche et le transfert des connaissances sont assurés» ne trouve aucun écho parmi elles.

Les cantons semblent conscients de la priorité de certaines problématiques, comme en témoigne l'état actuel des stratégies mises en place ou en cours de développement. Une corrélation s'observe entre le niveau d'impact des problématiques (tableau 1) et l'état des stratégies y relatives (tableau 2): plus l'impact est jugé élevé, plus les stratégies sont présentes. Les problèmes économiques et leurs effets font cependant figure d'exception notable en étant l'une des problématiques les plus impactantes et, pourtant, ne faisant l'objet d'aucune stratégie dans près de 60% des cantons. Les gestionnaires se retrouvent donc particulièrement laissés à eux-mêmes dans le cas de problèmes économiques.

Les neuf problématiques qui ressortent de la présente analyse offrent une réponse claire à la question initiale quelles sont les principales problématiques qui touchent la forêt suisse et ses fonctions. Ce premier cadre a posé une base solide pour apporter réponse à la seconde question initiale quelles sont les recommandations sylvicoles les plus à même d'aider à maintenir la multifonctionnalité des forêts face à ces problématiques, avec pour résultat une synthèse de 22 recommandations.

Mais qu'en est-il de leur application conjointe? Il s'avère que la majorité d'entre elles peuvent exercer une influence bénéfique sur plusieurs problématiques simultanément, à l'exemple du rajeunissement naturel (figure 3) qui est cité tant par les cantons que la littérature comme positif vis-à-vis des changements climatiques (Allgaier Leuch et al 2017; Brang et al 2016; Brang et al 2008; Junod 2009; Gugerli et al 2016; Bonfils & Bolliger 2003), de la promotion de la biodiversité (Mollet et al 2005), des problèmes économiques et leurs effets (Bürgi et al 2018; Frehner et al 2005; Junod 2009; Ammann 2012), des attaques de scolytes (Jakoby et al 2015), des dégâts du gibier (Rammig 2006; Reimoser & Gossow 1996), des atteintes aux sols forestiers (Waldner et al 2016; Adler et al 2004; Braun 2015) et des effets de la forêt sur l'eau potable (Waldner et al 2016; Bligny et al 2012), soit pas moins de sept problématiques sur un total de neuf (figure 3).

A l'inverse, certaines de ces recommandations sylvicoles peuvent être parfois antagonistes, en influençant à la fois positivement certaines problématiques et négativement d'autres. La mécanisation en est un exemple éloquent: elle est souvent citée comme une approche de solution face aux coûts élevés de la récolte des bois (von Wyl et al 2006; Bürgi & Pauli 2016), mais l'usage important de machines peut mettre en péril la santé des sols (WSL 2016; Lüscher et al 2015). Deux choses sont ici à relever: tous les sols ne présentent pas la même sensibilité au compactage et un sol dégradé nuit à la fonction économique (Rotaru 1985; de Paul & Bailly 2005). Cette recommandation n'est donc antagoniste que dans des forêts aux sols sensibles où la fonction de production est mise à profit. Le cadre d'application joue par conséquent un rôle prépondérant dans la détermination des effets d'une mesure sylvicole.

Parmi toutes les recommandations énoncées, l'une se distingue par son rôle particulier dans la loi forestière suisse: l'art. 20 al. 2 LFo (RS 921.0) indique que les cantons doivent tenir compte des exigences d'une «sylviculture proche de la nature» dans les prescriptions de gestion et d'aménagement qu'ils édictent. Cette notion se heurte toutefois au manque de définition officielle, explicable selon Glauser (2013) par l'importante diversité des stations. Des définitions sont néanmoins proposées dans la littérature. Tout d'abord, Glauser énonce quelques principes de base caractérisant ce type de gestion sylvicole qui sont selon lui communément admis dans le monde de la sylviculture suisse. Ensuite, Kaufmann

Fig. 4 *Favoriser un mélange d'essences diversifiées et adaptées à la station, le tout en forêt irrégulière, aide à limiter les effets de sept des neuf problématiques relevées par les cantons.*

		Problématiques / Recommandations sylvicoles	Changements climatiques	Promotion de la biodiversité	Problèmes économiques et leurs effets	Attaques de scolytes	Dégâts du gibier	Augmentation des activités de détente et de loisirs	Atteintes aux sols forestiers	Effets de la forêt sur l'eau potable	Feux de forêt
Forêt irrégulière	Sylviculture proche de la nature	Favoriser une sylviculture proche de la nature				●		●			
		Pratiquer la forêt jardinée ou pérenne	●	●	●				●	●	
		Recourir au rajeunissement naturel	●	●	●	●	●		●	●	
		Promouvoir les essences en station	●	●	●				●		
		Mettre activement à profit les processus biologiques de la dynamique naturelle pour rationaliser les interventions sylvicoles			●						
		Augmenter la diversité des essences	●	●		●		●	●		
		Accroître la diversité des structures	●	●		●		●			
		Promouvoir les lisières structurées		●			●	●			
		Renoncer aux coupes surfaciques							●	●	
		Eviter de mettre le sol à nu							●	●	
		Limiter l'accès aux machines							●		
		Favoriser le bois mort		●							
		Promouvoir les essences rares ou de grande valeur écologique		●							
		Dans les possibilités de la station, augmenter la part de feuillus				●			●	●	
		Réduire la période de révolution		●	●						
		Favoriser les bois blancs		●			●				
		Promouvoir les forêts claires de faible densité		●			●				
		Laisser les rémanents de coupe en forêt		●					●		
		Réduire le volume sur pied		●							●
		Délimiter 5% de surface forestière représentative des forêts cantonales en réserve particulière		●							
		Renforcer la surveillance				●					
		Mettre à disposition suffisamment d'espaces de gagnage					●				

Tab. 4 *Synthèse des problématiques et recommandations sylvicoles y relatives.*

Fig. 5 La forêt irrégulière se prête particulièrement bien à une sylviculture proche de la nature.

et al (2010) ont quant à eux précisé la définition d'une sylviculture proche de la nature selon cinq principes. Il est intéressant de constater que trois recommandations de la présente étude sont identiques aux descriptions faites par ces deux auteurs: recourir au rajeunissement naturel, promouvoir les essences en station et mettre activement à profit les processus biologiques de la dynamique naturelle pour rationaliser les interventions sylvicoles.

De plus, certaines recommandations s'approchent ou sont incluses dans les descriptions de la «sylviculture proche de la nature» avancées par ces auteurs. Ces derniers mettent par exemple en avant l'importance de préserver les sols et leur fertilité, ce qui se retrouve dans les recommandations suivantes: éviter de mettre le sol à nu, limiter l'accès aux machines et augmenter la part de feuillus dans les possibilités de la station.

Ces auteurs indiquent aussi que la sylviculture proche de la nature a pour objectif une forêt «diversifiée», «stable, résistante, productive et source d'habitats», composée d'une «fine mosaïque d'âges», termes souvent associés dans la littérature à la description des forêts irrégulières (Schütz 1990; von Wyl et al 2006; Brang et al 2008; Junod 2011; Streit et al 2016; Allgaier Leuch et al 2017; Junod & Ammann 2017; figure 5) et qui rappellent certaines recommandations mises en avant dans la présente étude.

Comme le relève Glauser (2013), la grande marge de manœuvre que laisse le respect de ces prescriptions permet de les considérer comme applicables dans divers régimes sylvicoles. La forêt irrégulière offre cependant un cadre particulièrement avantageux pour la mise en œuvre de ces recommandations sylvicoles à chaque intervention, permettant ainsi d'agir de manière flexible, en douceur et de manière récurrente (Allgaier Leuch et al 2017).

Pour conclure, un condensé des recommandations sylvicoles à haut consensus ou touchant à plusieurs problématiques selon la littérature et les cantons (tableaux 3 et 4) et leurs effets sur les problématiques aboutit à 22 éléments, dont la majorité se rattache à la sylviculture proche de la nature et à la forêt irrégulière (tableau 4).

Perspectives

Les résultats obtenus démontrent qu'avec uniquement 22 mesures sylvicoles, les principales problématiques touchant à la forêt suisse peuvent déjà être influencées dans une perspective de multifonctionnalité durable. Cette base reste cependant une approche théorique à considérer par les gestionnaires comme une synthèse informative, point de départ de réflexions concrètes sur le contexte local. ■

Soumis: 14 avril 2021, accepté (avec comité de lecture): 25 mai 2022

Références

ALLGAIER LEUCH B, STREIT K, BRANG P (2017) Sylviculture proche de la nature sous le signe des changements climatiques. Birmensdorf: Institut fédéral de recherche WSL. Notice pour le praticien 59.1. 8 p.

BLANC R, SAUCY M (2019) Forêt suisse: problématiques et recommandations sylvicoles. Etat des lieux des principaux défis forestiers et approches sylvicoles pour y faire face. Travail de Bachelor. Zollikofen: HAFL. 189 p.

BLIGNY C, CHOLIN E, FERRY O, GODI F, JENNI R ET AL (2012) Protection des eaux souterraines en forêt. Guide Alpeau dans l'arc alpin et jurassien. Interreg France-Suisse. 72 p.

BONFILS P, BOLLIGER M (2003) Les forêts d'un intérêt génétique particulier (forêts IGP). Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 60 p.

BRANG P, BUGMANN H, BÜRGI A, MÜHLETHALER U, RIGLING A ET AL (2008) Klimawandel als waldbauliche Herausforderung. Schweiz Z Forstwes 10: 362–373. doi:10.3188/szf.2008.0362

BRANG P, KÜCHLI C, SCHWITTER R, BUGMANN H, AMMANN P (2016) Stratégies sylvicoles et changements climatiques. Berne: Haupt. 454 p.

BRAUN S (2015) Erfassung und Behandlung gefährdeter Waldstandorte. Bericht 2006–2014. Schönenbuch: Institut für angewandte Pflanzenbiologie. 168 p.

BÜRGI P, PAULI B (2016) Ansätze für einen Strukturwandel in der Schweizer Forstwirtschaft (Essay). Schweiz Z Forstwes 167: 192–195. doi:10.3188/szf.2016.0192

BÜRGI P, THOMAS M, PAULI B, AUER N (2018) Réseau d'exploitations forestières de la Suisse: Résultats pour la période 2014–2016. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique. 48 p.

DE PAUL MA, BAILLY M (2005) Effets de la compaction des sols forestiers. Forêt wallonne 76 (3): 48–57.

FREHNER M, WASSER B, SCHWITTER F (2005) Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques. Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 30 p.

GLAUSER C (2013) Naturnaher Waldbau für die Biodiversität. Ornis 2: 12–15.

GUGERLI F, FRANK A, RELLSTAB C, PLUESS AR, MOSER B ET AL (2016) Variation génétique et adaptation locale des essences forestières sous le signe des changements climatiques. Berne: Haupt. 454 p.

HOLTHAUSEN N, VERMEULEN E, EGLI C (2012) Zukunftsperspektiven und Risikomanagement für Forstbetriebe Umgang mit Risiken vor dem Hintergrund des Klimawandels. Schlussbericht zum Teil 2 «Risikomanagement». Zollikon: Ernst Basler + Partner AG. 100 p.

JAKOBY O, WERMELINGER B, STADELMANN G, LISCHKE H (2015) Borkenkäfer im Klimawandel. Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker *(Ips typographus)*. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL. 45 p.

JUNOD P, AMMANN P (2017) Kommentar zum Artikel «Waldbaustrategien» im «Wald und Holz» 3/2017. Wald und Holz 5: 4.

JUNOD P (2009) Sylviculture neuchâteloise. Quintessence d'économie, d'écologie et d'esthétique. Inédit. Boudry. 10 p.

JUNOD P (2011) Forêt finement mélangée, une réalité à promouvoir. Schweiz Z Forstwes 3 (162): 51–58. doi: 10.3188/szf.2011.0051

KAUFMANN G, STAEDELI M, WALD LANDSCHAFT NATURGEFAHREN THOUNE, WASSER B (2010) Exigences de base d'une sylviculture proche de la nature. Rapport de projet. Octobre 2010. Berne: Office fédéral de l'environnement OFEV. 42 p.

LÜSCHER P, FRUTIG F, THEES O (2015) La protection des sols en forêt contre les atteintes physiques. La gestion forestière entre les impératifs de rentabilité et la préservation des propriétés physiques du sol. Berne: Office fédéral de l'environnement. Connaissance de l'environnement n° 1607. 160 p.

MOLLET P, HAHN P, HEYNEN D, BIRRER S (2005) Exploitation des bois et protection de la nature. Rapport principal. Berne: Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. Cahier de l'environnement n° 378. 53 p.

OFEV (2013) Politique forestière 2020. Visions, objectifs et mesures pour une gestion durable des forêts suisses. Berne: Office fédéral de l'environnement. 66 p.

RAMMIG A (2006) Disturbance in mountain forests: Analysing, modelling and understanding successional processes after blowdown events. Zurich: Eidg Techn Hochschule, PhD Thesis. 150 p.

REIMOSER F, GOSSOW H (1996) Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. For Ecol Manag 88: 107–119.

RIGLING A, SCHAFFER HP (2015) Rapport forestier 2015. Etat et utilisation de la forêt suisse. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage. 144 p.

ROTARU C (1985) Les phénomènes de tassement du sol forestier dus à l'exploitation mécanisée du bois. Revue forestière française XXXVII (5): 359–370.

SCHÜTZ JP (1990) Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. 243 p.

STREIT K, ALLGEIER LEUCH B, BRANG P (2016) Forêt et changements climatiques (IV). Adapter la forêt, oui! Mais à quel moment? La Forêt 6: 12–15.

VON WYL B, BRANG P, HUG U, KAUFMANN G, SAUTER R ET AI (2006) Zur Revision des Waldgesetzes. Begrenztes Potenzia für den Kahlschlag im Schweizer Wald. Wald und Holz 12: 37-39.

WALDNER P, BRAUN S, KURZ D, THIMONIER A (2016) Flux d'éléments nutritifs – les cas de l'azote et des cations basiques Berne: Haupt. 454 p.

WSL (2016) Concilier bois-énergie et biodiversité en forêt. Chercher les synergies et atténuer les conflits. Résumés. Forum WSL Suisse Romande. Birmensdorf: WSL. WSL Berichte 41. 52 p.

Forstliche Herausforderungen – waldbauliche Antworten

Der Schweizer Wald erbringt durch einen angepassten Waldbau zahlreiche Leistungen für die Gesellschaft, die unter den vier Waldfunktionen Schutz, Ökonomie, Ökologie und Wohlfahrt zusammengefasst werden. Allerdings stellen sich bei der Aufrechterhaltung dieser Multifunktionalität einige Herausforderungen, die das öffentliche Interesse gefährden könnten. Eine Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der verfügbaren Literatur listet die wichtigsten aktuellen Probleme im Schweizer Wald sowie die dazugehörigen waldbaulichen Lösungsansätze auf. Eine Umfrage bei den kantonalen Forstdiensten unterstützte diesen Ansatz und konsolidierte die Ergebnisse. Es wurden neun Herausforderungen identifiziert, die einen merklichen und umfassenden Einfluss auf den Schweizer Wald haben: Klimawandel, wirtschaftliche Probleme und deren Auswirkungen, Borkenkäferbefall, Wildschäden, Zunahme der Freizeit- und Erholungsaktivitäten, Förderung der Biodiversität, Schäden an Waldböden, Auswirkungen des Waldes auf das Trinkwasser und Waldbrände. Daraufhin wurden 87 waldbauliche Empfehlungen ausgewählt, verglichen und zu 22 waldbaulichen Lösungsansätzen zusammengestellt, die die neun Herausforderungen abdecken. Vierzehn davon entsprechen unterschiedlichen Konzepten des «naturnahen Waldbaus». Obwohl diese 22 Empfehlungen unter verschiedenen Betriebsarten angewendet werden können, sind unregelmässige Wälder in dieser Hinsicht besonders geeignet, da zwölf dieser Empfehlungen ihnen inhärent sind.

Forest challenges – silvicultural answers

The Swiss forest, through adapted silviculture, provides many services to society that are summarized by the four forest functions: protection, economy, ecology and hospitality However, challenges to the maintenance of this multifunctionality could compromise the public interest. A bibliographic review highlighted the main current problems in Swiss forests as well as approaches to related silvicultural solutions. A survey of the cantonal forestry services supported this approach and consolidated the results. Nine issues were identified as having a notable and global impact on Swiss forests: climate change, economic problems and their effects, bark beetle infestation, game damage, increasing recreational activities, biodiversity promotion, forest soils damage, forests effects on drinking water, and forest fires. In response, 87 silvicultural recommendations were selected, compared and compiled into 22 silvicultural solution approaches covering the nine issues. 14 of these correspond to different concepts characteristic of "close-to-nature silviculture". Although the application of these 22 recommendations is possible in various silviculture treatment, continuous cover forestry is particularly favorable as twelve of these recommendations are inherent to it.