Inventaire forestier national suisse



Résultats du
quatrième inventaire
2009-2017

Inventaire forestier national suisse

Résultats du quatrième inventaire 2009-2017

Rédaction

Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Barbara Allgaier Leuch

Éditeurs

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf
Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne

Référence bibliographique

Brändli, U.-B.; Abegg, M.; Allgaier Leuch, B. (réd.) 2020: Inventaire forestier national suisse. Résultats du quatrième inventaire 2009-2017. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 341 p.

Abstracts

Inventaire forestier national suisse
Résultats du quatrième inventaire 2009-2017
Les relevés du quatrième inventaire forestier national suisse (IFN) ont eu lieu entre 2009 et 2017, en moyenne huit ans après le troisième inventaire. Les résultats sur l'état et l'évolution de la forêt suisse sont présentés et expliqués en détail. Le rapport est structuré thématiquement selon les critères et indicateurs européens pour la gestion durable des forêts: ressources forestières, santé et vitalité, production de bois, diversité biologique, forêt protectrice et socio-économie. L'ouvrage s'achève par un bilan de la durabilité basé sur les résultats de l'IFN.
Mots-clés: surface forestière, volume de bois, accroissement, exploitation, structure de la forêt, état de la forêt, production de bois, biodiversité, forêt protectrice, récréation, durabilité, résultats de l'inventaire forestier national, Suisse

Schweizerisches Landesforstinventar
Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017
In den Jahren 2009 bis 2017 fanden die Erhebungen zum vierten Schweizerischen Landesforstinventar (LFI) statt, im Durchschnitt acht Jahre nach der dritten Erhebung. Die Resultate über den Zustand und die Entwicklung des Schweizer Waldes werden umfassend dargestellt und erläutert. Der Bericht ist thematisch strukturiert nach den europäischen Kriterien und Indikatoren zur nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes: Waldressourcen, Gesundheit und Vitalität, Holzproduktion, biologische Vielfalt, Schutzwald und Sozioökonomie. Eine Bilanz zur Nachhaltigkeit, basierend auf LFI-Ergebnissen, schliesst die Publikation ab.
Keywords: Waldfläche, Holzvorrat, Zuwachs, Nutzung, Waldaufbau, Waldzustand, Holzproduktion, Biodiversität, Schutzwald, Erholung, Nachhaltigkeit, Ergebnisse Landesforstinventar, Schweiz

Swiss National Forest Inventory
Results of the fourth survey 2009–2017
The collection of data for the fourth National Forest Inventory (NFI) was carried out from 2009 to 2017, on average eight years after the third survey. The findings about state and development of Swiss forests are described and explained in detail. The report is structured according to the European criteria and indicators for sustainable forest management, namely: forest resources, health and vitality, wood production, biological diversity, protection forest and social economy. Finally, conclusions about sustainability are drawn based on the NFI findings.
Keywords: forest area, growing stock, increment, yield, forest structure, forest condition, timber production, biodiversity, protection forest, recreation, sustainability, results National Forest Inventory, Switzerland

Impressum

Rédaction générale : Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Barbara Allgaier Leuch
Lectorat scientifique : Barbara Allgaier Leuch
Rédaction des textes : Barbara Allgaier Leuch, Urs-Beat Brändli
Rédaction des tableaux : Meinrad Abegg, Urs-Beat Brändli
Rédaction photo : Simon Speich, Barbara Allgaier Leuch, Urs-Beat Brändli
Préparation des cartes : Marielle Fraefel
Système d'analyse des données : Berthold Traub, Meinrad Abegg, Rolf Meile, Erik Rösler, Simon Speich
Traduction: Philippe Poget, Philippe Raetz, Michèle Kaennel Dobbertin
Coordination de la version française : Michèle Kaennel Dobbertin
Coordination de la production : Sandra Gurzeler
Concept graphique et mise en page : Raffinerie, Zurich
Impression : Odermatt AG, Dallenwil

Les spécialistes suivants ont contribué à la révision des divers chapitres :
WSL : Peter Bebi, Ariel Bergamini, Kurt Bollmann, Leo Bont, Peter Brang, Anton Bürgi, Marco Conedera, Beat Forster, Frank Hagedorn, Karin Tessa Hegetschweiler, Martina Hobi, Marcel Hunziker, Frank Krumm, Thibault Lachat, Oswald Odermatt, Valentin Queloz, Andreas Rigling, Janine Schweier, Oliver Thees, Peter Waldner, Thomas Wohlgemuth, Florian Zellweger, Stephan Zimmermann
OFEV : Sabine Augustin, Roberto Bolgè, Paolo Camin, Claudio De Sassi, Clémence Dirac Ramohavelo, Christoph Dürr, Michael Husistein, Alfred W. Kammerhofer, Therese Plüss, Nele Rogiers, Arthur Sandri, Oliver Schneider

Information bibliographique de la bibliothèque allemande :
La bibliothèque nationale allemande enregistre cette publication dans la bibliographie nationale allemande ; les données bibliographiques détaillées sont disponibles à l'adresse http://dnb.d-nb.de.

ISBN : 978-3-905621-61-7
DOI : 10.16904/envidat.147
Tous droits réservés
Copyright © 2020 by WSL, Birmensdorf
Imprimé sur Profitop opak
Dessin de couverture : Forêt de Bödmeren, Ingo Giezendanner, GRRRR, Zurich

Préface

Un changement global est en cours. Ce changement est dû non seulement à des conditions climatiques en mutation, mais aussi à la modification des attentes sociétales. Celles-ci exigent en effet davantage de ressources naturelles et exercent donc une pression sur les systèmes naturels qui les produisent. La forêt est elle aussi concernée, comme en témoignent les effets combinés des sécheresses répétées et des pullulations d'insectes de ces dernières années. Les dépôts azotés sont un autre exemple d'influences auxquelles nos forêts sont exposées en permanence.

Précisément parce qu'en forêt, les rapports de cause à effet sont complexes et que la situation évolue constamment, il est essentiel que les autorités puissent prendre des décisions en s'appuyant sur des données objectives et fiables. De telles données servent aussi à définir des mesures visant à atteindre un juste équilibre entre la protection des ressources forestières et leur utilisation. C'est à cette fin, et pour mieux comprendre l'évolution de l'état de nos forêts au fil du temps, que l'inventaire forestier national (IFN) a été mis en place.

L'IFN est un instrument à long terme pour le suivi des forêts. Depuis près de 40 ans, il enregistre en permanence l'état et les changements de la forêt. Il permet ainsi d'identifier et d'analyser les tendances à un stade précoce. Le premier inventaire a débuté en 1983, et aujourd'hui, le cinquième est en cours. Avec les résultats du quatrième inventaire, une nouvelle étape du suivi à long terme des forêts a été franchie.

L'IFN est la source d'information la plus complète sur la forêt suisse et ses ressources. La Politique forestière 2020 et les politiques ultérieures reposent en grande partie sur ses données. L'IFN reflète l'écosystème forestier ainsi que l'ensemble de ses fonctions et de ses prestations pour la société. Il permet de préparer les forêts de demain en rendant compte de tous les aspects de leur utilisation et de leur entretien. En bref, l'IFN est devenu indispensable pour la gestion ciblée et durable d'un tiers de la superficie du pays.

L'IFN est un projet commun de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL). Le WSL est responsable de la planification, de la collecte de données, de l'analyse et de l'interprétation scientifique, tandis que l'OFEV assure l'interprétation en politique forestière.



Konrad Steffen
Directeur du WSL



Paul Steffen
Directeur de
l'OFEV

Collaboratrices et collaborateurs de l'IFN4

De 2009 à 2020, par ordre alphabétique

Coordination et direction du projet
WSL : Peter Brassel, Martin Hägeli
OFEV : Thomas Bettler, Paolo Camin, Marjo Kunnala, Hans Peter Schaffer

Direction générale du projet
WSL : Urs-Beat Brändli, Peter Brassel, Martin Hägeli, Marc Hanewinkel, Christoph Hegg, Otto Wildi
OFEV : Paolo Camin, Andreas Götz, Josef Hess, Alfred Kammerhofer, Rolf Manser, Arthur Sandri, Hans Peter Schaffer, Paul Steffen, Marco Zanetti

Services forestiers cantonaux
Les forestiers de triage et les services forestiers cantonaux ont largement contribué à l'IFN lors des enquêtes et des relevés de desserte.

Collaboratrices et collaborateurs du projet au WSL
Statistiques, modèles et prognostics : Markus Didion, Philippe Duc, Anne Herold, Markus Huber, Edgar Kaufmann, Adrian Lanz, Minna Pulkkinen, Brigitte Rohner, Golo Stadelmann, Christian Temperli, Esther Thürig, Beatriz Vidondo, Karin Weggler, Jürgen Zell

Base de données et logiciels : Sandro Bischof, Stefan Holm, Rolf Meile, Erik Rösler, Barbara Schneider, Enikö Stüdeli, Berthold Traub, Hagen Zandt

Analyse des besoins, transfert des connaissances et Internet : Meinrad Abegg, Barbara Allgaier Leuch, Urs-Beat Brändli, Simon Speich, Ulrich Ulmer

Télédétection, modélisation et SIG : Andri Baltensweiler, Leo Bont, Ruedi Bösch, Marielle Fraefel, Christoph Fischer, Christian Ginzler, Martin Hägeli, Heidi Hastedt, Kalin Müller, Bronwyn Price, Nataliia Rehush, Zuyuan Wang, Lars Waser

Collecte des données (photos aériennes) :
Lucinda Laranjeiro, Daniel Übersax

Organisation et méthodologie des relevées terrestres :
Fabrizio Cioldi, Christoph Düggelin, Markus Keller, Andreas Schwyzer

Relevées terrestres : Marc Baume, Marina Beck, Michele Bühler, Markus Dietiker, Björn Dreier, Ruedi Fischer, Fulvio Giudici, Martin Imhof, Dario Klaiss, Paul Koller, Michael Plüss, François Sottas

Remerciements

La qualité et la pertinence des données et des produits sont essentielles pour le succès à long terme de l'inventaire forestier national. Chaque phase du projet a exigé un souci aigu de qualité, un engagement réfléchi et une implication proactive au sein de l'équipe. Les tâches à accomplir au WSL sont multiples et recouvrent l'évaluation des besoins, le développement de méthodes de relevé, la collecte de données, l'analyse des données, la modélisation statistique et l'élaboration de rapports.

Ce rapport est le résultat de nombreuses années de travail d'équipe. Chacune des personnes impliquées a apporté une pierre indispensable à l'édifice. Nous leur sommes profondément reconnaissants pour leur investissement personnel, leur persévérance, et leur rigueur dans l'exécution d'innombrables travaux de détail.

Nous remercions également toutes celles et ceux qui ne sont pas mentionnés ici – les auxiliaires temporaires pour la numérisation des données et la programmation, le personnel des unités spécialisées pour leur précieux soutien, les étudiantes et étudiants en master, et les participantes et participants aux projets supplémentaires dont les conclusions et publications ont contribué à l'IFN.

Martin Hägeli et Urs-Beat Brändli

Table des matières

		Page	Indicateurs de Forest Europe
	Référence bibliographique	2	
	Abstracts	2	
	Impressum	3	
	Préface	5	
	Collaboratrices et collaborateurs de l'IFN4	6	
	Remerciements	6	
1	**L'inventaire forestier national** Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Barbara Allgaier Leuch, Sandro Bischof, Fabrizio Cioldi, Christoph Düggelin, Marielle Fraefel, Christoph Fischer, Christian Ginzler, Adrian Lanz, Rolf Meile, Erik Rösler, Simon Speich, Berthold Traub, Martin Hägeli	11	
1.1	Historique et objectifs	13	
1.2	Méthodes	17	
1.3	Organisation des données, analyse et exploitation	26	
1.4	Explication des résultats	28	
2	**Ressources forestières** Fabrizio Cioldi, Urs-Beat Brändli, Markus Didion, Christoph Fischer, Christian Ginzler, Anne Herold, Markus Huber, Esther Thürig	35	
2.1	Surface forestière et fonctions forestières	37	1.1
2.2	Station et desserte	53	
2.3	Volume, nombre de tiges et essences	70	1.2
2.4	Types de forêts, structure et répartition des âges	94	1.3
2.5	Biomasse et stock de carbone	116	1.4

		Page	Indicateurs de Forest Europe
3	**Santé et vitalité** Meinrad Abegg, Markus Huber, Christoph Düggelin	121	
3.1	État des sols	123	2.2
3.2	Dégâts aux arbres	127	2.3
3.3	Dégâts aux forêts	138	2.4
3.4	Exploitations forcées	140	
3.5	Stabilité	143	
4	**Production de bois** Christoph Fischer, Brigitte Rohner, Anne Herold, Barbara Allgaier Leuch, Christian Temperli, Fritz Frutig, Leo Bont, Esther Thürig, Erik Rösler	147	
4.1	Planification et certification	149	3.5
4.2	Gestion forestière	154	
4.3	Récolte des bois	164	
4.4	Accroissement, exploitations et mortalité	172	3.1
4.5	Assortiments de bois ronds et exploitations de bois fort	182	3.2
5	**Diversité biologique** Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Christoph Düggelin	189	
5.1	Diversité des essences	191	4.1
5.2	Diversité structurelle	196	
5.3	Régénération	207	4.2
5.4	Essences introduites	212	4.4
5.5	Bois mort	217	4.5
5.6	Caractère naturel et valeur de biotope	225	4.3
5.7	Forêts protégées	232	4.9

		Page	Indicateurs de Forest Europe
6	**Forêt protectrice** Urs-Beat Brändli, Markus Huber, Christoph Fischer	239	
6.1	Protection des eaux potables	241	5.1
6.2	Protection contre les dangers naturels	246	5.2
7	**Socio-économie** Christoph Fischer, Urs-Beat Brändli, Barbara Allgaier Leuch, Fabrizio Cioldi	265	
7.1	Conditions de propriété et unités d'exploitation	267	6.1
7.2	Récréation en forêt	271	6.10
8	**Bilan de durabilité par l'IFN** Barbara Allgaier Leuch, Meinrad Abegg, Urs-Beat Brändli	279	
8.1	Durabilité dans la forêt suisse	288	
8.2	La forêt suisse en comparaison internationale	305	
9	**Annexes** Barbara Allgaier Leuch, Urs-Beat Brändli, Sandra Gurzeler, Simon Speich	313	
9.1	Bibliographie	315	
9.2	Glossaire	322	
9.3	Textes de loi, abréviations et symboles	333	
9.4	Index	334	
9.5	Crédits des illustrations	341	



L'inventaire forestier national (IFN) est un relevé périodique de l'état et du développement de la forêt suisse conduit par la Confédération. Ce chapitre présente l'historique et les objectifs de l'inventaire ainsi que les méthodes de collecte et d'analyse des données pour faciliter la compréhension des résultats contenus dans ce rapport.

1 L'inventaire forestier national

Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Barbara Allgaier Leuch, Sandro Bischof, Fabrizio Cioldi, Christoph Düggelin, Marielle Fraefel, Christoph Fischer, Christian Ginzler, Adrian Lanz, Rolf Meile, Erik Rösler, Simon Speich, Berthold Traub, Martin Hägeli

1.1 Historique et objectifs

Le premier inventaire forestier national (IFN1)

L'idée d'un inventaire forestier à l'échelle du pays remonte aux années 50 (Kurt 1957). À cette époque, seules les informations concernant les forêts publiques dotées d'un plan d'aménagement étaient disponibles. Celles concernant la forêt privée et les forêts publiques non aménagées manquaient totalement.

Afin de couvrir les besoins grandissants de connaissances sur la situation de la forêt suisse, un premier relevé succinct par échantillonnage sur photos aériennes flanqué d'un questionnaire auprès des services forestiers a été mené en 1970 (Ott 1972). Suite à cette première approche, l'Institut fédéral de recherches forestières d'alors (IFRF), aujourd'hui Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), a préparé un inventaire des forêts à l'échelle de la Suisse et en a posé les bases méthodologiques : l'Inventaire Forestier National suisse (IFN) était né. Les ressources forestières traditionnelles étaient alors au centre des préoccupations, mais les méthodes aptes à tenir compte des autres fonctions forestières faisaient largement défaut (Brändli et Hägeli 2019).

En 1981, le Conseil fédéral donnait le coup d'envoi de l'IFN1 en mandatant l'IFRF pour procéder à un inventaire par échantillonnage sur l'ensemble de la forêt suisse. Celui-ci avait pour principal objectif de procurer des données de base objectives afin de piloter les politiques forestière et environnementale de la Confédération, en évaluant l'état et les transformations de la forêt grâce à des méthodes scientifiques solides. Le volume de bois sur pied devait être déterminé avec une précision de ± 0,5 % (p = 68 %) pour l'ensemble du territoire (Mahrer et Vollenweider 1983). Les ressources manquant pour une interprétation des photos aériennes sur le réseau densifié prévu à l'origine, la précision a été revue à ± 1,0 % (p = 68 %) peu avant le début de la collecte des données ; les unités d'interprétation primaires convenues étaient la Suisse ainsi que les régions de production Jura, Plateau, Préalpes, Alpes et Sud des Alpes.

La collecte des données s'est terminée en 1985, les résultats ont été publiés en allemand en 1988 et en français en 1990 (IFRF 1990). Avec ses 11863 placettes d'observation permanent sur un réseau de 1 km, l'IFN1 jetait ainsi les bases de l'observation à long terme de la forêt.

Deuxième inventaire forestier national (IFN 2)

La loi sur les forêts (LFo, RS 921.0) a remplacé en 1993 la loi sur la police des forêts. Elle stipule que la Confédération «fait exécuter des relevés périodiques sur les stations forestières, les fonctions et l'état des forêts», (art. 33) afin d'informer les autorités et la population sur le rôle et sur l'état des forêts (art. 34). La base légale de l'inventaire forestier national est ainsi créée.

Pour l'IFN2, les moyens financiers manquaient pour répéter la collecte des données sur l'ensemble des placettes terrestres du premier inventaire. Il a donc fallu renoncer à relever près de la moitié des placettes originales et la densité du réseau a été réduite à un maillage de 1,4 km. En contrepartie, l'interprétation des photos aériennes s'est densifiée sur un réseau de 0,5 km (pour la méthode d'estimation, cf. 1.2). L'intérêt croissant de l'opinion publique pour la forêt ainsi que les développements méthodologiques pour le relevé des fonctions forestières ont conduit à l'élaboration d'un catalogue de critères nettement plus fourni que celui de l'IFN1. Ce catalogue engloba plus d'éléments relatifs à l'économie, à la protection de la nature et à l'écologie ainsi que des informations sur l'effet protecteur de la forêt (Brändli et Hägeli 2019).

L'interprétation des photos aériennes, les relevés de terrain et l'enquête furent réalisés de 1993 à 1995. Le rapport du deuxième inventaire, paru en allemand, en français et en italien en 1999, s'articulait autour des fonctions forestières. Il a permis, pour la première fois, de dresser un tableau des conditions de croissance et d'exploitation dans la forêt ainsi que de l'évolution de la surface forestière (Brassel et Brändli 1999).



Les collaboratrices et collaborateurs du quatrième inventaire forestier national.

Analyse des effets et des besoins de l'IFN3

Suite à l'IFN2, la Direction fédérale des forêts de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) a mandaté une étude complète visant à clarifier tant les effets recherchés par l'IFN que les besoins futurs en données sur la forêt. Cette étude a confirmé non seulement que l'IFN constituait un instrument de travail indispensable pour les principaux groupes cibles (services forestiers des cantons et de la Confédération, hautes écoles et recherche) mais aussi que d'autres domaines de l'administration étaient demandeurs d'informations relatives à l'IFN.

Dans son deuxième volet, l'étude a mis en évidence un important besoin d'informations qui a conduit à formuler huit modules pour l'IFN3 : un module de base analogue à l'IFN2, une densification du réseau d'observation semblable à celui de l'IFN1 ainsi que six modules thématiques complémentaires : forêt protectrice, phytosociologie et état naturel, végétation herbacée, sol, santé des forêts et diversité des biotopes (Bättig *et al.* 2002). Cette identification des besoins a aussi servi pour le développement de l'IFN4 et de l'IFN5.

Troisième inventaire forestier national (IFN3)

Fort de ces résultats, le WSL et l'OFEFP ont proposé de réaliser l'IFN3 avec de nombreux modules répondant aux besoins identifiés. Pour des raisons budgétaires, le Conseil fédéral n'a finalement autorisé en août 2002 que le module de base (relevé sur le réseau de 1,4 km de l'IFN2) avec un catalogue de critères significativement élargi mais sans aucun des autres modules proposés. Seules les unités phytosociologiques déjà modélisées lors de l'IFN2 ont bénéficié de meilleures données de base.

L'interprétation des photos aériennes de l'IFN3 débuta en 2003 et la campagne de relevés terrestres et l'enquête suivirent de 2004 à 2006. Depuis 2003, le contrôle et le suivi de l'inventaire incombent à la direction du projet IFN rassemblant des représentants de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et du WSL. La direction du projet est chargée de contrôler l'avancement du projet, d'assurer le respect du cadre budgétaire et de prendre les principales décisions de fond.

À l'occasion du troisième inventaire, le catalogue de données et le rapport (Brändli 2010) ont pour la première fois été normalisés avec les critères et indicateurs nationaux et internationaux pour la gestion durable des forêts (FOREST EUROPE *et al.* 2011; Rigling et Schaffer 2015). C'est la raison pour laquelle, toujours sur la base des besoins identifiés, le catalogue des données terrestres a été sensiblement élargi (Keller 2005), la forêt buissonnante a été incluse, et sur les photos aériennes, les boisés hors forêt ont également été recensés sur le réseau de 1,4 km (Ginzler *et al.* 2005). En ce qui concerne le développement des forêts, le modèle MASSIMO (Stadelmann *et al.* 2019a) est mis à contribution depuis l'IFN3. Il permet de produire des scénarii sur la capacité d'approvisionnement en bois des forêts suisses et leur potentiel de réduction des gaz à effet de serre. Le système informatique NAFIDAS permet d'enregistrer, de gérer et d'analyser les données, et assure la compatibilité avec d'autres bases de données spatiales (Traub *et al.* 2019a). L'IFN3, comme auparavant l'IFN2, a été soumis en 2012 à une évaluation externe (Bernath *et al.* 2013).

Quatrième inventaire forestier national (IFN4)

La principale modification méthodologique s'est imposée lors des travaux préparatoires du quatrième inventaire : de périodiques, les relevés sont devenus permanents. Du premier au troisième inventaire, ils duraient trois ou quatre ans et se déroulaient chaque année dans un secteur géographique différent. Depuis l'IFN4, les relevés se déroulent en continu, à raison d'un neuvième de l'échantillon par an, tant pour l'interprétation photographique que pour l'inventaire terrestre. Ces neuf réseaux annuels d'un maillage de 4,2 km constituent des sous-réseaux systématiques du réseau d'origine (maillage de 1,4 km). Chacun d'entre eux s'étend sur tout le territoire suisse. Un premier rapport intermédiaire paraît après cinq ans. Le rapport final des résultats est rédigé après neuf ans, sitôt les observations sur toutes les placettes du réseau de 1,4 km enregistrées. Les modifications méthodologiques et celles du catalogue des données suivent également ce

cycle de neuf ans (Brändli et Hägeli 2019). Ce relevé permanent offre l'avantage de fournir des état annuels (séries temporelles) d'observations valables pour l'ensemble du territoire avec des rapports à intervalles rapprochés. Cette approche permet de mieux répartir le volume de travail dans le temps et d'assurer la pérennité des connaissances des collaborateurs. La campagne IFN4 s'est déroulée de 2009 à 2017.

Les objectifs de l'IFN4 restent largement identiques à ceux des inventaires précédents. Par rapport à l'IFN3, les besoins en information se sont très peu modifiés et le catalogue des données terrestres et des enquêtes n'a connu que de modestes compléments. Ces modifications concernent principalement les thèmes de la production de bois (classification de la desserte) et de la biodiversité (recensement des fourmilières, âge des arbres) ainsi que la documentation photographique systématique des placettes (Brändli et Hägeli 2019 ; Keller 2013a ; Keller 2013b).

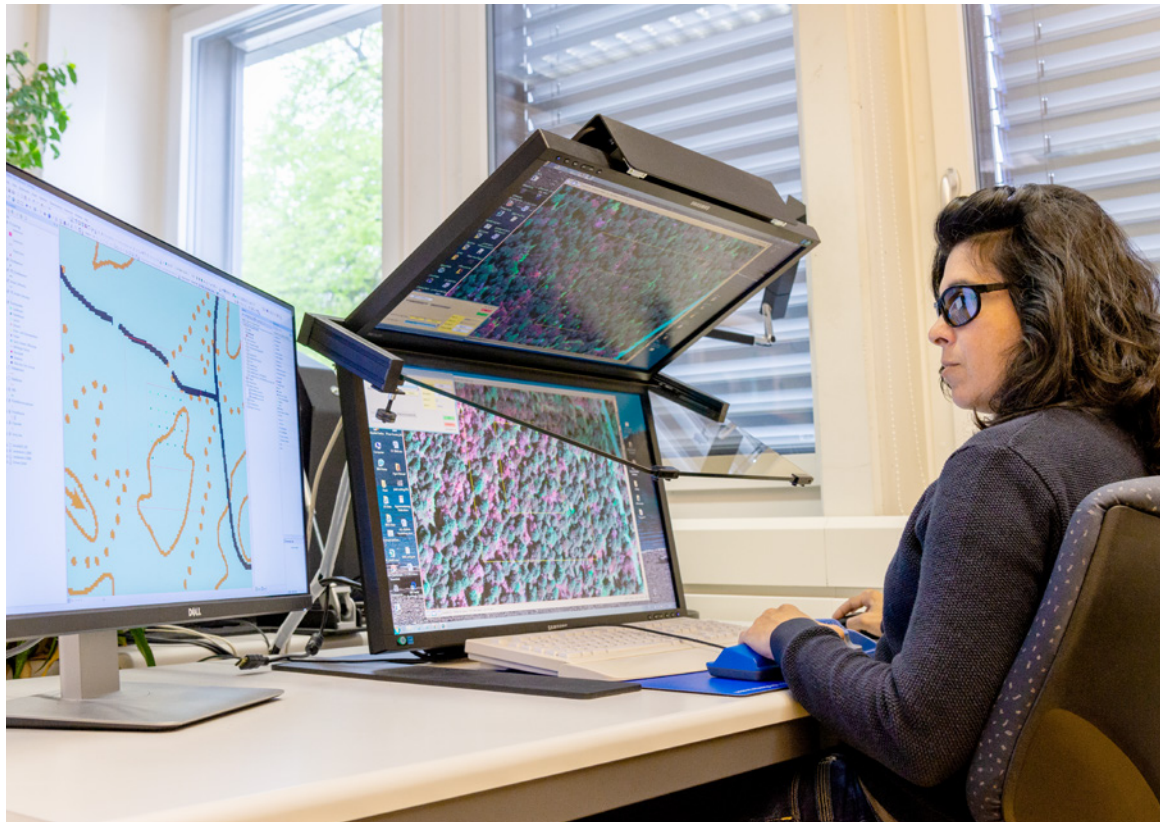
L'interprétation des photos aériennes a été réduite au maillage de 1,4 km. Elle sert principalement à repérer les placettes récemment reconquises par la forêt qui nécessitent ainsi un relevé initial par les équipes terrestres. Contrairement à l'IFN3, les boisés hors forêt ne sont plus cartographiés sur les photos aériennes. En revanche, les photos aériennes stéréoscopiques ont servi à développer un modèle de hauteur de végétation qui livre aussi des informations sur les boisés hors forêt pour toute la Suisse (Ginzler et Hobi 2015). En se basant sur la définition de la forêt selon l'IFN, le modèle de hauteur de végétation a été utilisé pour élaborer une carte du couvert forestier (Waser *et al.* 2015). Par ailleurs, le degré de mélange des essences forestières a été développé comme nouvel indicateur sur l'ensemble de la surface (Waser *et al.* 2017).

Les objectifs et prestations de l'IFN et leur financement sont revus tous les quatre ans par le WSL et l'OFEV. Le mandat actuel qui concerne l'IFN4 et l'IFN5 comprend un « module de base » ainsi que les modules complémentaires « forêt protectrice », « potentiel d'exploitation de bois (PEB) », « biodiversité », « inventaire des gaz à effet de serre (IGS) » et « international ». Chaque module est dirigé par un tandem représentant l'OFEV, respectivement le WSL. Les responsables du module de base dirigent simultanément le projet de l'IFN ; ils siègent à la direction générale du projet en compagnie des décideurs concernés de l'OFEV et du WSL.

Rapport IFN4

Le présent rapport rend compte des principaux résultats de l'IFN4 ainsi que de leur interprétation scientifique du point de vue du WSL qui est chargé de la planification et de la réalisation de l'inventaire. L'interprétation au plan des politiques forestière et environnementale incombe à l'OFEV au travers de rapports réguliers, forestiers ou environnementaux, ainsi que lors des évaluations de la politique forestière nationale. Les données et informations de l'IFN sont également utilisées dans les processus et conventions internationales. Par exemple, la FAO (l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) produit un rapport « Évaluation des ressources forestières mondiales, FRA » conjointement avec la CEE-ONU (Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe, également rattachée à l'ONU) ; l'IFN participe à ce rapport en élaborant tous les cinq ans une part importante des rapports nationaux et en collaborant activement dans le collège d'experts internationaux. Il en va de même pour le suivi de l'état des forêts européennes (« State of Europe's Forests » : SoEF) dans le cadre de Forest Europe, la Conférence ministérielle sur la protection des forêts européennes. Suite à la signature de l'accord de Kyoto, les données de l'IFN sont également utilisées pour satisfaire à l'engagement de la Suisse de participer à l'inventaire des gaz à effet de serre dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC).

1.2 Méthodes



L'interprétation stéréoscopique des photos aériennes fournit des informations pour la décision prise sur le terrain d'attribution ou non à l'aire forestière.

WSL/IFN4

Inventaire par échantillonnage

Un inventaire pied par pied, c'est-à-dire la mesure de chaque arbre de la forêt suisse, serait beaucoup trop ambitieux. C'est pourquoi l'IFN est conçu comme inventaire par échantillonnage, dans lequel la population totale (la forêt suisse) est décrite par une petite partie (l'échantillon) choisie de manière aléatoire et recensée en détail. Les méthodes statistiques permettent, à partir de l'échantillon, de cerner les critères recherchés (valeurs cibles dans l'IFN) de la population dans son ensemble. Les valeurs cibles sont généralement représentées par des sommes (totaux), des valeurs moyennes ou des proportions. Les estimations issues d'un échantillonnage tel que celui de l'IFN sont objectives et sont largement acceptées, en particulier parce qu'elles mentionnent la marge d'erreur de l'estimation.

L'inventaire par échantillonnage terrestre permet de relever de manière détaillée de nombreux critères stationnels ou liés aux peuplements et aux arbres. Chaque placette

n'est certes qu'une infime partie de la population. Collectivement, les placettes de l'échantillon donnent cependant une image représentative de la forêt. En outre, la répétition du relevé sur les mêmes placettes permet de décrire l'évolution de la forêt suisse sur les trois dernières décennies.

Pour des raisons financières, la densité de placettes de l'IFN2 a été réduite de moitié dans les inventaires suivants, passant d'un réseau de 1 km à un réseau de 1,4 km. L'erreur d'échantillonnage a ainsi augmenté d'un facteur 1,4. Afin de limiter cet effet négatif, un procédé d'estimation en deux phases a été mis en place depuis l'IFN2 (voir ci-dessous).

Réseaux d'échantillonnage

Les placettes se trouvent sur les intersections de réseaux à mailles carrées couvrant l'ensemble du territoire (échantillonnage systématique). La densité du réseau, dont dépend le nombre de placettes, résulte des objectifs de l'IFN qui vise à obtenir des estimations « fiables » pour les valeurs cibles dans les cinq régions de production et pour l'ensemble de la Suisse. Les estimations calculées à partir d'un inventaire par échantillonnage sont réputés « fiables » lorsque, malgré l'erreur relative à l'échantillon, elles permettent d'obtenir une information pertinente sur une problématique spécifique.

Un maillage carré de 1 km de côté, c'est-à-dire une placette par kilomètre carré, avait été choisi pour l'IFN1. Des 41279 intersections du réseau sur le territoire suisse, 11863 se trouvaient en forêt, dont 551 dans la forêt buissonnante et 11312 dans la forêt sans la forêt buissonnante (tab. **001**).

001 **Réseaux d'échantillonnage et nombre de placettes par inventaire**

	IFN1	IFN2	IFN3	IFN4
réseau sur photos aériennes	réseau 1,0 km	réseau 0,5 km	réseau 0,5 km	réseau 1,4 km
surface totale (forêt et hors forêt)	41279	165153	165153	20638
réseau terrestre de base	réseau 1,0 km	réseau 1,4 km	réseau 1,4 km	réseau 1,4 km
surface totale (forêt et hors forêt)	41279	20638	20638	20638
forêt	11863	6160	6462	6617
forêt sans la forêt buissonnante	11312	5861	6120	6258
forêt buissonnante	551	299	342	359
forêt accessible sans la forêt buissonnante	10981	5679	5920	6042
réseau terrestre complémentaire		réseau 4,0 km	réseau 4,0 km	
surface totale (forêt et hors forêt)		2585	2574	
forêt		789	763	
réseau dans le modèle de hauteur de végétation				réseau 0,1 km
surface totale (forêt et hors forêt)				4128476
placettes communes relevées dans le réseau de base				
forêt accessible sans la forêt buissonnante		réseau 1,4 km	réseau 1,4 km	réseau 1,4 km
IFN1/IFN2		5456		
IFN2/IFN3			5581	
IFN3/IFN4				5824
IFN1/IFN2/IFN3/IFN4				5318

La collecte des données des IFN2, IFN3 et IFN4 s'est faite sur un sous-échantillon du réseau du premier inventaire. Le réseau quadratique est placé en diagonale du réseau originel. Le côté de chaque maille du réseau de 1,4 km mesure 1,414 km (√2) et détermine ainsi un échantillon d'une placette par 2 kilomètres carrés. Des 20 638 intersections de ce réseau dit de base, 6160 de l'IFN2, 6462 de l'IFN3 et 6617 de l'IFN4 se trouvaient en forêt dont, pour ce dernier, 359 dans la forêt buissonnante et 6258 dans la forêt sans la forêt buissonnante.

Pour retrouver rapidement les placettes, leurs points de repère ont été marqués de manière bien visible jusqu'à l'IFN3. De tels repères risquent d'influencer (involontairement) le gestionnaire forestier, ce qui ferait perdre aux placettes leur représentativité. Des réseaux complémentaires au réseau de base ont été mis en place dans l'IFN2 et l'IFN3 pour tester l'effet des repères (tab. **001**). Ces tests n'ont pas révélé d'indice permettant de douter de la représentativité du réseau de base de l'IFN (Traub 2001).

Aucun réseau complémentaire n'a été mis en place pour l'IFN 4. En revanche, afin d'éviter d'influencer à l'avenir le gestionnaire forestier, les repères des inventaires précédents ont été retirés et remplacés par les coordonnées exactes du centre de la placette déterminées précisément à l'aide du réseau global de satellites de navigation (GNSS). En outre, les équipes de terrain ont pris cinq clichés sur la placette et, à l'extérieur des zones d'avalanche, ont ajouté un réflecteur Recco sur le profil alu du centre de la placette (Düggelin *et al.* 2019).

En règle générale, toutes les placettes d'un inventaire sont mises à contribution pour les analyses de données concernant l'état de la forêt au moment de l'inventaire. Lors de l'IFN1, il s'agissait des placettes du réseau de 1 km, lors de l'IFN2 et de l'IFN3 des placettes du réseau de base (1,4 km de maillage) et des réseaux complémentaires respectifs et, pour l'IFN4, des placettes du réseau de base. En revanche, les changements ne sont estimés que par l'analyse des placettes du réseau de base relevées lors des inventaires qu'il s'agit de comparer. Pour constater une évolution de l'état d'un critère, seules les placettes ayant fait l'objet d'un relevé à chaque inventaire sont utilisées.



WSL/IFN4

À partir du centre de la placette, les azimuts des arbres sont mesurés à la boussole Wyssen et saisis dans la console informatique mobile.

002 **Erreur d'estimation pour le volume selon la procédure d'estimation et la strate**

erreur d'estimation en %

Valeur cible	Inventaire	Procédé d'estimation	Strate			
			Suisse %	Sud des Alpes %	Chêne %	Forêt privée %
volume [m^3]	IFN1	une phase	1,1	3,4	4,7	2,0
		deux phases	0,7	2,5	4,5	1,7
	IFN2	une phase	1,4	4,2	6,6	2,6
		deux phases	0,9	3,0	6,4	2,3
	IFN3	une phase	1,4	4,0	6,8	2,6
		deux phases	0,9	2,8	6,6	2,3
	IFN4	une phase	1,5	4,0	7,0	2,7
		deux phases	0,9	2,7	6,7	2,3

La plupart des interprétations se réfèrent aux placettes dans la forêt (sans la forêt buissonnante) accessibles sans risques aux équipes de terrain. L'ensemble analysé (cf. 1.4) est désigné « forêt accessible sans la forêt buissonnante » dans l'IFN1. Pour l'analyse des changements, on prend en compte les placettes communes aux inventaires respectifs, c'est-à-dire que seules les placettes effectivement relevées dans la forêt sans la forêt buissonnante dans les inventaires considérés sont retenues. Les nombres de placettes faisant partie des différents ensembles analysés sont indiqués dans le tableau **001**.

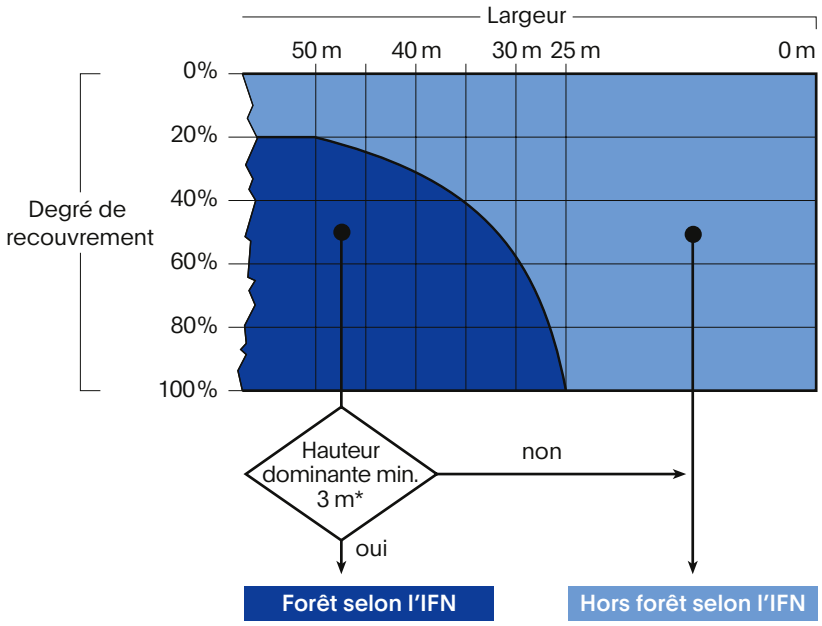
En raison des développements techniques, les réseaux utilisés pour l'interprétation des photos aériennes ont été modifiés presque à chaque inventaire. Alors que l'IFN1 utilisait le réseau de 1 km, les deux inventaires suivants ont fait recours à un réseau de 0,5 km. Dans l'IFN4, la densité d'échantillonnage des photos aériennes a été réduite au réseau terrestre de 1,4 km. En revanche, un modèle de hauteur de végétation couvrant toute la Suisse et une carte du couvert forestier ont été élaborés sur la base des photos aériennes stéréoscopiques. Ces deux outils ont été mis à contribution pour le réseau de 100 m, où la situation d'une placette en forêt ou hors forêt a été testée automatiquement pour chacun des 4 128 476 points d'intersection.

Procédés d'estimation

Le nombre de placettes de l'IFN2 ayant été réduit de moitié par rapport à l'IFN1, il a fallu rechercher des solutions adéquates pour compenser l'erreur d'échantillonnage plus grande qui en découle (facteur √2 = 1,4), au moins pour les valeurs cibles les plus importantes (« volume », « biomasse » et « surface forestière »). L'estimation en deux phases (Köhl 1994), dans laquelle l'échantillonnage aérien dense (1re phase) permet de stratifier l'échantillonnage terrestre (2e phase), s'est avérée une bonne approche (Brassel et Lischke 2001). Les placettes de la deuxième phase représentent ainsi un sous-échantillon géoréférencé et systématique de l'échantillon de la première phase. Dans l'IFN2 et l'IFN3, la stratification a été opérée à partir de critères issus des photos aériennes sur un réseau de 500 m. Pour l'IFN4, les strates ont principalement été formées à partir des critères (attributs) de la carte du couvert forestier (version de 2015) et du modèle de hauteur de végétation (version de 2015), pour optimiser plus particulièrement l'estimation de la valeur cible « volume » (Pulkkinen *et al.* 2018 ; Lanz *et al.* 2019). On peut admettre que ce type de stratification permet également d'obtenir des valeurs cibles « biomasse » et « accroissement » très fiables. Ces strates sont reprises pour toutes les analyses de l'IFN et les estimations restent ainsi numériquement exactes et additives (Lanz *et al.* 2019).

Ce procédé d'estimation en deux phases réduit l'erreur d'estimation sans toutefois modifier l'estimation elle-même. Il a permis de faire baisser l'erreur d'estimation du volume en Suisse de 1,4 % à 0,9 % lors de l'IFN2, celle du Sud des Alpes de 4,2 % à 3,0 %, améliorant ainsi l'erreur de l'échantillonnage en une phase de l'IFN1 (tab. **002**). La réduction de l'erreur d'estimation lors du procédé en deux phases ne concerne cepen-

003 **Définition de la forêt selon l'IFN**



* Les afforestations, les reboisements, les peuplements de pins rampants et d'aulnes verts, ainsi que les surfaces de coupes et les surfaces de chablis sont considérés comme forêt, indépendamment de la hauteur dominante.

dant que les estimations en relation avec les grandeurs auxiliaires de la première phase, en l'occurrence dans l'IFN4 avec la surface forestière et la hauteur de la végétation (Pulkkinen *et al.* 2018 ; Lanz *et al.* 2019). Pour l'erreur d'estimation du volume d'une essence particulière, le chêne par exemple, ou celle du volume dans la forêt privée, la première phase, avec les grandeurs auxiliaires mentionnées, n'a pratiquement pas d'influence. Dès lors, les gains d'efficacité pour les indicateurs de durabilité (chap. 8) sont faibles et les pertes de précision qui résultent de la réduction de moitié de l'échantillonnage de l'IFN2 par rapport à l'IFN1 ne peuvent pas être compensées.

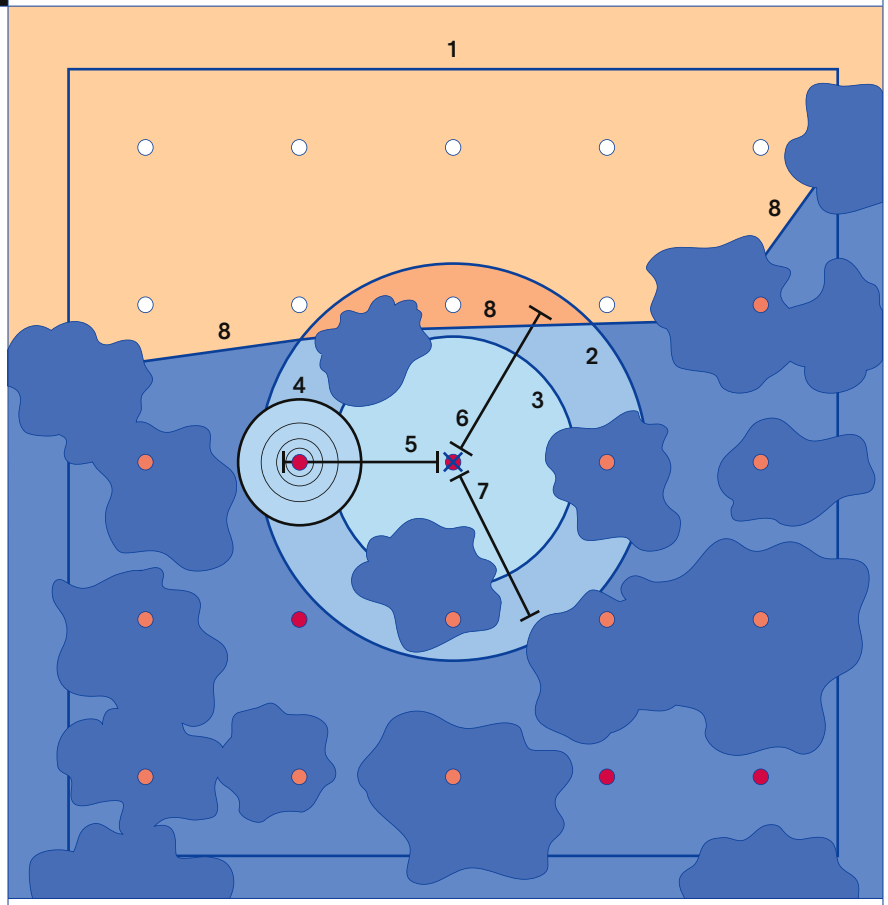
Définition de la forêt

La délimitation claire de l'aire forestière par rapport au reste du territoire national est d'une grande importance dans l'inventaire. La définition de la forêt au sens de l'IFN détermine quelle placette est attribuée à la forêt (forêt buissonnante incluse) ou en est éliminée. Si la définition de la forêt venait à changer entre deux cycles d'inventaire, la population étudiée et par conséquent la surface forestière s'en trouveraient modifiées systématiquement. C'est pourquoi l'attribution d'une placette à l'aire forestière se base sur une définition identique pour les quatre inventaires et se compose des trois critères suivants : le degré de recouvrement, la largeur de la forêt et la hauteur dominante du peuplement (Mahrer 1976).

La figure **003** montre les exigences minimales à remplir pour les trois critères afin qu'une surface soit considérée comme forêt. La courbe limite décrit la relation entre le degré de recouvrement et la largeur de la forêt. Une surface boisée affichant un degré de recouvrement de 20 % et une largeur minimale de 50 m est considérée comme forêt dans l'IFN. Pour être classées dans la forêt, les surfaces boisées plus étroites doivent présenter un degré de recouvrement proportionnellement plus élevé. De plus, la hauteur dominante du boisement doit être au minimum de 3 m, à l'exception des surfaces de jeunes forêts, des afforestations, des surfaces de coupes ou de chablis ainsi que des peuplements de pin rampant ou d'aulne vert.

Les peuplements de pin rampant et d'aulne vert sont classés comme forêt buissonnante ainsi que tous les peuplements dont le degré de recouvrement est constitué à plus de deux tiers de buissons. Les vergers et les plantations de sapins de Noël en zone agricole et en zone d'habitation ne sont pas classés comme forêt. Il en va de même pour les routes fondées et les ruisseaux de plus de 6 m de large, les tracés des chemins de fer et des remonte-pentes, les parcs et allées ainsi que les jardins et les pépinières. La définition de la forêt dans l'IFN se base sur la définition légale de la forêt en Suisse et reste dans sa marge d'interprétation ; en qualité de définition scientifique de la forêt, elle peut toutefois dévier pour certains aspects de celle donnée dans la loi sur les forêts (Mahrer 1976).

004 Composition d'une placette de l'IFN



1 Surface d'interprétation pour les critères du peuplement et de la placette (50 × 50 m)
2 Cercle pour les arbres avec un DHP d'au moins 36 cm (500 m^2)
3 Cercle pour les arbres avec un DHP d'au moins 12 cm (200 m^2)
4 Cercle pour les arbres de la jeune forêt
Classe de hauteur 10-39 cm : 2,5 m^2
Classe de hauteur 40-129 cm : 7,1 m^2
Classe de DHP 0,1-3,9 cm : 19,6 m^2
Classe de DHP 4,0-11,9 cm : 50,3 m^2
5, 6, 7 Transects pour le relevé du bois mort à terre
8 Polygonale de la lisière (LIFOR)
× Centre de la placette
Points du réseau sur photos aériennes
○ Point du réseau hors LIFOR
● Point du réseau sur élément du boisement
● Point du réseau sur sol forestier

Interprétation des photos aériennes

Les photos aériennes analogiques et numériques mises à disposition par l'Office fédéral de topographie (swisstopo) sont une aide indispensable depuis les débuts de l'IFN. Elles permettent en premier lieu d'écarter les placettes ne faisant manifestement pas partie de la forêt et qui ne figureront pas au programme des équipes de terrain. Deuxièmement, elles sont utilisées pour déterminer les coordonnées de points fixes à proximité des nouvelles placettes, facilitant ainsi le repérage et la mesure précise de ces dernières. Troisièmement, elles ont permis d'établir depuis l'IFN2 un inventaire par échantillonnage indépendant qui comporte la décision d'appartenance ou non à la forêt ainsi que d'autres critères.

L'IFN3 a eu recours à des photos aériennes en couleurs réelles numérisées à une échelle d'environ 1:30000. Ce procédé représente une différence décisive au plan opérationnel et au niveau du contenu par rapport aux inventaires antérieurs qui utilisaient des photos analogiques en noir et blanc. D'une part, des synergies avec d'autres administrations (swisstopo, Office fédéral de la statistique) ont été exploitées, d'autre part, les processus ont pu être automatisés et accélérés. Afin d'organiser les relevés terrestres efficacement, les placettes du réseau terrestre de base de 1,4 km ont été interprétées en premier. La densification de l'inventaire sur les réseaux de 1 et 0,5 km a été entreprise par la suite (Ginzler *et al.* 2005).

Depuis l'IFN4, l'interprétation n'est faite que sur le réseau de 1,4 km, chaque année sur un des neuf sous-réseaux. Cette approche permet d'utiliser toujours les photos les plus récentes (Ginzler 2019). Swisstopo fournit des images stéréoscopiques numérisées en infrarouge provenant de leur nouveau capteur ADS80.

À chaque inventaire, un carré de 50 m de côté (comme pour les placettes terrestres) a été interprété. Pour une placette se trouvant à proximité de la lisière, la polygonale de la lisière permet de déterminer la largeur de la forêt et ultérieurement la longueur de la lisière. En plus de la lisière, la couverture du sol a fait l'objet d'une attention particulière. Les analystes ont qualifié le type de couverture et sa hauteur sur 25 points systématiques du carré (fig. **004**). Ils ont ainsi différencié 11 types de couverture du sol (Ginzler *et al.* 2005). Le type de couverture et la hauteur à partir du sol de tous les points ont permis de calculer le degré de recouvrement de la végétation dans la polygonale de la lisière à partir de 3 m de hauteur.

Sur la base de l'estimation du degré de recouvrement et de la largeur de la forêt, la décision d'appartenance à la forêt, au sens de la définition IFN, a été prise pour chaque placette. Sur les placettes en forêt, d'autres critères décrivant le peuplement ont été re-

levés. En complément de ces données d'échantillons, l'IFN4 a aussi récolté des données sur l'ensemble de la surface, comme le modèle de la hauteur de végétation, la carte du couvert forestier et le degré de mélange (Ginzler et Hobi 2015 ; Waser *et al.* 2015 ; Waser *et al.* 2017).

Inventaire terrestre

L'IFN4 introduit la collecte permanente de données tant pour l'imagerie aérienne que les relevés terrestres (fig. **005**). Chaque année, un neuvième de toutes les placettes, réparties sur toute la Suisse, sont inventoriées (Cioldi et Keller 2019). Elles constituent un des neuf sous-réseaux systématiques annuels du réseau de base de 1,4 km (fig. **006**). L'interprétation aérienne précède de quelques mois l'inventaire terrestre. Bien que le matériel photographique le plus récent soit utilisé, le plan de vol de swisstopo peut entraîner un délai entre le survol (date des photos aériennes) et le relevé terrestre (fig. **007**). Le délai le plus long a été de 12 ans dans l'IFN4 mais dans la plupart des cas, il se situe entre 1 et 4 ans. L'image de la forêt suisse est ainsi beaucoup plus homogène que lors des inventaires périodiques précédents. Les relevés suivent un calendrier saisonnier selon l'altitude des placettes.

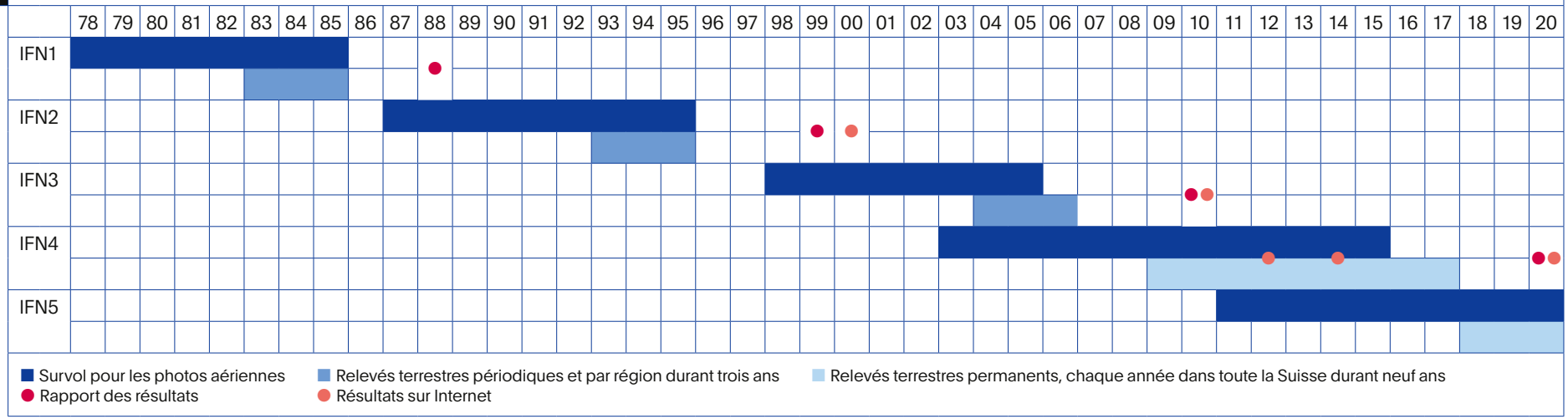
La taille et la forme des placettes terrestres de l'IFN4 sont identiques à celles des inventaires précédents. Les principaux critères relatifs aux arbres sont mesurés sur deux cercles concentriques (Düggelin *et al.* 2019). Sur celui de 200 m^2, tous les arbres d'un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) égal ou supérieur à 12 cm et, sur celui de 500 m^2, tous les arbres d'un DHP égal ou supérieur à 36 cm



WSL/IFN4

L'IFN est le seul inventaire national qui effectue pour chaque placette une enquête auprès des services forestiers locaux.

005 **Années de relevés des données et de publication des rapports de l'IFN**



ont été mesurés et taxés. Les critères relatifs à la structure du peuplement et à la station sont appréciés sur une surface d'interprétation carrée de 50 m de côté (fig. **004**). L'état du rajeunissement des petits arbres de plus de 10 cm de hauteur est relevé sur 4 petites placettes circulaires décalées par rapport au centre de la placette. Le bois mort à terre est étudié le long de 3 lignes de transect comme pour l'IFN3. Pour les placettes en lisière, la structure et le mélange d'essences de la lisière ont été relevés sur une longueur de 50 m. Le protocole de relevé et tous les critères figurent dans le manuel d'instruction pour les relevés terrestres (Keller 2013a).

Les équipes de terrain sont munies de consoles informatiques mobiles. Le logiciel développé par le WSL comprend des contrôles de vraisemblance des données saisies (Bischof *et al.* 2019). Chaque jour, les données de terrain sont transmises au WSL par liaison téléphonique mobile et enregistrées dans la base de données relationnelle.

Inventaires cartographiques et enquêtes

Les relevés terrestres sont complétés par une enquête auprès de services forestiers locaux afin de collecter des informations sur les fonctions forestières, la création de la forêt, l'usage récréatif, le pâturage en forêt, les dégâts étendus, les bases de planification, les conditions d'exploitation, de propriété et de récolte (Keller 2013b). L'enquête a été légèrement étoffée depuis l'IFN3. Elle a été réalisée en deux tranches, en 2013 et 2017. Le réseau de desserte déjà inventorié dans l'IFN2 a été actualisé, les modifications reportées sur une carte papier 1:25 000 puis digitalisées. Un ajout important a consisté à relever en détail la viabilité des routes forestières (largeur, type de véhicule, charge admissible totale, obstacles) (Müller *et al.* 2016 ; Fischer et Fraefel 2019).

En plus de l'inventaire terrestre, de l'interprétation des photos aériennes et de l'enquête, l'IFN met également à contribution des données externes telles les cartes thématiques, les modèles numériques de hauteur ou les modèles de fertilité de la station et de végétation naturelle potentielle.

Qualité des données

Les relevés sont répétés pour en assurer la qualité. Environ 485 placettes choisies au hasard (7,6 %) ont fait l'objet d'un relevé par une deuxième équipe (contrôle à l'aveugle). Ces données permettent de tester statistiquement la justesse des mesures et de l'appréciation des critères. Les résultats de ces deuxièmes relevés ainsi que les constats faits par les responsables de programme lors de quelque 150 relevés de contrôle ont par ailleurs été analysés lors des cours de formation des équipes pour préciser certains critères problématiques et instruire les équipes de terrain (Traub *et al.* 2019b).

Afin d'estimer l'influence de l'analyste et d'assurer une interprétation des photos aériennes aussi homogène que possible, 750 placettes choisies au hasard (près de 3,5 % du total) ont en outre été interprétées une seconde fois sur photos aériennes.

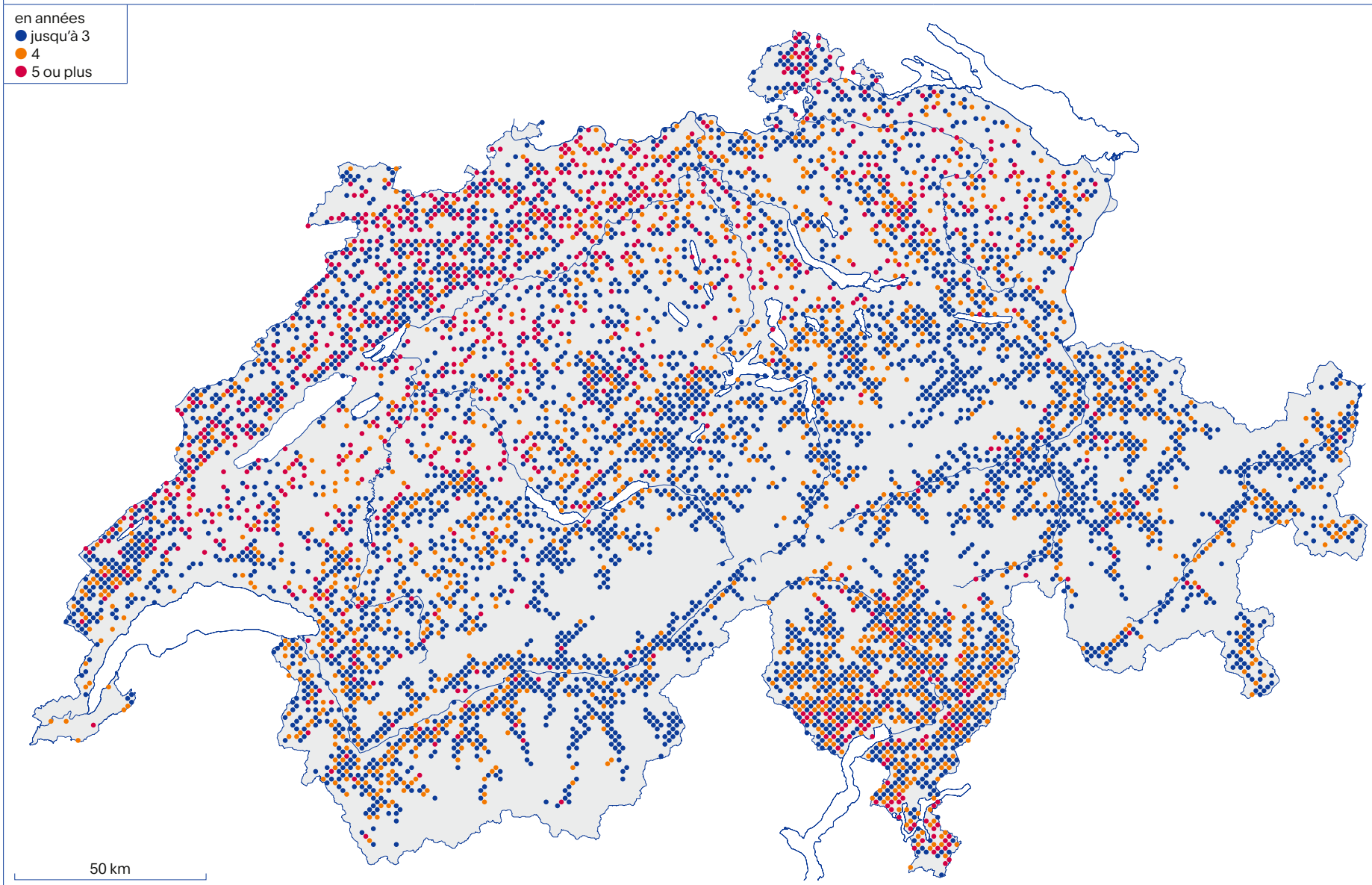
006 **Réseau d'échantillonnage de l'IFN4**



Répartition des placettes sur les neuf réseaux annuels systématiques (1 à 9) en forêt (bleu) et hors forêt (blanc)

007 Décalage entre l'année du survol et celle du relevé terrestre

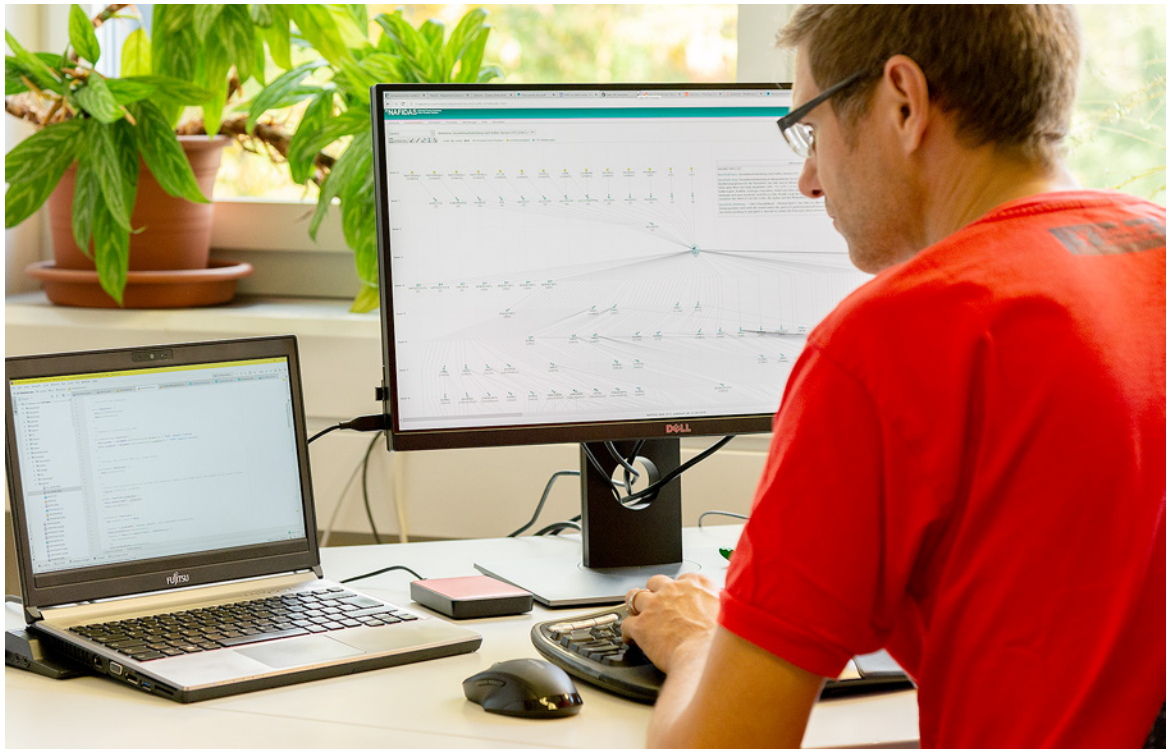
ensemble analysé: forêt accessible



Cette carte ne peut pas être interprétée à l'échelle d'une placette (voir 1.4).

WSL/IFN4

1.3 Organisation des données, analyse et exploitation



Les données sont centralisées au WSL et peuvent être visualisées, analysées et gérées à l'aide d'une interface utilisateur.

Base de données et logiciel d'analyse

L'IFN utilise une architecture client/serveur à plusieurs composantes (Traub *et al.* 2019a ; Traub *et al.* 2017). Les ressources comme les ordinateurs, les données et les routines d'analyse peuvent ainsi être utilisées simultanément, tandis que les tâches et charges de travail sont partagées. La vitesse de traitement globale, la stabilité et la disponibilité du système s'en trouvent améliorées. Cela permet de réagir avec encore plus de souplesse face à de nouvelles exigences et d'étoffer le système.

Toutes les données brutes et celles issues des inventaires cantonaux appliquant la méthode IFN sont stockées au WSL dans une base de données serveur accessible à long terme. Le modèle de données relationnel garantit une sauvegarde cohérente. Un double fonctionnel est en mesure de suppléer au serveur principal en cas de panne pour garantir l'accès à la base de données.

Outre les données brutes des inventaires terrestres et de l'interprétation des photos aériennes, la base de données contient les données des enquêtes, celles relatives à la desserte ainsi que toutes les données géo-

référencées nécessaires aux analyses de l'IFN. Les données géoréférencées peuvent être exploitées avec un système d'information géographique (SIG) ou directement traitées spatialement par les routines d'analyse.

Les variables à partir desquelles les tableaux de résultats de l'IFN sont générés doivent être dérivées des données brutes. La représentation des processus souvent complexes de traitement des données brutes occupe une place à part entière dans la base de données. Non seulement les variables y sont enregistrées, mais aussi toutes les étapes de calcul et les métadonnées associées au traitement de l'information. Il est ainsi possible de retracer à tout moment et pour tous les inventaires le calcul des variables utilisées dans le traitement des données.

Le logiciel de traitement a été conçu et entièrement redessiné pour l'IFN4, ce qui en améliore aussi la maintenance. Les algorithmes statistiques ont été adaptés à la syntaxe générale des formules (Lanz *et al.* 2019 ; Traub *et al.* 2019a). Les fonctionnalités du logiciel ont été étendues afin de tenir compte de tous les inventaires et de toutes les valeurs cibles. Il est piloté par les paramètres et les métadonnées et assure la définition (paramétrage) transparente et reproductible des analyses. Il interdit toute combinaison de critères incohérente qui pourrait mener à de faux résultats et permet l'affichage et la gestion des analyses et informations déjà enregistrées dans la base de données.

Le calcul des estimations et la génération de tableaux et graphiques sont assurés par un logiciel statistique. L'utilisateur se sert du logiciel au travers d'une interface graphique dans le navigateur web piloté par la base de données.

Mise en œuvre et services

La valeur d'un inventaire repose sur la plus-value générée par l'utilisation des données collectées. La large mise à disposition des données est un objectif important pour l'IFN et le garant de son succès à long terme. Les rôles sont distribués de la manière suivante : l'OFEV est chargé de l'interprétation des résultats dans la perspective de la politique forestière et environnementale. En revanche, le WSL est responsable de la mise en œuvre scientifique, avec un accent particulier sur la publication des résultats et des aspects méthodologiques, le conseil et l'enseignement en matière d'inventaires par échantillonnage, la remise de données et les analyses scientifiques pour des tiers (Brändli 2006). En outre, l'OFEV et le WSL font la promotion de l'IFN, ses données, ses résultats et produits auprès du public.

La présente publication et les nombreux tableaux de résultats sur Internet (www.lfi.ch) ne sont souvent pas assez détaillés pour répondre à des questions pointues. C'est pourquoi les données brutes de l'IFN peuvent également être communiquées sur demande. Leur utilisation et les obligations du bénéficiaire sont réglées par contrat. Elles sont accessibles à l'administration, aux hautes écoles et instituts de recherche avec siège en Suisse ainsi qu'aux particuliers mandatés par la Confédération.

Sur demande, des analyses sur mesure peuvent être réalisées pour des tiers et les résultats livrés sous forme de tableaux accompagnés d'interprétations ou de rapports. Contrairement à la remise de données brutes, ces analyses sont libres de toutes contraintes en ce qui concerne leur utilisation ultérieure.

L'offre actuelle des services, le catalogue des données disponibles et les personnes de contact figurent sur le site de l'IFN (www.lfi.ch).

1.4 Explication des résultats

Limites de l'interprétation

Les estimations résultant de l'échantillon de l'IFN sont entachées d'une erreur d'échantillonnage exprimée dans ce rapport sous forme d'erreur standard absolue ou relative (en pour cent).

Avec la valeur estimée x et l'erreur standard $s(x)$, il est possible de calculer un intervalle de confiance de l'estimation x, dont les limites sont $x - s(x)$ et $x + s(x)$. Pour interpréter l'intervalle de confiance, respectivement l'exactitude de l'estimation, le raisonnement suivant est utile. Si, simultanément, une quantité (infinie) d'inventaires par échantillonnage étaient réalisés indépendamment les uns des autres, la valeur vraie du paramètre de population recherché (la valeur cible dans l'IFN) se trouverait pour 68 % des inventaires dans l'intervalle de confiance calculé. Comme un seul inventaire est réalisé, l'intervalle de confiance ne peut être qu'estimé. Pour cette estimation unique (aléatoire), on peut admettre une probabilité de 68 % que la valeur vraie de l'estimation du paramètre de population visé se trouve dans l'intervalle de confiance. La probabilité peut aussi être améliorée. Par exemple, la valeur vraie se trouve avec une probabilité de 95 % dans un intervalle de confiance deux fois plus grand ayant pour limites $x–2*s(x)$ et $x+2*s(x)$. Cependant, l'erreur standard suffit en général pour les besoins des interprétations de l'IFN.

On peut considérer les intervalles de confiance comme des tests statistiques. Si les intervalles de confiance de deux populations ne se recoupent pas, les valeurs estimées respectives diffèrent de manière significative. Cependant l'inverse n'est pas toujours vrai. Si les intervalles de confiance ne se recouvrent que très partiellement, les valeurs estimées des deux populations peuvent différer de manière significative. De la même manière, on peut tester si une valeur estimée obtenue diffère de la valeur attendue (prévue) ou si une modification estimée est significative.

Dans ce rapport, l'erreur standard est exprimée en pour cent ($s_{\%}(x) = (s(x)/x)*100$) car cette notation est plus intuitive et facilite l'interprétation de la comparaison entre différentes valeurs estimées. Les chiffres étant plus petits, la lecture de tableaux en est également facilitée. En cas de besoin, $s_{\%}(x)$ peut être transformé simplement en $s(x)$ et l'intervalle de confiance peut être déterminé. Par contre, si la valeur estimée est une proportion exprimée en pour cent, $s_{\%}(x)$ ne peut pas être interprétée ; dans ce cas, c'est l'erreur standard absolue $s(x)$ qui est indiquée.

En plus des erreurs aléatoires typiques et aisément quantifiables inhérentes à l'échantillonnage, des erreurs systématiques se rencontrent dans tout inventaire. Ces erreurs systématiques peuvent mener à des biais considérables des résultats, tout particulièrement dans des grands échantillons qui subissent des erreurs aléatoires faibles. Les causes typiques d'erreurs systématiques sont les défauts des instruments de mesure, une utilisation erronée ou encore des instructions de mesure incomplètes ou imprécises. C'est pour cette raison que l'IFN accorde le plus grand soin à la définition des critères, à la formation et au contrôle des équipes de terrain (Traub *et al.* 2019b). Les erreurs d'estimation calculées ne tiennent pas compte d'éventuelles erreurs systématiques des données. En revanche, lorsque des valeurs estimées entre deux inventaires ne sont pas exactement comparables pour des raisons de méthode respectivement pour une modification d'un critère, cela est mentionné dans le texte.

Les critères modélisés comme le volume de l'arbre, les assortiments ou la fertilité de la station renferment des erreurs relatives au modèle (Köhl 2001 ; Lischke 2001 ; Herold *et al.* 2019). Cela tient d'une part aux valeurs d'entrée du modèle, qui peuvent être d'ordre métrique ou catégoriel, d'autre part à la qualité intrinsèque du modèle. Les valeurs issues d'un modèle comptent comme « vraies » dans les analyses, les erreurs dues aux modèles n'étant pas prises en considération.

Comparabilité avec l'IFN1, l'IFN2 et l'IFN3

Dans la foulée des mises en valeur de l'IFN4, toutes les données de l'IFN1, l'IFN2 et l'IFN3 ont été retraitées avec les algorithmes de l'IFN4 et les valeurs estimées recalculées. Les différences avec les résultats publiés dans le cadre de l'IFN1 (IFRF 1990), de l'IFN2 (Brassel et Brändli 1999) et de l'IFN3 (Brändli 2010) peuvent survenir avec l'utilisation de nouveaux procédés d'estimation statistique, la découverte ou l'élimination d'erreurs ou encore l'emploi de nouvelles bases de données (par exemple des données géoréférencées ou un modèle de hauteur de végétation). Des différences peuvent aussi apparaître en raison d'une modification de l'ensemble analysé (voir ci-après), par exemple celui d'un canton.



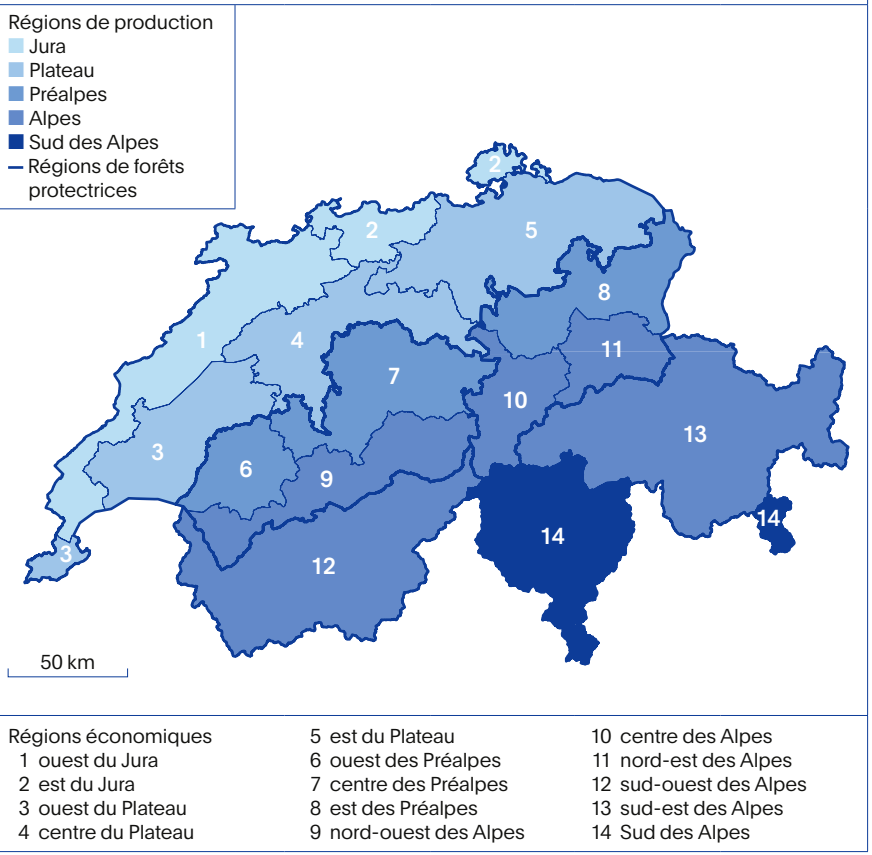
Pour éviter l'apparition d'erreurs systématiques, les collaboratrices et collaborateurs de terrain suivent régulièrement une formation continue.

WSL/IFN4

008 **Légende en couleurs des numéros des tableaux et des figures**

numéro	État IFN4
numéro	Évolutions et comparaisons d'états entre inventaires

009 **Régions de production et régions économiques**



Régions économiques

1 ouest du Jura	5 est du Plateau	10 centre des Alpes
2 est du Jura	6 ouest des Préalpes	11 nord-est des Alpes
3 ouest du Plateau	7 centre des Préalpes	12 sud-ouest des Alpes
4 centre du Plateau	8 est des Préalpes	13 sud-est des Alpes
	9 nord-ouest des Alpes	14 Sud des Alpes

Interprétation de tableaux, de graphiques et de cartes

Les résultats présentés sous forme de tableaux, de graphiques et de cartes sont accompagnés de commentaires. En outre, le texte comprend souvent des résultats détaillés pour lesquels aucun tableau n'est fourni dans le rapport par manque de place. De tels résultats sont annotés avec la mention entre parenthèses « non représenté ». Les tableaux correspondants se trouvent presque toujours sur www.lfi.ch.

Les légendes et la représentation des résultats sont largement standardisées. La représentation la plus fréquente est un tableau contenant des sommes et des valeurs moyennes. Les proportions sont souvent représentées par un graphique. Les cartes illustrent la répartition spatiale des critères.

Le titre du tableau comporte la variable analysée (valeur cible), par exemple la surface forestière ou le volume, ainsi que les critères qui structurent la valeur cible dans le tableau. Le sous-titre indique l'unité de la valeur cible utilisée dans le tableau et les « unités d'interprétation », par exemple la région de production ou la région économique. Le collectif auquel se rapportent les résultats, appelé « ensemble analysé », est également mentionné (tab. **011**).

Le numéro d'ordre du tableau est en blanc sur fond noir pour les tableaux représentant l'état d'une valeur cible, sur fond rouge pour l'évolution d'une valeur cible ou la série temporelle des états d'une valeur cible sur plusieurs inventaires (fig. **008**).

Les cartes permettent d'apprécier visuellement la répartition spatiale de certains critères propres aux placettes. Les critères numériques font souvent l'objet d'une moyenne régionale ; Parfois, on utilise aussi une fonction d'agrégation qui fournit, pour les valeurs se rapportant aux placettes, une moyenne lissée pour un carré de 7 sur 7 kilomètres. Cela présente l'avantage de réduire la variabilité à petite échelle entre placettes contiguës au profit d'un caractérisation de l'échantillon à plus grande échelle. Ces valeurs moyennes ne sont représentées que si au moins deux placettes inscrites dans le carré concerné possèdent une valeur sur la caractéristique représentée et qu'ainsi cette surface contient au moins 10 % de forêt. Pour les critères catégorisés, la valeur de chaque placette est représentée ; cela est parfois également valable pour les valeurs numériques. Il faut relever que, lors de l'interprétation de cartes représentant les valeurs individuelles des placettes ou les moyennes lissées, l'expression du critère représenté repose (suivant le critère) sur le relevé d'une surface de 2, 5 ou 25 ares seulement. Il est ainsi hasardeux d'en tirer des conclusions sur l'expression moyenne ou dominante du critère sur un petit territoire ou sur la maille correspondante du réseau.

Unités d'interprétation

En règle générale, une interprétation différenciée des résultats de l'IFN exige la division en sous-ensembles territoriaux (régions) correspondant à des unités géographiques, administratives, politiques, écologiques ou autres. Ces unités d'interprétation usuelles sont les régions de production et les régions économiques, les cantons, les arrondissements forestiers, les étages altitudinaux, les régions biogéographiques et les régions de forêts protectrices. Selon les besoins, d'autres unités d'interprétation peuvent être créées temporairement ou durablement par le système d'analyse de l'IFN.

En ce qui concerne les résultats décrivant l'état des valeurs cibles, il faut relever que les valeurs totales des ensembles analysés peuvent varier légèrement selon l'ensemble analysé (région de production, région économique, canton, etc.). Cela tient à la méthode de calcul qui déduit la valeur totale pour la Suisse d'une somme pondérée des résultats de chaque unité d'interprétation.

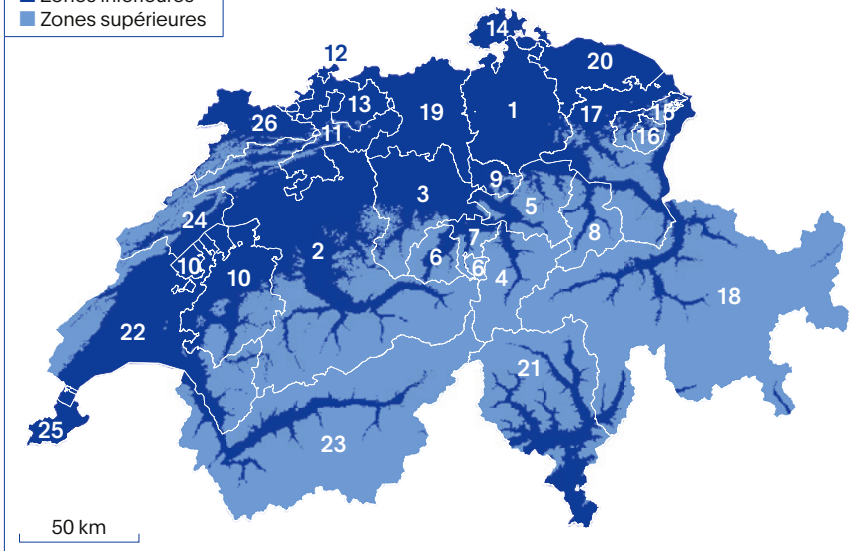
L'IFN distingue cinq régions de production. Elles se caractérisent par des conditions de croissance et de production distinctes. Ces régions se subdivisent elles-mêmes en quatorze régions économiques (fig. **009**). Quelques résultats relatifs à ces régions économiques sont représentés car il a été démontré que certains critères affichaient des différences plus marquées sur l'axe est-ouest que sur l'axe nord-sud.

La forêt protectrice est plus rare sur le Plateau et dans le Jura que dans l'arc alpin. En raison de cette répartition territoriale inégale des forêts ayant une fonction prépondérante de « protection contre les dangers naturels » (chap. 2, fig. **031**), les régions économiques ont été regroupées selon des aspects naturels et statistiques en six régions de forêts protectrices pour l'analyse de la forêt protectrice dans l'IFN4 (fig. **009**).

Une différenciation verticale, selon les étages de végétation, est particulièrement nécessaire pour répondre à certaines questions écologiques mais aussi économiques. Les étages collinéen, submontagnard et montagnard inférieur sont regroupés dans les « zones inférieures ». Les étages montagnard supérieur, subalpin, alpin et nival constituent les « zones supérieures » (fig. **010**). Les forêts des zones supérieures sont dénommées « forêts de montagne ».

Les résultats des unités d'interprétation « canton », « arrondissement forestier » et « région biogéographique » ne figurent pas dans ce rapport, mais sont publiés sur Internet (www.lfi.ch).

010 **Cantons, zones supérieures et inférieures**



Cantons			
1 Zurich	7 Nidwald	14 Schaffhouse	21 Tessin
2 Berne	8 Glaris	15 Appenzell Rh.-E.	22 Vaud
3 Lucerne	9 Zoug	16 Appenzell Rh.-I.	23 Valais
4 Uri	10 Fribourg	17 Saint-Gall	24 Neuchâtel
5 Schwyz	11 Soleure	18 Grisons	25 Genève
6 Obwald	12 Bâle-Ville	19 Argovie	26 Jura
	13 Bâle-Campagne	20 Thurgovie	

011 **Nombre de placettes par ensemble analysé dans l'IFN4**

en nombre et en % par région de production

ensemble analysé	Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes	Suisse
	nombre	nombre	nombre	nombre	nombre	nombre
surface totale (forêt et hors forêt)	2458	4705	3303	8392	1780	20638
forêt	1009	1167	1146	2325	970	6617
forêt accessible sans la forêt buissonnante	1004	1157	1099	1984	798	6042
lisières	162	221	273	218	55	929
	%	%	%	%	%	%
forêt	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**
forêt accessible sans la forêt buissonnante	99,5	99,1	95,9	85,3	82,3	91,3
lisière	16,1	18,9	23,8	9,4	5,7	14,0

Ensembles analysés

Étant donné l'impossibilité de collecter la même information pour toutes les placettes en forêt et hors forêt, les analyses des données se font généralement sur des placettes affichant des informations identiques. Toutes les illustrations et tous les tableaux indiquent l'ensemble analysé, à savoir le collectif de placettes auxquelles se réfèrent les résultats. Le tableau **011** récapitule les quatre principaux ensembles analysés «surface totale», «forêt», «forêt accessible sans la forêt buissonnante» et «lisière».

L'ensemble analysé **surface totale** représente la totalité du territoire national (aire forestière et non-forestière), y compris les surfaces improductives et les cours d'eau. Les photos aériennes fournissent les informations concernant la couverture du sol, l'appartenance à la forêt ou non, ainsi que la hauteur de végétation et le degré de mélange. L'IFN utilise également des informations issues de sources de données externes pour la surface totale: informations cartographiques, informations couvrant le territoire ou dérivant de modèles en réseau (par exemple sur la végétation naturelle potentielle), et données d'inventaires par échantillonnage externes comme celles portant sur l'utilisation du sol selon la statistique de la superficie de l'Office fédéral de la statistique (OFS 2013).

L'ensemble **forêt** comprend toute l'aire qui répond à la définition de la forêt selon l'IFN, forêt buissonnante incluse. Pour les placettes en forêt, les informations (p. ex. sur les fonctions forestières) tirées de l'enquête auprès des forestiers de triage et des services forestiers cantonaux sont également disponibles.

L'ensemble analysé **forêt accessible sans la forêt buissonnante** comprend toutes les placettes de l'inventaire terrestre qui ont

fait l'objet d'une visite par les équipes de terrain et qui ont été classées dans la forêt (et non dans la forêt buissonnante). Bien que les placettes dans la forêt buissonnante aient fait l'objet d'un relevé, leurs données ne sont en règle générale pas analysées dans les interprétations standard. La proportion de cet ensemble « forêt sans la forêt buissonnante » s'élève à 91,3 % de la surface forestière totale suisse (tab. **011**). Au Sud des Alpes cette proportion n'atteint que 82,3 %. La plupart des analyses se rapportent à la forêt accessible sans la forêt buissonnante.

Depuis l'IFN2, un inventaire terrestre des **lisières** est également effectué. Seules les lisières situées à 25 m au maximum du centre de la placette et donc en lien avec la placette sont étudiées. Une description de la lisière a été réalisée sur 14 % des placettes forestières (tab. **011**).

Les indications des composantes évolutives comme l'accroissement, les exploitations et la mortalité ainsi que la plupart des résultats concernant les modifications d'une valeur cible entre l'IFN3 et l'IFN4 (ou entre l'IFN1 et l'IFN4) font référence à la **forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante** (respectivement IFN1/IFN4) c'est-à-dire aux placettes accessibles lors des deux inventaires et classées en forêt (sans la forêt buissonnante) (tab. **011**). L'étude de l'évolution de *critères qualitatifs* (p. ex. la stabilité des peuplements) est également menée sur de telles placettes « communes ». Pour les séries temporelles menées sur les quatre inventaires, l'ensemble analysé est la « forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante ».

Pour la comparaison de critères quantitatifs (le volume par exemple), ce sont souvent les états de l'aire forestière à chaque inventaire qui sont utilisés. Dans ces cas, l'ensemble analysé se nomme **forêt accessible sans la forêt buissonnante des inventaires respectifs**.



WSL/IFN4

Environ 3 % des placettes sont inaccessibles. On ne dispose donc pas de données terrestres pour ces forêts ; Brissago TI.



2 Ressources forestières

La forêt suisse a une superficie de 1,32 million d'hectares et couvre presque un tiers de la surface du pays. Elle remplit de nombreuses fonctions importantes : elle protège contre les glissements de terrain, les laves torrentielles, les chutes de pierres et les avalanches, elle produit du bois, matière première renouvelable, fournit de l'eau potable, constitue l'habitat de nombreuses espèces végétales et animales, et offre aux humains un espace de détente et de récréation. Sur près de la moitié de la surface forestière, la protection contre les dangers naturels est la fonction prioritaire de la forêt, et sur près d'un tiers, c'est la production de bois. L'épicéa est de loin l'espèce la plus fréquente dans la forêt suisse, suivie du hêtre et du sapin. Le volume des arbres vifs est de 421 millions de m^3 ou 350 m^3/ha. Il a continué à augmenter en moyenne nationale depuis l'IFN3. De nouvelles augmentations du volume dans les Alpes et au Sud des Alpes sont compensées par de nouvelles diminutions sur le Plateau. La surface forestière a elle aussi augmenté. Les nouvelles surfaces couvrent 31 000 ha et se situent principalement dans les zones supérieures des Alpes. En revanche, sur le Plateau, la surface n'a pas changé.

L'augmentation du volume et de la surface forestière suisse a aussi contribué à augmenter la prestation de puits de carbone de la forêt suisse. Si l'on tient compte des méthodes utilisables pour la récolte des bois en fonction de la topographie, on peut considérer que la moitié environ de la forêt suisse est bien desservie. Pour l'autre moitié, le degré de desserte est moyen ou faible.

Fabrizio Cioldi, Urs-Beat Brändli, Markus Didion, Christoph Fischer, Christian Ginzler, Anne Herold, Markus Huber, Esther Thürig

WSL/IFN4

2.1 Surface forestière et fonctions forestières

→ **Environ un tiers de la superficie de la Suisse est couvert de forêts. Le Sud des Alpes est particulièrement boisé, avec une couverture de 54 %. La proportion de forêts est presque deux fois moindre sur le Plateau (24 %), une région densément peuplée et intensivement utilisée pour l'agriculture.**

→ **La surface forestière augmente depuis plus de 150 ans. Entre l'IFN3 et l'IFN4, elle s'est accrue de 2,4 %, soit 31 000 ha. Cette augmentation est donc un peu plus faible qu'entre l'IFN2 et l'IFN3. Sur le Plateau, la surface forestière est restée constante depuis l'IFN1.**

→ **Environ 42 % des forêts suisses sont des forêts résineuses pures, alors que 24 % sont des forêts feuillues pures.**

→ **La protection contre les dangers naturels et la production de bois sont les fonctions forestières les plus fréquentes. Elles sont même la fonction prioritaire sur 46 %, respectivement 31 % de la surface forestière. La fonction de protection est de loin la plus importante dans les Alpes et au Sud des Alpes, alors que c'est la production de bois qui domine sur le Plateau et dans le Jura.**

WSL/IFN4

Surface forestière

La définition de la forêt dans l'IFN se base uniquement sur des critères mesurables (cf. 1.2) et ne coïncide donc pas exactement avec les définitions et les délimitations forestières de la Confédération et des cantons. La *forêt buissonnante* appartient également à la *forêt* dans l'IFN, alors que dans le contexte international elle fait partie des « autres surfaces boisées » (FAO 2018).

La forêt suisse couvre 1,32 million d'hectares, dont 35 % se situent dans les Alpes, 18 % dans les Préalpes, 17 % sur le Plateau, 15 % dans le Jura et 15 % au Sud des Alpes (tab. **012**). La forêt buissonnante est présente presque uniquement dans les Alpes et au Sud des Alpes. Avec 71 900 ha, elle couvre environ 5,5 % de la forêt suisse. Les forêts buissonnantes selon la définition des forêts dans l'IFN sont constituées de boisements qui se composent à plus des deux tiers d'arbustes comme les aulnes verts ou les pins de montagne (Stierlin *et al.* 1994). Quelque 55 % des forêts buissonnantes sont composées exclusivement d'arbustes et forment une forêt buissonnante au sens strict. Dans le reste de la forêt buissonnante, on rencontre aussi quelques arbres isolés (non représenté). Des informations complémentaires sur la forêt buissonnante sont disponibles sous 2.4.

Préalablement aux relevés terrestres, une décision forêt/hors forêt a été prise sur la base des photos aériennes pour les 20 900 points du réseau de 1,4 km. Les équipes de terrain ont vérifié la décision provisoire sur quelque 7500 placettes et tranché sur le terrain. Les placettes qui étaient clairement hors forêt ont été exclusivement évaluées sur la base des photos aériennes. La figure **013** représente les 6617 placettes de forêt et de forêt buissonnante résultantes.

012 **Surfaces forestières et non forestières**

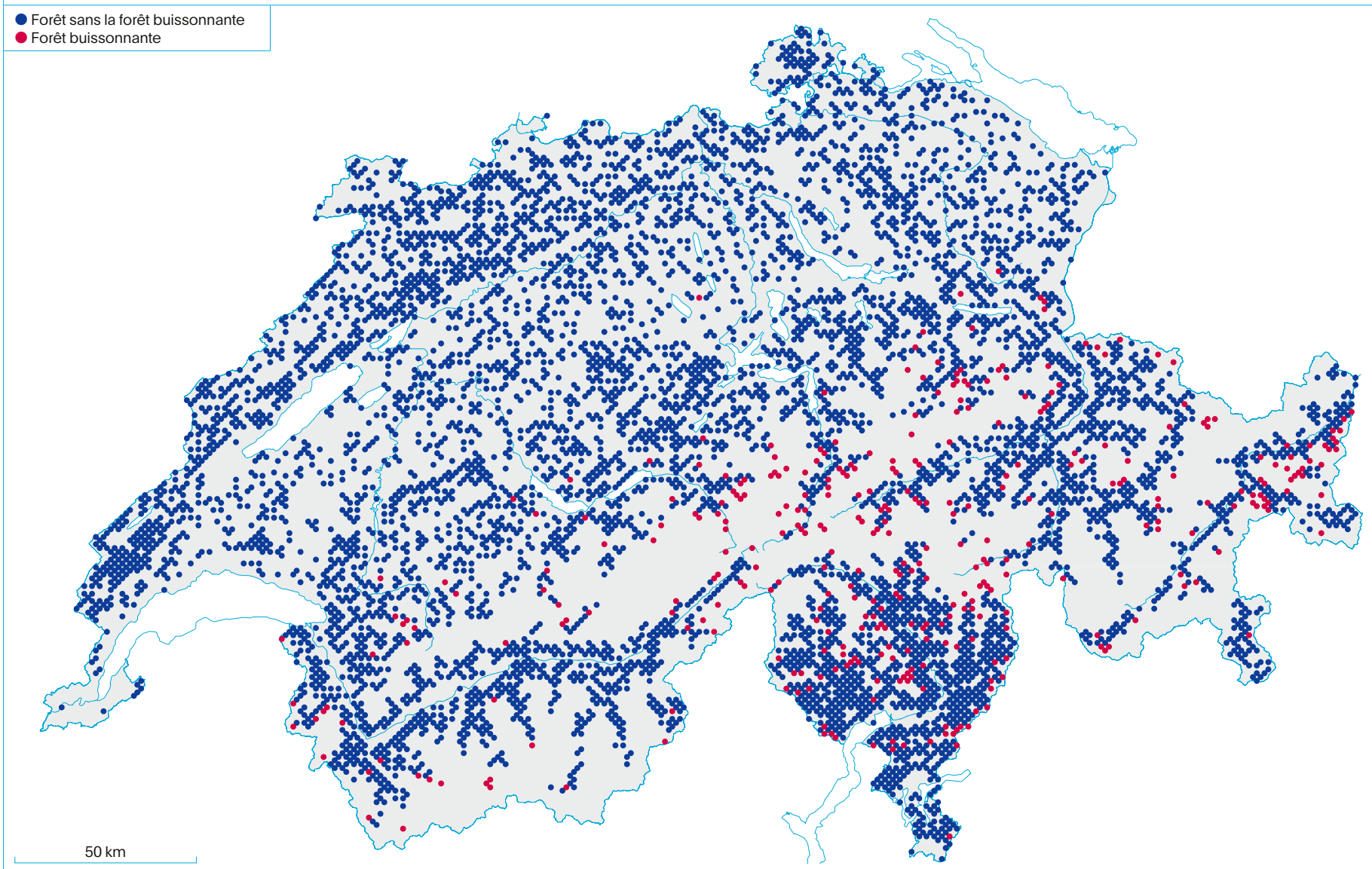
en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : surface totale

	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
forêt sans la forêt buissonnante	201,1	1	229,6	1	228,5	1	414,3	1	171,6	1	1245,0	0
forêt buissonnante	0,0	*	0,2	**	3,4	24	47,7	6	20,6	9	71,9	5
forêt	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**
hors forêt	292,4	1	711,4	0	428,9	1	1216,3	0	162,4	1	2811,5	0
surface totale	**493,5**		**941,3**		**660,8**		**1678,2**		**354,6**		**4128,4**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

013 Forêt et forêt buissonnante

ensemble analysé : surface totale



Cette carte ne peut pas être interprétée à l'échelle d'une placette (voir 1.4).

Le degré de recouvrement moyen des arbres en forêt est de 78 % sur la base des photos aériennes (tab. **014**). Les forêts du Jura et du Plateau sont les plus densément boisées avec un degré de recouvrement de 87 %, alors que celles des Alpes présentent un boisement plus lâche avec 69 %. On trouve 3,5 % de surfaces boisées hors de la forêt, avec les plus grandes proportions dans le Jura et sur le Plateau avec 6 % et 5,5 %. Le degré de recouvrement moyen a légèrement régressé depuis l'IFN3 (Cioldi *et al.* 2010) ; ceci s'explique cependant par la meilleure qualité des photos dans l'IFN4 qui permet de mieux reconnaître les petites trouées entre les houppiers.

Proportion de forêt

32 % de la superficie de la Suisse sont couverts de forêts (tab. **015**). Le Sud des Alpes est fortement boisé (54 %), alors que la proportion de forêt est presque deux fois moindre sur le Plateau (24 %).

Le boisement varie assez fortement avec l'altitude (tab. **016**). Les taux de boisement les plus élevés sur l'ensemble du pays sont d'environ 60 % et se rencontrent entre 1000 et 1800 m d'altitude. Au Sud des Alpes en revanche, on constate des taux supérieurs à 80 % dès 600 m.

La proportion de forêt a augmenté en Suisse de 0,8 point (tab. **015**) en comparaison avec l'IFN3, avec une augmentation marquée dans les Alpes (+1,3 point), mais cette proportion est restée constante sur le Plateau, même depuis l'IFN1.

Il est intéressant de connaître la proportion de forêt par rapport à la surface apte au boisement. Cette dernière est dérivée des classes d'utilisation des sols de la Statistique de la superficie (OFS 2009), dans lesquelles les lacs et cours d'eau et les autres surfaces inaptes au boisement sont soustraites de la surface totale. Les surfaces d'habitat et d'infrastructure de transports sont au contraire considérées comme aptes au boisement. La proportion de forêt de la surface apte au boisement de la Suisse est de 41 %, avec



WSL/IFN4

La surface forestière a augmenté ces trois dernières décennies dans l'espace alpin ; Brissago TI.

014 **Degré de recouvrement en forêt et hors forêt selon la base des photos aériennes**

en % par région de production
ensemble analysé : surface totale

	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
forêt	86,7	0,2	86,8	0,2	77,1	0,3	69,2	0,2	77,5	0,3	77,6	0,1
hors forêt	6,0	0,1	5,5	0,1	4,1	0,1	1,5	0,0	3,0	0,1	3,5	0,0
surface totale	40,9	0,2	27,1	0,2	31,5	0,2	21,1	0,1	43,9	0,2	28,5	0,1

015 **Taux de boisement par inventaire**

en % de la surface totale par région de production
ensemble analysé: surface totale

Inventaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
IFN1 (1983/85)	39,5	0,4	24,2	0,2	32,9	0,4	22,9	0,2	45,8	0,7	28,7	0,2
IFN2 (1993/95)	40,2	0,4	24,4	0,2	33,7	0,4	24,1	0,2	48,2	0,7	29,7	0,1
IFN3 (2004/06)	40,6	0,4	24,4	0,2	34,4	0,4	26,2	0,3	53,1	0,7	31,1	0,1
IFN4 (2009/17)	40,7	0,4	24,4	0,2	35,1	0,4	27,5	0,3	54,2	0,7	31,9	0,2

016 **Taux de boisement selon l'altitude**

en % de la surface totale par région de production
ensemble analysé: surface totale

Altitude en m	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
sup. à 1800	0,0	*	0,0	*	9,5	2,3	10,6	0,4	21,9	1,5	11,9	0,4
1401-1800	65,1	8,1	88,7	10,7	45,0	2,2	59,3	1,2	82,2	2,1	59,8	1,0
1001-1400	51,1	1,7	67,6	8,1	53,1	1,5	61,9	1,5	87,5	1,9	59,4	0,8
601-1000	53,2	1,5	32,9	1,0	32,3	1,0	56,0	2,0	83,9	2,4	42,1	0,6
jusqu'à 600	24,0	1,1	20,2	0,5	8,9	1,3	13,0	1,7	43,8	2,7	20,7	0,4
toutes les altitudes	**40,7**	**0,4**	**24,4**	**0,2**	**35,1**	**0,4**	**27,5**	**0,3**	**54,2**	**0,7**	**31,9**	**0,2**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

26% seulement sur le Plateau, 38% dans les Préalpes, 43% dans le Jura, atteignant 46% dans les Alpes et même 72% au Sud des Alpes (tab. **017**).

Évolution de la surface forestière

La surface forestière augmente depuis plus de 150 ans (Ginzler *et al.* 2011a), une tendance qui a persisté ces dernières années. Entre l'IFN3 et l'IFN4, l'augmentation a été de 31000 ha, soit 2,4% en 8 ans (tab. **018** et **019**). Elle était même plus marquée entre l'IFN2 et l'IFN3 avec 60000 ha, soit 4,9% en 11 ans (tab. **018** et **019**). Durant les 29 ans depuis l'IFN1, l'augmentation de la surface forestière totalise 130000 ha, soit 11,0%, ce qui correspond à une moyenne de 0,37% par an. Les évolutions sont très différentes entre les régions de production. Sur le Plateau, la surface forestière n'a pas évolué de manière significative depuis l'IFN1 (tab. **021**). Dans le Jura, elle a faiblement augmenté depuis l'IFN1, mas n'a plus bougé entre l'IFN3 et l'IFN4. Dans les Préalpes, on a constaté dans toutes les périodes une augmentation de 2% (tab. **019**). Dans les Alpes et au Sud des Alpes, l'augmentation a été très forte entre

017 Paramètres relatifs à la surface forestière de la Suisse

en % et milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: surface totale

	Répartition de la forêt par région		Proportion de forêt de la la surface totale		Surface apte au boisement[1]		Proportion de forêt de la surface apte au boisement[1]	
	%	±	%	±	1000 ha	± %	%	±
Jura	15,3	0,1	40,7	0,4	468,3	1	42,8	0,5
Plateau	17,5	0,1	24,4	0,2	865,3	0	26,4	0,2
Préalpes	17,6	0,2	35,1	0,4	598,4	1	38,1	0,5
Alpes	35,1	0,3	27,5	0,3	959,5	1	45,5	0,5
Sud des Alpes	14,6	0,2	54,2	0,7	255,8	1	72,0	1,0
Suisse	**100**		**31,9**	**0,2**	**3147,3**	**0**	**40,6**	**0,2**

[1] surface totale moins les surfaces inaptes au boisement (ruisseaux, végétation improductive et surfaces sans végétation selon la statistique de la superficie 2004/09)

018 Évolution de la surface forestière

en ha par région de production
ensemble analysé: surface totale

	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %
forêt sans la forêt buissonnante	941	**	165	**	4024	36	17301	15	5083	30	27513	13
forêt buissonnante	0	*	214	**	383	**	4159	42	–1321	95	3435	67
total	**941**	****	**379**	****	**4407**	**33**	**21460**	**13**	**3762**	**34**	**30948**	**12**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

019 Évolution de la surface forestière par période d'inventaire

en % par région de production
ensemble analysé: surface totale

Période d'inventaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
IFN1-IFN2	1,6	0,5	0,7	0,4	2,3	0,7	5,3	0,7	5,3	1,2	3,3	0,3
IFN2-IFN3	1,0	0,6	0,0	0,4	2,3	0,7	8,9	0,9	10,2	1,2	4,9	0,4
IFN3-IFN4	0,5	0,5	0,2	0,4	1,9	0,6	4,9	0,6	2,0	0,7	2,4	0,3
IFN1-IFN4	3,1	0,8	0,9	0,6	6,7	1,1	20,3	1,3	18,3	1,8	11,0	0,5

WSL/IFN4

l'IFN2 et l'IFN3 (9, resp. 10 %), alors qu'elle était nettement moins marquée avant et après, avec 5 %. Au total, l'augmentation de la surface forestière est imputable aux Alpes pour 60 % entre l'IFN1 et l'IFN4, et même 70 % entre l'IFN3 et l'IFN4. Les surfaces gagnées par la forêt se situent principalement au-dessus de 1400 m d'altitude (tab. **033**).

La forêt buissonnante a augmenté en tout de quelque 3500 ha (tab. **018**), soit 11 % de l'augmentation totale de la forêt. Cette augmentation est particulièrement marquée dans les Alpes, alors qu'elle a tendance à diminuer au Sud des Alpes. Ceci est dû principalement à la succession du stade de la forêt buissonnante à celui de la forêt.

La surface forestière a progressé naturellement entre l'IFN2 et l'IFN3, essentiellement par l'embroussaillement de pâturages alpins ou d'autres surfaces végétales improductives (non représenté). Aucune afforestation ciblée de surfaces hors forêt n'a été constatée (non représenté). Davantage d'informations sur l'origine de la forêt sont présentées sous 5.3. Les surfaces qui ne sont actuellement plus classées comme forêt résultent de défrichements, d'exploitations de bois dans les zones d'économie sylvo-pastorale ou de disparitions naturelles des suites d'avalanches et de chablis dans la zone de transition entre les forêts et les surfaces hors forêt (non représenté).

020 **Évolution de la surface forestière par période d'inventaire**

en ha par région de production
ensemble analysé: surface totale

Période d'inventaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %	ha	± %
IFN1-IFN2	3149	34	1534	54	5104	29	20519	13	8587	22	38893	10
IFN2-IFN3	1887	59	84	*	5057	29	36024	9	17429	12	60481	7
IFN3-IFN4	941	*	379	*	4407	33	21460	13	3762	34	30948	12
IFN1-IFN4	5977	27	1998	72	14567	15	78002	6	29778	9	130322	5

* erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

021 **Surface forestière selon l'inventaire**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: surface totale

Inventaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
IFN1 (1983/85)	195,1	1	227,8	1	217,3	1	384,0	1	162,3	2	1186,6	1
IFN2 (1993/95)	198,3	1	229,4	1	222,4	1	404,5	1	170,9	1	1225,5	0
IFN3 (2004/06)	200,2	1	229,4	1	227,5	1	440,5	1	188,4	1	1286,0	0
IFN4 (2009/17)	201,1	1	229,8	1	231,9	1	462,0	1	192,1	1	1316,9	0

022 **Proportion de feuillus et de résineux en forêt et hors forêt sur la base des photos aériennes**

en % par région de production
ensemble analysé: surface totale

		Jura	±	Plateau	±	Préalpes	±	Alpes	±	Sud des Alpes	±	Suisse	±
		%		%		%		%		%		%	
forêt	feuillus	62,4	0,1	62,0	0,1	40,8	0,1	24,5	0,1	61,7	0,1	47,6	0,0
	résineux	37,6	0,1	38,0	0,1	59,2	0,1	75,5	0,1	38,3	0,1	52,4	0,0
	total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	
hors forêt	feuillus	85,4	0,3	93,9	0,1	73,8	0,3	59,0	0,4	81,0	0,6	82,3	0,1
	résineux	14,6	0,3	6,1	0,1	26,2	0,3	41,0	0,4	19,0	0,6	17,7	0,1
	total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	
surface totale	feuillus	64,7	0,1	68,3	0,1	44,7	0,1	27,3	0,1	62,4	0,1	51,3	0,0
	résineux	35,3	0,1	31,7	0,1	55,3	0,1	72,7	0,1	37,6	0,1	48,7	0,0
	total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

WSL/IFN4



Les forêts buissonnantes font partie de l'aire forestière dans l'IFN; Riederalp VS.

Degré de mélange et essences dominantes

Le degré de mélange relevé sur le terrain correspond à la proportion de feuillus, respectivement de résineux, rapportée à la surface terrière globale du peuplement déterminant, contrairement au degré de recouvrement tiré de la photo aérienne (tab. **022**), qui, lui, se rapporte à la surface des houppiers. Dans les «forêts résineuses pures», la proportion de surface terrière des résineux dépasse 90%, dans les «forêts résineuses mélangées», elle se situe entre 51 et 90%, dans les «forêts feuillues mélangées» entre 11 et 50%, et dans les «forêts feuillues pures» au maximum à 10%.

24% des forêts suisses sont des forêts feuillues pures et 42% des forêts résineuses pures (tab. **024**). Dans le Jura, la surface forestière est assez régulièrement répartie entre les quatre degrés de mélange. Sur le Plateau, un tiers environ de la surface forestière est couvert de forêts feuillues pures, alors que dans les Alpes et les Préalpes, les forêts résineuses pures dominent avec 67% et 46%. Au Sud des Alpes, les forêts feuillues pures constituent la moitié de la surface forestière. De manière générale, la répartition entre les quatre degrés de mélange est presque identique à celle de l'IFN3 (fig. **023**), avec une légère progression des forêts feuillues mélangées et une légère régression des forêts résineuses pures. Si l'on considère le degré de mélange dans toutes les placettes communes aux quatre inventaires, donc sans tenir compte des nouvelles surfaces forestières, la proportion de forêts feuillues pures a augmenté de 5 points alors que celle des forêts résineuses pures a chuté de 8 points.

La figure **025** montre la répartition spatiale de la proportion de résineux. Les forêts résineuses pures dominent nettement dans les Alpes, les Préalpes et les zones supérieures du Jura. Les forêts résineuses mélangées sont largement représentées sur le Plateau et dans les Préalpes, alors que les grandes étendues de forêts feuillues pures ne se trouvent qu'au sud du Tessin. Les forêts feuillues mélangées sont en particulier fortement représentées dans le centre et l'est du Jura et par endroits sur le Plateau.

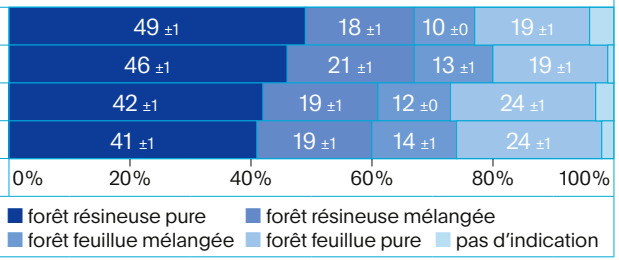
La proportion de résineux dans les peuplements augmente avec l'altitude (non représenté). À l'étage collinéen/montagnard, où les forêts feuillues domineraient naturellement, ce sont les forêts feuillues pures et mélangées qui sont prépondérantes (66 %). Dans les zones inférieures, soit les étages collinéen/submontagnard et montagnard inférieur, plus de la moitié des forêts (58 %) sont des forêts feuillues pures ou mélangées. Dans les zones supérieures, les forêts résineuses pures dominent avec 65 %. Pour le caractère naturel de la proportion de résineux, voir 5.6.

Si l'on considère uniquement l'évolution dans les recrûs et fourrés, la proportion de forêts feuillues pures ou mélangées est restée pratiquement identique dans ces stades de développement durant les neuf dernières années depuis l'IFN3, alors qu'elle avait fortement augmenté durant la période précédente (Cioldi *et al.* 2010). Dans les jeunes forêts des zones inférieures, les forêts feuillues pures dominent avec une proportion de 64 % (fig. **026**). Avec le passage aux stades de développement ultérieurs (et avec l'âge), la part de résineux augmente dans les zones aussi bien inférieures que supérieures. Les vieux peuplements actuels laissent imaginer que la régénération a été nettement plus pratiquée autrefois avec des résineux.

L'épicéa domine sur environ 38 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante (tab. **027**). Dans l'IFN, on entend par essence dominante l'essence qui couvre la plus grande proportion de surface terrière sur la placette. L'épicéa est suivi du hêtre, du sapin et du mélèze avec des proportions de surfaces terrières de 18 %, 11 % et 8 %. Dans les placettes communes aux inventaires IFN3 et IFN4, les peuplements dans lesquels une essence feuillue domine, en particulier l'érable, ont légèrement augmenté sur l'ensemble de la Suisse (non représenté). Les peuplements dominés par le sapin ont

023 **Surface forestière selon le degré de mélange et l'inventaire**

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



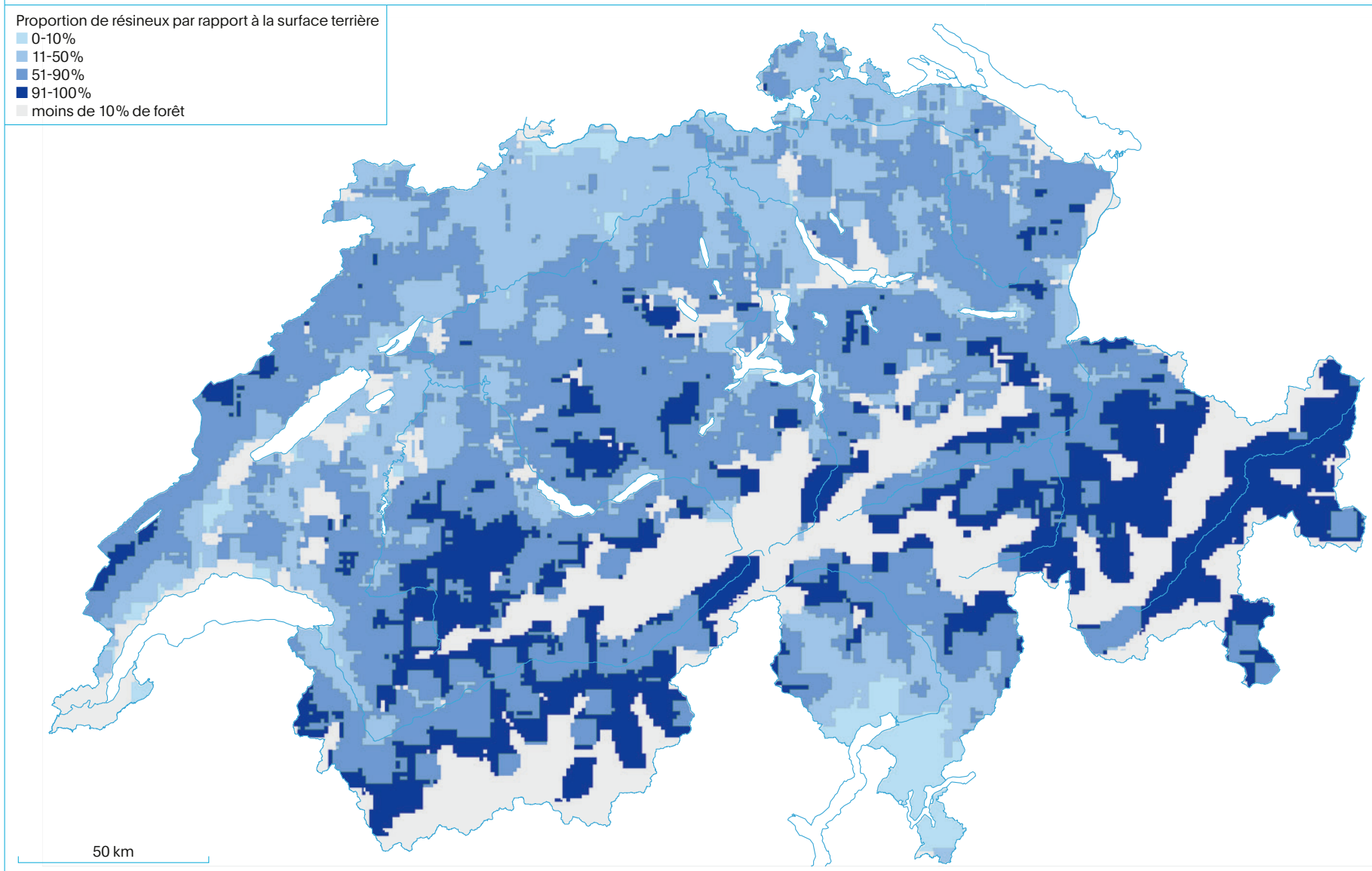
024 **Surface forestière selon le degré de mélange**

en milliers d'ha selon la région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Degré de mélange	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
forêt résineuse pure	46,3	6	47,7	6	99,4	3	262,6	2	53,7	5	509,8	1	42,4	0,6
forêt résineuse mélangée	53,4	5	56,4	5	54,0	5	43,1	6	11,6	13	218,4	3	18,2	0,5
forêt feuillue mélangée	45,2	6	43,7	6	31,8	7	31,2	8	11,6	13	163,5	3	13,6	0,4
forêt feuillue pure	54,6	5	76,8	4	31,0	8	48,0	6	79,8	3	290,2	2	24,1	0,5
pas d'indication	0,6	58	3,3	24	6,1	18	8,7	15	1,6	35	20,3	10	1,7	0,2
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**100**	

025 Proportion de résineux

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



Pour l'interprétation des cartes avec des moyennes lissées, voir 1.4.

WSL/IFN4



La forêt protège souvent d'importantes infrastructures de transport contre les dangers naturels; Martigny-Combe VS.

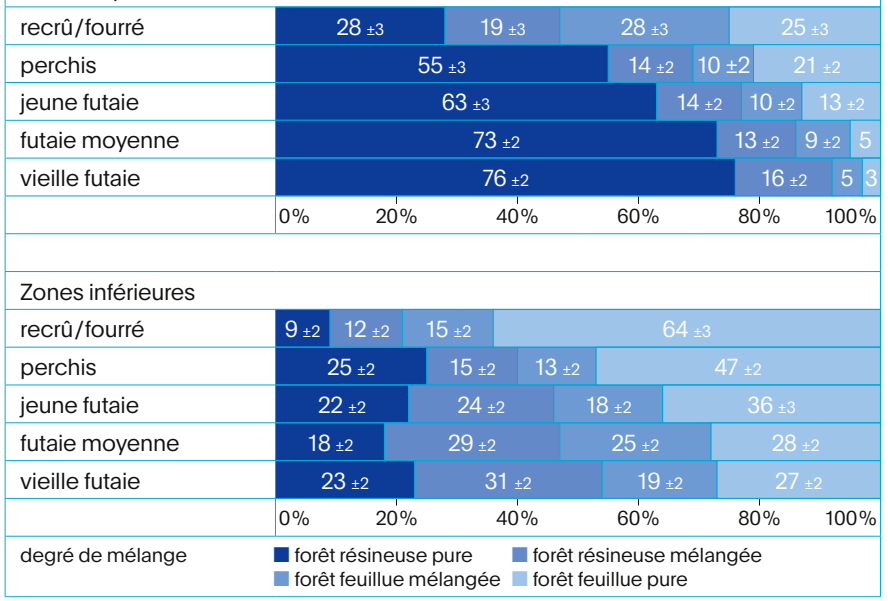
eux aussi légèrement augmenté, alors que ceux qui sont dominés par l'épicéa ont diminué, sur le Plateau d'une valeur de 4 points, soit une baisse presque aussi importante que celle enregistrée entre l'IFN2 et l'IFN3. La tendance déjà constatée lors de l'IFN3 se poursuit donc. En considérant toutes les placettes de forêt, y compris celles apparues entre les deux inventaires, les peuplements dans lesquels dominent le mélèze, le sapin et l'érable ont légèrement augmenté.

Fonctions forestières

La forêt n'est depuis longtemps plus seulement considérée comme une ressource en bois, mais aussi comme un espace qui assure différentes prestations pour la société. Elle doit fournir du bois, protéger contre les dangers naturels, servir d'habitat pour la flore et la faune, offrir une eau potable pure, stocker le plus de dioxyde de carbone possible et être à disposition de la population comme espace de loisirs. Une forêt remplit généralement plusieurs fonctions simultanément (multifonctionnalité). Les fonctions forestières sont souvent fixées dans des documents de

026 **Surface forestière selon le degré de mélange et le stade de développement, pour les zones supérieures et inférieures**

en %
ensemble analysé: futaie régulière avec indications de peuplement
(=64,2% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)



planification forestière cantonale ou au niveau de l'entreprise ; ces documents peuvent désigner des fonctions prioritaires. Dans une forêt multifonctionnelle, c'est la fonction prioritaire qui sera déterminante pour le type de gestion appliqué.

Comme lors de l'IFN3, les fonctions forestières ont été relevées lors de l'IFN4 à l'occasion de l'enquête auprès des gardes forestiers. Toutes les fonctions forestières d'importance locale notable selon les bases de planification ont été relevées. Lorsque de telles bases faisaient défaut, les gardes forestiers ont fourni une estimation raisonnée, en indiquant chaque fois la fonction prioritaire correspondante.

Les fonctions forestières et prioritaires obtenues lors de l'enquête auprès des gardes forestiers montrent tout d'abord le potentiel d'une forêt, mais ne sont pas contraignantes pour les propriétaires ou les gestionnaires. Hormis cela, les zones de protection des eaux souterraines, les périmètres de forêts protectrices Silvaprotect et les réserves forestières constituent des périmètres définis de manière uniforme pour toute la Suisse et présentant certains critères de protection. Le tableau **028** livre les proportions de surface forestière dans ces périmètres. Les critères fonction forestière/fonction prioritaire et pé-

027 **Surface forestière selon l'essence dominante**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence dominante	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
épicéa	54,9	5	64,7	5	111,7	3	199,1	2	31,5	7	462,0	2	38,4	0,6
sapin	36,6	7	34,0	7	46,0	6	15,0	11	4,5	20	136,3	4	11,3	0,4
pin	6,4	17	6,0	18	2,7	28	24,1	9	1,2	41	40,5	7	3,4	0,2
mélèze	0,6	58	3,4	24	0,4	71	60,0	5	28,4	8	92,8	4	7,7	0,3
arole	0,0	*	0,0	*	0,2	**	14,7	11	0,2	**	15,1	11	1,3	0,1
autres résineux	1,0	45	2,2	30	0,2	**	0,6	58	0,0	*	4,0	22	0,3	0,1
résineux[1]	**100,7**	**3**	**108,1**	**3**	**157,1**	**2**	**312,5**	**2**	**65,3**	**4**	**743,5**	**1**	**61,8**	**0,6**
hêtre	68,2	4	62,8	5	36,0	7	21,8	9	24,7	8	213,5	3	17,8	0,5
érable	6,7	17	10,0	14	6,8	17	8,8	15	2,9	26	35,2	7	2,9	0,2
frêne	7,2	16	14,3	11	5,0	20	9,0	15	6,1	18	41,7	7	3,5	0,2
chêne	7,0	16	8,6	15	0,4	71	4,0	22	4,0	22	24,1	9	2,0	0,2
châtaignier	0,0	*	0,2	**	0,0	*	0,8	50	22,2	8	23,2	8	1,9	0,2
autres feuillus	4,6	21	12,8	12	4,7	21	20,1	10	27,0	8	69,2	5	5,8	0,3
feuillus[1]	**92,5**	**3**	**111,0**	**3**	**57,2**	**5**	**65,6**	**5**	**87,5**	**3**	**413,9**	**2**	**34,4**	**0,6**
pas d'indication[2]	6,9	16	8,8	14	8,0	16	15,6	11	5,5	19	44,8	7	3,7	0,2
total	**200,1**	**1**	**227,9**	**1**	**222,3**	**1**	**393,7**	**1**	**158,3**	**2**	**1202,2**	**1**	**100**	

[1] placettes sur lesquelles les résineux, resp. les feuillus dominent
[2] placettes sans arbres d'un DHP ≥ 12 cm
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100%

028 **Surface forestière selon les zones de protection**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt

Zones de protection des eaux souterraines	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
zone de captage S1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0
zone de protection rapprochée S2	6,0	0,8	3,1	0,5	2,8	0,5	4,4	0,4	6,3	0,8	4,4	0,3
zone de protection éloignée S3	18,6	1,2	3,8	0,6	2,5	0,5	2,5	0,3	7,3	0,8	5,9	0,3
toutes les zones de protection S1-S3	**24,7**	**1,4**	**7,1**	**0,7**	**5,5**	**0,7**	**6,9**	**0,5**	**13,9**	**1,1**	**10,4**	**0,4**
aucune zone de protection	75,3	1,4	92,9	0,7	94,5	0,7	93,1	0,5	86,1	1,1	89,6	0,4
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

Périmètre des forêts protectrices SilvaProtect	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
à l'extérieur	81,1	1,2	90,9	0,8	50,7	1,5	46,4	1,0	30,5	1,4	57,9	0,5
à l'intérieur	18,9	1,2	9,1	0,8	49,3	1,5	53,6	1,0	69,5	1,4	42,1	0,5
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

Réserves forestières	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
réserves forestières naturelles	3,2	0,6	2,1	0,4	2,4	0,5	3,8	0,4	3,6	0,6	3,1	0.2
réserves forestières particulières	4,5	0,7	2,9	0,5	3,1	0,5	2,4	0,3	0,5	0,2	2,7	0.2
total des réserves forestières	**7,8**	**0,8**	**5,0**	**0,6**	**5,6**	**0,7**	**6,2**	**0,5**	**4,1**	**0,6**	**5,8**	**0.3**
aucune réserve forestière	92,2	0,8	95,0	0,6	94,4	0,7	93,8	0,5	95,9	0,6	94,2	0.3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

rimètres de protection ne désignent pas des éléments identiques, mais sont en interaction. La détermination du périmètre de forêts protectrices dans le projet SilvaProtect-CH a par exemple amené les gardes forestiers à attribuer la fonction prioritaire de protection à une proportion nettement plus grande de surface forestière dans l'IFN4 que dans l'IFN3 (tab. **028** en lien avec Cioldi *et al.* 2010, tab. 023). Les données de surfaces provenant de ces deux sources divergent en partie considérablement. C'est notamment le cas pour la fonction de protection de l'eau potable (8,0 % de la forêt ; tab. **029**) et les zones de protection des eaux souterraines définies légalement (10,4 % de la forêt ; tab. **028**), deux critères qui pourraient être mis en relation. Ces différences sont principalement dues au fait que les gardes forestiers ne peuvent pas partout s'appuyer sur des documents de planification récents pour les données de fonctions prioritaires (plus d'information à ce sujet sous 4.1). En conséquence, la décision a été prise de baser cette section « Fonctions forestières » sur les données des gardes forestiers, mais d'utiliser dans les sections 5.7 (Forêts proté-

gées), 6.1 (Protection des eaux potables) et 6.2 (Protection contre les dangers naturels) les divers périmètres de protection.

Sur l'ensemble de la Suisse, la forêt sert explicitement pour une bonne moitié de sa surface (52 %) à la protection contre les dangers naturels (tab. **029**) et sur quelque 46 % cette fonction est prioritaire par rapport aux autres fonctions forestières (tab. **030**, voir aussi 6.2). La production de bois couvre une surface presque équivalente (50 %) et constitue la fonction prioritaire sur 31 %. Le bois n'est cependant pas uniquement récolté dans les forêts avec une fonction de production, mais aussi dans les forêts avec une autre fonction. C'est par exemple le cas lorsqu'une forêt ayant une fonction de protection de la



La production de bois reste la principale fonction forestière dans le Jura et sur le Plateau ; Bremgarten AG.

WSL/IFN4

029 **Proportion de surface forestière selon la fonction forestière**

en % de la surface forestière par région de production
ensemble analysé : forêt

Fonction forestière	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
production de bois	82,9	1,2	89,5	0,9	65,3	1,4	19,8	0,8	19,8	1,2	49,6	0,5
utilisation agricole	11,1	1,0	1,1	0,3	4,2	0,6	5,5	0,5	6,5	0,8	5,5	0,3
protection contre le vent	0,4	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
protection de l'eau potable	22,4	1,3	8,5	0,8	4,8	0,6	3,2	0,4	7,7	0,9	8,0	0,3
protection contre les dangers naturels	18,0	1,2	12,3	1,0	62,3	1,4	64,7	1,0	90,3	0,9	51,7	0,5
protection de la nature	22,2	1,3	17,2	1,1	16,7	1,1	17,4	0,8	8,3	0,9	16,6	0,5
protection du paysage	7,9	0,8	5,1	0,6	5,2	0,7	7,6	0,6	17,6	1,2	8,3	0,3
protection de la faune sauvage	4,3	0,6	3,7	0,6	5,0	0,6	9,9	0,6	6,6	0,8	6,6	0,3
récréation	10,6	1,0	20,6	1,2	6,3	0,7	6,3	0,5	7,5	0,8	9,6	0,4
usage militaire	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,8	0,3	0,4	0,1

nature est entretenue pour remplir durablement cette fonction à l'égard d'une certaine biocénose de flore ou de faune. Ce n'est que dans les réserves forestières naturelles que l'on renonce à toute intervention forestière pour permettre une évolution naturelle de la forêt. La fonction de protection de la nature est prioritaire sur quelque 9 % au niveau suisse (pour les aires protégées, les réserves ainsi que les stations forestières rares et particulières, cf. 5.7). L'utilisation à des fins récréatives est fondamentalement possible sur l'ensemble de la surface forestière. Elle joue un rôle important dans 10 % des forêts, mais n'est prioritaire par rapport aux autres fonctions que dans quelques surfaces (un peu plus de 1 %). Les autres fonctions prioritaires (exploitation agricole, protection paysagère, protection de l'eau potable, protection de la faune et usage militaire) couvrent 6 % de la surface forestière, les 6 % restants n'ayant pas de fonction prioritaire attribuée.

Les différences régionales sont considérables au niveau des fonctions prioritaires (fig. **031**). La production de bois revêt une grande importance sur le Plateau (75 %) et dans le Jura (64 %) (tab. **030**). Au Sud des Alpes (84 %), dans les Alpes (62 %) et dans les Préalpes (51 %), c'est la fonction de protection contre les dangers naturels qui est prioritaire. Les forêts avec une fonction de récréation se concentrent autour des grands centres urbains et des sites touristiques. Sur le Plateau densément peuplé, 3 % de la surface forestière ont une fonction prioritaire de récréation.

Outre les fonctions forestières spécifiques énoncées, les forêts contribuent aussi toujours à la régulation du climat et des eaux, à la protection des sols, au stockage du CO_2 ou à l'habitat pour la faune et la flore. Ces fonctions générales n'ont pas été relevées expressément dans l'IFN.

030 **Surface forestière selon la fonction prioritaire**

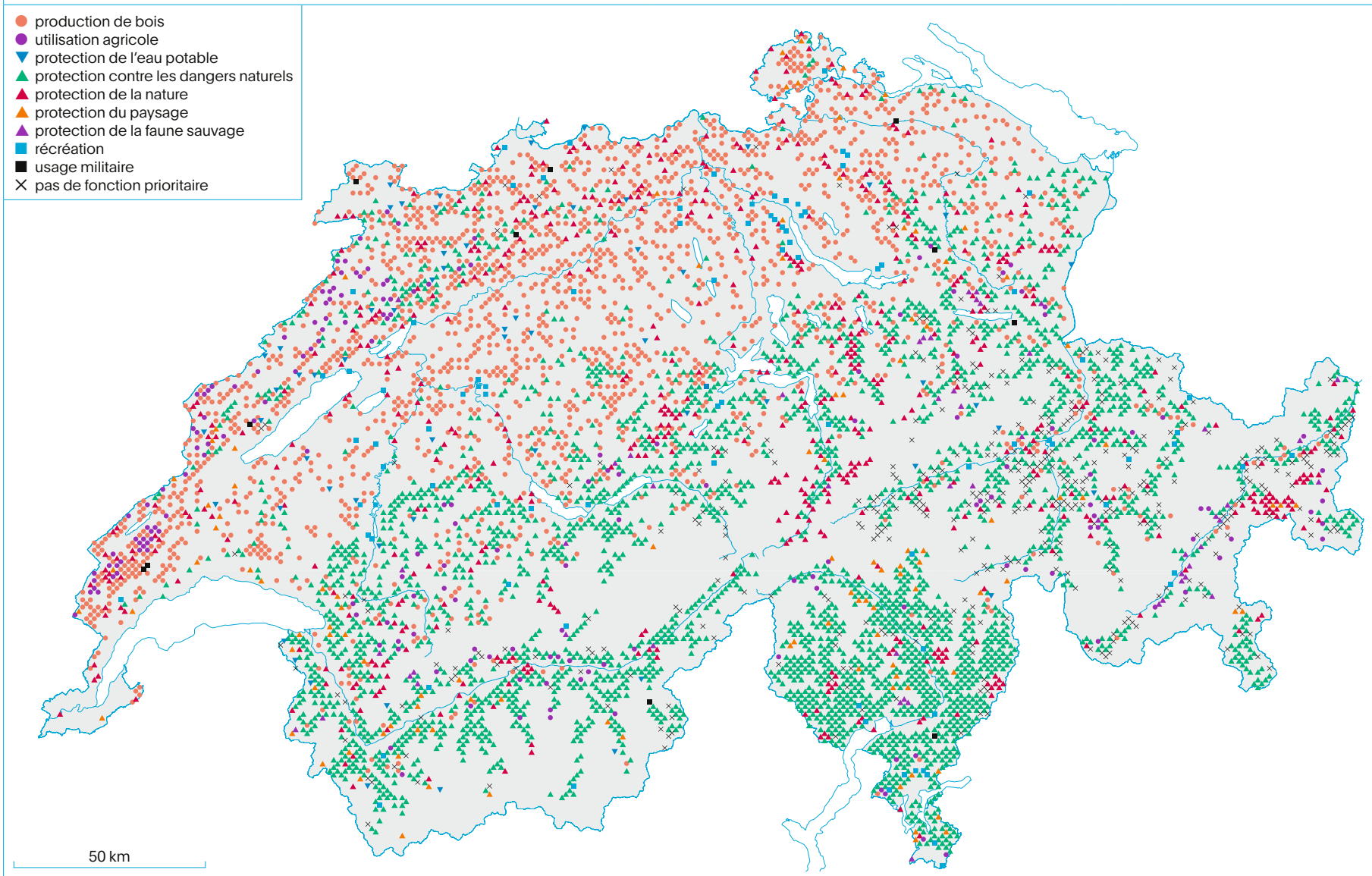
en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Fonction prioritaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	1000 ha	± %
production de bois	63,6	1,5	75,2	1,3	32,7	1,4	7,1	0,5	0,8	0,3	31,2	0,5	410,9	1
utilisation agricole	7,4	0,8	0,9	0,3	2,3	0,4	2,7	0,3	1,2	0,4	2,8	0,2	37,2	7
protection contre le vent	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*
protection de l'eau potable	2,4	0,5	1,2	0,3	0,7	0,2	0,6	0,2	0,1	0,1	0,9	0,1	12,0	13
protection contre les dangers naturels	12,8	1,0	8,0	0,8	50,5	1,5	62,0	1,0	83,5	1,2	46,2	0,5	608,2	1
protection de la nature	10,5	1,0	9,7	0,9	9,8	0,9	9,7	0,6	4,9	0,7	9,1	0,4	120,3	4
protection du paysage	1,3	0,4	1,3	0,3	0,8	0,3	1,8	0,3	3,5	0,6	1,7	0,2	22,4	9
protection de la faune sauvage	0,1	0,1	0,0	*	0,7	0,2	1,6	0,3	0,5	0,2	0,8	0,1	10,5	14
récréation	0,9	0,3	2,9	0,5	1,4	0,4	0,9	0,2	1,3	0,4	1,4	0,1	18,2	10
usage militaire	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	2,2	30
pas de fonction prioritaire	0,6	0,2	0,7	0,2	0,9	0,3	13,5	0,7	4,1	0,6	5,7	0,3	75,1	5
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**1316,9**	**0**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

031 Fonctions prioritaires

ensemble analysé: surface forestière totale



Cette carte ne peut pas être interprétée à l'échelle d'une placette (voir 1.4).

WSL/IFN4

Bosquets en dehors de l'aire forestière

Les bosquets en dehors de l'aire forestière regroupent les haies, arbres isolés et boisements qui ne correspondent pas à la définition de la forêt selon l'IFN. Ils revêtent une grande importance en Suisse pour mettre en réseau des habitats et pour façonner le paysage. Dans le contexte du changement climatique global, leur rôle de puits de carbone et de fournisseur d'énergie prend toujours plus d'importance.

Les données relatives à ces bosquets hors forêt permettent de compléter l'évaluation de la surface boisée totale de la Suisse, en termes de taille, de type et de répartition spatiale (Ginzler *et al.* 2011b). Les comparaisons avec des pays utilisant d'autres définitions de la forêt sont alors possibles, par exemple dans le cadre de l'évaluation des ressources forestières mondiales par l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2015).

Depuis l'IFN3, toutes les placettes sont interprétées sur la base des photos aériennes, indépendamment de la décision forêt/hors forêt. Cela permet d'obtenir des données sur les degrés de recouvrement et des proportions de feuillus et de résineux également hors de l'aire forestière. Les placettes hors de l'aire forestière n'ont pas été relevées sur le terrain, mais ont été évaluées uniquement sur la base des photos aériennes.

Le degré de recouvrement moyen des arbres hors forêt en Suisse est de 3,5 % (tab. **014**). Les régions de production avec les valeurs les plus élevées sont le Jura (6,0 %) et le Plateau (5,5 %). La faible valeur constatée dans les Alpes (1,5 %) s'explique par la forte proportion de surfaces en amont de la limite naturelle de la forêt.

Les proportions de surfaces entre les feuillus et les résineux selon les photos aériennes diffèrent fortement à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire forestière (tab. **022**). Dans la surface hors forêt, les feuillus dominent dans toutes les régions, avec un rapport entre feuillus et résineux très élevé sur le Plateau (15 : 1). Dans l'aire forestière, les feuillus ne dominent au contraire que dans le Jura, sur le Plateau et au Sud des Alpes, mais avec un rapport d'environ à peine 3 : 2. Sur l'ensemble de la Suisse, feuillus et résineux couvrent des surfaces presque égales. On notera que deux approches différentes sont utilisées pour déterminer ces surfaces : dans ce chapitre, celles-ci sont déduites des photos aériennes et correspondent donc au degré de recouvrement des houppiers, alors que lea section « Degré de mélange », qui ne concerne que l'aire forestière, utilise la proportion de surface terrière qui provient des relevés terrestres.

2.2 Station et desserte

- Environ 55 % de la surface forestière suisse sont situés au-dessus de 1000 m d'altitude et 59 % sur des terrains avec plus de 40 % de pente.
- Sur 28 % de la surface forestière suisse, on trouverait naturellement des hêtraies. D'autres stations seraient bien représentées, à savoir les autres forêts feuillues (19 %), les hêtraies à sapin (17 %), les pessières (13 %) et les pessières-sapinières (11 %).
- Seuls 17 % des forêts suisses croissent sur des stations peu fertiles, majoritairement dans les Alpes. Les stations fertiles ou très fertiles sont fréquentes dans le Jura, sur le Plateau et dans les Préalpes.
- La longueur totale des routes forestières praticables pour les camions est de 31 557 km, ce qui correspond à une densité de desserte forestière de 25,7 m/ha. Sur ce total, 26 397 km (21,5 m/ha) sont praticables pour des camions à quatre essieux avec un poids total d'au moins 28 tonnes.
- En considérant les méthodes utilisables en fonction du terrain concerné, on peut affirmer que 46 % de la forêt suisse sont bien desservis. Sur le Plateau, la proportion de forêts bien desservies atteint 80 %, alors que dans les Alpes et au Sud des Alpes, elle n'est que de 26 %, resp. 16 %.

WSL/IFN4



La majorité de la surface forestière suisse se situe sur des versants, comme ici dans le Jura soleurois ; Meltingen SO.

Altitude

La station est déterminante pour la croissance et la disponibilité des ressources forestières. Un des principaux critères est l'altitude. Environ 45 % de l'aire forestière de la Suisse se situent au-dessous de 1000 m d'altitude (tab. **032**), proportion à laquelle les massifs relativement grands de basse altitude du Plateau et du Jura contribuent fortement. Sur le Plateau, 97 % de la surface forestière se situent au-dessous de 1000 m d'altitude et dans le Jura 67 %. Dans les Préalpes, au contraire, 77 % des forêts se situent entre 600 et 1400 m d'altitude et dans les Alpes, 61 % sont au-dessus de 1400 m. Au Sud des Alpes, la surface forestière est répartie presque également à toutes les altitudes.

La forêt s'étend naturellement d'abord là où l'exploitation agricole est abandonnée ; il s'agit donc principalement de stations maigres en altitude. En conséquence, 91 % de l'augmentation de la surface forestière depuis l'IFN3 sont constatés sur des surfaces situées au-dessus de 1000 m et 77 % des nouvelles forêts sont même situés au-dessus

032 Surface forestière selon l'altitude

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Altitude en m	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
sup. à 1800	0,0	*	0,0	*	3,0	26	109,5	4	29,9	8	142,4	3	10,8	0,4
1401-1800	4,5	21	1,6	35	40,8	6	171,0	3	51,8	5	269,7	2	20,5	0,5
1001-1400	61,9	4	4,2	19	92,3	3	111,1	4	48,8	5	318,4	2	24,2	0,5
601-1000	85,4	4	91,2	4	87,4	3	61,5	5	37,6	6	363,1	2	27,6	0,5
jusqu'à 600	49,3	5	132,8	3	8,4	16	8,9	14	24,1	8	223,4	2	17,0	0,4
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**	**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

033 Évolution de la surface forestière selon l'altitude

en % de l'IFN3 par région de production
ensemble analysé: surface totale

Altitude en m	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	ha	± %
sup. à 1800	0,0	*	0,0	*	7,0	7,2	11,7	1,8	9,6	3,3	11,1	1,5	14268	13
1401-1800	4,4	8,4	0,0	0,0	7,4	2,0	4,1	1,0	−0,4	1,3	3,7	0,8	9608	21
1001-1400	−0,6	1,1	5,0	9,3	1,8	1,1	2,0	1,0	1,2	0,9	1,3	0,6	4233	41
601-1000	0,7	0,6	0,2	0,6	0,0	0,7	1,3	1,2	1,0	1,3	0,5	0,4	1942	67
jusqu'à 600	1,2	0,7	0,0	0,5	−2,9	4,2	2,2	5,2	1,6	1,1	0,4	0,5	898	**
total	**0,5**	**0,5**	**0,2**	**0,4**	**1,9**	**0,6**	**4,9**	**0,6**	**2,0**	**0,7**	**2,4**	**0,3**	**30948**	**12**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100%

de 1400 m, comme c'était déjà le cas durant la période précédente (tab. **033**). La répartition régionale montre que la surface forestière n'a augmenté dans les Préalpes qu'entre 1400 et 1800 m d'altitude, dans les Alpes uniquement au-dessus de 1400 m et au Sud des Alpes au-dessus de 1800 m. L'augmentation au-dessus de 1800 m représente 46 % de l'augmentation globale de la surface forestière. Ceci est une conséquence de l'abandon progressif de l'exploitation alpestre et en partie aussi du réchauffement climatique (Gehrig-Fasel *et al.* 2005).

Topographie

Avec l'altitude, la **pente du terrain** compte parmi les plus importants facteurs de la station, en relation avec la récolte des bois (cf. 4.3) et la protection contre les dangers naturels (cf. 6.2). Elle a été calculée à l'aide du modèle numérique de terrain MNT25 de Swisstopo, modèle qui est dérivé de la carte nationale au 1:25 000 avec une précision correspondante.

41 % de l'aire forestière suisse sont plats ou légèrement pentus (0-40 % de pente, tab. **034**). 44 % sont sur des pentes moyennes à fortes (41-80 % de pente) et 15 % s'agrippent dans des pentes très fortes, supérieures à 80 %.

Pour autant que la portance du sol le permette, il est possible de circuler sur des pentes jusqu'à 40 % avec des engins traditionnels équipés de roues ou de chenilles (IFRF 1990, fig. 295). Depuis quelques années, on constate surtout dans la récolte mécanisée l'arrivée d'engins équipés de treuils de traction, ce qui permet dans certains cas l'engagement sur des pentes jusqu'à 60 %. La proportion de tels engagements n'a cependant pas pu être prise en compte dans les résultats présentés ici. Par conséquent, pour les engins traditionnels équipés de roues ou chenilles, 59 % de la surface forestière suisse ne sont pas praticables en raison de la pente. Dans les Alpes et au Sud des Alpes, cette proportion est nettement supérieure, à savoir 83 %, resp. 86 %. Sur le Plateau en revanche, seuls 11 % de la surface forestière sont impraticables pour des questions liées à la pente (tab. **034**).

Étant donné l'orientation géographique des massifs jurassiens et alpins, la majorité des versants suisses sont exposés du nord-ouest au nord, respectivement du

WSL/IFN4

034 **Surface forestière selon la pente**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Pente en %	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
jusqu'à 20	63,2	5	142,1	2	30,4	8	17,8	10	6,2	18	259,6	2	19,7	0,4
21-40	67,1	5	61,6	5	70,9	5	62,9	5	20,8	9	283,3	2	21,5	0,5
41-60	48,3	6	19,8	10	66,0	5	138,4	3	46,2	6	318,7	2	24,2	0,5
61-80	17,4	10	4,9	20	43,2	6	138,1	3	53,2	5	256,8	2	19,5	0,5
81-100	4,0	22	1,0	45	12,6	12	61,4	5	34,5	7	113,6	4	8,6	0,3
sup. à 100	1,2	41	0,4	71	8,8	15	43,3	7	31,2	7	84,9	5	6,4	0,3
total	**201,1**	1	**229,8**	1	**231,9**	1	**462,0**	1	**192,1**	1	**1316,9**	0	**100**	



Une forêt pionnière de bouleau sur une station maigre ; Monteceneri TI.

sud-est au sud ; on trouve donc logiquement une plus grande part de la surface forestière dans ces expositions (non représenté). La répartition de la surface forestière selon les expositions ne s'est presque pas modifiée par rapport aux inventaires précédents, malgré l'extension de la forêt dans certaines régions de Suisse.

Le **relief** influence aussi la végétation et les possibilités d'exploitation. 7 % de la surface forestière suisse se situent sur des sommets, 6 % dans des cuvettes, 8 % sur des terrains plats et 74 % sur des versants, dont 40 % avec une pente d'au moins 60% (non représenté). Le rapport IFN1 fournit des données détaillées sur l'exposition et le relief (IFRF 1990, pp. 73-74).

Étages de végétation

Les étages de végétation de l'IFN sont fondés sur la végétation forestière naturelle et se basent sur les données de la littérature relatives aux schémas écologiques pour les associations climaciques (Brändli et Keller 1985 ; IFRF 1990, p. 83). Dans l'IFN, ils sont dérivés de l'altitude, de l'exposition, de la zone de croissance et de l'acidité de la roche-mère (tab. **035**). La répartition des étages de végétation est présentée dans la figure **036**. Les étages collinéen/submontagnard et montagnard inférieur constituent les zones inférieures alors que les zones supérieures regroupent les étages de végétation montagnard supérieur, subalpin inférieur et supérieur ainsi que l'étage alpin/nival.

La surface forestière suisse se répartit pour moitié environ entre les zones inférieures (45 %) et supérieures (55 %, « forêt de

035 Définition des étages de végétation dans l'IFN

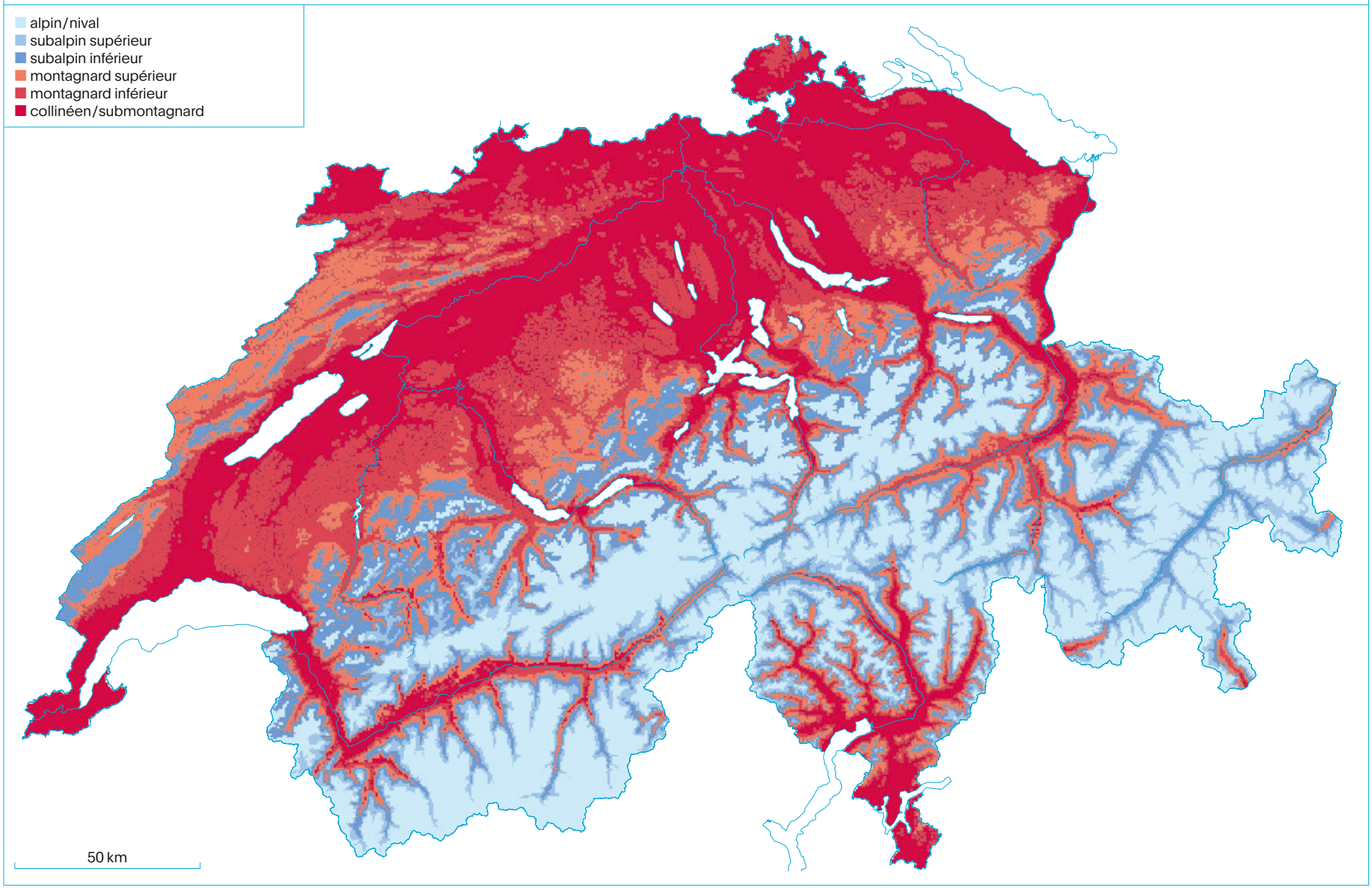
		exposition nord altitude en m	exposition sud altitude en m
Zone de croissance Jura/Plateau/Préalpes			
roche-mère basique			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 1800	sup. à 1800
	subalpin inférieur	1201-1800	1301-1800
	montagnard supérieur	901-1200	1101-1300
zones inférieures	montagnard inférieur	601-900	751-1100
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 600	jusqu'à 750
roche-mère acide			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 1800	sup. à 1800
	subalpin inférieur	1251-1800	1401-1800
	montagnard supérieur	901-1250	1001-1400
zones inférieures	montagnard inférieur	601-900	801-1000
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 600	jusqu'à 800
Zone de croissance interalpine			
roche-mère basique et acide			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 2100	sup. à 2100
	subalpin supérieur	1901-2100	1901-2100
	subalpin inférieur	1451-1900	1651-1900
	montagnard supérieur	1001-1450	1201-1650
zones inférieures	montagnard inférieur	601-1000	901-1200
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 600	jusqu'à 900

		exposition nord altitude en m	exposition sud altitude en m
Zone de croissance Hautes Alpes			
roche-mère basique et acide			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 2300	sup. à 2300
	subalpin supérieur	1851-2300	1901-2300
	subalpin inférieur	1451-1850	1501-1900
	montagnard supérieur	1001-1450	1201-1500
zones inférieures	montagnard inférieur	601-1000	
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 600	jusqu'à 1200
Zone de croissance Sud des Alpes			
roche-mère basique			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 1800	sup. à 1800
	subalpin inférieur	1401-1800	1551-1800
	montagnard supérieur	1151-1400	1201-1550
zones inférieures	montagnard inférieur	751-1150	851-1200
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 750	jusqu'à 850
roche-mère acide			
zones supérieures	alpin/nival	sup. à 2100	sup. à 2100
	subalpin supérieur	1751-2100	1751-2100
	subalpin inférieur	1501-1750	1501-1750
	montagnard supérieur	1101-1500	1101-1500
zones inférieures	montagnard inférieur	851-1100	851-1100
	collinéen/submontagnard	jusqu'à 850	jusqu'à 850

WSL/IFN4

036 Étages de végétation

ensemble analysé : surface totale



WSL/IFN4

montagne»). Les étages montagnard supérieur et subalpin inférieur sont les plus boisés (chacun à 58%). Dans l'étage subalpin supérieur, la proportion de forêt (29%) est en revanche plus basse, comme dans l'étage collinéen/submontagnard (25%), zone intensivement exploitée par l'agriculture et densément peuplée (tab. **037**).

Végétation naturelle potentielle

La végétation naturelle potentielle est tirée d'un modèle de Küchler (2009). Elle est définie selon une approche en deux étapes: à l'aide d'une régression linéaire, les variables explicatives (coordonnées nationales, paramètres de relief et de climat, pH du sol) ont d'abord été mises en relation par régression linéaire avec les valeurs écologiques de Landolt (1977) dérivées des relevés phytosociologiques comme variables cibles. Dans une deuxième étape, un modèle de régression logistique multinomial a été développé avec les indicateurs de la première étape comme variables explicatives ainsi que les types de stations selon la «Gestion durable des forêts de protection» (NaiS; Frehner *et al.* 2005). Les données proviennent de 12000 relevés de végétation, dont 5000 avec des types de stations identifiés. Pour le modèle, ces types de stations ont été regroupés en 40 unités de végétation. Comme toutes les variables explicatives sont connues pour les placettes IFN, il est possible d'attribuer à chacune l'unité de végétation la plus vraisemblable. On admet que celle-ci représente la végétation naturelle potentielle. Dans ce rapport, les 40 unités de végétation ont été agrégées en sept formations forestières:

– hêtraies
– hêtraies à sapin
– autres forêts de feuillus
– pessières-sapinières
– pessières
– arolières et mélézins
– pinèdes

WSL/IFN4

037 **Surface forestière selon l'étage de végétation**

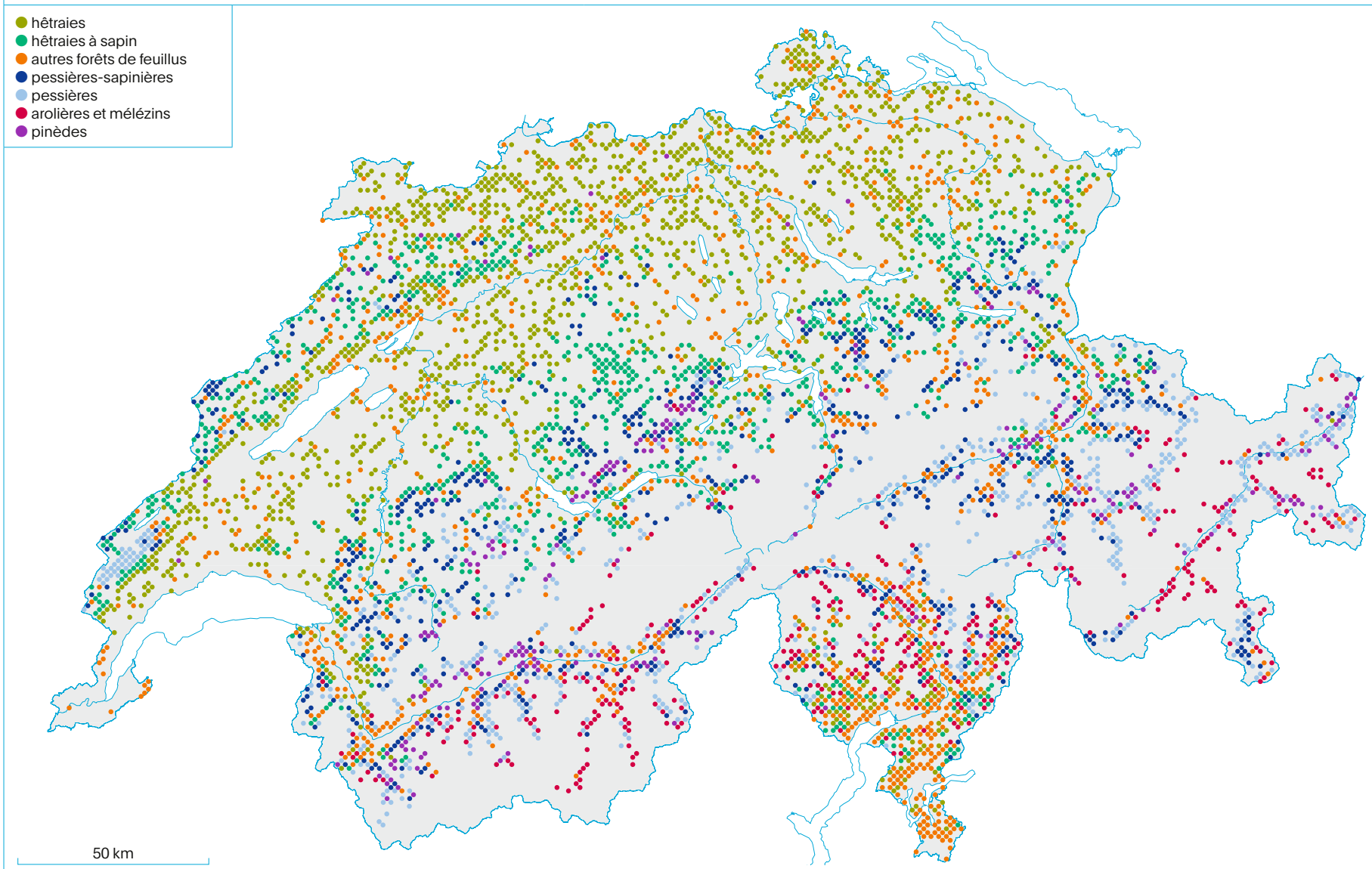
en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Proportion de forêt	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
alpin/nival[1]	0,0	*	0,0	*	2,0	32	6,2	18	1,4	38	9,7	14	1,2	0,2
subalpin supérieur	0,0	*	0,0	*	0,6	58	76,2	5	30,6	7	107,4	4	28,9	1,0
subalpin inférieur	21,2	9	2,4	28	61,2	5	182,4	3	35,6	7	302,8	2	58,0	0,9
montagnard supérieur	49,1	5	4,5	19	86,4	4	114,1	4	50,1	5	304,2	2	58,1	0,9
zones supérieures	**70,3**	**4**	**6,9**	**15**	**150,2**	**2**	**379,0**	**1**	**117,7**	**3**	**724,1**	**1**	**33,0**	**0,3**
montagnard inférieur	64,0	5	70,5	4	60,1	5	51,2	5	26,6	8	272,3	2	41,3	0,8
collinéen/submontagnard	66,8	4	152,5	2	21,6	9	31,8	7	47,9	5	320,5	2	25,2	0,4
zones inférieures	**130,8**	**2**	**222,9**	**1**	**81,7**	**3**	**83,0**	**4**	**74,4**	**3**	**592,9**	**1**	**30,7**	**0,3**
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**	**31,9**	**0,2**

[1] par définition, l'étage alpin/nival n'est pas boisé. Les 48 placettes forestières qui tombent dans l'étage alpin/nival selon le modèle sont présentées ici séparément, alors que dans tous les autres tableaux, elles sont attribuées à l'étage subalpin supérieur.
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

038 Végétation naturelle potentielle

ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante



Cette carte ne peut pas être interprétée à l'échelle d'une placette (voir 1.4).

WSL/IFN4

039 Surface forestière selon la végétation naturelle potentielle

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Formation forestière	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
hêtraies	104,5	3	163,2	2	32,2	7	17,3	10	17,7	10	334,9	2	28,1	0,5
hêtraies à sapin	45,1	6	12,2	12	94,8	4	43,6	6	15,4	10	211,0	3	17,3	0,5
autres forêts de feuillus	27,3	8	47,3	6	28,5	8	66,0	5	58,5	4	227,7	3	18,9	0,5
pessières-sapinières	11,7	13	3,3	24	43,2	6	62,6	5	14,7	11	135,6	4	11,3	0,4
pessières	8,0	16	0,8	50	12,4	12	120,2	4	19,3	10	160,7	3	13,4	0,4
arolières et mélézins	0,0	*	0,0	*	0,8	50	48,4	6	31,1	7	80,3	5	6,8	0,3
pinèdes	2,2	30	1,0	45	10,4	13	34,8	7	1,0	45	49,5	6	4,1	0,3
sans indications	1,2	41	0,0	*	0,0	*	0,8	50	0,6	58	2,6	28	0,2	0,1
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

Les hêtraies sont la formation forestière la plus répandue en Suisse (fig. **038**). Elles constituent la végétation naturelle potentielle sur 28 % de la surface forestière. Les autres forêts de feuillus se retrouveraient naturellement sur 19 % de la surface forestière, les hêtraies à sapin sur 17 %, les pessières sur 13 % et les pessières-sapinières sur 11 % (tab. **039**), les forêts de feuillus se répartissant dans des zones plus basses que les forêts résineuses. La majorité des formations forestières ont un centre de répartition régional: les hêtraies seraient principalement présentes sur le Plateau et dans le Jura, les hêtraies à sapin dans les Préalpes, avec aussi des proportions significatives dans le Jura et les Alpes. Les pessières-sapinières ont leur aire de répartition naturelle principale dans les Alpes et les Préalpes, et les pessières dans les Alpes, comme les pinèdes. Les arolières et mélézins coloniseraient les régions supérieures (étage subalpin) et seraient donc presque exclusivement présentes dans les Alpes et au Sud des Alpes. Les autres forêts de feuillus se répartiraient plus ou moins régulièrement dans toutes les régions.

Fertilité de la station

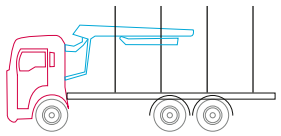
La **production totale** (PT; selon Keller 1978) a été adoptée dans l'IFN comme la mesure de la fertilité des stations forestières. Elle est exprimée en kilogrammes d'accroissement de matière sèche par hectare et par an. Elle dépend de l'altitude, de l'exposition, du type de relief, de l'acidité de la roche-mère, et de la zone de croissance (Brassel et Lischke 2001). Dans l'IFN, les stations forestières sont réparties en quatre classes de fertilité en fonction de la PT (tab. **040**). Selon Brassel et Brändli (1999, tab. 37), une station de bonne croissance correspond à peu près à l'indice de fertilité 20 pour l'épicéa ou 17 pour le hêtre, soit des stations sur lesquelles on peut s'attendre, selon les tables de production (Badoux 1983), à un accroissement annuel moyen de quelque 10 m^3/ha (épicéa) ou 6 m^3/ha (hêtre). Durant la période IFN3-IFN4, l'accroissement annuel moyen a atteint, selon les classes de fertilité, 5,9 m^3/ha (faible), 7,3 m^3/ha (moyenne), 10,2 m^3/ha (bonne) et 12,6 m^3/ha (très bonne; non représenté).

Les stations présentant une fertilité moyenne à bonne couvrent chacune environ un tiers de la surface forestière suisse (tab. **040**) et les très bonnes stations environ

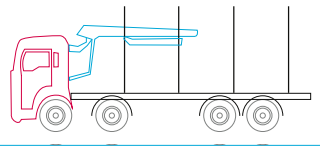
040a **Types de camions**

Types de camions utilisés pour le relevé de la desserte avec les dimensions des routes IFN4. Modifié d'après Heinimann (2012)

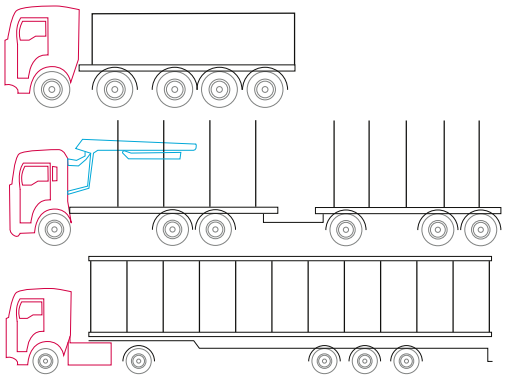
3 essieux
26 t



4 essieux
28 t/32 t



5 et 6 essieux
40 t/44 t



un cinquième. Les différences régionales sont très importantes: alors que les forêts croissent sur des bonnes à très bonnes stations pour 62 % dans les Préalpes, 72 % dans le Jura et même 96 % sur le Plateau, ce n'est le cas que pour 17 % dans les Alpes. Dans le Jura et les Préalpes, les stations de bonne croissance dominent, alors que sur le Plateau, ce sont les très bonnes stations et dans les Alpes les stations moyennes. Au Sud des Alpes, la forêt croît principalement et à parts presque égales sur des stations moyennes à bonnes.

Desserte forestière

Pour permettre une exploitation des forêts, il faut qu'elles soient desservies par des routes accessibles aux camions. L'enquête auprès des gardes forestiers permet de relever le concept de desserte et le réseau de routes forestières praticables pour les camions, sur la base de la carte nationale au 1:25 000. Les **routes à camions de l'IFN** ont une largeur minimale de 2,5 m avec une surface de roulement dimensionnée pour supporter un poids de 10 t par essieu. Ces exigences minimales sont utilisées depuis l'IFN1 et n'ont pas été modifiées afin de pouvoir prolonger la série temporelle. Pour arriver à analyser plus précisément l'état de la desserte forestière, on a relevé dans l'IFN4 pour les routes forestières des attributs supplémentaires qui livrent des renseignements sur la viabilité pour divers types de camions. Les routes avec des attributs supplémentaires sont dimensionnées au moins pour des camions à trois essieux

040 **Surface forestière selon les classes de fertilité**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

	Production totale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
Fertilité	kg/ha/an	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
faible	jusqu'à 1500	26,9	8	6,3	18	36,4	7	131,9	4	19,9	10	221,3	3	16,8	0,4
moyenne	1501-3000	29,9	7	3,4	22	51,2	5	250,7	2	91,9	3	427,2	2	32,4	0,5
bonne	3001-4500	76,0	4	62,8	5	114,2	3	68,5	5	78,6	3	400,2	2	30,4	0,5
très bonne	sup. à 4500	68,3	4	157,4	2	30,0	8	10,9	13	1,7	35	268,3	2	20,4	0,4
total		**201,1**	1	**229,8**	1	**231,9**	1	**462,0**	1	**192,1**	1	**1316,9**	0	**100**	

avec un poids total de 26 t (fig. **040a**) et une surface de roulement de 3,0 m au minimum. Une description exhaustive de l'ensemble de ces données se retrouve dans Müller *et al.* (2016) ainsi que dans Fischer et Camin (2013).

Alors que pour calculer la longueur des routes forestières et la densité de desserte, l'IFN3 utilisait la surface forestière selon la nomenclature de la carte nationale, dans l'IFN4, c'est la carte du couvert forestier IFN qui a été employée pour la première fois (Waser *et al.* 2015 ; Ginzler et Hobi 2016). Pour permettre une comparaison malgré cette modification méthodologique, l'état de la desserte forestière au moment de l'IFN3 a été recalculé à partir des données de desserte IFN4.

Longueur des routes forestières

En Suisse, la longueur totale des routes forestières répondant aux exigences minimales de l'IFN est de 31 557 km (tab. **041**). Elle est pratiquement identique à celle de l'IFN3 qui atteignait 31 304 km (non représenté). Parmi les routes forestières relevées dans l'IFN4, 29 674 km (94 %) sont praticables pour des camions à 3 essieux, 26 397 km (84 %) pour des camions à 4 essieux et 22 665 km (72 %) pour des camions à 5 ou 6 essieux (tab. **041**). Alors que sur le Plateau, 89 % et dans le Jura 84 % de toutes les routes sont praticables pour des camions à 5 ou 6 essieux, cette proportion est nettement plus faible dans les autres régions : dans les Préalpes elle se monte à 55 %, dans les Alpes à 25 % et au Sud des Alpes, elle n'est plus que de 8 %. Dans ces trois régions, 84 % (Préalpes), 44 % (Alpes) et 32 % (Sud des Alpes) des routes forestières sont toutefois praticables pour des camions à 4 essieux, une norme considérée par l'OFEV comme le minimum pour une desserte forestière moderne.



WSL/IFN4

Les routes forestières dans le Jura et sur le Plateau sont en général accessibles aux camions à 4 essieux ; Birmensdorf ZH.

Entre l'IFN3 et l'IFN4, 408 km de routes forestières ont été construits (189 km) ou réfectionnés (219 km) (tab. **042**, non représenté), soit moins de la moitié de l'augmentation entre les inventaires IFN2 et IFN3 (Cioldi *et al.* 2010, tab. 40). Dans les Alpes, on a construit ou réfectionné 153 km de routes forestières, nettement plus que dans les autres régions (94 km sur le Plateau, 81 km dans le Jura, 47 km dans les Préalpes et 33 km au Sud des

Alpes). Pendant la même période, 10 km de routes ont été renaturalisés et 141 km ont été abandonnés, c'est-à-dire délibérément non entretenus. En outre, 120 km de route ne sont plus praticables sans mesures de rénovation (non représenté).

Les tronçons nouvellement construits ou réfectionnés sont le plus souvent des routes naturelles avec une couche d'usure en gravier à liant argilo-calcaire (tab. **042**). Au total, les routes naturelles représentent 76 % des routes forestières, les routes asphaltées 23 % et les routes bétonnées 1 % seulement (tab. **043**). Comparé à l'IFN3, ces proportions sont restées constantes (Cioldi *et al.* 2010, tab. 39).

Densité de desserte

La densité de desserte, à savoir la longueur des routes forestières par hectare de forêt, est un indicateur courant pour évaluer l'état de la desserte.

La densité de desserte dans la forêt suisse est de 25,7 m/ha si l'on considère toutes les routes qui répondent aux exigences minimales de l'IFN (tab. **044**). Pour l'IFN3, la valeur recalculée atteignait 25,5 m/ha (non représenté). Cette densité n'a donc pas évolué. Si l'on ne tient compte que des routes praticables pour des camions à 4 essieux, la densité de desserte est de 21,5 m/ha.

Le Plateau (59,3 m/ha) et le Jura (40,1 m/ha) sont beaucoup plus densément desservis que les Préalpes (17,3 m/ha), les Alpes (12,0 m/ha) et le Sud des Alpes (5,1 m/ha). Les différences régionales sont encore accentuées si l'on ne considère que les routes praticables au moins pour les camions à 4 essieux (tab. **044**). Les forêts des zones inférieures ont en général une plus forte densité de desserte (40,1 m/ha) que les forêts des zones supérieures, avec 11,4 m/ha (données selon les exigences minimales IFN pour les routes forestières ; non représenté).

Concept de desserte

Le concept de desserte constitue un autre indicateur pour évaluer l'état de la desserte. Il est relevé à l'occasion de l'enquête auprès des gardes forestiers. Pour l'ensemble de la Suisse, la desserte forestière repose à 44 % sur les deux concepts entièrement basés sur des moyens terrestres, à savoir « routes et layons de débardage » (30 %) et « routes et pistes à machines » (14 % ; tab. **045**). Les concepts de desserte « routes et lignes de

041 **Longueur et dimensionnement des routes forestières**

en km par région de production
ensemble analysé : surface totale

Véhicule	Poids	Largeur de route	Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes	Suisse	
			km	km	km	km	km	km	%
	18-25 t	2,5-2,9 m	327	477	183	595	301	1883	6,0
3 essieux	26 t	3,0-3,4 m	280	209	435	1939	234	3097	9,8
		≥ 3,5 m	6	3	1	109	63	181	0,6
4 essieux	28-32 t	3,0-3,4 m	683	778	1122	778	137	3499	11,1
		≥ 3,5 m	8	16	18	119	72	233	0,7
5 et 6 essieux	40-44 t	3,0-3,4 m	6139	11414	1990	928	35	20505	65,0
		≥ 3,5 m	797	863	202	264	32	2160	6,8
total			**8240**	**13760**	**3951**	**4732**	**874**	**31557**	**100**

042 **Routes forestières nouvelles et réfectionnées selon le type de revêtement**

en km par région de production
ensemble analysé: surface totale

	Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes	Suisse	
	km	km	km	km	km	km	%
route naturelle (revêtement en gravier, liant argilo-calcaire)	76	92	41	136	18	363	89,0
route asphaltée (revêtement à liant bitumineux)	3	2	4	11	11	31	7,6
route bétonnée (revêtement à liant hydraulique)	1	1	2	6	4	14	3,4
total	**81**	**94**	**47**	**153**	**33**	**408**	**100**

043 **Routes forestières selon le type de revêtement**

en % par région de production
ensemble analysé: surface totale

	Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes	Suisse	
	%	%	%	%	%	%	km
route naturelle (revêtement en gravier, liant argilo-calcaire)	80,9	85,9	60,3	61,8	28,0	76,2	24058
route asphaltée (revêtement à liant bitumineux)	18,5	12,5	38,4	37,4	71,1	22,7	7156
route bétonnée (revêtement à liant hydraulique)	0,6	1,6	1,1	0,7	1,0	1,1	343
total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**31557**

WSL/IFN4

câbles» et «routes et lignes de vol» sont utilisés sur 24%, resp. 18% de la surface forestière; pour 14% de la surface forestière, aucune desserte n'est prévue.

Les différences régionales sont importantes en fonction de la topographie (tab. **045**). Sur le Plateau, le concept de desserte se base à 73% sur les routes et layons de débardage et dans le Jura, ce concept représente la part principale avec 52%, le concept «route et pistes à machines» occupant une part notable avec 33%. Dans les Préalpes et les Alpes, c'est au contraire le concept «routes et lignes de câbles» qui domine avec 33% et 39%. Ces deux régions se distinguent du fait que dans les Préalpes, plus simples pour les techniques de desserte, c'est le concept «routes et layons de débardage» (24%) prend la seconde place, alors que dans les Alpes, plus exigeantes, c'est celui de «routes et lignes de vol» (30%). Au Sud des Alpes, c'est le concept «routes et lignes de vol» qui est le plus important, s'imposant sur 43% de la surface forestière.

Les gardes forestiers ont estimé que la desserte était achevée sur 97% de la surface forestière (non représenté). Une desserte supplémentaire routière serait planifiée ou souhaitée sur 3% de la surface forestière, avec des différences régionales minimes (1% dans les Alpes et 3% sur le Plateau).

044 Densité des routes forestières selon le dimensionnement

en m/ha par région de production
ensemble analysé: surface totale

Véhicule	Poids	Largeur de route	Jura m/ha	Plateau m/ha	Préalpes m/ha	Alpes m/ha	Sud des Alpes m/ha	Suisse m/ha
	18-25 t	2,5-2,9 m	1,6	2,1	0,8	1,5	1,8	1,5
3 essieux	26 t	3,0-3,4 m	1,4	0,9	1,9	4,9	1,4	2,5
		≥3,5 m	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,1
4 essieux	28-32 t	3,0-3,4 m	3,3	3,4	4,9	2,0	0,8	2,8
		≥3,5 m	0,0	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2
5 et 6 essieux	40-44 t	3,0-3,4 m	29,9	49,2	8,7	2,4	0,2	16,7
		≥3,5 m	3,9	3,7	0,9	0,7	0,2	1,8
total			**40,1**	**59,3**	**17,3**	**12,0**	**5,1**	**25,7**

045 Surface forestière selon le concept de desserte

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Concept de desserte	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
route et layons de débardage	51,7	1,6	73,4	1,3	24,1	1,3	13,9	0,7	1,5	0,4	30,1	0,5
route et pistes à machines	33,4	1,5	15,3	1,1	17,3	1,1	5,0	0,5	10,0	1,0	14,0	0,4
route et lignes de câbles	4,9	0,7	3,2	0,5	32,8	1,4	38,9	1,0	20,8	1,3	23,8	0,5
route et lignes de vol	0,4	0,2	0,3	0,2	7,3	0,8	30,0	0,9	42,7	1,6	18,1	0,4
pas de desserte prévue	9,6	0,9	7,8	0,8	18,5	1,1	12,2	0,7	25,0	1,3	14,0	0,4
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

046 **Surface forestière selon la distance horizontale placette-route**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Distance horizontale en m	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 100	59,3	1,5	76,4	1,2	33,4	1,4	23,0	0,9	11,2	1,1	39,5	0,6
101-500	38,2	1,5	21,8	1,2	49,6	1,5	47,2	1,1	32,3	1,6	39,4	0,6
501-1000	2,2	0,5	1,5	0,4	14,4	1,0	19,8	0,9	19,7	1,4	12,4	0,4
sup. à 1000	0,3	0,2	0,3	0,2	2,6	0,5	10,0	0,7	36,7	1,7	8,7	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

Distance horizontale

Outre la densité et le concept, la distance horizontale d'une placette à la prochaine route à camions permet aussi de caractériser l'état de la desserte. *A contrario*, cet indicateur permet également d'évaluer le caractère vierge d'une zone. Dans les calculs pour ce rapport, toutes les routes forestières remplissant les exigences minimales de l'IFN ont été prises en compte.

Au niveau national, 40% de la surface forestière se situent à 100 m au plus de la prochaine route forestière (tab. **046**); 39% sont éloignés de 100 m à 500 m et 12% se retrouvent entre 500 et 1000 m de la desserte. Sur 9% de la surface forestière, on enregistre une distance à la prochaine route à camions supérieure à 1000 m.

Sur le Plateau (79%) et dans le Jura (59%), la majorité des forêts se situent à moins de 100 m de la prochaine route forestière. À titre de comparaison, 33% (dans les Préalpes), 23% (dans les Alpes) et 11% (au Sud des Alpes) des forêts se situent à cette distance. Dans les Préalpes et dans les Alpes, les distances horizontales les plus fréquentes



Les forêts peuvent également être gérées efficacement à l'aide de grues à câble mobiles; Muotathal SZ.

WSL/IFN4

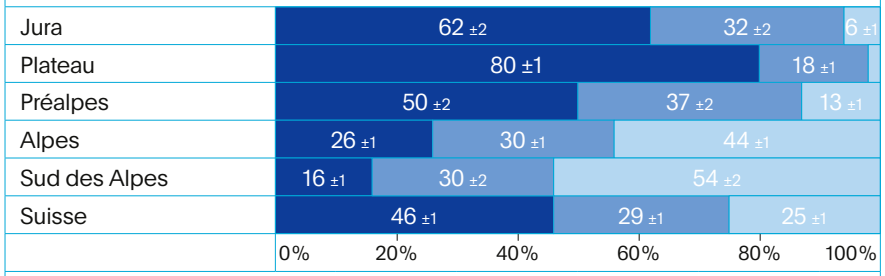
047a **Définition du degré de desserte**

Représentation schématique du degré de desserte dérivé de la distance oblique entre la placette d'échantillonnage et la prochaine route à camions (routes à camions de 3 m de large et praticables pour des véhicule à 4 essieux d'un poids total d'au moins 28-32 t)

	Degré de desserte		
	bon	moyen	mauvais
méthode de récolte terrestre	≤ 125 m	126-500 m	>500 m
méthode de récolte à câbles	≤500 m	501-1500 m	>1500 m
méthode de récolte aérienne	≤500 m	501-1500 m	>1500 m

047 **Surface forestière selon le degré de desserte[1]**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



[1] degré de desserte pour des routes forestières de 3 m de large et praticables pour des camions à 4 essieux d'un poids total d'au moins 28-32 t

sont entre 100 m à 500 m ; au Sud des Alpes, celles de 100 m à 500 m et celles supérieures à 1000 m dominent.

Degré de desserte

Pour évaluer le degré de desserte, on utilise les trois catégories « bonne », « moyenne » et « mauvaise » en combinant les distances obliques entre la placette et la prochaine route forestière avec la méthode de récolte des bois actuelle selon l'enquête. Sur la base de la méthode de récolte et des moyens de transports engagés aujourd'hui, le degré de desserte est considéré comme bon lorsque pour la méthode terrestre, la distance oblique ne dépasse pas 125 m jusqu'à la prochaine route forestière praticable avec un camion à 4 essieux (fig. **040a** et fig. **047a** ; Brändli *et al.* 2016). Pour les méthodes de récolte par câble ou aériennes, la distance oblique pour la catégorie « bonne » passe à 500 m. Lorsque les distances obliques sont supérieures à 500 m (méthodes terrestres) ou à 1500 m (méthodes par câble ou aériennes), le degré de desserte est considéré comme mauvais.

Pour 46 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante, le degré de desserte est bon (fig. **047**) et permet donc une récolte de bois efficiente ; il est moyen sur 29 % de la surface forestière, et mauvais sur 25 %. Les différences régionales constatées ailleurs dans ce chapitre s'expriment encore plus fortement pour le degré de desserte : alors que sur le Plateau 80 % de la surface forestière présentent un bon degré de desserte et 98 % un degré moyen à bon, ces mêmes proportions dans les Alpes sont de 26 %, resp. 56 % et au Sud des Alpes à peine 16 %, resp. 46 %. Au niveau du degré de desserte, le Jura et les Préalpes se rapprochent nettement plus du Plateau que des Alpes ou du Sud des Alpes. Les proportions de zones mal desservies sont d'à peine 6 % dans le Jura et 13 % dans les Préalpes, alors que dans les Alpes et au Sud des Alpes 44 %, resp. 54 % de la surface forestière sont mal desservis.

Avec une différenciation plus fine, on constate que dans les régions avec une bonne desserte, ce sont les méthodes terrestres qui dominent, alors que dans les régions avec une mauvaise desserte, les méthodes par câble ou aériennes sont pré-

pondérantes (tab. **048**). Ainsi dans les Alpes, seuls 26 % de la surface forestière sont desservis par des méthodes de récolte terrestres (102 100 ha), et au Sud des Alpes il ne s'agit plus que de 17 % (26 400 ha).

Si l'on ne considère que la surface forestière sur laquelle une intervention est prévue dans les 20 prochaines années selon l'enquête auprès des gardes forestiers (773 000 ha)., un peu plus de la moitié de cette surface (58 %) présente un bon degré de desserte (tab. **048**).

048 **Surface forestière selon la méthode de desserte, la distance oblique à la prochaine route forestière, le degré de desserte et l'urgence de la prochaine intervention**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Méthode de récolte	Distance oblique placette-route[1]	Degré de desserte	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Prochaine intervention prévue dans 0 à 20 ans	
			1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
terrestre	0-125	bon	112,0	3	173,3	2	53,2	5	22,8	9	5,2	19	366,4	2	340,7	2
	126-500	moyen	61,5	5	40,2	6	43,8	6	23,0	9	5,1	20	173,7	3	142,1	3
	>500	mauvais	12,1	13	4,9	20	19,8	10	56,3	6	16,1	11	109,2	4	60,5	6
	total		**185,6**	**1**	**218,4**	**1**	**116,8**	**3**	**102,1**	**4**	**26,4**	**8**	**649,2**	**1**	**543,4**	**1**
par câble et aérienne	0-500	bon	12,1	12	7,5	16	58,6	5	80,8	4	19,6	9	178,7	3	104,8	4
	501-1500	moyen	1,6	35	1,6	35	37,8	7	94,4	4	42,6	6	178,0	3	71,0	5
	>1500	mauvais	0,0	*	0,0	*	8,8	15	116,3	4	69,2	4	194,3	3	52,3	6
	total		**13,7**	**12**	**9,1**	**14**	**105,2**	**3**	**291,6**	**2**	**131,4**	**2**	**551,0**	**1**	**228,1**	**3**
total		bon	124,1	3	180,7	2	111,8	3	103,6	4	24,8	8	545,1	1	445,5	1
		moyen	63,1	5	41,8	6	81,6	4	117,5	4	47,7	6	351,7	2	213,2	3
		mauvais	12,1	13	4,9	20	28,5	8	172,6	3	85,4	4	303,5	2	112,8	4
		pas d'indications	0,8	50	0,4	71	0,4	71	0,0	*	0,4	71	2,0	32	1,5	35
	total		**200,1**	**1**	**227,9**	**1**	**222,3**	**1**	**393,7**	**1**	**158,3**	**2**	**1202,2**	**1**	**773,0**	**1**

[1] routes forestières d'au moins 3 m de large, praticables pour des camions à 4 essieux avec un poids total d'au moins 28 à 32 t
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

2.3 Volume, nombre de tiges et essences

- Le volume des arbres vifs et morts (« volume total ») de la forêt accessible sans la forêt buissonnante est de 450 millions de m^3 ou 374 m^3/ha. Si l'on tient compte de l'augmentation de la surface forestière, le volume total a augmenté d'environ 4 % par rapport à l'IFN3.
- Le volume des arbres vifs (« volume ») est de 421 millions de m^3 ou 350 m^3/ha.
- Sur les placettes communes IFN3 et IFN4, le volume a augmenté de quelque 12 millions de m^3 dans la forêt suisse, soit 2,9 %. Toutefois, l'évolution varie d'une région à l'autre, allant d'une augmentation de 12 % au Sud des Alpes à une diminution de 4 % sur le Plateau.
- Les résineux représentent 68 % du volume. L'épicéa occupe à lui seul la part principale de toutes les essences avec 43 %, suivi du hêtre avec 18 % et du sapin avec 15 %.
- La forêt suisse compte environ 497 millions d'arbres vifs d'au moins 12 cm DHP. Le nombre de tiges des deux essences les plus fréquentes (épicéa et hêtre) a diminué en comparaison avec l'IFN3, alors que ceux du sapin, du mélèze et de l'érable ont augmenté.

L'estimation du nombre de tiges et du volume de tous les arbres et arbustes de la forêt suisse constitue l'une des tâches fondamentales de l'inventaire forestier national. À cet effet, tous les individus sur pied ou à terre avec un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) d'au moins 12 cm sont relevés sur les placettes d'échantillonnage. Les arbres avec un DHP inférieur à 12 cm sont dénombrés (nombre de tiges de la jeune forêt), mais leur volume n'est pas calculé.

Le **nombre de tiges** désigne le nombre d'arbres et arbustes vifs à partir de 12 cm DHP, alors que le **nombre total de tiges** tient également compte du nombre de tiges d'arbres et arbustes morts. De même, le **volume total** se rapporte à tous les arbres vifs ou morts, sur pied ou à terre à partir de 12 cm DHP et correspond au terme international de « standing volume » (MCPFE 2007, p. 241). Le **volume,** quant à lui, englobe uniquement les arbres et arbustes vifs produisant l'accroissement ; il est désigné au plan international comme « growing stock » (MCPFE 2007, p. 236). Le **volume de bois mort** contient tous les individus morts sur pied et à terre.

En ce qui concerne le nombre de tiges et le volume, les arbustes sont quasiment insignifiants car ils atteignent rarement un DHP de 12 cm. C'est pourquoi seuls les arbres sont généralement mentionnés ci-après, bien que les arbustes soient également inclus.

Les volumes indiqués ici se rapportent à la forêt accessible sans la forêt buissonnante et résultent des volumes des arbres individuels. Le volume d'un arbre individuel est calculé comme bois de tige en écorce, y compris le menu bois de tige et la souche, mais sans le bois des branches (fig. **049**). Comme le volume de l'arbre individuel ne peut être mesuré directement, on doit recourir à des fonctions mathématiques pour l'estimer. Ces fonctions se basent sur les relations entre d'une part le volume du bois de tige et d'autre part le DHP, le diamètre à 7 m de hauteur (d7), la hauteur (h), ainsi que des caractéristiques de la station et du peuplement. Les principales fonctions pour déterminer les volumes de bois sont les **fonctions de volume de tige** et de **tarif.** La méthode de détermination du volume est décrite de manière plus détaillée dans Herold *et al.* 2019 et dans Kaufmann 2001.

Le volume actuel (IFN4) est calculé sur la base des 6042 placettes relevées dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante (réseau de 1,4 km). En revanche, l'évolution du volume IFN3-IFN4 se base comme presque toutes les analyses dans ce rapport sur les 5824 placettes communes relevées lors des IFN3 et IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante ; elle ne prend donc pas en compte l'évolution des volumes induite par l'extension de la surface forestière.

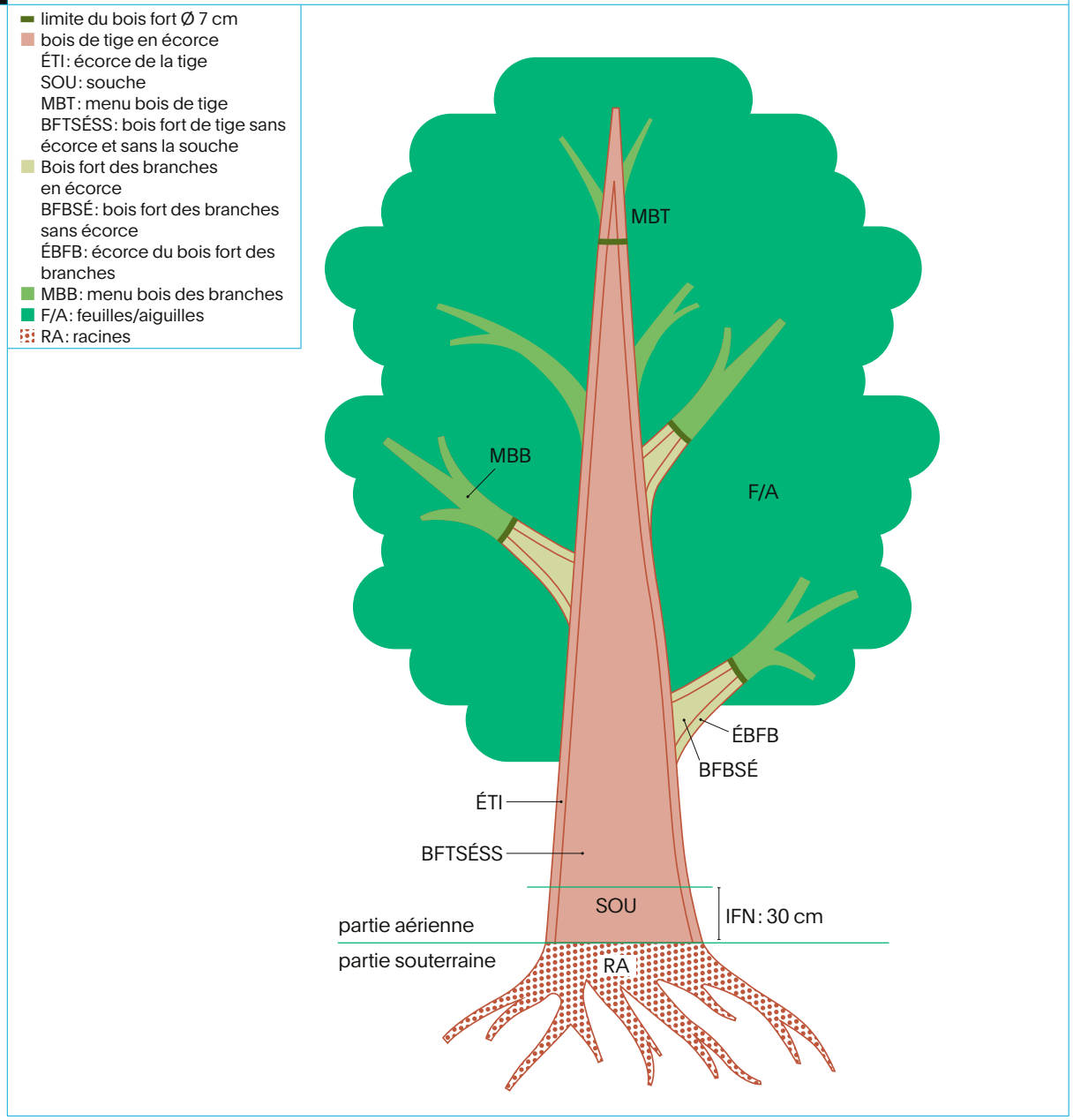
Afin de pouvoir également se prononcer sur l'évolution globale des ressources forestières suisses, les volumes des quatre inventaires IFN1, IFN2, IFN3 et IFN4 ont été calculés pour toutes les placettes du réseau de base de 1,4 km (tab. **050**), ce qui permet de tenir compte des placettes forestières ajoutées et retranchées.

Volume total

Selon l'IFN4, le volume total dans la forêt suisse est de 450 millions m^3 ou 374 m^3/ha (tab. **050**). Il a de nouveau augmenté, dans une moindre mesure cependant qu'entre l'IFN2 et l'IFN3 et nettement moins fortement qu'entre l'IFN1 et l'IFN2. Si l'on tient compte de l'extension de la forêt (+2,4 %; chap. 2, tab. **019**), le volume total a augmenté de 43 millions de m^3 ou 12 % entre l'IFN1 et l'IFN2, de 22 millions de m^3 ou 5 % entre l'IFN2 et l'IFN3 et de 18 millions de m^3 ou 4 % entre l'IFN3 et l'IFN4 (tab. **050**). L'augmentation entre l'IFN3 et l'IFN4 est due aux arbres vifs (14 millions de m^3) et aux arbres morts (4 millions de m^3). Le volume de bois mort a lui aussi augmenté, mais moins fortement que dans la période précédente et avec des disparités régionales notables (non représenté). D'autres aspects quantitatifs et qualitatifs concernant le bois mort sont présentés sous 5.5.

WSL/IFN4

049 **Composantes de l'arbre**



050 **Volume total selon l'état de l'arbre et l'inventaire**

en millions de m^3 et m^3/ha
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante dans l'inventaire concerné sur le réseau de base de 1,4-km

État	IFN1		IFN2		IFN3		IFN4			
	millions de m^3	± %	millions de m^3	± %	millions de m^3	± %	millions de m^3	± %	m^3/ha	± %
volume sur pied	361	1	398	1	407	1	421	1	350,1	1
volume de bois mort*	6	5	12	4	25	3	29	3	24,2	3
volume total de bois	**367**	**1**	**410**	**1**	**432**	**1**	**450**	**1**	**374,4**	**1**

* le volume de bois mort dans l'IFN1 n'englobe que du bois «valorisable»



Sur le Plateau, les peuplements purs d'épicéas sont progressivement remplacés par des peuplements mélangés ou des peuplements de feuillus purs; Ermatingen TG.

Si l'on considère la part de forêt accessible sans la forêt buissonnante relevée comme forêt dans l'IFN3 et l'IFN4, l'augmentation du volume total se monte à 16 millions de m^3 ou 13,8 m^3/ha (tab. **052**). Il n'a toutefois pas augmenté dans toutes les régions: sur le Plateau, il a diminué de quelque 3 millions de m^3 (tab. **051**), alors qu'il a augmenté dans les autres régions, les Alpes et le Sud des Alpes montrant la plus forte augmentation avec un total cumulé de tout juste 15 millions de m^3. Actuellement, environ 30 % du volume total sont situés dans les Alpes, 23 % dans les Préalpes, 20 % sur le Plateau, 18 % dans le Jura et 9 % au Sud des Alpes (tab. **053**). Pour l'ensemble de la Suisse, le volume total se compose de 69 % de résineux (309 millions de m^3) et de 31 % de feuillus (141 millions de m^3; tab. **053**). L'épicéa détient la plus grande part du volume total de bois avec 44 % (197 millions de m^3), suivi du hêtre avec 17 % (78 millions de m^3) et du sapin avec 15 % (67 millions de m^3; non représenté).

Le volume total rapporté à la surface forestière se monte à 374 m^3/ha en moyenne nationale. Il varie selon les régions: il est au plus bas au Sud des Alpes avec 265 m^3/ha, soit environ 30 % au-dessous de la moyenne nationale (tab. **054**). Les plus hautes valeurs, environ 25 % au-dessus de la moyenne, se retrouvent dans les Préalpes avec 470 m^3/ha. En comparaison, le volume total dans les

Alpes (342 m^3/ha), le Jura (394 m^3/ha) et le Plateau (397 m^3/ha) montrent des valeurs assez semblables.

Les forêts privées contiennent en moyenne 445 m^3/ha, soit un volume total environ 30 % supérieur à celui des forêts publiques, avec en moyenne 341 m^3/ha (tab. **054**). Ceci s'explique par le fait que les forêts de montagne moins productives sont presque toutes en mains publiques. Le volume total de bois provenant des forêts privées se monte à 30 % dans le Jura, 28 % dans les Alpes et 25 % au Sud des Alpes (non représenté). Sur le Plateau (48 %) et dans les Préalpes (57 %) cette proportion est nettement élevée. Le volume de bois mort est également un peu plus élevé dans les forêts privées (26 m^3/ha) que dans les forêts publiques (23 m^3/ha). Pour l'ensemble de la Suisse, 39 % du volume total se trouvent en forêt privée.

WSL/IFN4

052 Volume total et son évolution selon l'état de l'arbre

en millions de m^3 et m^3/ha et %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

État	IFN3				IFN4			
	millions de m^3	± %	m^3/ha	± %	millions de m^3	± %	m^3/ha	± %
volume sur pied	402	1	346,9	1	414	1	357,0	1
volume de bois mort	24	3	21,1	3	29	3	24,8	3
volume total de bois	**426**	**1**	**368,0**	**1**	**442**	**1**	**381,8**	**1**

Évolution	IFN3-IFN4					
	millions de m^3	± %	m^3/ha	± %	%	±
volume sur pied	12	22	10,1	22	2,9	0,7
volume de bois mort	4	13	3,7	13	17,4	2,5
volume total de bois	**16**	**16**	**13,8**	**16**	**3,7**	**0,6**

051 Évolution du volume total selon l'état de l'arbre pour les résineux et les feuillus

en milliers de m^3 par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %
résineux	vif	492	*	−4253	26	354	*	7038	16	2046	19	5677	38
	mort	479	29	9	*	121	*	1648	16	384	39	2641	20
	total résineux	**971**	**80**	**−4244**	**26**	**476**	*	**8686**	**13**	**2430**	**15**	**8318**	**27**
feuillus	vif	1176	50	1096	60	903	54	906	61	1945	20	6027	20
	mort	475	21	264	37	142	49	289	26	440	22	1610	12
	total feuillus	**1651**	**35**	**1360**	**48**	**1045**	**47**	**1195**	**47**	**2386**	**17**	**7636**	**16**
total	vif	1668	60	−3157	42	1258	*	7944	16	3992	14	11704	22
	mort	958	17	273	87	268	*	1928	14	825	22	4251	13
	total	**2626**	**39**	**−2885**	**47**	**1525**	**94**	**9872**	**13**	**4816**	**11**	**15955**	**16**

* erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

053 Volume total selon l'état de l'arbre pour les résineux et les feuillus

en milliers de m^3 par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

	État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %
résineux	vif	40807	3	46706	3	73741	3	105852	2	19424	5	286530	1
	mort	2187	8	2243	8	6023	7	10674	4	1637	12	22764	3
	total résineux	**42994**	**3**	**48949**	**3**	**79764**	**3**	**116527**	**2**	**21061**	**5**	**309295**	**1**
feuillus	vif	34744	3	40167	3	23749	4	16810	5	18912	4	134382	2
	mort	1162	11	1262	10	900	11	1133	10	1894	8	6351	4
	total feuillus	**35906**	**3**	**41429**	**3**	**24650**	**4**	**17943**	**5**	**20806**	**4**	**140734**	**2**
total	vif	75552	2	86872	2	97490	2	122662	2	38336	3	420912	1
	mort	3352	7	3505	7	6928	7	11816	4	3531	7	29132	3
	total	**78904**	**2**	**90377**	**2**	**104418**	**2**	**134478**	**2**	**41867**	**3**	**450044**	**1**

054 Volume total selon l'état de l'arbre et les conditions de propriété

en m^3/ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Conditions de propriété	État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %
forêts publiques	vif	353,0	2	331,0	2	387,7	3	302,8	2	230,9	3	317,1	1
	mort	16,5	8	14,6	9	28,7	8	30,1	5	20,8	8	23,4	3
	total	**369,5**	**2**	**345,6**	**2**	**416,4**	**3**	**333,0**	**2**	**251,7**	**3**	**340,5**	**1**
forêts privées	vif	450,7	4	454,3	3	487,2	3	337,0	4	284,4	5	418,5	2
	mort	17,4	13	16,5	10	33,5	10	29,7	9	27,9	10	25,9	5
	total	**468,1**	**4**	**470,8**	**3**	**520,7**	**3**	**366,6**	**3**	**312,4**	**5**	**444,5**	**1**
total	vif	377,6	2	381,3	2	438,5	2	311,6	2	242,2	3	350,1	1
	mort	16,8	7	15,4	6	31,2	6	30,0	4	22,3	7	24,2	3
	total	**394,3**	**2**	**396,6**	**2**	**469,7**	**2**	**341,6**	**2**	**264,6**	**2**	**374,4**	**1**

WSL/IFN4

Volume

Le volume des arbres vifs est l'un des plus importants indicateurs internationaux pour une gestion durable de la forêt (cf. «growing stock» dans Forest Europe 2015a, p. 74). Le volume de la forêt suisse est de 421 millions de m^3 ou 350 m^3/ha (tab. **055** et **056**). Cette valeur moyenne est très élevée en comparaison internationale; les forêts européennes contiennent en moyenne seulement 163 m^3/ha (Forest Europe 2015a, p. 74). Les forêts d'Europe centrale dotées de conditions stationnelles comparables à la Suisse présentent cependant des valeurs à l'hectare nettement plus élevées que la moyenne européenne. En Allemagne, la valeur est de 321 m^3/ha et en Slovénie de 346 m^3/ha (Forest Europe 2015a, p. 250), soit des valeurs presque aussi élevées qu'en Suisse. Les forêts les plus riches en volume de Suisse se situent dans l'est des Préalpes avec en moyenne 452 m^3/ha (fig. **057**), suivies de celles du centre et de l'ouest des Préalpes (432, resp. 431 m^3/ha), de celles du Plateau (380-383 m^3/ha) et de celles de l'ouest du Jura (380 m^3/ha). Dans la région économique des Alpes, les volumes oscillent entre 264 m^3/ha (Alpes du sud-ouest) et 372 m^3/ha (centre des Alpes). Au Sud des Alpes, la valeur à l'hectare est la plus faible avec 242 m^3/ha.



Le châtaignier représente une part importante du volume au Sud des Alpes; Peccia TI.

WSL/IFN4

055 **Volume selon les conditions de propriété pour les résineux et les feuillus**

en milliers de m^3 par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Conditions de propriété		Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %
forêts publiques	résineux	28660	4	23018	5	32244	5	80029	3	18068	6	182018	2
	feuillus	24205	4	21659	5	9891	8	8571	7	10728	6	75053	2
	total	**52864**	**3**	**44677**	**4**	**42135**	**4**	**88600**	**2**	**28796**	**4**	**257071**	**1**
forêts privées	résineux	12148	9	23688	6	41497	5	25823	6	1356	25	104512	3
	feuillus	10539	8	18508	6	13859	7	8239	9	8184	9	59329	3
	total	**22687**	**7**	**42196**	**4**	**55356**	**4**	**34062**	**5**	**9540**	**8**	**163841**	**2**
total	résineux	40807	3	46706	3	73741	3	105852	2	19424	5	286530	1
	feuillus	34744	3	40167	3	23749	4	16810	5	18912	4	134382	2
	total	**75552**	**2**	**86872**	**2**	**97490**	**2**	**122662**	**2**	**38336**	**3**	**420912**	**1**



Le volume des feuillus a augmenté partout et constitue actuellement environ un tiers du volume ; Horgen ZH.

Sur les surfaces forestières comparables avec l'IFN3 (placettes communes), le volume a augmenté de 12 millions de m^3, soit 2,9 % (tab. **060** et **061**). De grandes différences régionales se font remarquer, conséquence directe des différentes intensités d'exploitation (cf. 4.4). Alors que le volume a augmenté de 12 % au Sud des Alpes et de 7 % dans les Alpes, il a diminué de 4 % sur le Plateau. La figure **058** présente l'**évolution du volume par hectare** entre l'IFN3 et l'IFN4 dans les régions économiques. L'augmentation est la plus forte dans le centre des Alpes avec 48 m^3/ha et au Sud des Alpes avec 27 m^3/ha. Depuis l'IFN3, le volume par hectare a cependant diminué sur le Plateau de 396 m^3/ha à 382 m^3/ha (non représenté) avec la plus forte diminution de volume dans le centre du Plateau (–32 m^3/ha).

Si l'on remonte à l'IFN1, on constate que le volume a constamment augmenté en moyenne nationale durant les trois dernières décennies, globalement de 12 % sur les placettes communes aux quatre inventaires (non représenté). Mais alors qu'entre l'IFN1 et

056 **Volume selon l'essence principale**

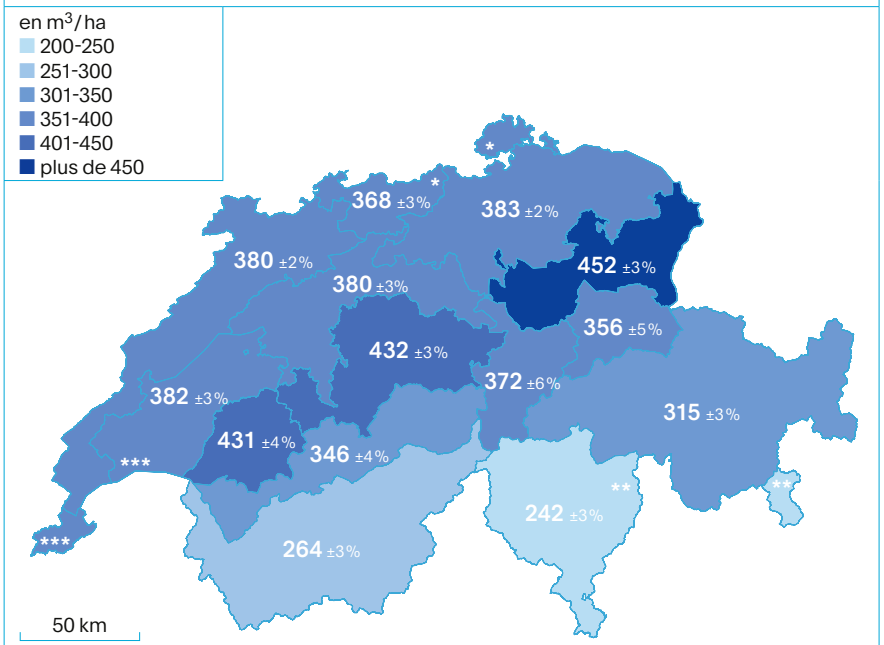
en milliers de m^3 et m^3/ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	m^3/ha	± %
épicéa	21395	5	26549	5	49897	3	72324	3	11080	8	181244	2	150,8	2
sapin	16425	6	14993	6	22511	5	7908	8	1824	18	63662	3	53,0	3
pin	2313	13	2814	11	724	32	5531	9	400	42	11781	6	9,8	6
mélèze	265	35	1286	16	455	36	17202	6	6077	8	25285	4	21,0	4
arole	0	*	0	*	70	75	2771	10	15	60	2856	10	2,4	10
autres résineux	409	38	1064	26	85	53	115	28	29	93	1702	19	1,4	19
total résineux	**40807**	**3**	**46706**	**3**	**73741**	**3**	**105852**	**2**	**19424**	**5**	**286530**	**1**	**238,3**	**1**
hêtre	23961	4	22246	4	16124	5	7680	8	6290	9	76300	2	63,5	2
érable	3232	7	3190	9	3106	8	2757	9	446	18	12730	4	10,6	4
frêne	2929	10	6935	8	3070	11	1820	12	1173	16	15927	5	13,2	5
chêne	2390	13	4220	10	307	23	634	21	954	16	8505	7	7,1	7
châtaignier	0	*	77	92	0	*	131	49	5352	10	5559	9	4,6	9
autres feuillus	2233	15	3499	12	1142	12	3788	9	4698	7	15360	5	12,8	5
total feuillus	**34744**	**3**	**40167**	**3**	**23749**	**4**	**16810**	**5**	**18912**	**4**	**134382**	**2**	**111,8**	**2**
total	**75552**	**2**	**86872**	**2**	**97490**	**2**	**122662**	**2**	**38336**	**3**	**420912**	**1**	**350,1**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

057 Volume

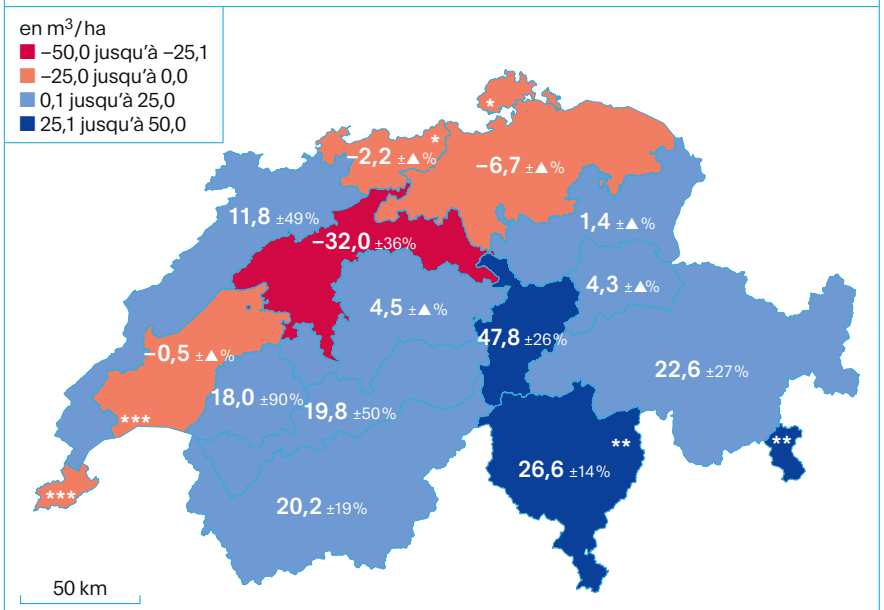
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

058 Évolution du volume

ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

▲ erreur d'échantillonnage ≥ 100%

l'IFN2, toutes les régions présentaient encore des augmentations de volume (en moyenne +9%), les évolutions divergent selon les régions à partir de l'IFN2: le volume a fortement augmenté au cours des 20 dernières années dans les Alpes (+15%) et au Sud des Alpes (+30%; non représenté). Au contraire, sur le Plateau, il a chuté de 11%, car la forêt y est plus fortement exploitée et plus fortement affectée par les chablis et les attaques de scolytes.

Sur l'ensemble de la Suisse, le volume a augmenté depuis l'IFN3, tant dans les **forêts privées** (+2%) que dans les **forêts publiques** (+4%) (tab. **060**). Pour la première fois, l'augmentation dans les forêts privées est plus faible que dans les forêts publiques, alors qu'elle était toujours plus forte. Ce phénomène est dû principalement à la diminution de volume plus importante sur le Plateau dans les forêts privées (−6%) que publiques (−2%). Dans certaines régions, l'exploitation de bois a visiblement été plus intense ces dernières années dans les forêts privées longtemps sous-exploitées. Davantage d'informations sur l'exploitation des bois sont disponibles sous 4.4.

Le volume se compose à 68% de **résineux** et à 32% de **feuillus** (tab. **059**). La proportion des résineux est nettement plus grande que celle des feuillus dans les Alpes (86%) et dans les Préalpes (76%); dans les autres régions, le rapport est presque équili-

WSL/IFN4

059 Volume selon l'essence principale

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	28,3	1,1	30,6	1,3	51,2	1,3	59,0	1,1	28,9	1,9	43,1	0,6
sapin	21,7	1,1	17,3	1,0	23,1	1,1	6,4	0,5	4,8	0,8	15,1	0,4
pin	3,1	0,4	3,2	0,3	0,7	0,2	4,5	0,4	1,0	0,4	2,8	0,2
mélèze	0,4	0,1	1,5	0,2	0,5	0,2	14,0	0,7	15,9	1,2	6,0	0,3
arole	0,0	*	0,0	*	0,1	0,1	2,3	0,2	0,0	0,0	0,7	0,1
autres résineux	0,5	0,2	1,2	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,1
total résineux	**54,0**	**1,3**	**53,8**	**1,4**	**75,6**	**1,1**	**86,3**	**0,7**	**50,7**	**2,0**	**68,1**	**0,5**
hêtre	31,7	1,1	25,6	1,1	16,5	0,9	6,3	0,5	16,4	1,5	18,1	0,4
érable	4,3	0,3	3,7	0,3	3,2	0,3	2,2	0,2	1,2	0,2	3,0	0,1
frêne	3,9	0,4	8,0	0,6	3,1	0,3	1,5	0,2	3,1	0,5	3,8	0,2
chêne	3,2	0,4	4,9	0,5	0,3	0,1	0,5	0,1	2,5	0,4	2,0	0,1
châtaignier	0,0	*	0,1	0,1	0,0	*	0,1	0,1	14,0	1,3	1,3	0,1
autres feuillus	3,0	0,4	4,0	0,5	1,2	0,1	3,1	0,3	12,3	0,9	3,6	0,2
total feuillus	**46,0**	**1,3**	**46,2**	**1,4**	**24,4**	**1,1**	**13,7**	**0,7**	**49,3**	**2,0**	**31,9**	**0,5**
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

060 Évolution du volume selon les conditions de propriété

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
forêts publiques	2,0	1,8	–1,6	2,3	1,6	2,5	6,5	1,5	11,1	2,3	3,7	0,9
forêts privées	3,1	3,8	–5,5	2,2	1,1	2,3	8,7	3,4	14,1	4,4	1,7	1,3
toutes les catégories	**2,3**	**1,4**	**–3,5**	**1,5**	**1,3**	**1,5**	**7,1**	**1,2**	**11,8**	**1,8**	**2,9**	**0,7**

061 **Évolution du volume par essence principale**

en milliers de m^3 par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %
épicéa	–148	**	–4016	22	–704	**	4603	20	1273	28	1009	**
sapin	777	56	310	**	946	55	913	20	150	59	3097	28
pin	–237	51	–677	28	34	**	–116	**	16	**	–979	29
mélèze	15	**	–19	**	57	48	1425	25	600	23	2077	20
arole	0	*	0	*	7	93	212	41	3	53	221	40
autres résineux	85	58	149	79	14	92	0	**	5	94	252	51
total résineux	**492**	**	**–4253**	**26**	**354**	**	**7038**	**16**	**2046**	**19**	**5677**	**38**
hêtre	909	47	305	**	540	72	306	94	558	54	2618	33
érable	169	72	276	58	373	35	468	23	123	46	1410	19
frêne	136	**	280	84	208	66	–29	**	302	28	897	45
chêne	–17	**	–246	81	–34	91	25	**	66	86	–205	**
châtaignier	0	*	21	**	0	*	5	**	345	58	370	54
autres feuillus	–21	**	460	36	–185	50	131	**	551	26	937	34
total feuillus	**1176**	**50**	**1096**	**60**	**903**	**54**	**906**	**61**	**1945**	**20**	**6027**	**20**
total	**1668**	**60**	**–3157**	**42**	**1258**	**	**7944**	**16**	**3992**	**14**	**11704**	**22**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100%

WSL/IFN4

bré avec 51% de résineux au Sud des Alpes et 54% dans le Jura et sur le Plateau. La proportion de résineux au niveau suisse est plus grande dans la forêt publique (71%) que dans la forêt privée (64%; non représenté). Au Sud des Alpes la différence est très marquée: les résineux représentent 63% du volume dans la forêt publique et seulement 14% dans la forêt privée, car de nombreuses forêts des zones supérieures sont en mains publiques. Ce n'est que sur le Plateau que la proportion de résineux est plus importante dans la forêt privée que publique (56% contre 52%).

Depuis l'IFN3, le volume de bois feuillu a augmenté en Suisse en moyenne de 5% (tab. **062**), alors que celui des résineux n'a crû que de 2%. La proportion du volume de résineux a baissé de 69% à 68%. Sur le Plateau, elle est passée de 56% à 54% (tab. **059** et Cioldi *et al.* 2010, tab. 055).



À l'étage montagnard supérieur, on rencontre fréquemment des peuplements résineux riches en tiges ; Villeneuve VD.

Nombre de tiges

La forêt suisse contient 557 millions d'arbres et d'arbustes avec un DHP d'au moins 12 cm (tab. **063**). Sur ce **nombre total de tiges,** environ 497 millions sont vivantes et 60 millions mortes. La proportion de tiges résineuses se monte à 59 %. Comme on pouvait s'y attendre, elle est la plus élevée dans les Préalpes (67 %) et les Alpes (76 %). Dans le Jura et sur le Plateau, le rapport entre résineux et feuillus est plus ou moins équilibré, alors qu'au Sud des Alpes, ce sont les feuillus qui dominent (69 %). Le nombre total de tiges est resté constant depuis l'IFN3, la diminution des arbres vifs (–1 % ; non représenté) étant compensée par la forte augmentation des arbres morts (+19 %) (tab. **064**). Pour l'ensemble du pays, les arbres morts représentent quelque 11 % du nombre total de tiges, avec une prédominance des résineux (38 millions, soit 63 % du nombre de tiges des arbres morts). On peut souligner la proportion élevée d'individus morts pour le châtaignier (27 %), le pin (20 %), l'épicéa (12 %), le mélèze (11 %) et le chêne (10 % ; non représenté). Des informations détaillées sur le bois mort sont disponibles sous 5.5.

062 **Évolution du volume par essence principale**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	–0,7	2,7	–13,2	2,6	–1,4	2,0	7,0	1,5	13,2	3,8	0,6	1,0
sapin	5,0	2,8	2,1	3,5	4,5	2,5	13,2	2,6	9,0	5,3	5,1	1,5
pin	–9,3	4,5	–19,4	4,6	5,0	6,8	–2,1	2,9	4,2	9,5	–7,7	2,2
mélèze	5,9	8,4	–1,5	10,2	14,3	6,1	9,3	2,3	11,4	2,7	9,2	1,8
arole	0,0	*	0,0	*	10,8	10,2	8,7	3,8	22,5	7,6	8,9	3,7
autres résineux	26,2	11,6	16,3	12,9	19,1	19,8	0,0	9,2	20,5	1,1	17,7	8,8
total résineux	**1,2**	**1,9**	**-8,4**	**2,0**	**0,5**	**1,7**	**7,3**	**1,2**	**12,1**	**2,4**	**2,1**	**0,8**
hêtre	4,0	1,9	1,4	2,2	3,6	2,7	4,2	4,1	9,8	5,9	3,6	1,2
érable	5,5	4,1	9,5	5,6	14,0	5,2	22,1	5,2	40,5	23,7	12,8	2,5
frêne	5,0	5,6	4,3	3,7	7,4	5,1	–1,6	13,6	36,8	10,6	6,1	2,9
chêne	–0,8	6,3	–5,6	4,4	–10,1	8,5	4,1	7,3	7,5	6,8	–2,4	3,0
châtaignier	0,0	*	37,2	24,7	0,0	*	3,6	11,4	7,0	4,1	7,2	4,0
autres feuillus	–1,0	6,3	16,8	6,2	–14,7	6,5	3,9	5,0	13,5	3,7	6,9	2,4
total feuillus	**3,6**	**1,8**	**2,9**	**1,7**	**4,1**	**2,3**	**5,9**	**3,8**	**11,6**	**2,6**	**4,8**	**1,0**
total	**2,3**	**1,4**	**–3,5**	**1,5**	**1,3**	**1,5**	**7,1**	**1,2**	**11,8**	**1,8**	**2,9**	**0,7**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

063 Nombre total de tiges selon l'état de l'arbre pour les résineux et les feuillus

en milliers de tiges par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

	État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %
résineux	vif	38990	4	41235	4	62758	3	124312	2	22280	6	289574	1
	mort	4052	7	2944	8	8869	6	19494	4	2820	11	38179	3
	total résineux	**43041**	**4**	**44179**	**4**	**71627**	**3**	**143806**	**2**	**25100**	**6**	**327753**	**1**
feuillus	vif	43104	3	43764	3	32926	4	40466	4	47144	4	207404	2
	mort	2913	8	2622	9	3067	9	5216	7	8302	7	22119	4
	total feuillus	**46017**	**3**	**46386**	**3**	**35993**	**4**	**45682**	**4**	**55446**	**4**	**229523**	**2**
total	vif	82094	2	84998	2	95684	2	164778	2	69424	3	496978	1
	mort	6985	5	5566	6	11957	5	24714	4	11122	6	60343	2
	total	**89079**	**2**	**90565**	**2**	**107641**	**2**	**189492**	**2**	**80545**	**3**	**557321**	**1**

WSL/IFN4

064 Évolution du nombre total de tiges selon l'état de l'arbre pour les résineux et les feuillus

en milliers de tiges par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %
résineux	vif	–1750	45	–4967	24	–1858	55	3015	39	1174	30	–4386	49
	mort	772	26	–14	*	413	79	2786	14	528	27	4485	14
	total résineux	**–978**	**84**	**–4981**	**25**	**–1445**	**75**	**5801**	**21**	**1702**	**20**	**99**	*
feuillus	vif	–1273	62	–893	*	–1206	56	1138	79	335	*	–1900	93
	mort	964	22	492	38	352	63	1019	27	1930	18	4756	12
	total feuillus	**–309**	*	**–402**	*	**–854**	**84**	**2157**	**44**	**2265**	**28**	**2856**	**64**
total	vif	–3023	38	–5860	26	–3064	42	4153	37	1508	50	–6286	46
	mort	1756	17	478	63	785	50	3781	13	2458	15	9258	9
	total	**–1267**	**95**	**–5382**	**29**	**–2279**	**60**	**7934**	**20**	**3967**	**19**	**2973**	*

* erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

Pour les arbres vifs, le **nombre de tiges** s'élève au niveau suisse à 413 tiges/ha (tab. **065**). Les différences régionales sont assez faibles, la valeur inférieure se situant sur le Plateau (373 tiges/ha), la valeur supérieure au Sud des Alpes (439 tiges/ha).

Depuis l'IFN3, le nombre de tiges sur les placettes communes a légèrement diminué (–1,3 %; tab. **066**), avec des différences régionales considérables. Alors que dans les Alpes et au Sud des Alpes, le nombre de tiges a légèrement augmenté tant chez les feuillus que chez les résineux, il a diminué de manière plus ou moins importante dans les autres régions, avec une diminution remarquable des résineux sur le Plateau (–11 %).

Nombre de tiges de la jeune forêt

La régénération revêt une grande importance en tant que futur peuplement forestier. Dans ce paragraphe, elle est décrite à l'aide du nombre de tiges de la jeune forêt. Dans l'IFN4, le relevé de la jeune forêt est réalisé sur quatre surfaces concentriques à une certaine distance du centre de la placette. Seuls les jeunes arbres (uniquement les individus vifs) à partir de 10 cm de hauteur jusqu'au seuil d'inventaire de 12 cm DHP sont pris en considération et répartis en cinq classes:

Classes de hauteur de la jeune forêt
1) 10-39 cm de hauteur
2) 40-129 cm de hauteur

Classes de diamètre de la jeune forêt
3) 0-3 cm DHP (0,1-3,9 cm)
4) 4-7 cm DHP (4,0-7,9 cm)
5) 8-11 cm DHP (8,0-11,9 cm)

065 **Nombre de tiges par essence principale**

en tiges/ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %
épicéa	101	6	114	5	196	4	208	3	76	8	153	2
sapin	78	5	50	7	78	5	17	8	11	19	44	3
pin	10	15	7	13	4	37	29	9	3	43	14	7
mélèze	1	31	4	22	2	35	44	6	51	8	23	5
arole	0	*	0	*	1	75	14	10	0	56	5	10
autres résineux	4	27	5	21	1	27	3	21	0	67	3	12
total résineux	**195**	**4**	**181**	**4**	**282**	**3**	**316**	**2**	**141**	**5**	**241**	**1**
hêtre	127	4	90	4	80	5	30	8	83	9	74	3
érable	32	7	27	8	28	9	17	8	11	17	23	4
frêne	18	10	31	7	18	10	11	11	19	14	18	4
chêne	14	17	13	11	1	22	5	20	13	17	8	8
châtaignier	0	*	0	78	0	*	1	57	67	10	9	10
autres feuillus	26	11	30	8	21	10	40	7	105	7	41	4
total feuillus	**215**	**3**	**192**	**3**	**148**	**4**	**103**	**4**	**298**	**4**	**173**	**2**
total	**410**	**2**	**373**	**2**	**430**	**2**	**419**	**2**	**439**	**3**	**413**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

La méthode de relevé de la jeune forêt a été modifiée entre les IFN2, IFN3 et IFN4, ce qui limite les possibilités d'analyse des évolutions. En particulier, la comparaison avec l'IFN3 n'est pas possible. Si l'on compare les états entre l'IFN2 et l'IFN4 (sur les placettes communes), on constate une augmentation du nombre de tiges de la jeune forêt de 14 % en moyenne (non représenté).

Dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante, le nombre de tiges de la jeune forêt est d'environ 24 milliards (non représenté), ce qui correspond en moyenne à 20 000 tiges par hectare (tab. **067**). Les jeunes arbres ne se répartissent cependant pas de manière homogène : les placettes sans aucune régénération alternent avec les surfaces densément boisées.

En raison de la mortalité naturelle, le nombre de tiges de la jeune forêt par hectare diminue fortement, passant de 14 000 dans la classe de hauteur 10-39 cm à quelque 125 dans la classe de diamètre 8-11 cm (tab. **067**).

Divers facteurs extérieurs, par exemple l'abroutissement de la pousse terminale par les ongulés sauvages, la récolte des bois, les maladies cryptogamiques ou les dégâts occasionnés par la neige, le gel, les chutes de pierres, les glissements de terrain ou l'érosion, empêchent aussi la croissance des jeunes arbres. L'étendue et la cause de ces perturbations sont présentées sous 3.2. Les influences climatiques et stationnelles sont plus marquées dans les zones supérieures, ce qui explique que les forêts de ces zones

066 **Évolution du nombre de tiges par essence principale**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	−8,3	2,9	−15,8	2,7	−5,5	1,9	3,4	1,3	7,2	2,5	−3,1	0,9
sapin	2,1	2,4	3,5	5,3	2,1	2,3	2,9	3,4	1,7	5,6	2,5	1,6
pin	−14,0	4,8	−22,6	3,7	−3,1	6,2	−4,3	2,8	−5,3	7,4	−7,9	2,0
mélèze	12,8	14,6	−1,3	20,3	65,3	41,0	1,9	2,3	5,1	2,4	3,4	1,9
arole	0,0	*	0,0	*	13,8	23,0	8,7	3,3	86,9	48,6	9,3	3,3
autres résineux	5,2	8,7	0,5	8,8	83,2	46,1	1,3	6,7	0,0	0,0	5,8	5,0
total résineux	**−4,3**	**1,9**	**−10,8**	**2,4**	**−2,9**	**1,6**	**2,6**	**1,0**	**5,9**	**1,7**	**−1,5**	**0,7**
hêtre	−3,4	1,9	−5,6	2,4	−4,0	2,2	−2,1	2,7	6,3	2,5	−2,6	1,0
érable	9,4	5,0	6,8	5,1	4,8	3,3	14,8	4,0	20,8	8,9	9,5	2,2
frêne	−12,2	5,1	1,5	4,5	−6,9	5,1	1,8	7,6	9,7	5,5	−1,7	2,5
chêne	−7,9	4,5	−15,4	4,6	−22,2	9,6	18,8	6,3	−11,2	3,9	−7,6	2,5
châtaignier	0,0	*	−26,8	19,7	0,0	*	21,1	7,8	−6,3	2,8	−6,0	2,7
autres feuillus	−4,2	5,3	6,0	6,1	−8,3	6,0	1,1	3,8	−0,1	2,7	−0,1	1,9
total feuillus	**−2,9**	**1,8**	**−2,0**	**2,0**	**−3,6**	**2,0**	**3,0**	**2,5**	**0,7**	**1,5**	**−0,9**	**0,9**
total	**−3,6**	**1,4**	**−6,5**	**1,6**	**−3,2**	**1,3**	**2,7**	**1,0**	**2,3**	**1,2**	**−1,3**	**0,6**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

067 **Nombre de tiges par classes de jeune forêt et essence principale**

en tiges/ha
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Classe de hauteur de la jeune forêt				Classe de diamètre de la jeune forêt						Total	
	10-39 cm		40-129 cm		0-3 cm		4-7 cm		8-11 cm			
	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %
épicéa	858	10	386	7	148	6	79	4	44	4	1515	7
sapin	757	8	167	11	61	9	28	7	15	7	1028	7
pin	22	25	19	23	14	22	7	17	4	16	66	16
mélèze	35	50	29	23	19	15	9	11	5	13	98	22
arole	37	29	9	23	4	20	2	19	1	24	53	22
autres résineux	7	35	1	53	1	40	1	37	1	32	10	25
total résineux	**1715**	**7**	**612**	**6**	**247**	**5**	**127**	**3**	**70**	**3**	**2770**	**5**
hêtre	3960	9	1531	6	730	6	54	5	22	6	6297	7
érable	3527	9	528	9	193	9	22	8	7	9	4278	8
frêne	3796	7	599	9	202	9	19	9	6	10	4621	6
chêne	407	30	18	17	4	25	3	22	2	22	433	28
châtaignier	32	29	4	30	3	39	1	29	1	27	40	24
autres feuillus	857	6	339	7	178	7	34	6	17	6	1426	5
total feuillus	**12577**	**5**	**3021**	**4**	**1310**	**4**	**133**	**3**	**55**	**4**	**17096**	**4**
total	**14292**	**5**	**3632**	**4**	**1556**	**4**	**259**	**2**	**125**	**2**	**19866**	**4**

contiennent en moyenne moins de régénération que celles des zones inférieures (cf. 2.4, Degré de recouvrement de la régénération). Dans la classe de hauteur 10-39 cm, on enregistre en moyenne 4000 hêtres, 3800 frênes et 3500 érables par hectare, alors que les deux essences résineuses les plus fréquentes, l'épicéa et le sapin, ne comptent dans cette classe que quelque 900, resp. 800 tiges par hectare. Les rapports se modifient clairement pour les plus grandes classes de la jeune forêt: déjà dans la classe de hauteur 40-129 cm, le hêtre présente presque trois fois plus de plants que le frêne et l'érable; pour les résineux, l'épicéa est déjà plus de deux fois plus fréquent que le sapin. Cela signifie que le mélange des essences se modifie déjà au stade des plus petits arbres. Alors que pour la classe de diamètre 0-3 cm DHP, les feuillus sont encore six fois plus fréquents que les résineux, le rapport dans la classe de diamètre 4-7 cm DHP est presque équilibré. À ce stade, l'épicéa est déjà l'essence la plus fréquente avec 31 %, suivi du hêtre avec 21 %. Dans la classe de diamètre 8-11 cm DHP, les résineux détiennent une part légèrement plus grande (56 %) que les feuillus (44 %). L'épicéa détient une part de 35 %, le hêtre 18 %, suivi du sapin 12 %, de l'érable 6 % et du frêne 5 %. Pour les arbres à partir de 12 cm DHP (voir ci-dessus, Nombre de tiges), ces proportions ne changent que très faiblement.

Fréquence des essences

L'image de la forêt suisse est très fortement marquée par les **essences principales** qui correspondent dans l'IFN aux dix essences et genres indigènes les plus fréquents (épicéa, sapin, pins, mélèze, arole, hêtre, érables, frênes, chênes, châtaignier). Du point de vue économique, ce sont surtout les essences principales qui sont intéressantes, alors que du point de vue écologique, les essences plus rares sont aussi intéressantes (cf. 5.1).

Dans l'IFN4, 143 **espèces ligneuses** ont été relevées (22 résineux et 121 feuillus), dont 68 uniquement dans la jeune forêt (DHP < 12 cm, donc lors du relevé de la jeune forêt, par la présence dans le cercle de 2 ares et/ou lors du relevé des espèces dans la lisière) et 75 espèces avec un DHP à partir de 12 cm (15 résineux et 60 feuillus, y compris les arbustes). En comparaison avec l'IFN3 (Keller 2005, p. 101 et suiv.), il n'y a pas de modification dans l'IFN4 (Düggelin et Keller 2017, p. 216 et suiv.). Pour chacune des 12 essences résineuses et 43 essences (ou groupes d'essences) de feuillus, le tableau récapitulatif **068** présente les analyses statistiquement assurées pour les paramètres suivants: nombre de tiges et son évolution, volume et son évolution, accroissement, exploitations et mortalité. En plus des trois essences les plus fréquentes que sont l'épicéa, le hêtre et le sapin, qui représentent ensemble 65 % du nombre de tiges et 76 % du volume, le mélèze d'Europe, l'érable sycomore, le frêne commun et le pin



WSL/IFN4

Le nombre de tiges de mélèzes a augmenté depuis l'IFN3. Cône de régénération près de Pontresina GR.

068 Nombre de tiges et son évolution, volume et son évolution, accroissement, exploitations et mortalité par essence

en milliers de tiges, milliers de m^3, % et milliers de m^3/an
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante[1]; forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante[2]

Essence		Nombre de tiges[1]		Évolution du nombre de tiges[2]		Volume[1]		Évolution du volume[2]		Accroissement[2]		Exploitations et mortalité[2]	
		1000 tiges	± %	%	±	1000 m^3	±	%	±	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
Abies alba	sapin	52794	3	2,7	1,6	63662	3	5,3	1,5	1940	4	1651	6
Larix decidua/L. kaempferi	mélèze d'Europe, mélèze du Japon	27100	5	3,4	1,9	25285	4	9,2	1,8	448	7	223	13
Picea abies	épicéa	183902	2	–3,1	0,9	181224	2	0,6	1,0	4603	2	4465	4
Pinus cembra	arole	5720	10	9,3	3,3	2856	10	8,9	3,7	47	16	20	45
Pinus mugo arborea	pin de montagne	4606	15	0,2	3,4	1075	15	2,8	5,4	14	38	12	29
Pinus mugo prostrata	pin rampant	1375	21	4,8	8,2	117	26	1,4	8,8	3	40	1	54
Pinus nigra	pin noir	185	51	–15,5	8,1	253	44	–5,3	11,0	2	75	3	83
Pinus strobus	pin Weymouth	56	39	–24,7	13,4	128	36	11,4	15,3	4	45	3	70
Pinus sylvestris	pin sylvestre	11519	8	–10,5	2,6	10324	7	–9,0	2,3	143	13	265	11
Pseudotsuga menziesii	douglas	868	20	–12,2	8,3	1340	24	23,1	10,5	53	23	26	45
Taxus baccata	if	1415	20	24,8	5,1	201	27	–1,6	23,1	0	**	1	94
	autres résineux	34	47	–85,2	6,5	64	46	–73,4	11,7	3	50	2	**
Acer campestre	érable champêtre	1042	15	–0,4	9,4	226	18	27,9	20,6	11	34	4	32
Acer opalus	érable à feuilles d'obier	820	21	6,8	8,5	222	20	7,4	9,0	3	44	3	58
Acer platanoides	érable plane	1217	16	2,5	8,0	740	16	25,5	14,8	25	36	8	39
Acer pseudoplatanus	érable sycomore	24092	4	10,5	2,3	11542	4	11,9	2,6	298	8	152	11
Aesculus hippocastanum	marronnier	25	62	–17,0	55,6	5	96	–15,8	100,3	1	72	0	**
Alnus glutinosa	aulne glutineux	1863	20	9,0	13,9	1013	19	24,9	12,1	42	30	19	39
Alnus incana	aulne blanc	7601	12	–13,2	4,7	1319	12	–9,8	6,3	68	20	86	18
Alnus viridis	aulne vert	70	87	5,2	148,7	6	90	–43,0	80,5	0	**	0	*
Betula pendula	bouleau verruqueux	10102	8	5,2	3,7	2793	9	16,0	5,0	85	14	40	18
Betula pubescens	bouleau pubescent	82	49	13,0	21,1	30	65	–12,3	19,8	1	70	0	*
Carpinus betulus	charme	2129	12	–17,0	4,6	792	14	–5,4	8,3	28	24	34	26
Castanea sativa	châtaignier	10937	10	–6,0	2,7	5559	9	7,2	4,0	109	20	75	17
Fagus sylvatica	hêtre	88523	3	–2,6	1,0	76300	2	3,6	1,2	1933	3	1497	6
Fraxinus excelsior	frêne commun	21760	5	–1,8	2,5	15898	5	5,9	2,9	460	7	305	10
Fraxinus ornus	frêne à fleurs	198	50	24,6	28,3	29	58	***		4	80	0	**
Ilex aquifolium	houx	460	27	37,9	14,7	54	28	43,4	12,6	2	25	0	*
Juglans regia	noyer	304	21	6,7	14,6	101	26	38,8	50,1	6	35	4	58

068 **(Suite)**

Essence		Nombre de tiges[1]		Évolution du nombre de tiges[2]		Volume[1]		Évolution du volume[2]		Accroissement[2]		Exploitations et mortalité[2]	
		1000 tiges	± %	%	±	1000 m^3	±	%	±	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
Laburnum anagyroides	cytise	107	37	–35,9	13,2	12	40	–33,1	16,5	0	41	1	73
Malus sylvestris	pommier sauvage	50	66	26,3	33,5	5	68	38,0	35,7	0	78	0	*
Ostrya carpinifolia	charme houblon	2363	25	6,8	4,4	477	26	28,1	7,9	14	31	2	93
Populus alba, P. canescens	peuplier blanc, grisard	161	48	2,3	12,9	316	56	13,0	10,2	7	56	0	*
Populus nigra	peuplier noir, y c. hybrides	202	36	28,5	26,8	678	43	72,7	27,3	19	36	2	71
Populus sp.	autres peupliers	79	50	–13,4	11,4	356	53	8,4	27,1	8	71	3	**
Populus tremula	tremble	1250	17	3,8	9,8	627	19	38,5	10,4	29	22	11	52
Prunus avium	merisier	2707	9	11,6	6,9	957	10	1,8	8,3	32	18	26	25
Prunus padus	meriser à grappes	226	39	–5,2	17,2	58	38	20,0	27,6	4	38	1	49
Pyrus communis	poirier sauvage	14	75	–43,1	30,8	–21	**	–20,6	40,3	0	**	0	*
Quercus cerris	chêne chevelu	84	46	–39,0	20,7	47	56	–20,9	22,4	1	65	0	*
Quercus petraea	chêne rouvre	5788	11	–9,5	2,9	4611	9	–2,3	4,4	93	14	74	18
Quercus pubescens	chêne pubescent	1651	22	19,1	8,6	319	20	3,5	11,6	7	55	3	42
Quercus robur	chêne pédonculé	2196	11	–15,1	4,8	3379	11	–3,5	6,3	70	16	87	23
Quercus rubra	chêne rouge	96	74	–27,5	12,4	149	61	14,4	5,7	6	60	3	73
Robinia pseudoacacia	robinier	1256	24	8,8	13,8	523	47	–1,0	7,3	15	31	12	34
Salix sp.	saules	2772	12	–3,5	9,1	602	16	–1,4	10,7	27	19	18	18
Sorbus aria	alisier blanc	3784	8	–0,9	5,3	683	10	–1,3	8,0	23	23	21	29
Sorbus aucuparia	sorbier des oiseleurs	2732	10	–2,9	6,5	337	13	–0,1	7,7	12	19	12	17
Sorbus torminalis	alisier torminal	76	35	33,3	27,2	35	47	–13,6	18,1	–1	**	0	*
Tilia cordata	tilleul à petites feuilles	3624	14	3,4	7,6	1712	13	15,3	8,9	55	20	33	27
Tilia platyphyllos	tilleul à grandes feuilles	1663	18	–2,1	16,6	988	19	–13,0	10,3	18	26	11	42
Ulmus glabra	orme de montagne	1903	10	2,8	8,2	728	12	–7,9	9,7	29	23	35	17
Ulmus minor	orme champêtre	40	50	–31,9	15,6	11	63	19,1	67,5	1	83	1	86
	autres feuillus	171	58	–2,0	21,4	53	59	1,4	24,0	2	47	4	88
	arbustes	1185	15	22,7	12,1	111	15	–9,3	16,6	6	16	3	27
total		**496978**	**1**	**–1,3**	**0,6**	**420912**	**1**	**2,9**	**0,7**	**10811**	**1**	**9261**	**3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100 %
[1] ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante
[2] forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

WSL/IFN4

sylvestre sont aussi des essences fréquentes en Suisse (2 à 5 % du nombre de tiges), avec chacun plus de 10 millions de tiges et plus de 10 millions de m^3 de volume. Le châtaignier, le chêne rouvre, le bouleau verruqueux, l'aulne blanc et l'arole sont aussi relativement fréquents avec 1 à 2 % du nombre de tiges. Ces essences représentent au moins 5 millions de tiges ou au moins 5 millions de m^3, mais sont dans certaines régions totalement absentes ou seulement de manière sporadique. Parmi ces essences, le châtaignier et l'arole ont la répartition la plus restreinte (Brändli 1996). Les pins de montagne (élevés et rampants) sont aussi fréquents que l'arole, mais avec un volume nettement plus faible. Les essences rares (avec moins de 1 % de tiges) sont entre autres les tilleuls à petites feuilles et à grandes feuilles, l'alisier blanc, le sorbier des oiseleurs, l'érable plane, le charme, l'aulne glutineux et l'if. Il s'agit en général soit d'essences peu concurrentielles qui colonisent des stations particulières sur lesquelles les essences plus concurrentielles n'arrivent pas à se développer (p. ex. les tilleuls, l'alisier blanc, l'aulne glutineux), soit des essences qui ont été fortement exploitées autrefois (l'if) ou sont devenus des « spécialistes » (le charme dans le taillis-sous-futaie).

En moyenne pour toute la Suisse, l'épicéa a le nombre de tiges le plus élevé avec 153 tiges par hectare. La deuxième essence la plus fréquente est le hêtre avec 74 tiges par hectare, soit à peine la moitié. Le sapin présente lui 44 tiges par hectare. Dans le Jura, le hêtre est le plus fréquent avec 127 tiges par hectare, suivi de l'épicéa avec 101 tiges, et du sapin avec 78 tiges. Sur le Plateau, l'épicéa reste le plus fréquent avec 114 tiges par hectare, devant le hêtre (90 tiges) et le sapin (50 tiges). Avec 196 tiges par hectare, l'épicéa est aussi l'essence la plus fréquente dans les Préalpes, à nouveau devant le hêtre et le sapin (80, resp. 78 tiges par hectare). Dans les Alpes également, l'épicéa a le plus grand nombre de tiges (208/ha) suivi dans cette région par le mélèze et les autres feuillus (44, resp. 40 tiges/ha) à la deuxième et troisième place. Au Sud des Alpes, le hêtre présente la plus forte densité (83 tiges/ha), devant l'épicéa (76 tiges/ha) et le châtaignier (67 tiges/ha). Dans cette région, les autres essences (regroupées dans « autres feuillus ») sont fréquentes (105 tiges/ha), notamment le bouleau verruqueux (42 tiges/ha) et le charme houblon (15 tiges/ha) qui n'est présent que dans cette région. Le tilleul à petites feuilles (8 tiges/ha) et le robinier (5 tiges/ha) sont aussi plus fréquents au Sud des Alpes que dans les autres régions (non représenté).

Depuis l'IFN3, le nombre de tiges des essences principales a évolué différemment : la diminution de l'épicéa sur le Plateau (−16 %), dans le Jura (−8 %) et dans les Préalpes (−6 %) est frappante (tab. **066**). Au Sud des Alpes, le nombre d'épicéas a au contraire nettement augmenté (+7 %). Le nombre de pins a diminué dans presque toutes les régions, particulièrement sur le Plateau (−23 %) et dans le Jura (−14 %). Le sapin et le mélèze sont en aug-



Forêt feuillue avec une régénération bien fournie ; Güttingen TG.

069 **Classement des essences principales selon le nombre de tiges de la jeune forêt, le nombre de tiges et le volume**

en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Nombre de tiges de la jeune forêt (DHP 0-11 cm)			Nombre de tiges (DHP ≥ 12 cm)					Volume (DHP ≥ 12 cm)				
	État IFN4			État IFN4		Évolution IFN3-IFN4	Évolution IFN1-IFN4		État IFN4		Évolution IFN3-IFN4	Évolution IFN1-IFN4
Essence principale	%	±	Essence principale	%	±			Essence principale	%	±		
hêtre	41,5	1,4	épicéa	37,0	0,6	–	––	épicéa	43,1	0,6	=	–
épicéa	14,0	0,7	hêtre	17,8	0,4	–	––	hêtre	18,1	0,4	+	+++
autres feuillus	11,8	0,6	sapin	10,6	0,3	+	––	sapin	15,1	0,4	++	+++
frêne	11,7	0,9	autres feuillus	9,9	0,3	=	++	mélèze	6,0	0,3	++	+++
érable	11,5	0,8	mélèze	5,5	0,2	+	++	frêne	3,8	0,2	++	+++
sapin	5,4	0,4	érable	5,5	0,2	++	+++	autres feuillus	3,6	0,2	++	+++
mélèze	1,7	0,2	frêne	4,4	0,2	–	++	érable	3,0	0,1	++	+++
pin	1,3	0,2	pin	3,3	0,2	––	–––	pin	2,8	0,2	––	–––
arole	0,4	0,1	châtaignier	2,2	0,2	––	––	chêne	2,0	0,1	–	+++
chêne	0,4	0,1	chêne	2,0	0,2	––	–––	châtaignier	1,3	0,1	++	+++
châtaignier	0,2	0,1	arole	1,2	0,1	++	+++	arole	0,7	0,1	++	+++
autres résineux	0,1	0,0	autres résineux	0,7	0,1	++	+++	autres résineux	0,4	0,1	+++	+++
total	**100**			**100**		**–**	**––**		**100**		**+**	**++**

augmentation: + 1 à 5 %, ++ 5 à 15 %, +++ plus de 15 %
diminution: – 1 à 5 %, –– 5 à 15 %, ––– plus de 15 %
pas d'évolution: = –1 % à 1%

WSL/IFN4

mentation de quelque 3 % sur l'ensemble de la Suisse. Pour les feuillus, on remarque une forte diminution du chêne (–8 %), du châtaignier (–6 %), du hêtre (–3 %) et du frêne (–2 %). Le nombre d'érables a au contraire augmenté dans toutes les régions, entre 5 % dans les Préalpes et 21 % au Sud des Alpes.

Le tableau **069** présente le **classement des essences principales** selon la proportion du nombre de tiges de la jeune forêt, du nombre de tiges et du volume. L'importance des essences ressort de leur proportion du nombre de tiges et du volume ainsi que des évolutions de ces paramètres depuis l'IFN3 et à plus long terme depuis l'IFN1. Le potentiel des essences quant à l'évolutions du nombre de tiges et du volume transparaît dans leur proportion du nombre de tiges de la jeune forêt de la classe 0-11 cm DHP. Les énoncés suivants concernant les essences principales se basent sur les tableaux **056, 059** et **062** (pour le volume), **070, 071** et **066** (pour le nombre de tiges), **067** (pour le nombre de tiges de la jeune forêt) et **069** (pour la synthèse).

L'**épicéa** est l'essence la plus importante dans la forêt suisse, avec 194 millions de tiges (37 %) et un volume de 181 millions de m^3 (43 %). Elle l'est aussi dans toutes les régions de production à l'exception du Jura. L'épicéa présente la plus grande part de volume dans les Alpes (59 %) et la plus faible dans le Jura (28 %). Dans la jeune forêt

(DHP 0-11,9 cm), l'épicéa, avec 14 %, est la deuxième essence derrière le hêtre. Son nombre de tiges a légèrement diminué depuis l'IFN3 (–3 %), alors que son volume n'a pratiquement pas varié dans l'ensemble du pays. Pour le nombre de tiges de la jeune forêt, on ne constate globalement pas de variation en comparaison avec l'IFN3 (non représenté). L'épicéa a évolué de manière très différente selon les régions depuis l'IFN3. Sur le Plateau, aussi bien le volume (–4 millions de m^3 ou 13 %) que le nombre de tiges (–16 %) ont fortement diminué, une évolution qui se maintient depuis l'IFN2 avec une diminution du volume entre l'IFN2 et l'IFN4 de 13 millions de m^3 (33 %; non représenté). Au Sud des Alpes et dans les Alpes en revanche, aussi bien le nombre de tiges que le volume de l'épicéa ont augmenté. Sur l'ensemble de la Suisse, on constate déjà depuis l'IFN1 une tendance à la diminution du nombre de tiges avec un volume constant. Globalement, le nombre de tiges a nettement diminué (–12 %) depuis les 30 dernières années (non représenté). Les indicateurs de présence et de dominance illustrent également une diminution significative de l'épicéa depuis l'IFN1 (Duc *et al.* 2011).

Le **hêtre** est la deuxième essence la plus fréquente en Suisse avec 89 millions de tiges (18 %) et un volume de 76 millions de m^3 (18 %). Pour le nombre de tiges de la jeune forêt (DHP 0-11,9 cm), il est même clairement la première essence (42 %). Dans le Jura, le hêtre est l'essence la plus importante avec 31 % du nombre de tiges (32 % du volume), mais dans les Alpes son importance est marginale avec seulement 7 % du nombre de

070 **Nombre de tiges par essence principale**

en milliers de tiges par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %
épicéa	20252	6	25949	5	43672	4	81937	3	12103	8	183914	2
sapin	15683	5	11354	7	17294	5	6801	8	1662	19	52794	3
pin	2069	15	1696	13	965	37	11234	9	402	43	16367	7
mélèze	211	31	1015	22	392	35	17479	6	8002	8	27100	5
arole	0	*	0	*	143	75	5515	10	62	56	5720	10
autres résineux	773	27	1220	21	292	27	1346	21	49	68	3680	12
total résineux	**38990**	**4**	**41235**	**4**	**62758**	**3**	**124312**	**2**	**22280**	**6**	**289574**	**1**
hêtre	25351	4	20559	4	17776	5	11709	8	13128	9	88523	3
érable	6319	7	6221	8	6181	9	6725	8	1724	17	27171	4
frêne	3604	10	7046	7	4109	11	4197	11	3003	14	21958	4
chêne	2717	17	2936	11	265	22	1840	20	2056	17	9815	8
châtaignier	0	*	99	78	0	*	250	57	10587	10	10937	10
autres feuillus	5114	11	6902	8	4595	10	15745	7	16645	7	49001	4
total feuillus	**43104**	**3**	**43764**	**3**	**32926**	**4**	**40466**	**4**	**47144**	**4**	**207404**	**2**
total	**82094**	**2**	**84998**	**2**	**95684**	**2**	**164778**	**2**	**69424**	**3**	**496978**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

tiges. Le volume de hêtre a augmenté pour tout le pays depuis l'IFN3 d'environ 4 % (à peine 3 millions de m^3) et même de 10 % au Sud des Alpes. Le nombre de tiges a diminué durant la même période de près de 3 %. Cette évolution se montre aussi à long terme depuis l'IFN1 (nombre de tiges –8 %, volume +23 %). La forte proportion occupée dans la jeune forêt et l'augmentation du nombre de tiges dans la jeune forêt durant les dernières décennies (non représenté) montrent que la diminution du nombre de tiges ne va pas se poursuivre.

Avec un nombre de tiges de 53 millions (11 %) et un volume de 64 millions de m^3 (15 %), le **sapin** est la troisième essence la plus fréquente en Suisse. Elle est très importante dans le Jura (22 % du volume) et dans les Alpes (23 %). Le volume du sapin a augmenté de 5 % depuis l'IFN3 avec les plus fortes augmentations dans les Alpes (+13 %) et au Sud des Alpes (+9 %). Son nombre de tiges a lui aussi augmenté dans toutes les régions, sur l'ensemble de la Suisse de 3 %.



L'érable, le deuxième genre le plus représenté chez les feuillus, a fortement augmenté depuis l'IFN3, tant en nombre de tiges qu'en volume ; Zell LU.

071 Nombre de tiges par essence principale

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	24,7	1,3	30,5	1,3	45,6	1,3	49,7	1,1	17,4	1,3	37,0	0,6
sapin	19,1	1,0	13,4	0,9	18,1	0,9	4,1	0,3	2,4	0,5	10,6	0,3
pin	2,5	0,4	2,0	0,3	1,0	0,4	6,8	0,6	0,6	0,3	3,3	0,2
mélèze	0,3	0,1	1,2	0,3	0,4	0,1	10,6	0,6	11,5	1,0	5,5	0,2
arole	0,0	*	0,0	*	0,1	0,1	3,3	0,3	0,1	0,0	1,2	0,1
autres résineux	0,9	0,3	1,4	0,3	0,3	0,1	0,8	0,2	0,1	0,0	0,7	0,1
total résineux	**47,5**	**1,3**	**48,5**	**1,3**	**65,6**	**1,2**	**75,4**	**1,0**	**32,1**	**1,7**	**58,3**	**0,6**
hêtre	30,9	1,1	24,2	1,0	18,6	0,9	7,1	0,6	18,9	1,6	17,8	0,4
érable	7,7	0,5	7,3	0,6	6,5	0,5	4,1	0,3	2,5	0,4	5,5	0,2
frêne	4,4	0,4	8,3	0,6	4,3	0,4	2,5	0,3	4,3	0,6	4,4	0,2
chêne	3,3	0,5	3,5	0,4	0,3	0,1	1,1	0,2	3,0	0,5	2,0	0,2
châtaignier	0,0	*	0,1	0,1	0,0	*	0,2	0,1	15,3	1,4	2,2	0,2
autres feuillus	6,2	0,6	8,1	0,6	4,8	0,5	9,6	0,6	24,0	1,5	9,9	0,3
total feuillus	**52,5**	**1,3**	**51,5**	**1,3**	**34,4**	**1,2**	**24,6**	**1,0**	**67,9**	**1,7**	**41,7**	**0,6**
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

Ceci constitue une inversion de tendance par rapport aux périodes précédentes, puisque le nombre de tiges du sapin avait diminué de 8 % (non représenté) entre l'IFN1 et l'IFN3. Depuis l'IFN2, la tendance est aussi à l'augmentation pour le nombre de tiges de la jeune forêt. Actuellement le sapin représente 5 % du nombre de tiges de la jeune forêt.

Le **mélèze** (l'espèce européenne et quelques rares mélèzes japonais) est la troisième essence résineuse dans la forêt suisse avec une proportion de 6 % du nombre de tiges et du volume. Cette essence joue un rôle important avant tout dans les Alpes avec 14 % et au Sud des Alpes avec 16 % du volume. C'est l'essence qui a le plus progressé parmi les résineux, de 3 % en nombre de tiges et de 9 % en volume. Après l'épicéa, le mélèze est l'essence la plus fréquente sur les placettes devenues forêt depuis l'IFN3 (non représenté).

Les **pins** (*Pinus* sp. sans l'arole) détiennent une part de 3 % du nombre de tiges et du volume. Ils sont surtout présents dans les Alpes où ils représentent 7 % du nombre de tiges et 5 % du volume. Depuis l'IFN3, les pins ont le plus fortement diminué de toutes les essences principales, de 8 % aussi bien en nombre de tiges qu'en volume. Cette diminution est particulièrement frappante sur le Plateau (–19 %) et dans le Jura (–10 %), régions dans lesquelles la pratique actuelle de sylviculture proche de la nature est défavorable à sa régénération. Ce groupe d'essences serait naturellement rare dans les associations forestières climaciques de ces régions et donc moins fréquent qu'actuellement.

L'**érable** (*Acer* sp.) et le **frêne** (*Fraxinus* sp.) sont les genres de feuillus qui occupent la deuxième et la troisième place en fréquence après le hêtre. L'érable est l'essence qui a le plus augmenté de tous les feuillus depuis l'IFN3, avec +10 % en nombre de tiges et +13 % en volume. Chez le frêne aussi, le volume a augmenté (+6 %), alors que son nombre de tiges a diminué de 2 %. Ceci est probablement un premier indice et une conséquence du dépérissement des pousses du frêne (Rigling *et al.* 2016), car le nombre de tiges du frêne n'a cessé de diminuer entre l'IFN1 et l'IFN3. Le frêne et l'érable, avec chacun



Bien que le nombre de chênes diminue dans la forêt suisse, ces arbres sont toujours plus gros ; Güttingen TG.

une part de 12 % parmi les jeunes plants au-dessous de 12 cm DHP, sont les troisièmes essences les plus fréquentes après l'épicéa et le hêtre.

La proportion du **chêne** (*Quercus* sp.) en nombre de tiges et en volume est de 2 %. Son nombre de tiges a diminué de 8 % depuis l'IFN3 et son volume de 2 %. Chez les deux chênes les plus fréquents, le chêne rouvre et le chêne pédonculé, le nombre de tiges est en forte baisse (–10 % resp. –15 % depuis l'IFN3), tendance qui se maintient depuis l'IFN1 (–21 % resp. –39 %; non représenté). Le volume des chênes a augmenté de 17 % depuis l'IFN1. On constate la même évolution pour le **châtaignier**, à savoir moins de tiges mais des plus gros arbres; cette essence représente aujourd'hui 2 % du nombre de tiges et 1,3 % du volume. Alors que le nombre de châtaigniers a diminué de 8 % depuis l'IFN1, leur volume a crû de 37 % (non représenté). Le chêne et le châtaignier figurent avec l'arole en queue de liste des essences principales quant au nombre de tiges dans la jeune forêt.

L'**arole** est une essence typique de l'étage subalpin; il représente 1 % du nombre de tiges avec ses 6 millions d'arbres, et 0,7 % du volume avec à peine 3 millions de m^3. Tant son nombre de tiges que son volume ont augmenté de 9 % depuis l'IFN3. L'arole est absent du Plateau et du Jura.



L'arole reste avec 1 % du nombre de tiges une des essences relativement fréquentes dans la forêt suisse. Son aire de répartition se limite à l'étage subalpin; Sils en Engadine/Segl GR.

WSL/IFN4

2.4 Types de forêts, structure et répartition des âges

- La futaie régulière est le type de forêt le plus fréquent: elle couvre 60 % de la surface forestière totale et contient 72 % du volume de bois.
- La proportion du volume des gros bois a poursuivi son augmentation, bien que plus faiblement que pendant la période précédente.
- Les peuplements denses et très denses ont diminué dans les zones inférieures et augmenté dans les zones supérieures. La proportion de peuplements à une strate s'est fortement réduite.
- Les trouées causées par Lothar sont à nouveau boisées: le recrû/fourré et le perchis ont nettement augmenté. En revanche, la régénération dans les peuplements a légèrement diminué.
- Dans les forêts avec indication de l'âge (75 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante), la répartition des âges s'est améliorée du point de vue de la production de bois grâce à l'augmentation de la proportion de peuplements âgés de 90 ans au plus.

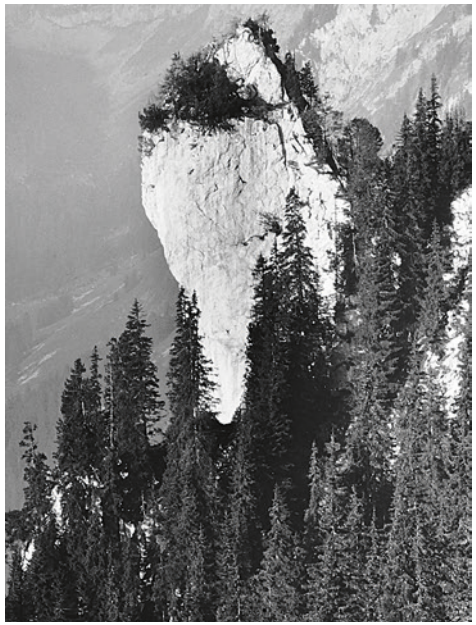
Types de forêts

La forêt suisse peut être décrite non seulement en termes de mélange d'essences, mais aussi en fonction des structures des forêts et de la gestion. Dans l'IFN, les divers types de forêts sont dérivés d'une combinaison des critères «accessibilité des placettes», «forêt/forêt buissonnante», «type de forêt selon les instructions de relevé», «forme de forêt», «stade de développement» et «structure du peuplement». Les définitions de ces critères ainsi que des types de forêts n'ont pas été modifiés depuis l'IFN1 (IFRF 1990, p. 28).

La majorité des forêts de Suisse (79 %) sont des **futaies** (tab. **072**). Une futaie se compose de francs-pieds, c.-à-d. d'arbres issus de graines. Selon le stade de développement (DHP dominant) et la structure du peuplement (strate et étagement), la futaie est divisée en trois types de forêts: «futaie régulière», «futaie irrégulière» et «futaie d'aspect jardiné». Les transitions entre les types de futaies sont continues car les stades de développement et surtout la structure du peuplement ne peuvent pas toujours être clairement déterminés. La futaie régulière est de loin la plus fréquente avec 60 %. Les paragraphes suivants décrivent les divers types de forêts.

Forêt inaccessible

La forêt inaccessible représente 3,3 % de la surface forestière et comprend toutes les placettes qui constituent indiscutablement de la forêt sur les photographies aériennes, mais qui n'ont pas pu être inventoriées sur le terrain pour des raisons de sécurité. Pour ce type de forêt, seules les informations issues de l'enquête auprès des services forestiers sont disponibles (p. ex. conditions de propriété et fonctions forestières) ainsi que quelques informations géographiques (p. ex. altitude, pente et exposition).



Surface forestière inaccessible dans le Simmental BE.

WSL/IFN4

Forêt buissonnante

On parle de forêt buissonnante lorsque plus des deux tiers du peuplement déterminant sur la surface d'interprétation sont couverts d'arbustes. En Suisse, la forêt buissonnante représente 5,5 % de la surface forestière. Des arbres isolés peuvent également y pousser, ce qui est le cas sur 45 % des surfaces de forêt buissonnante (non représenté). 55 % sont des surfaces de forêt buissonnante «pure». Depuis l'IFN3, les surfaces de forêt buissonnante



Forêt buissonnante de pins rampants au Grimsel BE.



Forêt buissonnante de noisetiers près de Biasca TI.

ont aussi fait l'objet d'une visite sur le terrain et d'un relevé complet. 83 % des forêts buissonnantes se situent au-dessus de 1600 m d'altitude (non représenté). Les aulnes verts et les pins rampants sont les espèces ligneuses clairement majoritaires. Les aulnes verts dominent sur 68 % des surfaces de forêt buissonnante et les pins rampants sur 19 % (non représenté). On trouve ensuite les noisetiers sur 5 % et diverses espèces de saules sur 3 %. D'autres essences fréquentes dans la forêt buissonnante sont le sorbier des oiseleurs, l'épicéa, le mélèze, le pin de montagne, le bouleau, l'alisier blanc et l'érable sycomore (non représenté).

WSL/IFN4

072 Surface forestière selon le type de forêt

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Type de forêt	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
futaie régulière	142,5	2	193,0	1	153,3	2	232,8	2	68,9	4	790,6	1	60,0	0,6
futaie irrégulière	25,5	8	18,4	10	31,3	7	58,5	5	23,5	9	157,2	3	11,9	0,4
futaie d'aspect jardiné	13,4	12	5,7	18	19,4	10	39,2	7	11,4	13	89,0	5	6,8	0,3
taillis-sous-futaie	1,0	45	0,0	*	0,2	**	0,4	71	2,9	27	4,4	21	0,3	0,1
taillis	1,2	41	1,4	38	2,2	30	10,5	14	32,0	7	47,3	6	3,6	0,2
selves et cultures d'abres	0,0	*	0,6	58	0,0	*	0,2	**	2,1	31	2,8	27	0,2	0,1
peuplements clairsemés en permanence	8,1	16	2,0	32	7,4	16	39,5	7	13,0	12	69,9	5	5,3	0,3
tranchées et talus	1,4	38	0,8	50	0,8	50	3,0	26	1,4	38	7,4	16	0,6	0,1
surface forestière en permanence non boisée[1]	7,0	16	6,0	18	7,8	16	9,6	14	3,1	25	33,5	8	2,5	0,2
forêt accessible sans la forêt buissonnante	**200,1**	**1**	**227,9**	**1**	**222,3**	**1**	**393,7**	**1**	**158,3**	**2**	**1202,2**	**1**	**91,3**	**0,3**
forêt inaccessible	1,0	45	1,8	33	6,2	18	20,6	10	13,3	12	42,9	7	3,3	0,2
forêt buissonnante	0,0	*	0,2	**	3,4	24	47,7	6	20,6	9	71,9	5	5,5	0,3
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**	**100**	

[1] prairie, route forestière, place de stockage, ruisseau, couloir d'avalanche, éboulis, etc.
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

Surface forestière en permanence non boisée

Lorsqu'une placette remplit la définition de forêt de l'IFN mais que son centre se situe sur une infrastructure forestière (route forestière, place de stockage des bois, cabane forestière) ou sur une surface naturellement inapte au boisement (éboulis, banc de rochers, couloir d'avalanche, surface détrempée, ruisseau), on parle de « surface forestière en permanence non boisée ». Le centre de la placette peut également se situer en dehors de la limite du boisement dans le cas de lisières forestières fortement échancrées et se retrouver ainsi dans des prairies, des pâturages ou des champs voisins. Ces placettes font également parties de surfaces forestières en permanence non boisées. Comme des arbres peuvent y pousser, ce type de forêt présente en général aussi un volume et un nombre de tiges (cf. tab. **073**). C'est pourquoi le peuplement déterminant est ainsi également décrit pour ce type de forêt depuis l'IFN2.

Les surfaces forestières en permanence non boisées couvrent 2,5 %, une proportion qui varie selon les régions entre 1,6 % (Sud des Alpes) et 3,5 % (Jura ; tab. **074**). Elles se composent de prairies, pâturages ou champs (45 %), de routes (32 %), de couloirs d'avalanches, de châblage ou d'érosion (7 %), de ruisseaux (6 %), de places de stockage (2 %), d'infrastructures de loisirs (2 %) et d'autres trouées (6 %) (non représenté). Lorsque le centre de la placette se situe dans une prairie, un pâturage ou un champ, le boisement est le plus souvent très dense et riche en volume ; en moyenne le volume se monte à 443 m^3/ha (non représenté).



Surface forestière en permanence non boisée : route forestière, cabane forestière, place d'évitement et de stockage. Süderen BE.



Surface forestière inapte au boisement : couloir d'avalanche et d'érosion en Basse-Engadine GR.



Tranchée : recrû d'épicéas sous une ligne à haute tension ; Zufikon AG.

Tranchées et talus

Dans l'IFN, les « tranchées et talus » regroupent les tranchées de téléphériques et de lignes aériennes, les bandes faisant l'objet de servitudes, et les talus bordant les voies ferrées et les routes principales. Les tranchées et talus constituent bien de la forêt, mais se caractérisent par une production réduite, la hauteur des arbres admise étant généralement limitée. Ces surfaces sont souvent occupées par des cultures d'arbres de Noël ou par des peuplements destinés à la production de petit bois. Les tranchées et talus couvrent 0,6 % de la surface forestière (tab. **074**).

Peuplements clairsemés en permanence

On parle de « peuplement clairsemé en permanence » lorsque le degré de recouvrement se situe en permanence entre 20 et 60 % et que cet état ne provient pas de l'exploitation. Ces peuplements se rencontrent surtout dans les Alpes (à la limite supérieure de la



Peuplement clairsemé : pâturage boisé au Pré-Petitjean ; Montfaucon JU.

073 **Nombre de tiges, volume, accroissement, exploitations et mortalité selon le type de forêt**

en tiges/ha, m^3/ha et m^3/ha/an
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante*; forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante**

Type de forêt	Nombre de tiges*		Volume*		Surface terrière*		Accroissement**		Exploitations et mortalité**	
	tiges/ha	± %	m^3/ha	± %	m^2/ha	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %
futaie régulière	414	1	383,8	1	32,3	1	10,2	2	9,3	3
futaie irrégulière	468	2	370,5	2	35,7	2	8,9	4	5,9	8
futaie d'aspect jardiné	417	3	295,6	3	29,5	3	7,7	5	5,9	11
taillis-sous-futaie	519	14	262,7	13	27,5	11	6,3	23	2,2	39
taillis	539	5	189,9	6	23,3	5	5,9	11	2,7	19
selves et cultures d'arbres	337	14	427,1	18	55,9	24	10,1	20	1,6	76
peuplements clairsemés	217	5	132,9	5	16,3	5	3,7	12	1,2	22
tranchées et talus	422	19	205,7	16	23,1	16	8,5	24	5,1	41
surface forestière en permanence non boisée[1]	362	9	319,9	9	31,1	9	8,6	10	9,9	23
toutes les catégories	**413**	**1**	**350,1**	**1**	**31,2**	**1**	**9,3**	**1**	**8,0**	**3**

[1] prairie, route forestière, place de stockage, ruisseau, couloir d'avalanche, éboulis, etc.

WSL/IFN4



Peuplement clairsemé et pâturage alpestre; Muotathal SZ.

forêt) et dans le Jura (pâturage boisé), souvent comme transition entre la forêt fermée et les pâturages ou alpages ouverts. Du fait de leur origine, ils appartiennent en général aux futaies.

Ce type de forêt est le quatrième en termes de surface et couvre en gros 5% de la surface forestière totale (tab. **074**). Quelque 56% des peuplements clairsemés se situent dans les Alpes, 19% au Sud des Alpes, 11% dans le Jura, 11% dans les Préalpes et seulement 3% sur le Plateau (tab. **072**). Le nombre de tiges (217 tiges/ha) et le volume (133 m^3/ha) sont évidemment nettement plus faibles que dans la majorité des autres types de forêts (tab. **073**).

Selves et cultures d'arbres

Les selves, en Suisse principalement de châtaigniers et plus rarement de noyers, servent ou servaient simultanément à la production de bois et de fruits, à la production de foin et à la pâture. Elles sont un exemple d'exploitation agricole et forestière combinée, comme nombre de «peuplements clairsemés». Les cultures d'arbres sont des cultures de type agricole de plantes ligneuses



Selve typique de châtaigniers dans le Malcantone; Mugena TI.



Populiculture en bordure du lac de Morat; Galmiz FR.

074 Surface forestière selon le type de forêt et le stade de développement

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Type de forêt	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
futaie régulière	70,9	1,4	84,0	1,1	66,1	1,4	50,4	1,0	35,9	1,5	60,0	0,6
stade de développement:												
surfaces de coupes[1]	0,3	0,2	1,4	0,4	2,5	0,5	1,8	0,3	0,8	0,3	1,5	0,2
recrû/fourré	6,2	0,7	10,8	0,8	8,3	0,8	5,9	0,5	2,0	0,4	6,6	0,3
perchis	9,0	0,8	16,8	1,0	8,7	0,8	11,3	0,6	11,3	1,0	11,5	0,4
jeune futaie	10,9	1,0	11,5	0,9	7,5	0,8	7,4	0,5	7,8	0,9	8,7	0,3
futaie moyenne	21,6	1,3	16,3	1,1	14,5	1,0	10,4	0,6	6,5	0,8	13,3	0,4
vieille futaie	22,9	1,3	27,2	1,2	24,5	1,2	13,6	0,7	7,5	0,8	18,4	0,4
futaie irrégulière	12,7	1,0	8,0	0,8	13,5	1,0	12,7	0,7	12,2	1,0	11,9	0,4
futaie d'aspect jardiné	6,6	0,8	2,5	0,4	8,4	0,8	8,5	0,6	6,0	0,8	6,8	0,3
taillis-sous-futaie	0,5	0,2	0,0	*	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5	0,4	0,3	0,1
taillis	0,6	0,2	0,6	0,2	1,0	0,3	2,3	0,3	16,7	1,2	3,6	0,2
selves et cultures d'arbres	0,0	*	0,3	0,1	0,0	*	0,0	0,0	1,1	0,3	0,2	0,1
peuplements clairsemés	4,0	0,6	0,9	0,3	3,2	0,5	8,6	0,6	6,7	0,8	5,3	0,3
tranchées et talus	0,7	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,6	0,2	0,7	0,3	0,6	0,1
surface forestière en permanence non boisée[2]	3,5	0,6	2,6	0,5	3,3	0,5	2,1	0,3	1,6	0,4	2,5	0,2
forêt accessible sans la forêt buissonnante	**99,5**	**0,2**	**99,1**	**0,3**	**95,9**	**0,6**	**85,2**	**0,7**	**82,4**	**1,2**	**91,3**	**0,3**
forêt inaccessible	0,5	0,2	0,8	0,3	2,7	0,5	4,5	0,4	6,9	0,8	3,3	0,2
forêt buissonnante	0,0	*	0,1	0,1	1,5	0,4	10,3	0,6	10,7	0,9	5,5	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] type de forêt «surface forestière temporairement non boisée», c.-à-d. surfaces de coupes et surfaces endommagées
[2] prairie, route forestière, place de stockage, ruisseau, couloir d'avalanche, éboulis, etc.
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

à croissance rapide, surtout des peupliers, ayant pour but la production de bois.

Les selves et les cultures d'arbres se situent presque exclusivement à l'étage collinéen/submontagnard (non représenté) et ne constituent que 0,2% de la surface forestière (tab. **074**). Plus des deux tiers sont des selves qui se situent au Sud des Alpes. Les rares cultures d'arbres se rencontrent principalement sur le Plateau (tab. **072**). Ce type de forêt est trop rare pour le considérer séparément; les énoncés le concernant n'ont donc qu'un caractère indicatif.

Taillis

Les taillis (fig. **076**) proviennent exclusivement de multiplication végétative (rejets de souches). Ils étaient (ou sont toujours) rasés en courtes rotations de 10 à 30 ans et ne fournissent en général que du bois de faible dimension qui peut être utilisé pour des piquets ou des perches ou pour du bois d'industrie ou de feu. Environ un tiers des taillis subira une intervention dans les prochains 20 ans, selon les indications des gardes forestiers. Il s'agit pour un bon cinquième de coupes de taillis, pour un quart de mise en lumière ou de



Taillis de châtaigniers; Locarno TI.

075 **Volume selon le type de forêt et le stade de développement**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type de forêt	Jura	±	Plateau	±	Préalpes	±	Alpes	±	Sud des Alpes	±	Suisse	±
	%		%		%		%		%		%	
futaie régulière	73,9	1,6	85,9	1,2	75,2	1,5	66,4	1,3	47,7	2,3	72,1	0,7
stade de développement:												
surfaces de coupes[1]	0,1	0,1	0,1	0,0	0,7	0,2	0,8	0,2	0,5	0,4	0,5	0,1
recrû/fourré	1,0	0,3	2,4	0,4	1,8	0,3	2,3	0,4	0,5	0,2	1,8	0,2
perchis	5,0	0,6	9,8	0,8	4,4	0,5	6,5	0,5	7,6	0,9	6,5	0,3
jeune futaie	10,9	1,0	12,1	1,1	7,2	0,8	8,9	0,8	9,0	1,2	9,5	0,4
futaie moyenne	25,1	1,6	18,9	1,4	18,7	1,4	17,8	1,1	13,6	1,7	19,2	0,6
vieille futaie	31,8	1,8	42,5	1,7	42,5	1,8	30,0	1,4	16,5	1,9	34,6	0,8
futaie irrégulière	13,5	1,2	8,6	1,0	13,1	1,1	17,1	1,1	17,8	1,8	13,8	0,5
futaie d'aspect jardiné	5,6	0,8	2,0	0,4	7,1	0,8	8,4	0,7	7,9	1,3	6,3	0,3
taillis-sous-futaie	0,5	0,2	0,0	*	0,1	0,1	0,0	0,0	1,7	0,5	0,3	0,1
taillis	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	1,4	0,3	17,3	1,6	2,1	0,2
selves et cultures d'arbres	0,0	*	0,4	0,2	0,0	*	0,1	0,1	1,8	0,7	0,3	0,1
peuplements clairsemés	1,8	0,3	0,3	0,1	1,2	0,3	4,1	0,4	3,7	0,7	2,2	0,2
tranchées et talus	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0,2	0,5	0,3	0,4	0,1
surface forestière en permanence non boisée[2]	3,8	0,9	2,3	0,6	2,9	0,7	1,9	0,5	1,7	0,7	2,5	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

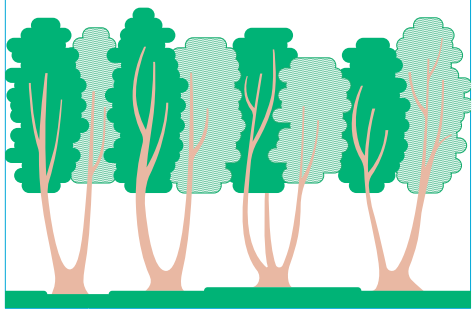
[1] type de forêt «surface forestière temporairement non boisée», c.-à-d. surfaces de coupes et surfaces endommagées
[2] prairie, route forestière, place de stockage, ruisseau, couloir d'avalanche, éboulis, etc.
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

réalisation, et pour le reste essentiellement des éclaircies (non représenté). Les taillis non exploités depuis de longues périodes et qui ont poussé en hauteur sont inclus en tant qu'anciens taillis. Plus de la moitié des taillis n'ont plus été exploités depuis plus de 50 ans (non représenté).

076 Taillis

Les taillis sont constitués d'une forêt feuillue pure issue de rejets de souches.



Le taillis couvre 3,6% de la surface forestière (tab. **074**) avec une répartition principale au Sud des Alpes (tab. **072**) à l'étage collinéen/submontagnard (non représenté). La surface occupée par les taillis est nettement plus grande que dans l'IFN3, ce qui provient en grande partie du fait que d'autres types de forêts ont été reconnus comme (anciens) taillis et donc reclassés. C'est le type de forêt avec le nombre de tiges le plus élevé (539 tiges/ha), alors que le volume (190 m^3/ha) est relativement bas (tab **073**). L'accroissement annuel de 5,9 m^3/ha est presque deux fois supérieur aux exploitations annuelles et à la mortalité (2,7 m^3/ha).

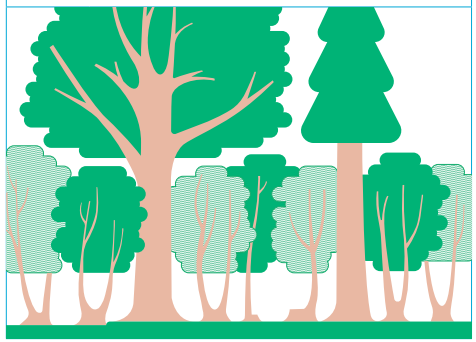
Taillis-sous-futaie

Le taillis-sous-futaie est un mélange de taillis et de futaie (fig. **077**). Des francs-pieds issus de multiplication générative (graines) croissent dans la strate dominante et servent à la production de bois d'œuvre. Les rejets de souche forment le sous-étage qui était autrefois périodiquement rasé pour fournir principalement du bois énergie. Dans l'IFN, on recense sous «taillis-sous-futaie» également les «anciens taillis-sous-futaie» qui ne sont plus exploités comme tels. Dans la plupart des anciens taillis-sous-futaie, l'ancien sous-étage pousse jusque dans la strate supérieure, ce qui rend ces forêts progressivement régulières. Autrefois, les anciens taillis-sous-futaie ont souvent été transformés en futaies. Ils sont parfois conservés et entretenus comme taillis-sous-futaie pour des raisons de protection de la nature ou comme témoins culturels et historiques.

Depuis l'IFN1, la surface occupée par les taillis-sous-futaie a diminué de moitié à chaque inventaire. Actuellement elle ne couvre plus que 0,3% de la surface forestière totale (tab. **072** et **074**). Les taillis-sous-futaie poussent principalement à l'étage collinéen/submontagnard (non représenté). Les taillis-sous-futaie du Sud des Alpes se différencient de ceux du nord des Alpes par leur structure et le mélange d'essences. Au Sud des Alpes, il s'agit généralement de taillis avec quelques francs-pieds isolés de châtaigniers. Au nord des Alpes, on trouve de nom-

077 Taillis-sous-futaie

Le taillis-sous-futaie est caractérisé par des francs-pieds à larges houppiers dans la strate supérieure et par un sous-étage issu de rejets de souches.





Taillis-sous-futaie, avec une surface exploitée au premier plan; Romanshorn TG.

WSL/IFN4

breuses essences dans la strate supérieure. Ces différences sont expliquées en détail dans le rapport de l'IFN1 (IFRF 1990, p. 138 et suiv.). Les taillis-sous-futaie présentent une densité de tiges assez élevée (519 tiges/ha), mais sont relativement pauvres en volume avec 263 m^3/ha (tab. **073**). L'accroissement annuel est de 6,3 m^3/ha alors que les exploitations et la mortalité sont de 2,2 m^3/ha.

Futaie d'aspect jardiné

La futaie d'aspect jardiné est définie dans l'IFN par un **mélange des stades de développement** et une **structure étagée du peuplement** (fig. **078**). On admet un mélange des stades de développement lorsque les diamètres des cent plus gros arbres à l'hectare du peuplement déterminant se répartissent sur trois classes de diamètre au moins. La structure d'un peuplement est considérée comme étagée dans l'IFN lorsque les arbres formant ce peuplement appartiennent à plusieurs strates impossibles à différencier.

078 Futaie d'aspect jardiné à structure étagée

La futaie d'aspect jardiné se distingue par une structure verticale étagée et un mélange des stades de développement sur des petites surfaces.



079 Futaie d'aspect jardiné par collectifs

Les collectifs des forêts jardinées de montagne sont constitués de groupes d'arbres plus ou moins serrés.



Les forêts avec une structure **par collectifs** (fig. **079**) appartiennent aussi à la futaie d'aspect jardiné.

La futaie d'aspect jardiné occupe environ 7 % de la surface forestière (tab. **074**) et représente 6 % du volume (tab. **075**). Presque la moitié de ce type de forêt se situe dans les Alpes (tab. **072**) et plus particulièrement aux étages montagnard supérieur et subalpin inférieur (non représenté) ; un cinquième se trouve dans les Préalpes et un septième dans le Jura.



Futaie étagée d'aspect jardiné ; Dürsrüti. Langnau BE.



Pessière subalpine à structure en collectifs ; Wägital SZ.

La surface de la futaie d'aspect jardiné est 15 % plus petite que dans l'IFN3 (Cioldi *et al.* 2010), bien que la gestion en forêt permanente ait plutôt augmenté. Cette diminution provient probablement d'un reclassement en futaie irrégulière en raison d'une évaluation différente des critères « structure du peuplement » et « stade de développement » dans les deux inventaires. On trouve 417 arbres par hectare dans la forêt d'aspect jardiné, soit presque autant que dans la futaie régulière, mais le volume reste nettement inférieur (296 m^3/ha ; tab. **073**). L'accroissement annuel se monte à 7,7 m^3/ha alors que les exploitations et la mortalité atteignent 5,9 m^3/ha.

Futaie irrégulière

Dans la futaie irrégulière, le **stade de développement est mélangé** comme dans la futaie d'aspect jardiné mais la structure du peuplement est **à une ou plusieurs strates** comme dans la plupart des futaies régulières (fig. **080**).

WSL/IFN4

Selon l'expression plus ou moins marquée de ces critères, les futaies irrégulières peuvent ressembler à une futaie d'aspect jardiné ou à une futaie régulière.

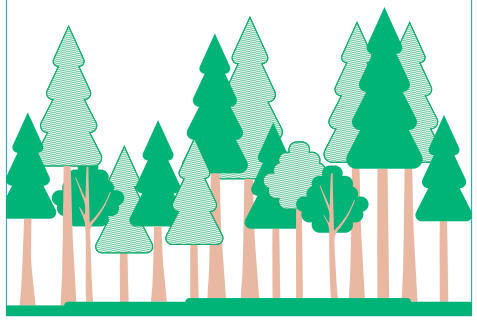


Futaie irrégulière d'épicéas à une strate; Olivone TI.

La futaie irrégulière couvre 12 % de la surface forestière, dont plus d'un tiers est situé dans les Alpes (tab. **072**). Le reste est réparti plus ou moins régulièrement dans les autres régions. La surface des futaies irrégulières a fortement augmenté en comparaison avec l'IFN3. De nombreux peuplements forestiers considérés comme futaie régulière ou d'aspect jardiné ont été classés dans l'IFN4 comme futaie irrégulière, ce qui est moins le fait d'une modification du traitement forestier que d'une appréciation différente dans les deux inventaires des critères «structure du peuplement» et «stade de développement». La futaie irrégulière renferme 14 % du volume (tab. **075**). Son accroissement annuel est de 8,9 m^3/ha, alors que les exploitations et la mortalité sont de 5,9 m^3/ha (tab. **073**). La futaie irrégulière est riche en tiges (468 tiges/ha) et le volume se monte à 371 m^3/ha, ce qui est légèrement supérieur à la moyenne de la forêt suisse.

080 Futaie irrégulière

Contrairement à la futaie d'aspect jardiné, la futaie irrégulière a une structure non pas étagée, mais en strates.



Futaie régulière

Dans les futaies régulières, on peut distinguer des peuplements isolés, plus ou moins homogènes, dont les surfaces peuvent être délimitées, ce qui n'est pas le cas dans les futaies d'aspect jardiné ou irrégulières (fig. **081**). Ces peuplements sont réguliers en ce sens que les cent plus gros arbres à l'hectare présentent un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) semblable et appartiennent donc au **même stade de développement.** En règle générale, les peuplements présentent une seule ou plusieurs strates, les peuplements étagés comportant un stade de développement prédominant étant rares. Comme dans l'IFN2 et l'IFN3, toutes les surfaces de coupes et les surfaces endommagées sont considérées comme futaies régulières. Elles sont incluses dans les surfaces temporairement non boisées qui ne sont ni plantées ni garnies de régénération naturelle au moment du relevé (degré de recouvrement inférieur à 20 %).

081 Futaie régulière

La futaie régulière est constituée de peuplements dont les arbres appartiennent pour l'essentiel au même stade de développement.





Surface de coupe; Romanshorn TG.

La futaie régulière constitue le type de forêt le plus fréquent, avec 60 % de la surface forestière (tab. **072**). Sur le Plateau, elle domine avec une part de 84 % (tab. **074**). Cette proportion diminue avec l'altitude et n'est que de 50 % dans les Alpes; au Sud des Alpes, la proportion tombe à 36 %, en raison aussi de la présence de nombreux taillis.



Vieille futaie de hêtres à une strate; Oberwil AG.

Dans la futaie régulière, on recense 72 % du volume (tab. **075**). À l'exception des selves et cultures d'arbres, la futaie régulière contient le volume le plus élevé (384 m^3/ha) de tous les types de forêts (tab. **073**). Par ailleurs, l'accroissement annuel (10,2 m^3/ha) et les exploitations et la mortalité annuelles (9,3 m^3/ha) sont aussi les plus élevées dans ce type de forêt.

Stades de développement

Dans la futaie régulière, on distingue les stades de développement suivants:

Stade de développement	DHP dominant
recrû/fourré	< 12 cm
perchis	12-30 cm
jeune futaie	31-40 cm
futaie moyenne	41-50 cm
vieille futaie	> 50 cm
surfaces de coupes et surfaces endommagées	Degré de recouvrement < 20 %

La futaie régulière se compose pour 3 % de surfaces forestières temporairement non boisées (surfaces de coupes et surfaces endommagées), pour 11 % de recrûs/fourrés, pour 19 % de perchis, pour 15 % de jeunes futaies, pour 22 % de futaies moyennes et pour 31 % de vieilles futaies (tab. **083**).

Comparé à l'IFN3, les surfaces de coupes ont diminué, en particulier dans le Jura, sur le Plateau et dans les Préalpes (non représenté), alors que les recrûs/fourrés et les perchis ont augmenté (tab. **083**), et cela dans toutes les régions à l'exception du Sud des Alpes (non représenté). Dans les surfaces de coupes consécutives à la tempête Lothar de 1999, la jeune forêt a pu s'installer. La majorité des surfaces temporairement non boisées dans l'IFN4 se situent dans les Alpes et dans les Préalpes, suivies du Plateau, alors que dans le Jura, leur part reste clairement la plus petite (tab. **082**).

Pour le stade de la futaie, les parts de la jeune et de la vieille futaie ne se sont pas modifiées, alors que celle de la moyenne futaie a diminué (tab. **083**). Les différences régionales sont en partie considérables: alors que sur le Plateau les parts des trois stades de

WSL/IFN4

082 **Surface forestière selon le stade de développement**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: futaie régulière (=65,9% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Stade de développement	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
surfaces de coupes[1]	0,6	58	3,3	24	5,9	18	8,5	15	1,6	35	19,9	10
recrû/fourré	12,4	12	24,7	8	19,3	9	27,1	8	3,9	22	87,4	4
perchis	18,0	9	38,6	6	20,2	9	52,3	6	21,7	9	150,8	3
jeune futaie	22,0	9	26,5	8	17,5	10	34,2	7	14,9	11	115,1	4
futaie moyenne	43,5	6	37,4	6	33,7	7	48,0	6	12,5	12	175,1	3
vieille futaie	46,0	6	62,4	4	56,8	5	62,6	5	14,4	11	242,3	2
total	**142,5**	**2**	**193,0**	**1**	**153,3**	**2**	**232,8**	**2**	**68,9**	**4**	**790,6**	**1**

[1] type de forêt «surface forestière temporairement non boisée», c.-à-d. surfaces de coupes et surfaces endommagées

la futaie sont restées stables, la vieille futaie a augmenté dans le Jura et légèrement diminué dans toutes les autres régions (non représenté). Sur l'ensemble de la Suisse, 31 % des futaies régulières sont aujourd'hui constituées de vieilles futaies. Leur part est la plus élevée dans les Préalpes avec 37 % (tab. **082**). Les stades de développement de la vieille futaie et de la futaie moyenne constituent plus de la moitié des futaies régulières.

Le stade de développement de la vieille futaie a une surface terrière moyenne de 45 m^2/ha avec un volume très élevé de 601 m^3/ha. Il présente aussi le plus fort accroissement avec 12,0 m^3/ha/an. Le perchis et la jeune futaie sont comme prévu les plus riches en tiges (tab. **084**). Les plus importantes quantités de bois exploitées ou de mortalité proviennent des surfaces de coupes et surfaces endommagées mais aussi du stade recrû/fourré, en raison des réalisations des peuplements préexistants effectuées depuis l'IFN3.

Degré de fermeture

Le degré de fermeture décrit la structure horizontale du peuplement. Cette mesure de la contrainte réciproque entre les houppiers renseigne sur la quantité de lumière dans le peuplement. Le degré de fermeture optimal varie suivant la fonction forestière et la phase de développement du peuplement. En général, les forêts très denses et les peuplements comprimés sont défavorables : les houppiers sont plus petits et les peuplements sont moins résistants au vent et à la pression de la neige. On y trouve par ailleurs moins de végétation au sol. Ces peuplements sont donc inadaptés pour les espèces animales et végétales qui nécessitent de la lumière et de la chaleur. Ils comportent par ailleurs moins de surfaces de gagnage pour les ongulés sauvages, ce qui augmente le risque d'abroutissement sur une régénération déjà clairsemée (Brändli et Cioldi 2015).

Un bon quart (26 %) des peuplements en Suisse sont aujourd'hui comprimés (tab. **085**) avec une fermeture des houppiers très dense. Un degré de fermeture normal, idéal pour des futaies éclaircies jusqu'à l'initialisation de la régénération, se rencontre dans 23 % des forêts suisses. Les forêts comprimées et normales sont plus fréquentes que la moyenne sur le Plateau (32 % et 35 %) et dans le Jura (31 % et 30 %). Les plus grandes proportions de forêts aérées ou clairiérées se situent dans les Alpes (32 %) et au Sud des Alpes (25 %), la moyenne suisse étant de 24 %. Les forêts dans lesquelles on recense des groupes d'arbres serrés ou normaux (en collectifs serrés ou normaux) se trouvent principalement dans les Alpes (globalement 18 % ; Suisse : 11 %). Les peuplements avec une fermeture étagée, dans lesquels les houppiers des arbres se concurrencent plus dans le sens vertical qu'horizontal, couvrent 5 % au niveau suisse ; ils sont plus rares sur le Plateau (2 %) et au Sud des Alpes (3 %).

Si l'on considère le degré de fermeture selon les étages de végétation (non représenté), on constate une diminution continuelle des forêts comprimées et normales avec l'altitude. À l'étage collinéen/submontagnard, 69 % des forêts présentent une fermeture comprimée à normale, alors

083 **Surface forestière selon le stade de développement et l'inventaire**

en %
ensemble analysé : futaie régulière dans la forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Stade de développement	IFN3		IFN4	
	%	±	%	±
surfaces de coupes[1]	3,5	0,3	2,6	0,3
recrû/fourré	8,3	0,4	10,7	0,5
perchis	16,6	0,5	18,8	0,6
jeune futaie	14,8	0,5	14,7	0,6
futaie moyenne	26,1	0,7	22,4	0,7
vieille futaie	30,7	0,7	30,8	0,7
total	**100**		**100**	

[1] type de forêt «surface forestière temporairement non boisée», c.-à-d. surfaces de coupes et surfaces endommagées

084 Nombre de tiges, volume, surface terrière, accroissement, exploitations et mortalité selon le stade de développement

en tiges/ha, m^3/ha, m^2/ha et m^3/ha/an
ensemble analysé: futaie régulière (=65,8% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)*; futaie régulière dans la forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante**

Stade de développement	Nombre de tiges*		Volume*		Surface terrière*		Accroissement**		Exploitations et mortalité**	
	tiges/ha	± %	m^3/ha	± %	m^2/ha	± %	m^3/ha/Jahr	± %	m^3/ha/Jahr	± %
surfaces de coupes[1]	104	12	97,5	14	8,7	12	5,3	13	34,9	13
recrû/fourré	112	5	86,8	7	7,7	6	4,0	7	18,1	9
perchis	615	2	182,2	3	20,9	2	10,4	4	4,9	9
jeune futaie	589	2	348,7	2	34,1	2	11,3	5	7,1	8
futaie moyenne	431	2	461,0	2	38,1	1	10,1	3	8,0	6
vieille futaie	326	2	601,0	1	45,0	1	12,0	3	9,0	5
total	**414**	**1**	**383,8**	**1**	**32,3**	**1**	**10,2**	**2**	**9,3**	**3**

[1] type de forêt «surface forestière temporairement non boisée», c.-à-d. surfaces de coupes et surfaces endommagées

085 Surface forestière selon le degré de fermeture

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Degré de fermeture	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
comprimé	62,4	5	73,9	4	60,8	5	68,1	5	46,1	5	311,3	2	25,9	0,6
normal	60,6	5	78,7	4	50,8	6	57,6	5	30,3	7	277,9	2	23,1	0,5
lâche	22,6	9	28,4	8	19,9	10	36,2	7	9,3	14	116,4	4	9,7	0,4
aéré	27,7	8	28,4	8	28,7	8	65,2	5	18,9	10	168,9	3	14,0	0,4
clairiéré	10,2	14	7,3	16	16,4	11	59,6	5	20,5	9	114,1	4	9,5	0,4
en collectifs serrés	2,7	27	1,4	38	13,7	12	37,9	7	14,7	11	70,4	5	5,9	0,3
en collectifs normaux	3,1	26	2,2	30	11,6	13	32,4	8	11,7	13	61,0	6	5,1	0,3
fermeture étagée	10,2	14	4,1	22	14,3	12	28,1	8	5,3	19	61,9	6	5,2	0,3
pas d'indication	0,6	58	3,3	24	6,1	18	8,7	15	1,6	35	20,3	10	1,7	0,2
total	**200,1**	**1**	**227,9**	**1**	**222,3**	**1**	**393,7**	**1**	**158,3**	**2**	**1202,2**	**1**	**100**	

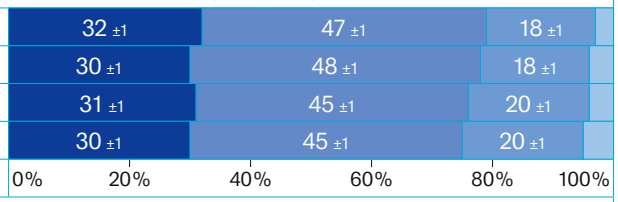
WSL/IFN4

qu'à l'étage subalpin supérieur, 79 % des forêts ont une fermeture aérée, clairiérée ou en collectifs. Les forêts à fermeture étagée se rencontrent principalement dans les étages montagnard supérieur et subalpin inférieur.

Le degré de fermeture est estimé de manière purement raisonnée sur le terrain. Il constitue un bon critère pour décrire les états, mais pas les évolutions. Pour ces dernières, l'indice de densité du peuplement (Stand Density Index, SDI) est mieux adapté ; il est utilisé depuis l'IFN2 et se calcule pour chaque placette à partir du diamètre moyen des arbres mesurés et du nombre de tiges par hectare (Brändli et Herold 2001). Même si l'évolution soit lente, on constate que les peuplements sont devenus de plus en plus denses durant les 30 dernières années. La proportion de peuplements denses à très denses est passée de 21 % dans l'IFN1 à 25 % dans l'IFN4, alors que celle de peuplements aérés à clairiérés a baissé de 79 % à 75 % (fig. **086**). Entre l'IFN3 et l'IFN4, on n'enregistre pas de changements significatifs sur l'ensemble de la Suisse. À l'échelle régionale, des changements sont toutefois perceptibles : sur le Plateau, les peuplements denses à très denses ont diminué. Au Sud des Alpes, les peuplements denses à très denses ont augmenté, alors que les peuplements aérés à clairiérés ont diminué. Dans les Alpes, les peuplements sont également devenus un peu plus denses (non représenté). C'est à l'étage subalpin en particulier que les peuplements denses à très denses ont augmenté. Cette évolution indique que la nécessité de soins sylvicoles dans les forêts de montagne devrait augmenter, ce que le dépouillement des questionnaires aux gardes forestiers confirme par ailleurs. Ainsi la proportion de peuplements dans lesquels la prochaine intervention devra avoir lieu dans 0 à 10 ans a augmenté depuis l'IFN3 de 23 % à 25 % à l'étage subalpin et dans les forêts de protection de l'étage subalpin même de 27 % à 33 % (non représenté). Ceci est probablement lié au fait que les forêts des Alpes et des Préalpes sont globalement moins souvent exploitées (cf. chap. 4, fig. **132**).

086 **Surface forestière selon l'indice de densité du peuplement et l'inventaire**

en %
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



[1] SDI: Stand Density Index

087 **Surface forestière selon la structure du peuplement**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Structure du peuplement	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
à une strate	58,0	5	70,6	4	72,4	4	140,1	3	55,9	5	397,0	2	33,0	0,6
à plusieurs strates/étagée	140,2	2	153,7	2	140,9	3	233,8	2	98,1	3	766,7	1	63,8	0,6
par collectifs	1,3	41	0,2	*	2,8	27	11,1	13	2,8	26	18,2	10	1,5	0,2
pas d'indication	0,6	58	3,3	24	6,1	18	8,7	15	1,6	35	20,3	10	1,7	0,2
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**100**	

* erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

088 **Nombre de tiges des essences principales par classe de diamètre**

en milliers de tiges
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Classe de diamètre (DHP)											
	12-15 cm		16-23 cm		24-35 cm		36-51 cm		≥ 52 cm		Total	
	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %	1000 tiges	± %
épicéa	36670	3	49048	3	46015	3	34021	2	18159	3	183914	2
sapin	11437	5	14142	5	11220	5	9327	4	6667	4	52794	3
pin	3129	13	4594	11	4387	9	3300	7	956	10	16367	7
mélèze	4888	10	6711	7	6646	6	5243	5	3611	6	27100	5
arole	984	15	1590	13	1992	13	827	12	326	14	5720	10
autres résineux	1637	15	1214	16	475	20	224	26	130	32	3680	12
total résineux	**58746**	**3**	**77300**	**2**	**70736**	**2**	**52943**	**2**	**29849**	**2**	**289574**	**1**
hêtre	18791	4	24893	4	23106	4	15885	3	5848	4	88523	3
érable	7199	6	9595	5	7313	6	2642	5	421	11	27171	4
frêne	5163	7	6901	6	5937	7	3090	6	868	9	21958	4
chêne	1980	16	2707	12	2705	10	1607	8	816	10	9815	8
châtaignier	2190	18	4243	13	2845	12	1020	12	639	14	10937	10
autres feuillus	19121	4	18826	5	8099	6	2402	7	552	15	49001	4
total feuillus	**54444**	**3**	**67165**	**2**	**50005**	**2**	**26646**	**2**	**9145**	**3**	**207404**	**2**
total	**113189**	**2**	**144465**	**2**	**120741**	**2**	**79588**	**1**	**38994**	**2**	**496978**	**1**

WSL/IFN4

Structure du peuplement

Dans l'IFN, le critère «structure du peuplement» décrit la constitution verticale du peuplement et se définit par la répartition des différentes strates. Une strate doit avoir un degré de recouvrement d'au moins 20% pour être appréhendée comme telle. Dans les peuplements étagés, comme les futaies d'aspect jardiné, les arbres formant le peuplement constituent plusieurs strates qui ne peuvent être différenciées. On désigne sous le terme de structures par collectifs des petits groupes d'arbres comme ceux que l'on rencontre dans les forêts de montagne ou dans les forêts pâturées. Du point de vue écologique, les peuplements à plusieurs strates ou étagés offrent des habitats plus diversifiés que les peuplements à une strate (Brändli et Cioldi 2015). De nombreuses espèces d'oiseaux forestiers profitent des peuplements étagés, alors que ce nombre est plus faible dans les forêts de type cathédrale (Hahn *et al.* 2005).

Les peuplements à une strate représentent plus d'un quart dans toutes les régions; pour l'ensemble de la Suisse, 33% des peuplements présentent une seule strate (tab. **087**). Comme la limite entre les peuplements à plusieurs strates et les peuplements étagés est souvent très difficile à formuler, ces deux classes sont ici regroupées. Ils couvrent une part de 64% de la surface forestière, avec un maximum dans le Jura (70%). Les peuplements à une strate ont diminué de 39% à 33% depuis l'IFN3 (non représenté).

La structure du peuplement dépend fortement de l'étage de végétation. La part de peuplements étagés ou avec une structure en collectifs augmente avec l'altitude (non représenté). Plus de la moitié des peuplements avec une structure en collectifs se situent



La proportion de volume des gros bois a continué d'augmenter ; Giswil OW.

dans les Alpes (tab. **087**). Les peuplements à plusieurs strates sont au contraire fréquents dans les zones inférieures et constituent environ les deux tiers des peuplements à l'étage collinéen/submontagnard (non représenté). Leur proportion diminue continuellement avec l'altitude.

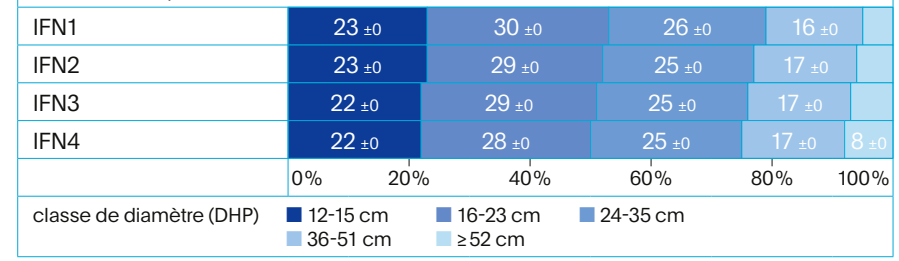
Répartition des diamètres

La répartition du nombre de tiges selon les diamètres permet, dans une certaine mesure, d'apprécier si l'évolution d'une essence est durable. Ainsi l'arole, comparé aux autres essences principales, détient une proportion remarquablement faible dans la classe inférieure de diamètre (tab. **088**). Pour des essences de lumière comme le pin, le mélèze et le chêne, la classe inférieure de diamètre, proportionnellement au nombre total de tiges, est aussi assez peu représentée. Globalement, les feuillus ont au contraire une représentation proportionnelle plus élevée dans les classes de diamètre inférieures que dans les classes supérieures ; dans la classe de 12-15 cm DHP, ils représentent 48 % du nombre de tiges, alors qu'ils ne font plus que 23 % dans la classe à partir de 52 cm DHP. Presque la moitié des arbres avec un DHP d'au moins 52 cm sont des épicéas.

Dans l'ensemble, la répartition du nombre de tiges selon les classes de diamètre ne s'est que peu modifiée par rapport à l'IFN3 sur les placettes communes. Dans la série temporelle IFN1 à IFN4, on peut constater que la part des arbres avec un DHP de 12-35 cm est passée successivement de 79 % à 75 % et que celle des arbres avec un DHP d'au moins 52 cm (« gros bois ») a augmenté de 5 % à 8 % (fig. **089**).

089 **Nombre de tiges selon la classe de diamètre et l'inventaire**

en %
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



090 Volume des essences principales par classe de diamètre

en milliers de m³
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

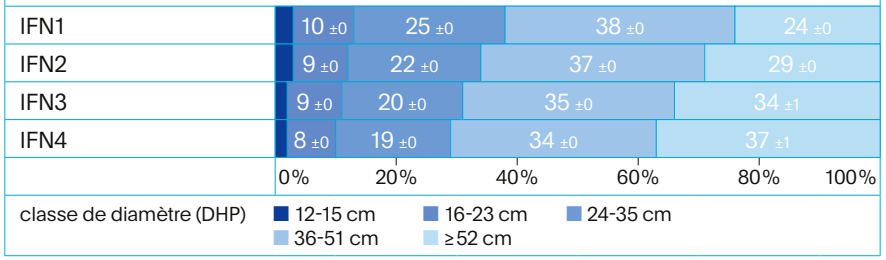
Essence principale	Classe de diamètre (DHP)											
	12-15 cm		16-23 cm		24-35 cm		36-51 cm		≥ 52 cm		Total	
	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %
épicéa	3449	5	11527	3	31942	3	60822	2	73505	3	181244	2
sapin	1111	7	3745	5	8573	5	19304	4	30929	4	63662	3
pin	255	15	891	12	2521	10	5047	7	3068	10	11781	6
mélèze	338	13	1219	9	3811	7	7769	6	12148	6	25285	4
arole	87	33	239	17	829	14	873	12	829	15	2856	10
autres résineux	92	15	172	22	230	26	458	28	750	33	1702	19
total résineux	**5331**	**4**	**17794**	**3**	**47905**	**2**	**94273**	**2**	**121227**	**2**	**286530**	**1**
hêtre	1918	6	6065	4	16180	4	28592	3	23546	4	76300	2
érable	722	9	2308	6	4625	6	3813	6	1262	13	12730	4
frêne	623	12	1836	7	4181	7	5704	6	3582	10	15927	5
chêne	143	15	587	12	1700	11	2725	9	3350	11	8505	7
châtaignier	188	22	956	13	1353	13	1159	13	1904	18	5559	9
autres feuillus	1691	6	3705	5	4455	6	3191	8	2319	18	15360	5
total feuillus	**5284**	**4**	**15458**	**3**	**32495**	**3**	**45183**	**2**	**35963**	**4**	**134382**	**2**
total	**10615**	**3**	**33252**	**2**	**80400**	**2**	**139455**	**1**	**157190**	**2**	**420912**	**1**

WSL/IFN4

La répartition du volume selon les classes de diamètre sert de base pour l'évaluation économique des ressources forestières en relation avec les coûts de récolte des bois (cf. 4.3) et les assortiments (cf. 4.5). La situation pour la répartition des volumes selon le DHP est semblable à celle des nombres de tiges, en ce sens que les feuillus occupent une part du volume qui diminue avec l'augmentation des diamètres (tab. **090**). Ainsi le rapport résineux/feuillus au volume est de 50:50 pour les DHP entre 12 et 15 cm alors qu'il n'est plus que de 20:80 pour les DHP à partir de 52 cm. L'épicéa fournit dans toutes les classes de diamètre la plus grande part du volume, avec un maximum à 47% dans la plus grande classe et un minimum à 32% dans la plus petite. Les parts correspondantes du hêtre sont elles aussi grandes dans toutes les classes de diamètres, avec 18% dans la classe 12-15 cm DHP et 15% dans la classe à partir de 52 cm DHP. Le sapin et le mélèze sont particulièrement riches en gros bois, avec 49% et 48% de leur volume dans la classe à partir de 52 cm DHP, suivis de l'épicéa avec 41%.

091 Volume selon la classe de diamètre et l'inventaire

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



La proportion du volume de la classe de diamètre d'au moins 52 cm DHP a augmenté successivement durant les trois décennies, passant de 24 % dans l'IFN1 à 37 % dans l'IFN4 (tab. **091**). La problématique économique des gros bois est ainsi devenue encore plus aiguë depuis l'IFN3, bien que l'augmentation de la part des gros bois était deux fois moins grande durant cette période que dans les deux périodes précédentes (tab. **091**). L'augmentation a été d'environ trois points dans toutes les régions, à l'exception du Sud des Alpes qui n'a pas enregistré d'augmentation (non représenté). Entre l'IFN3 et l'IFN4, la part du volume de la classe de diamètre 12-15 cm DHP n'a pas varié, alors que précédemment elle avait chuté (tab. **091**).

Structure des âges

La structure des âges de la forêt est un des plus importants paramètres forestiers, tant sur le plan économique qu'écologique, ce dernier aspect étant traité sous 5.2.

Dans l'IFN4, on a relevé pour la première fois l'**âge de l'arbre**, donc l'âge supposé de chaque arbre échantillon. Il est estimé principalement sur la base de la station, du DHP, de la hauteur, et de la position sociale de l'arbre. Parfois on a aussi dénombré les cernes de souches d'arbres abattus comparables ou les verticilles des jeunes résineux. Cette estimation permet d'évaluer des peuplements inéquiennes et de déterminer la part du nombre de tiges des arbres réellement vieux. À peine 4 % de tous les arbres d'au moins 12 cm DHP sont âgés de plus de 160 ans (tab. **092**). Cette part est la plus élevée pour les essences des forêts de

092 **Nombre de tiges selon l'essence principale et l'âge de l'arbre**

en %
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Âge de l'arbre en années															
	jusqu'à 40		41-80		81-120		121-160		plus de 160		pas d'indication*		total			
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	millions de tiges	± %
épicéa	24,8	0,9	38,7	0,9	19,8	0,6	11,3	0,4	5,5	0,3	0,0	0,0	100		184	2
sapin	24,9	1,3	43,6	1,2	20,0	0,9	9,6	0,6	1,9	0,2	0,0	**	100		53	3
pin	12,4	2,7	41,1	2,9	30,4	2,4	11,6	1,6	4,3	1,1	0,1	0,1	100		16	7
mélèze	18,0	1,8	37,2	1,9	17,3	1,1	13,5	1,0	13,9	1,0	0,1	0,1	100		27	5
arole	9,4	2,7	34,2	3,3	23,4	2,6	14,9	2,0	18,0	2,2	0,0	**	100		6	10
autres résineux	20,1	4,1	59,5	4,6	14,9	2,6	2,4	1,4	0,4	0,3	2,7	2,4	100		4	12
hêtre	22,2	0,9	51,4	1,1	21,4	0,8	4,4	0,3	0,6	0,1	0,1	0,0	100		89	3
érable	46,2	1,8	45,4	1,7	7,3	0,6	0,8	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	100		27	4
frêne	48,1	2,1	44,0	2,0	7,5	0,6	0,4	0,1	0,0	**	0,0	0,0	100		22	4
chêne	13,0	2,2	60,0	3,3	20,0	2,4	6,0	1,0	1,0	0,3	0,0	**	100		10	8
châtaignier	23,3	4,1	67,8	4,2	5,5	1,1	2,0	0,5	1,5	0,5	0,0	**	100		11	10
autres feuillus	56,6	1,8	41,4	1,7	1,7	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	100		49	4
toutes les essences	**28,4**	**0,6**	**43,5**	**0,6**	**17,0**	**0,3**	**7,5**	**0,2**	**3,5**	**0,1**	**0,1**	**0,0**	**100**		**497**	**1**

* arbres échantillons à terre encore verts
** calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

montagne que sont l'arole (18 %) et le mélèze (14 %). Pour l'épicéa, présent à tous les étages altitudinaux et en partie intensément exploité, cette part n'atteint que 6 %.

L'**âge du peuplement** est relevé depuis l'IFN1, mais uniquement dans les peuplements avec un stade de développement prédominant et non dans ceux avec des stades de développement mélangés. Ces derniers sont en général inéquiennes ; ils couvrent 25 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante (tab. **093**). L'âge a été déterminé comme pour les arbres individuels, le comptage des cernes sur les souches ou des verticilles restant l'exception. Dans 94 % des cas (non représenté), l'âge a été estimé en utilisant aussi les données des inventaires précédents. Pour les surfaces forestières temporairement non boisées (surfaces de coupes et surfaces endommagées), on a indiqué 0 pour l'âge.

La répartition des surfaces forestières selon l'âge des peuplements montre de grandes différences régionales (tab. **093**). Dans le Jura, les peuplements âgés de 60 à 140 ans sont les plus fréquents, et au Sud des Alpes ce sont ceux de 20 à 80 ans. Sur le Plateau, les peuplements âgés de plus de 160 ans ne représentent que 1 %. De tels vieux



Le comptage des cernes permet une meilleure estimation de l'âge de l'arbre et du peuplement ; Vordemwald AG.

WSL/IFN4

093 **Surface forestière selon l'âge du peuplement**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Âge du peuplement en années	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
0*	0,6	58	3,3	24	5,9	18	8,5	15	1,6	35	19,9	10	1,7	0,2
1-20	12,8	12	29,2	7	19,5	9	15,6	11	3,4	24	80,4	4	6,7	0,3
21-40	17,1	10	40,4	6	20,5	9	57,7	6	22,7	9	158,4	3	13,2	0,4
41-60	9,9	14	25,3	8	15,5	11	32,6	7	28,9	8	112,1	4	9,3	0,4
61-80	21,8	9	19,6	10	12,4	13	20,7	10	16,9	10	91,3	4	7,6	0,3
81-100	28,9	7	31,8	7	20,5	9	23,2	9	5,6	19	110,0	4	9,1	0,4
101-120	22,0	9	28,7	7	26,8	8	20,9	9	5,2	19	103,6	4	8,6	0,4
121-140	20,9	9	15,7	11	17,3	10	22,5	9	4,6	21	81,1	5	6,7	0,3
141-160	12,4	12	4,5	21	14,6	11	26,9	8	7,1	16	65,6	5	5,5	0,3
161-180	3,7	23	1,2	41	6,0	18	16,2	11	3,2	25	30,2	8	2,5	0,2
sup. à 180	3,7	23	1,4	38	6,0	18	30,5	8	8,6	15	50,1	6	4,2	0,3
peuplements inéquiennes	46,4	6	26,7	8	57,4	5	118,3	4	50,5	5	299,3	2	24,9	0,5
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**100**	

* surfaces de coupes et surfaces endommagées



Le degré de recouvrement de la jeune forêt est souvent faible dans la forêt de montagne ; Glaris Nord GL.

peuplements se retrouvent surtout dans les Alpes. La part de peuplements inéquiennes augmente en passant de 15 % à l'étage collinéen/submontagnard à environ 43 % à l'étage subalpin supérieur (non représenté). Avec l'altitude, les jeunes peuplements diminuent alors que les vieux peuplements augmentent.

La répartition des âges des peuplements sur les placettes communes n'a pas fondamentalement varié depuis l'IFN3. Les différences sont faibles et se situent en partie dans la marge de l'erreur d'échantillonnage (tab. **094**). La part qui a augmenté est celle des peuplements inéquiennes. Des influences méthodologiques ont cependant pu y contribuer, et il est probable qu'une plus grande proportion des vieilles forêts de montagne ont été considérées comme inéquiennes.

La répartition des surfaces forestières selon l'essence dominante (l'essence avec la plus grande proportion de surface terrière sur la placette) et l'âge du peuplement montre que les peuplements résineux sont nettement plus fréquents que les feuillus à partir d'un âge de 120 ans (tab. **095**). Ceci est dû au fait que les peuplements de résineux poussent en majorité sur de moins bonnes stations et n'atteignent donc les dimensions requises que tardivement ou ne sont pas exploités en raison des difficultés d'accès. Par ailleurs, certains feuillus ont une espérance de vie plus brève et croissent sur les stations qui sont intensément exploitées.

Les jeunes peuplements entre 0 et 40 ans sont particulièrement intéressants à observer ; on y voit dans quelle direction le mélange d'essences pourrait évoluer. À ces âges, les peuplements d'épicéa sont aussi fréquents que dans les plus vieilles classes 41-80 ans et 81-120 ans. Le pin, le hêtre, le chêne et le châtaignier couvrent des surfaces nettement plus petites dans ces jeunes peuplements, probablement parce que les pratiques sylvicoles ont changé au cours des décennies. L'érable et les autres feuillus sont au contraire souvent nettement dominants dans la classe entre 0 et 40 ans, ainsi que le mélèze, quoique moins fortement. Il faut tenir compte du fait que de nombreuses essences parmi les autres feuillus n'arrivent naturellement pas à un grand âge et que la dominance des essences de lumière peut être limitée par les essences d'ombre que sont l'épicéa, le hêtre et le sapin. Ces dernières essences dominent dans la forêt suisse avec au total 38 %, 18 % et 11 % de la surface (tab. **095**).

094 **Surface forestière selon l'âge du peuplement et l'inventaire**

en %
Ensemble anlaysé : forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Âge du peuplement en années	IFN3		IFN4	
	%	±	%	±
0*	2,5	0,2	1,7	0,2
1-40	18,6	0,5	19,2	0,5
41-80	14,8	0,5	17,0	0,5
81-120	21,7	0,5	18,1	0,5
121-160	14,8	0,5	12,6	0,4
sup. à 160	8,0	0,3	6,8	0,3
peuplements inéquiennes	19,6	0,5	24,6	0,6
total	**100**		**100**	

* surfaces de coupes et surfaces endommagées

095 Surface forestière selon l'essence dominante et l'âge du peuplement

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence dominante	peuplements inéquiennes		Âge du peuplement en années											
			0-40		41-80		81-120		121-160		plus de 160		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
épicéa	130,0	4	79,6	5	59,6	6	70,2	5	74,6	5	47,9	6	462,0	2
sapin	35,7	7	20,7	10	14,0	12	30,8	8	28,6	8	6,5	18	136,3	4
pin	8,2	16	6,3	18	9,4	14	10,2	14	4,4	21	2,0	32	40,5	7
mélèze	32,3	8	15,0	11	13,9	12	8,1	16	7,5	16	16,0	11	92,8	4
arole	9,0	15	1,0	45	0,4	71	1,2	41	1,2	41	2,4	29	15,1	11
autres résineux	0,8	50	0,8	50	1,2	41	1,2	41	0,0	*	0,0	*	4,0	22
total résineux	**213,8**	**3**	**121,1**	**4**	**96,2**	**4**	**122,5**	**4**	**114,6**	**4**	**75,4**	**5**	**743,5**	**1**
hêtre	41,5	7	30,5	8	40,1	7	72,8	5	24,4	9	4,2	22	213,5	3
érable	5,6	19	16,1	11	8,9	15	3,9	22	0,4	71	0,2	**	35,2	7
frêne	7,9	16	13,0	12	13,2	12	5,6	19	2,0	32	0,0	*	41,7	7
chêne	5,0	20	3,3	24	8,6	15	4,6	21	2,3	29	0,2	**	24,1	9
châtaignier	9,4	14	2,6	28	7,9	15	1,7	35	0,8	50	0,8	50	23,2	8
autres feuillus	11,8	13	31,8	8	22,7	9	2,6	28	0,4	71	0,0	*	69,2	5
total feuillus	**83,3**	**5**	**99,6**	**4**	**103,7**	**4**	**90,4**	**4**	**32,1**	**8**	**4,8**	**20**	**413,9**	**2**
pas d'indication[1]	2,2	30	38,1	7	3,6	24	0,6	58	0,0	*	0,2	**	44,8	7
total	**299,3**	**2**	**258,8**	**2**	**203,4**	**3**	**213,5**	**3**	**146,7**	**3**	**80,4**	**5**	**1 202,2**	**1**

[1] placettes sans arbres de DHP ≥ 12 cm
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100 %

WSL/IFN4

Lorsque la part de surface de toutes les classes d'âge est identique (pour une période de révolution identique pour toutes les essences), on parlera d'une forêt de structure durable. C'est le type de structure que recherche le gestionnaire forestier de manière à garantir en permanence les prestations de la forêt, en particulier les assortiments de bois souhaités. La pérennité en termes de surfaces de la répartition des classes d'âges est évaluée au moyen du modèle utilisé dans l'IFN1 (IFRF 1990, p. 159 et suiv.). Le modèle part de l'hypothèse que la période de révolution est de 180 ans sur les stations pauvres et moyennes, de 150 ans sur les bonnes stations et de 120 ans sur les très bonnes stations (tab. **096**).

La comparaison des valeurs cibles du modèle avec la répartition effective des âges en forêt selon l'IFN4 montre globalement un léger manque en jeunes peuplements jusqu'à l'âge de 30 ans et en peuplements âgés de 60 à 90 ans. La situation semble s'améliorer depuis l'IFN3: presque toutes les classes d'âges ont vu leurs parts se rapprocher des valeurs du modèle et montrent parfois une très bonne

correspondance. Les parts des trois classes d'âge jusqu'à 90 ans ont augmenté de 48 % à 55 % et correspondent presque à celle du modèle (60 %). Ces améliorations concernent aussi des peuplements dans lesquels la production de bois est prioritaire par rapport aux autres fonctions (non représenté). La structure des âges est donc presque optimale dans la forêt équienne du point de vue de la production de bois, pour autant que les hypothèses du modèle soient confirmées. 6 % des futaies régulières dépassent toutefois encore la durée de révolution optimale, et même 14 % sur les très bonnes stations. Si la durée de révolution y était fixée à 90 ans, ce qui serait optimal sur la base de la demande actuelle en assortiments d'épicéas, 37 % de tous les peuplements (tab. **096**) ou 39 % des peuplements d'épicéas seraient même trop âgés sur des très bonnes stations (Brändli et Cioldi 2015). D'un point de vue écologique, la forêt suisse est au contraire trop jeune : par comparaison avec les forêts primaire, il lui manque des peuplements dans la « seconde moitié de vie » (cf. 5.2).

Degré de recouvrement de la régénération

La régénération de la forêt est un aspect important pour évaluer la majorité des prestations de la forêt. Il n'existe cependant pas de valeurs cibles à ce sujet, sauf pour la forêt protectrice (cf. 6.2). Le degré de recouvrement de la régénération est estimé pour le peuplement déterminant, comme les critères du peuplement, à l'intérieur de la surface d'interprétation (50 × 50 m) ; il est réparti en six classes.

Comme on peut s'y attendre, les forêts des zones inférieures (stations plus productives, feuillus) sont plus riches en régénération que celles des zones supérieures (résineux, climat rude, concurrence de la végétation). Ainsi les peuplements avec un degré de recouvrement de la régénération supérieur à 50 % présentent une part de 32 % à l'étage collinéen/submontagnard et de seulement

096 **Comparaison de la répartition des classes d'âges avec le modèle selon la classe de fertilité et l'inventaire**

en % par classe de fertilité
ensemble analysé : forêt avec indications d'âge dans la forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante
(= 73,7% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante dans l'IFN4)

Âge du peuplement en années	Fertilité											
	faible/moyenne			bonne			très bonne			toutes les catégories		
	modèle %	IFN3 %	IFN4 %	modèle %	IFN3 %	IFN4 %	modèle %	IFN3 %	IFN4 %	modèle[1] %	IFN3 %	IFN4 %
jusqu'à 30	16,7	15,5	13,1	20,0	17,0	16,3	25,0	21,4	22,4	20,0	17,5	16,7
31-60	16,6	12,7	21,0	20,0	17,2	22,9	25,0	15,6	22,2	20,0	14,9	21,9
61-90	16,7	11,8	13,0	20,0	16,8	18,3	25,0	20,8	18,5	20,0	15,8	16,2
91-120	16,6	16,8	14,7	20,0	25,4	20,2	25,0	27,6	23,2	20,0	22,5	18,8
121-150	16,7	20,3	16,4	20,0	15,6	14,4	–	11,6	11,4	14,0	16,5	14,4
151-180	16,7	10,6	10,0	–	5,1	5,2	–	2,2	1,6	6,0	6,6	6,2
plus de 180	–	12,3	11,8	–	3,0	2,6	–	0,8	0,6	–	6,2	5,8
total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
total en milliers d'ha	–	366,7	344,4	–	300,8	280,8	–	235,7	228,6	–	903,3	853,9

[1] moyenne pondérée des valeurs du modèle selon la proportion de surface des classes de fertilité

3% à l'étage subalpin supérieur (tab. **097**). En particulier dans les zones supérieures, de nombreuses surfaces n'ont que très peu, voire pas du tout de régénération, ce qui est problématique dans les forêts protectrices où une régénération continue est visée (cf. 6.2). À l'étage subalpin supérieur par exemple, deux tiers des peuplements présentent un degré de recouvrement de la régénération inférieur à 10%. La situation a évolué depuis l'IFN3 dans le sens que les peuplements avec un degré de recouvrement de la régénération inférieur à 10% ont augmenté de 30% à 35% (tab. **098**) et ceux avec un degré de 10-50% ont diminué de 52% à 46%. La part de peuplements avec plus de 50% de degré de recouvrement de la régénération s'est maintenue à 19%.

097 **Surface forestière selon le degré de recouvrement de la régénération et l'étage de végétation**

en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Étage de végétation	Degré de recouvrement de la régénération												
	moins de 1%		1-9%		10-25%		26-50%		51-75%		76-100%		total
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%
subalpin supérieur	11,1	1,6	55,7	2,5	23,4	2,1	6,7	1,3	2,4	0,8	0,8	0,5	100
subalpin inférieur	7,5	0,7	41,7	1,4	27,5	1,2	13,3	0,9	7,5	0,7	2,5	0,4	100
montagnard supérieur	5,6	0,6	31,0	1,2	29,8	1,2	19,8	1,0	9,4	0,8	4,4	0,5	100
montagnard inférieur	3,2	0,5	23,9	1,2	28,4	1,2	21,6	1,1	11,7	0,9	11,3	0,9	100
collinéen/submontagnard	2,4	0,4	19,7	1,0	26,5	1,1	19,8	1,0	16,3	0,9	15,3	0,9	100
tous les étages	**5,0**	**0,3**	**30,4**	**0,6**	**27,7**	**0,6**	**17,9**	**0,5**	**10,8**	**0,4**	**8,1**	**0,3**	**100**

098 **Surface forestière selon le degré de recouvrement de la régénération et l'inventaire**

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Degré de recouvrement de la régénération	IFN3		IFN4	
	%	±	%	±
moins de 1 %	3,5	0,2	4,9	0,3
1-9 %	26,2	0,6	30,4	0,6
10-25 %	30,2	0,6	27,7	0,6
26-50 %	20,9	0,5	17,9	0,5
51-75 %	10,8	0,4	10,9	0,4
76-100 %	8,3	0,4	8,2	0,3
total	**100**		**100**	

2.5 Biomasse et stock de carbone

→ **Dans la forêt suisse, les arbres vifs représentent environ 290 millions de tonnes de biomasse, soit 145 millions de tonnes de carbone.**

→ **79 % de la biomasse des arbres vifs sont contenus dans les composantes aériennes des arbres – tronc, branches, aiguilles et feuilles – et 21 % dans les racines.**

→ **Le bois mort représente 20 millions de tonnes de biomasse, soit 10 millions de tonnes de carbone.**



155 millions de tonnes de carbone sont stockés dans la forêt suisse par les arbres vifs et morts ; Gresso TI.

Alors que le bois de tige est le paramètre qui permet de déterminer le volume et le volume total (cf. 2.3), la biomasse des arbres vifs et du bois mort est le paramètre nécessaire pour estimer le stock de carbone, modéliser les flux de matières ou déterminer la quantité de bois énergie commercialisable. Le calcul de la biomasse inclut toutes les composantes aériennes et souterraines de l'arbre et pas seulement le tronc (bois de tige). Les résultats présentés ici pour la biomasse et le stock de carbone se rapportent toujours à la forêt accessible sans la forêt buissonnante (cf. 2.3).

Biomasse des arbres vifs

La biomasse d'un arbre se compose des parties suivantes : le bois de tige en écorce (composé du bois fort de tige, du menu bois de tige, et de la souche), le bois des branches (bois fort des branches en écorce, menu bois des branches), les aiguilles ou les feuilles, et les racines (fig. **049**). Pour calculer la biomasse du bois de tige et celle du bois des branches, le volume de ces composantes de l'arbre est d'abord estimé. Pour le bois de tige, ceci se déroule comme pour le volume de bois (cf. 2.3) à l'aide du DHP (cf. 2.3) ; pour le bois des branches, on utilise d'autres fonctions allométriques (cf. Herold *et al.* 2019). Dans une dernière étape, les volumes estimés sont convertis en biomasse, à l'aide des densités de bois spécifiques par essence (Didion *et al.* 2019, tab. 6.4.1). Pour les aiguilles, les feuilles et les racines, la biomasse est au contraire directement estimée sur la base du DHP à l'aide de fonctions de biomasse (cf. Didion *et al.* 2019). La biomasse des racines fines (<5 mm de diamètre) est estimée à environ 5 % de la masse des grosses racines (Perruchoud *et al.* 1999) et n'est pas prise en compte.

La biomasse des arbres vifs d'au moins 12 cm DHP se chiffre dans la forêt suisse à environ 290 millions de tonnes, soit 241 tonnes/ha (tab. **099**). En raison des densités spécifiques des bois, chaque essence contribue différemment à la biomasse et au volume (tab. **056**). L'épicéa par exemple, en raison de sa densité comparativement plus faible, constitue seulement 38 % de la biomasse mais 43 % du volume.

Environ 79 % de la biomasse des arbres vifs sont stockés dans le tronc, les branches, les aiguilles ou les feuilles, et 21 % dans les racines (tab. **100**). Le bois de tige a la plus grosse part avec environ deux tiers de la biomasse des arbres vifs. Pour les feuillus, la contribution du bois de tige est légèrement plus grande (67 %) que pour les résineux (64 %). Les différences sont plus marquées pour les proportion du bois fort des branches (feuillus : 10 %, résineux : 0 %) et de racines (feuillus : 17%, résineux : 24 %). Il en résulte un rapport racine/pousse plus élevé pour les résineux que pour les feuillus. Ce rapport se définit comme la biomasse souterraine divisée par la biomasse aérienne globale et se laisse dériver du tableau **100**. Les valeurs obtenues pour l'ensemble de la Suisse sont d'environ 0,31 pour les résineux et environ

0,20 pour les feuillus ; elles correspondent aux valeurs observées pour les forêts des zones tempérées (Mokany *et al.* 2006).

À partir du volume (tab. **056**) et de la biomasse des arbres vifs (tab. **099**), on déduit des facteurs de conversion de la biomasse (tab. **101**). Ces facteurs permettent d'estimer aisément à partir de volumes connus (p. ex. au sein d'une exploitation forestière) la biomasse des arbres vifs ou encore seulement la biomasse du bois de tige de ces arbres.

Biomasse du bois mort

La biomasse des arbres morts sur pied ou à terre d'au moins 12 cm DHP est calculée comme pour les arbres vifs, avec deux exceptions. Premièrement on ne considère pas les aiguilles et les feuilles ; deuxièmement on utilise des densités de bois qui tiennent compte de l'état de décomposition observé (Didion *et al.* 2019, tab. 6.4.2). En plus des arbres sur pied ou à terre d'au moins 12 cm DHP (cf. 5.5, volume de bois mort), on inclut dans la biomasse du bois mort aussi le bois mort au sol à partir de 7 cm DHP, pour autant que celui-ci n'ait pas encore été relevé avec les arbres (cf. 5.5, bois mort LIS). Cette somme fournit alors la quantité de bois mort (cf. 5.5).

099 **Biomasse selon l'essence principale**

en millions de tonnes et milliers de kg/ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	1000 kg/ha	± %
épicéa	12,82	5	15,49	5	30,25	3	45,28	3	7,08	8	110,91	2	92,26	2
sapin	9,97	6	8,93	6	13,43	5	4,78	8	1,15	18	38,26	3	31,83	3
pin	1,47	13	1,71	11	0,48	31	3,67	9	0,25	41	7,58	6	6,30	6
mélèze	0,18	34	0,84	16	0,30	35	12,24	5	4,45	8	18,02	4	14,99	4
arole	0,00	*	0,00	*	0,05	75	2,08	10	0,01	59	2,15	10	1,79	10
autres résineux	0,26	36	0,67	24	0,06	44	0,11	25	0,02	89	1,11	17	0,92	17
total résineux	**24,70**	**3**	**27,64**	**3**	**44,56**	**3**	**68,17**	**2**	**12,96**	**5**	**178,03**	**1**	**148,09**	**1**
hêtre	19,28	4	20,30	4	13,12	6	6,35	8	5,51	10	64,55	2	53,69	2
érable	2,49	7	2,45	8	2,39	8	2,27	9	0,38	18	9,97	4	8,30	4
frêne	2,33	10	5,55	8	2,42	10	1,50	11	0,95	16	12,75	5	10,61	5
chêne	2,03	14	3,60	11	0,30	25	0,55	21	0,80	15	7,27	7	6,05	7
châtaignier	0,00	*	0,06	92	0,00	*	0,12	49	5,04	12	5,21	11	4,34	11
autres feuillus	1,80	16	2,78	15	0,88	12	2,94	9	3,63	7	12,04	5	10,01	5
total feuillus	**27,94**	**3**	**34,73**	**3**	**19,11**	**4**	**13,73**	**5**	**16,30**	**5**	**111,79**	**2**	**92,99**	**2**
total	**52,64**	**2**	**62,36**	**2**	**63,66**	**2**	**81,90**	**2**	**29,26**	**3**	**289,82**	**1**	**241,08**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

100 Part des composantes de l'arbre à la biomasse des arbres vifs

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

		Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
résineux	bois de tige	63,5	0,2	65,6	0,2	63,7	0,2	62,7	0,1	62,0	0,3	63,5	0,1
	bois fort de branches	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
	menu bois de branches	9,3	0,1	9,1	0,1	9,7	0,1	7,9	0,1	7,3	0,2	8,7	0,0
	feuilles/aiguilles	4,0	0,0	3,7	0,0	3,9	0,0	4,1	0,0	4,4	0,1	4,0	0,0
	racines	22,9	0,1	21,4	0,1	22,6	0,1	25,1	0,1	26,1	0,3	23,7	0,1
feuillus	bois de tige	69,3	0,3	64,5	0,4	69,2	0,3	67,2	0,4	62,6	1,1	66,6	0,3
	bois fort de branches	7,2	0,3	15,1	0,5	8,1	0,4	7,8	0,4	8,5	0,9	10,1	0,2
	menu bois de branches	6,3	0,1	5,2	0,1	5,3	0,1	4,5	0,1	4,8	0,2	5,3	0,1
	feuilles/aiguilles	1,2	0,0	1,1	0,0	1,2	0,0	1,5	0,0	1,8	0,1	1,3	0,0
	racines	16,0	0,1	14,1	0,1	16,2	0,2	19,0	0,3	22,4	0,4	16,7	0,1
total	bois de tige	66,6	0,2	65,0	0,3	65,3	0,2	63,5	0,1	62,3	0,6	64,7	0,1
	bois fort de branches	3,9	0,2	8,5	0,4	2,5	0,2	1,4	0,1	4,8	0,6	4,0	0,1
	menu bois de branches	7,7	0,1	7,0	0,1	8,4	0,1	7,4	0,1	5,9	0,1	7,4	0,0
	feuilles/aiguilles	2,5	0,0	2,2	0,0	3,1	0,0	3,7	0,0	2,9	0,1	3,0	0,0
	racines	19,3	0,1	17,3	0,1	20,7	0,1	24,1	0,1	24,0	0,2	21,0	0,1

101 Facteurs de conversion pour le volume (volume du bois de tige des arbres vifs) en biomasse

en kg/m³ par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

		Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		kg/m³	± %	kg/m³	± %	kg/m³	± %	kg/m³	± %	kg/m³	± %	kg/m³	± %
biomasse/volume du bois de tige[1]	résineux	605	0	592	0	604	0	644	0	667	1	621	0
	feuillus	804	0	865	1	804	0	817	1	862	2	832	0
	globalement	**697**	**0**	**718**	**1**	**653**	**0**	**668**	**0**	**763**	**1**	**689**	**0**
biomasse du bois de tige/ volume du bois de tige[2]	résineux	384	0	388	0	385	0	404	0	414	0	394	0
	feuillus	557	0	558	0	557	0	549	0	539	0	554	0
	globalement	**464**	**0**	**466**	**1**	**427**	**0**	**424**	**0**	**476**	**1**	**445**	**0**

[1] conversion et expansion du bois de tige en biomasse
[2] conversion du bois de tige en biomasse du bois de tige

Il y a dans la forêt suisse globalement 20 millions de tonnes, soit 17 tonnes/ha de bois mort (tab. **102**). Cette biomasse se répartit à peu près équitablement entre les arbres morts sur pied (33 %), les arbres morts à terre (36 %) et le bois mort LIS (31 %). C'est dans les Alpes que l'on trouve le plus de biomasse de bois mort, avec 7,97 millions de tonnes (47 %, tab. **102**). Par conséquent, la contribution des résineux à la biomasse dans le bois mort est nettement plus élevée (65 %) que celle des feuillus (30 %). Pour 5 % de la biomasse dans le bois mort (ou 16 % dans le bois mort LIS), l'essence n'a pas pu être identifiée (non représenté).

Stock de carbone dans les arbres forestiers

Le stock de carbone et en particulier le bilan du carbone qui résulte de ses variations dans le temps sont des paramètres importants qui doivent régulièrement être rapportés dans le cadre d'engagements internationaux comme le protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (RS 0.814.011), pour l'évaluation des ressources forestières mondiales de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), et pour la conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Forest Europe).

Le carbone stocké dans un arbre (C) découle de sa biomasse et de la teneur en carbone. En se basant sur l'hypothèse générale d'une teneur en carbone moyenne de 50 %, la forêt suisse stocke 145 millions de tonnes de carbone dans les arbres vifs et 10 millions de tonnes de carbone dans les arbres morts, soit au total environ 155 millions de tonnes de carbone ou 129 tonnes/ha. Cette valeur se base sur la biomasse des arbres vifs (tab. **099**) et du bois mort (tab. **102**).

En comparaison avec l'IFN3 (Cioldi *et al.* 2010), le stock de carbone lié dans les arbres vifs et morts a augmenté d'environ 4 % (non représenté). L'augmentation du volume, respectivement du volume total (cf. 2.3) et dans une moindre mesure l'extension de la surface forestière (cf. 2.1) ont contribué à ce bilan positif. Pour un stock global du carbone dans la forêt suisse, on devrait cependant également considérer le sol forestier et ses composants organiques.

WSL/IFN4

102 Biomasse dans le bois mort selon la méthode de relevé pour les résineux et les feuillus

en millions de tonnes et milliers de kg/ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

		Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
		millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	millions de t	± %	1000 kg/ha	± %
biomasse dans les arbres sur pied	résineux	0,50	11	0,52	10	1,22	9	2,11	6	0,32	14	4,66	4	3,88	4
	feuillus	0,29	13	0,35	15	0,25	15	0,33	12	0,75	10	1,95	6	1,62	6
	total	**0,79**	**8**	**0,86**	**9**	**1,46**	**8**	**2,43**	**6**	**1,07**	**8**	**6,61**	**3**	**5,50**	**3**
biomasse dans les arbres à terre	résineux	0,40	12	0,26	13	1,20	11	2,97	6	0,55	16	5,36	4	4,46	4
	feuillus	0,34	15	0,44	16	0,28	16	0,38	13	0,52	12	1,95	6	1,63	6
	total	**0,73**	**9**	**0,70**	**11**	**1,48**	**10**	**3,35**	**5**	**1,07**	**10**	**7,33**	**4**	**6,09**	**4**
biomasse dans le bois mort LIS		1,05	6	1,15	7	1,44	9	2,14	6	0,58	11	6,36	3	5,29	3
total		**2,58**	**5**	**2,66**	**5**	**4,49**	**5**	**7,97**	**4**	**2,64**	**6**	**20,34**	**2**	**16,92**	**2**



L'IFN collecte des informations sur les atteintes aux sols forestiers ainsi que sur les dégâts aux arbres et aux peuplements. L'IFN4 a recensé moins de 1 % de placettes présentant de graves perturbations du sol, essentiellement sur des layons de débardage ou des pistes à machines. La proportion d'arbres morts est en légère hausse et s'établit maintenant à 11 %. Les dégâts les plus fréquents sur les arbres échantillons à partir de 12 cm de DHP sont des blessures étendues aux troncs et aux empattements racinaires. La jeune forêt est quant à elle le plus souvent concernée par l'abroutissement. Depuis l'IFN2, l'intensité d'abroutissement chez les essences écologiquement importantes que sont le chêne et le sapin a fortement augmenté dans toute la Suisse, atteignant respectivement 32 % et 21 %. La proportion de peuplements endommagés est restée stable depuis l'IFN3, en revanche les dégâts étendus ont nettement baissé.

3 Santé et vitalité

Meinrad Abegg, Markus Huber, Christoph Düggelin

Les notions de santé et de vitalité ne s'appliquent pas aisément à la forêt. Une forêt saine peut et même doit contenir des arbres morts. Bien que les arbres morts ne soient plus vitaux en soi, ils jouent un rôle important pour l'écosystème forestier. Ce chapitre aborde les atteintes physiques au sol qui résultent du passage d'engins forestiers, du pacage par les animaux de rente ou des activités humaines de loisirs d'une part, mais aussi les dégâts aux arbres, que ce soit l'abroutissement du jeune arbre ou les blessures au tronc de l'arbre adulte. Ce chapitre contient également des informations sur les dégâts aux peuplements et leur capacité à résister aux perturbations. L'IFN n'est cependant pas en mesure de renseigner le lecteur sur les polluants atmosphériques ou le bilan nutritif des sols, aspects tout aussi significatifs pour la santé de la forêt.

3.1 État des sols

- **Dans l'IFN4, de fortes perturbations du sol ont été observées sur un peu moins de 1 % des placettes, essentiellement sur des layons de débardage ou des pistes à machines.**
- **Des ornières d'engins forestiers ont été observées dans 5 % des placettes, en particulier sur le Plateau. La plupart des ornières se trouvent sur les layons de débardage ou sur les pistes.**
- **La proportion de placettes montrant des traces de pacage s'élève globalement à 10 % et a reculé dans toutes les régions depuis l'IFN3.**
- **La proportion de placettes soumises à une forte influence anthropique s'élève à 6 % ; elle est nettement plus élevée sur le Plateau avec 13 %.**

WSL/IFN4



La passage d'engins forestiers peut entraîner un compactage des sols ; Vordemwald AG.

Lieu de croissance et d'ancrage, réservoir d'éléments nutritifs et d'eau, le sol joue un rôle essentiel dans les écosystèmes forestiers. Diverses prescriptions légales pour la protection des sols sont contenues dans la loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE) du 7 octobre 1983 (RS 814.01), l'ordonnance sur les atteintes portées aux sols (Osol) du 1er juillet 1998 (RS 814.12) et l'ordonnance sur les forêts (OFo) du 30 novembre 1992 (RS 912.01). Cette législation vise à protéger les sols contre les atteintes physiques, biologiques et chimiques susceptibles de mettre en danger leur fertilité. L'IFN relève les traces des atteintes physiques mais ne recense pas les atteintes biologiques ou chimiques. L'accent est ainsi mis sur le compactage des sols causé par les engins forestiers. D'autres activités humaines comme les activités récréatives, les décharges, la construction de bâtiments, l'aménagement d'infrastructures et les drainages influencent également la structure naturelle des sols. Le pacage des animaux de rente, qui peut porter atteinte aux sols, est aussi traité dans ce chapitre.

Dégâts aux sols

Même en adoptant des méthodes de travail soigneuses, la récolte des bois laisse des traces sur les sols forestiers. Cependant, seules des exploitations réalisées de manière peu professionnelle ont des conséquences négatives. Les dégâts durables résultent principalement du passage de lourds engins sur des sols détrempés et sensibles au compactage. Les ornières profondes ainsi créées blessent les systèmes racinaires des arbres, détruisent la structure du sol de surface, et compactent le sol, entravant ainsi l'aération et les échanges gazeux qui s'y déroulent (Lüscher *et al.* 2016).

En Suisse, des ornières sont clairement observables sur 5 % des placettes, avec une proportion nettement plus élevée (13 %) sur le Plateau (tab. **103**). Ceci provient du fait que sur le Plateau, contrairement aux autres régions, la majorité des forêts sont situées en terrain praticable (cf. 2.2) et sont donc accessibles aux engins forestiers (cf. 4.3). Dans l'IFN, un sol est considéré comme gravement endommagé lorsqu'au moment du relevé, des ornières d'au moins 10 cm de profondeur sont visibles et que l'engin a fortement porté atteinte à la structure et la constitution du sol de surface. Selon Lüscher *et al.* (2016), de tels dégâts détériorent durablement la fertilité du sol avec pour conséquences une régénération et une croissance plus difficiles de la végétation adaptée à la station. Des dégâts graves ont été observés sur moins de 1 % des placettes de l'IFN4.

La plupart des ornières observées sur les placettes (86 %) de l'IFN4 se trouvent sur des layons ou des pistes (non représenté). Les sols forestiers ne sont généralement endommagés que sur les tracés prévus à cet effet dans la planification de la récolte. Depuis l'IFN3, le nombre de placettes sur lesquelles des perturbations ont été observées a considérablement augmenté. Les perturbations moyennes à fortes ont été les plus fréquentes dans le Jura et sur le Plateau (non représenté).

103 **Proportion de placettes avec perturbation du sol**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Perturbation du sol	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
légère	5,2	0,7	7,1	0,8	2,7	0,5	0,3	0,1	0,4	0,2	2,9	0,2
moyenne	1,7	0,4	4,1	0,6	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	*	1,2	0,1
grave (détérioration durable)	1,7	0,4	1,6	0,4	0,6	0,2	0,0	*	0,0	*	0,7	0,1
total	**8,6**	**0,9**	**12,9**	**1,0**	**3,7**	**0,6**	**0,5**	**0,2**	**0,4**	**0,2**	**4,8**	**0,3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Pacage

L'IFN relève les traces de piétinement du bétail et les infrastructures de pacage. De telles traces ont été observées sur 10 % des placettes (tab. **104**). Sur le Plateau, ce chiffre est plus faible (1 %) que dans les autres régions, où il se situe entre 9 et 15 %. Dans toutes les régions, les traces indiquent dans plus de la moitié des cas un pacage actuel intensif de la forêt, c'est-à-dire pendant la saison actuelle ou précédente. Par rapport à l'IFN3, la proportion de placettes où le pacage est actuellement intensif a augmenté dans le Jura et sur le Plateau, et en conséquence aussi à l'échelle nationale (non représenté).

Autres influences anthropiques sur la station et le peuplement

La construction de routes forestières, les exploitations de bois et le pacage engendrent les impacts anthropiques les plus importants en forêt, abstraction faite des apports de polluants. L'IFN relève sous le terme de « perturbation » les traces d'autres activités anthropiques intensives (par exemple les activités récréatives) pour autant que celles-ci génèrent des dégâts significatifs sur les arbres ou que la ré et la végétation au sol soient détruits sur plus de 10 % de la surface d'interprétation. Tous les types de construction (à l'exception des routes forestières), les décharges (dépôts [sauvages] d'ordures, de matériaux de démolition ou de déchets de jardinage) et les drainages sont recensés comme « surcharges ».



Des décharges sauvages ont été recensées sur 1,4 % des placettes ; Froideville VD.

WSL/IFN4

Au plan suisse, 1 % des placettes présente des atteintes dues aux activités récréatives intensives et 5 % abritent des décharges, des drainages ou des constructions (tab. **105**). Le pourcentage de placettes avec des perturbations ou des surcharges atteint 13 % sur le Plateau et 3 à 8 % dans les autres régions, des chiffres qui sont entre autres corrélés avec la densité de population.

La proportion de placettes sur lesquelles se trouvent des décharges de matériaux non forestiers, par exemple des déchets de jardin, de construction ou des déchets ménagers, a eu tendance à diminuer entre l'IFN3 et l'IFN4 (non représenté).

104 Placettes d'échantillonnage selon l'intensité de pacage

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Intensité du pacage	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pacage intensif avec traces récentes	10,0	0,9	1,0	0,3	6,8	0,7	11,6	0,7	4,5	0,7	7,5	0,3
autres traces de pacage	1,8	0,4	0,4	0,2	3,8	0,6	3,0	0,4	4,2	0,7	2,6	0,2
pas de pacage	88,2	1,0	98,6	0,3	89,4	0,9	85,4	0,8	91,3	1,0	89,9	0,4
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	
proportion de placettes avec traces de pacage[1]	11,8	1,0	1,4	0,3	10,6	0,9	14,6	0,8	8,7	1	10,1	0,4

[1] proportion de pacage

105 Placettes d'échantillonnage selon le facteur anthropique affectant le peuplement ou la station

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Peuplement affecté par:	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
activités récréatives	0,7	0,3	1,7	0,4	0,5	0,2	0,4	0,1	0,9	0,3	0,8	0,1
constructions, armée, chasse, etc.	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1
total	**1,0**	**0,3**	**2,0**	**0,4**	**0,6**	**0,2**	**0,5**	**0,2**	**1,3**	**0,4**	**1,0**	**0,1**
Station affectée par:												
décharges	0,8	0,3	2,4	0,5	1,6	0,4	1,0	0,2	1,4	0,4	1,4	0,2
drainages non entretenus	0,4	0,2	7,0	0,7	4,4	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	2,3	0,2
drainages entretenus	0,0	*	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
constructions[1]	1,2	0,3	0,9	0,3	1,1	0,3	1,8	0,3	1,2	0,4	1,3	0,1
total	**2,4**	**0,5**	**10,6**	**0,9**	**7,5**	**0,8**	**3,1**	**0,4**	**2,9**	**0,6**	**5,2**	**0,3**
pas d'impact	96,6	0,6	87,4	1,0	92,0	0,8	96,4	0,4	95,8	0,7	93,8	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] sans les routes forestières
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

3.2 Dégâts aux arbres

L'abroutissement de la pousse terminale par les ongulés sauvages reste le dégât le plus répandu dans la jeune forêt. La reptation de la neige, les glissements de terrain et les chutes de pierres jouent aussi un rôle.

L'intensité d'abroutissement a nettement augmenté chez le sapin, une essence capitale pour la forêt protectrice. Avec 21 %, elle dépasse désormais largement la valeur indicative fixée à 9 %. Chez le chêne, l'abroutissement a encore augmenté depuis l'IFN2 pour atteindre 32 %. Parmi les espèces principales, le chêne est désormais le plus fréquemment abrouti.

La proportion d'arbres morts de plus de 12 cm de DHP a augmenté de 2 points de pourcentage par rapport à l'IFN3 et atteint aujourd'hui 11 % du nombre total de tiges.

Près de 70 % des arbres de plus de 12 cm de DHP ne présentent aucun dégât visible. Les blessures de l'écorce sont en Suisse le dégât le plus répandu aux arbres vifs de plus de 12 cm de DHP (12 %).

La proportion de frênes endommagés ou morts a augmenté depuis l'IFN3 dans la jeune forêt ainsi que pour les arbres de plus de 12 cm de DHP ; ceci est probablement dû au dépérissement des pousses du frêne (chalarose).

WSL/IFN4

Par souci de simplification et par analogie avec les règles lexicales de Forest Europe, les caractéristiques des arbres traitées dans ce chapitre sont qualifiées de « dégâts » bien qu'elles n'aient pas toujours d'influence sur l'écosystème de la forêt ni sur ses prestations. Cette dénomination ne doit donc pas systématiquement être interprétée négativement.

Dégâts à la jeune forêt

Dans l'IFN, la jeune forêt désigne les arbres dont le DHP est inférieur à 12 cm et la hauteur supérieure à 10 cm. Deux procédés sont appliqués pour évaluer les dégâts à la jeune forêt. Le premier consiste, à partir du centre de la placette de jeune forêt, à rechercher sur la première tige de jeune forêt de chacune des quatre classes de grandeur les différents dégâts (par exemple l'abroutissement, les maladies, la cime sèche, les dégâts de récolte). Ce procédé permet d'estimer la surface forestière la plus proche d'une essence de la jeune forêt. Le deuxième procédé consiste à compter les tiges du rajeunissement sur une surface circulaire adaptée à chaque classe de grandeur et à en relever les dégâts d'abroutissement de la pousse terminale. Ce procédé fournit le nombre de tiges du rajeunissement. Dans les deux cas, les données ne sont collectées que sur des placettes où une régénération serait effectivement possible. Ainsi, les routes forestières, ruisseaux et autres sont exclus du relevé.

Sur 69 % de la surface forestière, aucun dégât n'a été constaté sur des tiges de jeunes arbres (tab. **106**). Parmi celles qui sont endommagées (surfaces), de nombreuses tiges montrent des dégâts multiples. En conséquence, la somme des proportions de surface forestière ne correspond pas à la proportion de surface forestière comportant des tiges de jeune forêt endommagées. Dans la jeune forêt jusqu'à 130 cm de hauteur, l'abroutissement de la pousse terminale par les ongulés est le dégât le plus fréquent (20 %). Sur 17 % de la surface forestière, les jeunes arbres présentent des dégâts dus à la reptation de la neige, aux glissements de terrain, aux chutes de pierres, à l'érosion ainsi qu'à d'autres causes non spécifiées. Sur 3 % de la surface forestière, les jeunes arbres présentent une cime sèche, un symptôme qui



L'intensité de l'abroutissement a fortement augmenté chez le sapin et le chêne ; Riehen BS.

peut avoir plusieurs causes, dont l'abroutissement ou la frayure, mais aussi des maladies cryptogamiques ou des conditions de croissance défavorables. Les autres dégâts (frayure ou écorçage, dégâts de récolte ou champignons) ont été observés chacun sur 2 % au maximum de la surface forestière. Dans l'IFN4, la frayure et l'écorçage sont regroupés en une caractéristique unique, si bien qu'il n'est pas possible de procéder à une analyse statistique différenciée. On peut néanmoins supposer que chez les tiges jusqu'à 130 cm de hauteur, la frayure a été plus fréquemment observée. À l'inverse, sur les jeunes arbres plus grands, c'est l'écorçage qui prédomine, de manière d'autant plus marquée que le diamètre de la tige est élevé. La frayure et l'écorçage ont été observés sur 7 % de la surface forestière avec des mélèzes dans cette classe de jeune forêt (non représenté) ; pour les autres essences principales, la proportion de surface forestière avec des tiges frayées (et écorcées) reste pour la plupart en dessous de 3 %. La frayure et l'écorçage sur les arbres dépassant 130 cm de hauteur, toutes essences confondues, sont observés sur 3 % de la surface forestière. Pour certaines essences principales, cette proportion peut atteindre 10 %, notamment pour l'arole (non représenté). Chez le frêne, 14 % de la surface forestière avec régénération de frêne étaient affectés par des maladies et ce pourcentage grimpe jusqu'à 30 % pour la classe de plus de

106 Proportion de plantes endommagées par classe de jeune forêt

en %
ensemble analysé : forêt avec relevé de la jeune forêt (= 98,6% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Type de dégâts	Jeune forêt – classes de hauteur				Jeune forêt – classes de diamètre (DHP)		Toutes les classes	
	10-39 cm		40-129 cm		0-11 cm			
	%	±	%	±	%	±	%	±
cime sèche	1,6	0,2	2,8	0,3	4,3	0,2	3,3	0,1
frayé, écorcé	0,1	0,1	1,3	0,2	2,7	0,2	1,8	0,1
pousse terminale abroutie[1]	18,2	0,6	20,9	0,6	–		*19,6	0,5
dégâts de récolte	0,6	0,1	1,6	0,2	2,6	0,2	1,9	0,1
maladies cryptogamiques	0,9	0,2	2,2	0,2	2,6	0,2	2,1	0,1
autres dégâts[2]	7,8	0,4	14,8	0,5	22,2	0,5	17,0	0,3
pas de dégâts[3]	74,1	0,7	63,2	0,7	69,2	0,5	68,8	0,4

[1] seulement relevé pour la jeune forêt – classes de hauteur 10-129 cm
[2] glissement de terrain, érosion, chutes de pierres ou reptation de la neige, neige lourde ou autres dégâts
[3] aucun des dégâts mentionnés ci-dessus
* moyenne de la jeune forêt – classes de hauteur 10-129 cm

130 cm de hauteur (non représenté). Dans la plupart des cas, il s'agit du dépérissement (ou flétrissement) des pousses du frêne provoqué par un champignon (*Hymenoscyphus fraxineus*) originaire de l'Asie du Sud-Est (Rigling *et al.* 2016). Lors de l'IFN3, la proportion de surface avec régénération de frêne présentant les symptômes de cette maladie n'était encore que d'environ 1 % (non représenté). Toutes essences confondues, la fréquence des dégâts à la jeune forêt n'enregistre aucune évolution significative depuis l'IFN3 ou alors une légère tendance à la baisse (non représenté).

Le comptage et l'appréciation de l'état des jeunes arbres dans les placettes de jeune forêt livre des informations sur l'**abroutissement par les ongulés sauvages**, qui reste le dégât principal à la jeune forêt. L'abroutissement répété de la pousse terminale peut ralentir la croissance de la jeune forêt ou en modifier la composition (Kupferschmid *et al.* 2019). Ce dégât se fait surtout sentir dans les peuplements dont la régénération est en cours. Les peuplements dits « en phase de régénération » sont les régénérations et les fourrés, les peuplements avec régénération sous couvert et la futaie d'aspect jardiné. Cette catégorie regroupe près de 20 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante. Étant donné que la proportion de tiges abrouties dans les peuplements en phase de régénération et celle dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante sont presque identiques (non représenté), les affirmations qui suivent concernent la forêt accessible sans la forêt buissonnante. L'impact de l'abroutissement s'exprime par l'intensité d'abroutissement (Eiberle et Nigg 1987 ; Odermatt 2018), à savoir le pourcentage d'arbres compris entre 10 et 130 cm de hauteur dont la pousse terminale a été sectionnée par des ongulés sauvages durant l'année précédant l'inventaire. Ce pourcentage ainsi déterminé peut être comparé avec la valeur d'abroutissement admissible (Eiberle et Nigg 1987). Si l'intensité d'abroutissement dépasse la valeur admissible, on peut s'attendre à long terme à une mortalité due à l'abroutissement. Afin de déterminer précisément l'intensité d'abroutissement, l'IFN4 a dénombré dans les placettes de jeune forêt les tiges par classe de grandeur, par essence et par état de l'abroutissement de l'année précédente. Pour des raisons méthodologiques, l'intensité d'abroutissement obtenue à partir de ces données peut différer de celle résultant de l'observation des jeunes arbres situés immédiatement à proximité du centre de la placette de jeune forêt. Étant donné que dans le précédent inventaire, les tiges n'ont pas été dénombrées selon l'état d'abroutissement, cette caractéristique ne sera pas comparée ici avec l'IFN3, mais uniquement avec l'IFN2. Toutefois, en raison de l'approche différente pour estimer les traces d'abroutissement (deux cicatrices de bourgeons dans l'IFN2 contre une seule dans l'IFN4), l'intensité d'abroutissement a été surestimée dans l'IFN2 par rapport à l'IFN4. De ce fait, seules les augmentations de l'intensité d'abroutissement ont pu être déterminées.

En moyenne, pour l'ensemble de la Suisse et toutes essences confondues, l'intensité d'abroutissement est de 13 %. Elle est la plus élevée au Sud des Alpes (22 %), où elle a fortement augmenté, suivi des Alpes (17 %, tab. **107**).

Les différences entre les essences sont toutefois considérables. Le chêne est le plus fortement abrouti, avec une intensité très élevée qui se situe à 32 %. On notera aussi qu'elle était encore nettement plus faible dans l'IFN2 chez cette essence (non représenté). Les autres essences feuillues occupent le deuxième rang (27 %), tout particulièrement le sorbier des oiseleurs (36 %) et le tremble (27 %) (non représenté). Le châtaignier est également fortement abrouti (24 %) et, tout comme le chêne, l'augmentation par rapport à l'IFN2 est forte (non représenté). Le frêne et l'érable sont certes relativement fortement touchés (14 %, respectivement 19 %) mais l'intensité d'abroutissement reste, sauf pour l'érable dans les Alpes, en dessous de la valeur admissible selon Eiberle et Nigg (1987 ; frêne : 35 %, érable : 30 %). Pour l'érable dans les Alpes, elle se situe aux alentours de la valeur indicative. Ces deux essences se rajeunissent abondamment, comme le montre la densité moyenne élevée de tiges à l'hectare, soit 4300 tiges pour l'érable et 4600 tiges pour le frêne (chap. 2, tab. **067**).

En considérant les régions économiques (fig. **108**), il apparaît que l'érable est cependant nettement plus abrouti (47 %) pour une densité de tiges plus faible dans la jeune forêt de la région sud-est des Alpes. Le même phénomène s'observe chez le frêne, cette fois dans la région nord-ouest des Alpes (37 %), également pour une densité relativement basse de tiges de la jeune forêt.

Parmi les résineux, le sapin est le plus fréquemment abrouti (21 %; tab. **107**) pour un nombre de tiges dans la classe de jeune forêt de 10 à 129 cm de hauteur d'environ 900 tiges par hectare sur l'ensemble du territoire (chap. 2, tab. **067**). Lors de l'IFN2, l'intensité d'abroutissement du sapin était encore environ deux fois moins élevée pour un nombre de tiges sensiblement égal (non représenté). Pour cette essence, la valeur admissible fixée à 9 % est largement dépassée dans toutes les régions sauf au Sud des Alpes. La situation est particulièrement grave dans les Alpes car le nombre de tiges de la jeune forêt y est relativement faible. Les autres essences résineuses sont moins touchées par l'abroutissement. Pour l'épicéa, l'abroutissement n'est pas problématique : avec une intensité de 2 % pour l'ensemble de la Suisse et une variation de 1 % à 3 % dans les régions de production, il reste largement en dessous de la valeur admissible définie par Eiberle et Nigg (1987). La comparaison entre régions économiques montre que l'est du Jura se distingue nettement du reste de la Suisse avec une intensité d'abroutissement de 25 % chez l'épicéa (fig. **108**), avec cependant une marge d'erreur élevée.

107 **Proportion de plantes abrouties dans la jeune forêt – classes de hauteur 10-129 cm selon les essences principales**

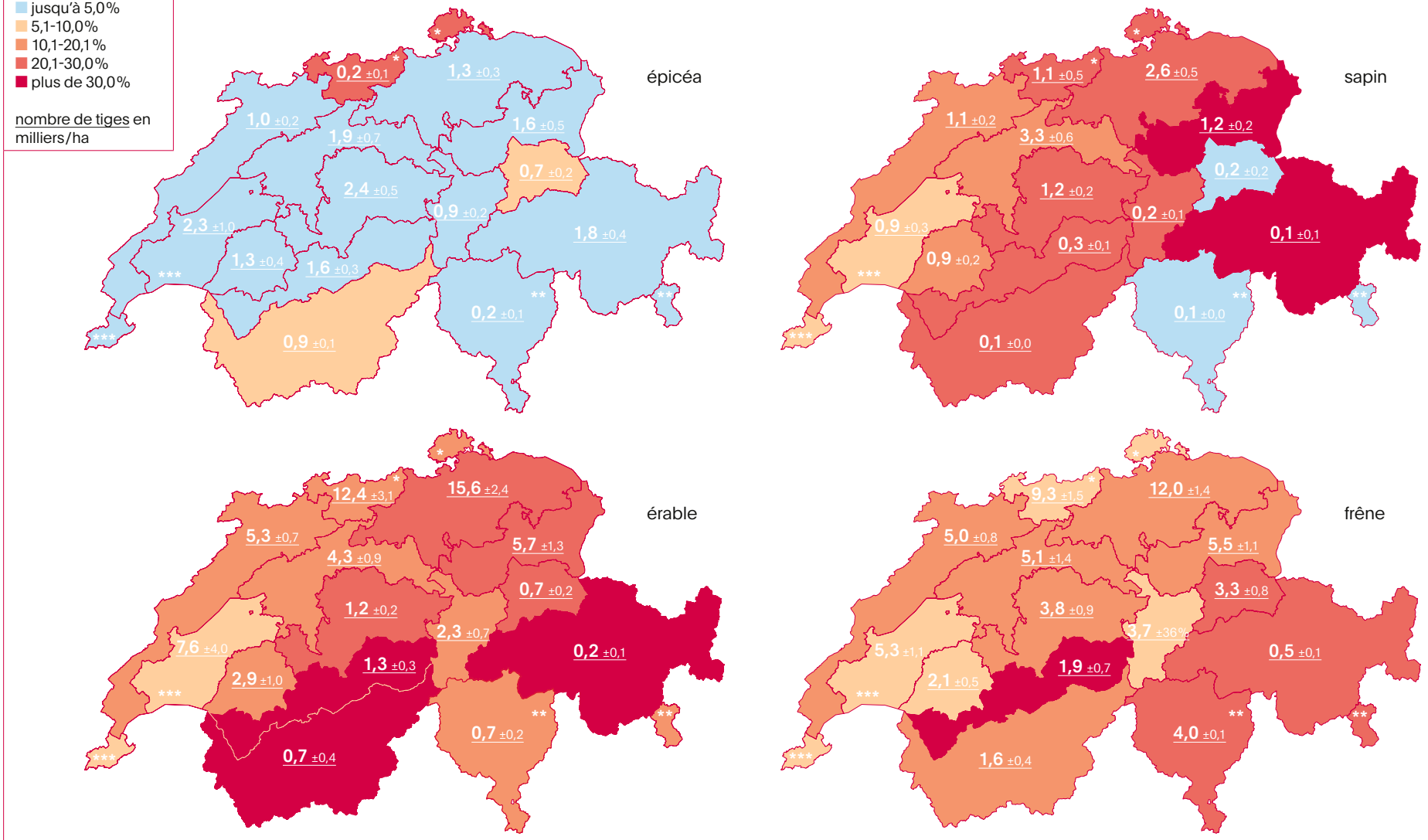
en % par région de production
ensemble analysé: forêt avec relevé de la jeune forêt (= 98,6% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	2,0	1,0	0,7	0,4	3,1	1,4	3,4	0,8	2,1	1,6	2,4	0,5
sapin	14,6	3,0	19,2	3,1	26,9	4,2	29,0	10,0	3,4	3,5	20,5	2,1
pin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	2,3	0,0	0,0	3,5	1,8
mélèze	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	2,4	7,7	4,5	8,7	2,1
arole	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0
autres résineux	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hêtre	3,8	0,7	2,3	0,4	2,0	0,5	7,4	2,4	8,5	5,1	3,5	0,4
érable	17,5	1,8	17,4	3,2	21,4	2,6	33,0	3,4	17,8	4,9	18,9	1,7
frêne	11,9	1,6	11,3	1,3	13,6	2,1	21,8	3,5	22,8	6,6	14,4	1,1
chêne	30,5	10,2	41,3	15,3	0,0	0,0	20,5	6,7	7,7	4,7	31,6	8,7
châtaignier	0,0	0,0	26,6	2,1	0,0	*	100,0	0,0	20,6	6,1	23,6	4,5
autres feuillus	27,9	3,0	10,8	2,2	31,8	3,7	30,7	2,7	38,5	5,4	26,8	1,6
total	**10,6**	**1,0**	**11,5**	**1,4**	**13,1**	**1,1**	**17,2**	**1,7**	**21,7**	**4,4**	**12,7**	**0,7**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

108 Proportion de plantes abrouties et nombre de tiges de la jeune forêt – classes de hauteur 10-129 cm

ensemble analysé: forêt avec relevé de la jeune forêt (= 98,6% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)



*/**/*** même région économique

WSL/IFN4

109 Nombre total de tiges selon l'occurrence de dégâts

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Gravité des dégâts	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Zones inférieures		Zones supérieures	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de dégât visible	73,9	0,7	79,5	0,6	70,2	0,8	65,0	0,6	60,8	1,1	69,2	0,3	70,9	0,5	67,7	0,5
un dégât visible	13,4	0,5	11,1	0,4	13,5	0,5	15,0	0,3	16,8	0,6	14,1	0,2	13,8	0,3	14,3	0,3
deux dégâts visibles ou plus	4,7	0,3	3,0	0,2	4,8	0,3	5,8	0,2	7,8	0,4	5,3	0,1	5,3	0,2	5,2	0,2
arbres morts ou couchés[1]	8,0	0,4	6,3	0,3	11,5	0,5	14,2	0,4	14,6	0,7	11,5	0,2	10,0	0,3	12,8	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] y compris les arbres couchés mais verts

110 Proportion du nombre total de tiges selon les principaux types de dégâts

en % du nombre total de tiges par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type de dégâts[1]	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de dégât visible	73,9	0,7	79,5	0,6	70,2	0,8	65,0	0,6	60,8	1,1	69,2	0,3
bois mis à nu	12,9	0,6	8,5	0,4	11,5	0,6	11,6	0,4	16,7	0,7	12,0	0,2
fente, bourrelet	0,1	0,0	0,3	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1	0,8	0,1	0,5	0,0
cassure de la tige	1,0	0,1	0,8	0,1	0,9	0,1	1,0	0,1	1,5	0,2	1,0	0,1
défoliation >50%	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	1,6	0,3	0,5	0,1
cime sèche	1,1	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1	2,9	0,3	1,1	0,1
chancre	0,8	0,1	0,6	0,1	0,9	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,7	0,0
nécrose corticale	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
inclusion	0,8	0,2	0,2	0,1	1,2	0,2	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1
coulée de résine	2,2	0,2	3,3	0,2	3,6	0,2	6,9	0,3	1,9	0,2	4,2	0,1
dégâts divers[2]	1,1	0,1	0,8	0,1	1,0	0,1	1,4	0,1	1,8	0,2	1,2	0,1
arbres couchés mais verts	0,2	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1	1,1	0,1	0,8	0,1	0,6	0,1
arbres morts[3]	7,8	0,4	6,1	0,3	11,1	0,5	13,0	0,4	13,8	0,7	10,8	0,2

[1] plusieurs types de dégâts peuvent être observés sur le même arbre mais seulement deux types sont enregistrés
[2] fourche ou branche principale cassée ou sciée, insectes, champignons, balais de sorcière, dégâts dus aux oiseaux
[3] secs sur pied ou morts couchés



WSL/IFN4

Les blessures corticales qui mettent le bois à nu sont le type de dégât le plus fréquent; Gempen SO.

Dégâts aux arbres

Les arbres échantillons à partir de 12 cm de DHP sont classés comme vifs ou morts, debout ou à terre. Au maximum deux «dégâts» par arbre vif sont identifiés et décrits. Sont considérés comme dégâts les blessures ou maladies en mesure de perturber les processus physiologiques de l'arbre. Ces dégâts diminuent souvent la valeur du bois. Du point de vue de la biodiversité, ils peuvent toutefois aussi être souhaitables car ils constituent alors un habitat pour des insectes xylophages. Dans l'IFN, seuls les dégâts visibles sont recensés. Ainsi des champignons à l'intérieur du tronc ou le stade initial d'une pullulation d'insectes ne sont pas détectés. Lors de l'appréciation de la proportion d'arbres atteints, il faut garder à l'esprit que ces arbres demeurent plus ou moins longtemps en forêt. Dans les forêts régulièrement entretenues, les arbres malades ou morts sont souvent éliminés. La durée de la décomposition des arbres morts varie selon l'essence et le climat (Lachat *et al.* 2014), si bien qu'un arbre mort peut faire plusieurs fois l'objet d'un relevé.

Dans l'IFN4, 69% des arbres échantillons sont sains, 19% ont au moins un dégât visible et 12% sont morts ou sont couchés vifs (tab. **109**). Les arbres endommagés sont plus fréquents au Sud des Alpes (25%) et dans les Alpes (21%) que sur le Plateau (14%). Au plan suisse, il n'y a pas de différences notables entre les zones supérieures et inférieures.

La proportion d'arbres morts varie beaucoup selon les régions; au Sud des Alpes, dans les Alpes et les Préalpes, elle est presque deux fois plus élevée que dans les régions exploitées régulièrement comme le Plateau et le Jura (tab. **110**). Depuis l'IFN3, elle a augmenté chaque année de 1 à 4 % dans toutes les régions. C'est au Sud des Alpes et dans le Jura que cette augmentation est la plus marquée (tab. **111**).

Parmi les **types de dégâts** observés, les larges blessures corticales au tronc et aux empattements qui mettent à nu le bois sont de loin les plus fréquentes avec 12% (tab. **110**). Ce chiffre est resté pratiquement inchangé depuis l'IFN3 (tab. **111**). Le Sud des Alpes enregistre la plus forte proportion de blessures corticales (17%) et le Plateau la plus basse (9%). Le deuxième dégât le plus fréquent est l'écoulement de résine (4%), qui survient le plus souvent dans les Alpes (7%) – une valeur nettement plus élevée que dans les autres régions. Ceci s'explique par l'accumulation dans cette région d'événements provoquant des blessures corticales, ainsi que la prédominance de l'épicéa, essence sujette aux écoulements de résine. Tous les autres dégâts, que ce soit le bris du tronc, le chancre, le flétrissement de la cime ou la nécrose de l'écorce, concernent moins de 2% des arbres sur l'ensemble de la Suisse (tab. **110**).

111 **Évolution du nombre total de tiges selon les principaux types de dégâts**

en % du nombre total de tiges par an et par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Type de dégâts[1]	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%/an	±	%/an	±	%/an	±	%/an	±	%/an	±	%/an	±
pas de dégât visible	−0,2	0,2	−0,4	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1
bois mis à nu	0,0	0,5	−1,7	0,5	−1,2	0,4	−0,3	0,4	1,1	0,6	−0,4	0,2
fente, bourrelet	−10,7	0,3	−7,0	1,2	−3,8	1,6	−2,0	1,6	4,8	3,1	−5,6	0,6
cassure de la tige	−1,5	1,4	−5,6	1,1	−6,4	0,8	−5,1	0,7	−0,5	1,7	−4,4	0,5
défoliation >50%	−2,8	2,8	9,8	8,3	−2,7	2,6	−3,7	2,0	7,7	5,8	0,9	1,9
cime sèche	−0,3	1,5	−0,7	2,2	1,3	2,3	−1,7	1,3	4,1	1,9	0,8	0,8
chancre	−3,8	1,0	−4,1	1,3	−4,2	1,1	−5,3	1,0	−4,1	1,7	−4,4	0,5
nécrose corticale	−10,1	1,4	−7,7	1,7	−10,0	1,6	−12,5	0,7	−12,4	1,2	−10,7	0,7
inclusion	1,2	2,6	−3,9	2,0	−2,8	1,1	7,5	2,7	0,6	3,0	0,4	1,0
coulée de résine	−2,7	1,0	−2,3	0,8	−2,3	0,9	0,7	0,6	−1,5	1,3	−0,9	0,4
dégâts divers[2]	4,6	2,7	−1,7	1,6	0,7	2,5	9,7	2,2	3,7	2,5	4,0	1,1
arbres couchés mais verts	7,0	7,8	−1,9	3,0	1,0	3,2	4,1	2,4	7,6	4,7	3,7	1,6
arbres morts[3]	3,9	0,8	1,1	0,7	0,9	0,5	2,4	0,3	4,0	0,7	2,3	0,2

[1] plusieurs types de dégâts peuvent être observés sur le même arbre mais deux seulement sont enregistrés
[2] fourche ou branche principale cassée ou sciée, insectes, champignons, balais de sorcière, dégâts dus aux oiseaux
[3] secs sur pied ou morts couchés

Alors que dans le Jura, sur le Plateau et dans les Préalpes, ces dégâts sont en grande partie d'origine anthropique (par exemple lors de la récolte des bois ou d'autres activités humaines), les intempéries, les chutes de pierres et autres dangers naturels gravitaires constituent la principale cause dans les Alpes et au Sud des Alpes (tab. **112**). Au Sud des Alpes, les feux de forêt sont une cause supplémentaire, mais les dégâts qu'ils causent restent très faibles (1 %). Dans les Préalpes, les Alpes et le Sud des Alpes, des dégâts d'écorçage ont été constatés sur 1 % des arbres de DHP entre 12 et 20 cm (non représenté) et sont nettement moins présents sur le Plateau et dans le Jura. Les proportions attribuées aux diverses causes de dégâts sont restées pratiquement les mêmes depuis l'IFN2 qui en a la première fois tenu compte, à l'exception notable des dégâts d'origine anthropique (récolte et autres) qui, eux, ont reculé (tab. **113**).

Pour faciliter l'interprétation globale, les dégâts aux arbres échantillons sont pondérés par leur nombre et l'importance en suivant les règles fixées lors de l'IFN1. À chaque arbre échantillon est attribuée un des degrés de gravité des **dégâts suivants**: « aucun dégât constaté », « dégât léger », « dégât moyen », « dégât grave », « dégât très grave » ou « arbre mort ». Dans l'ensemble, 19 % du nombre total de tiges sont atteints à différents degrés et 11 % sont morts (tab. **114**). De toutes les essences, le châtaignier est le plus fortement endommagé. Depuis l'IFN2, les proportions de châtaigniers endommagés et morts ont fortement progressé et affichent maintenant, sur les placettes communes, respectivement 34 % et 27 % (fig. **115**). Cette progression peut

112 Proportion du nombre de tiges par cause de dégâts

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Cause de dégâts	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
dégâts de récolte	2,7	0,2	2,8	0,2	2,2	0,2	0,7	0,1	0,1	0,0	1,5	0,1
activités humaines (sans dégâts de récolte)	1,4	0,2	1,0	0,2	1,7	0,2	0,9	0,1	0,8	0,2	1,1	0,1
feux	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,3	0,2	0,0
chutes de pierres	2,5	0,4	0,2	0,1	2,5	0,4	4,1	0,3	4,7	0,5	3,0	0,2
intempéries[1]	1,0	0,1	0,9	0,1	1,7	0,2	2,6	0,2	3,3	0,3	2,0	0,1
divers[2]	2,1	0,2	1,5	0,2	2,0	0,2	2,0	0,1	2,7	0,3	2,0	0,1
indéterminé[3]	9,5	0,4	8,2	0,3	9,5	0,3	12,0	0,3	14,2	0,6	10,8	0,2

[1] vent, neige lourde, gel, insolation, foudre, sécheresse, grêle
[2] glissement de terrain, érosion, insectes, ongulés sauvages, rongeurs, animaux de rente, champignons, bactéries et virus
[3] sans la défoliation

WSL/IFN4

113 Nombre de tiges selon les principaux dégâts par inventaire

en % du nombre total de tiges
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Cause de dégâts	IFN2		IFN3		IFN4	
	%	±	%	±	%	±
dégâts de récolte	4,2	0,1	2,0	0,1	1,6	0,1
activités humaines (sans dégâts de récolte)	2,2	0,1	1,5	0,1	1,1	0,1
feux	0,4	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0
chutes de pierres	3,1	0,2	2,8	0,2	2,9	0,2
intempéries[1]	2,8	0,1	2,0	0,1	1,8	0,1
divers[2]	2,8	0,1	2,4	0,1	2,0	0,1
indéterminé[3]	8,3	0,2	11,8	0,2	10,9	0,2

[1] vent, neige lourde, gel, insolation, foudre, sécheresse, grêle
[2] glissement de terrain, érosion, insectes, ongulés sauvages, rongeurs, animaux de rente, champignons, bactéries et virus
[3] sans la défoliation

s'expliquer par le fait que la plupart de ces châtaigniers sont de minces rejets de souche condamnés de toute manière par manque d'espace, qui perdurent très longtemps et entrent à chaque inventaire dans le décompte des arbres morts. La proportion de pins morts (20 %) est également élevée en comparaison avec les autres essences et en hausse constante depuis l'IFN2. Elle pourrait s'expliquer par l'augmentation de la mortalité observée dans les zones inférieures du Valais et de la vallée du Rhin près de Coire suite à la forte sécheresse (Etzold *et al.* 2016). En ce qui concerne l'épicéa, l'essence la plus représentée dans la forêt suisse, 19 % des arbres sont légèrement à très gravement endommagés et 12 % morts. La proportion d'épicéa morts a à peine progressé depuis le dernier inventaire alors que celui des arbres endommagés a légèrement reculé. Le frêne, assailli par le dépérissement des pousses, a vu sa proportion d'arbres endommagés ou morts progresser depuis l'IFN3. Cette progression est cependant moins forte que celle concernant les tiges de frêne de la jeune forêt (Meier *et al.* 2017). Les essences pionnières et celles qui colonisent les sites marqués par des phénomènes naturels (chutes de pierres, laves torrentielles) sont également très touchées. C'est par exemple le cas du saule marsault dont 40 % des tiges sont endommagées et 19 % morts (non représenté). Les ormes sont également fortement touchés, avec une proportion élevée d'individus endommagés ou morts ; 15 % des ormes sont endommagés et 21 % sont morts (non représenté).

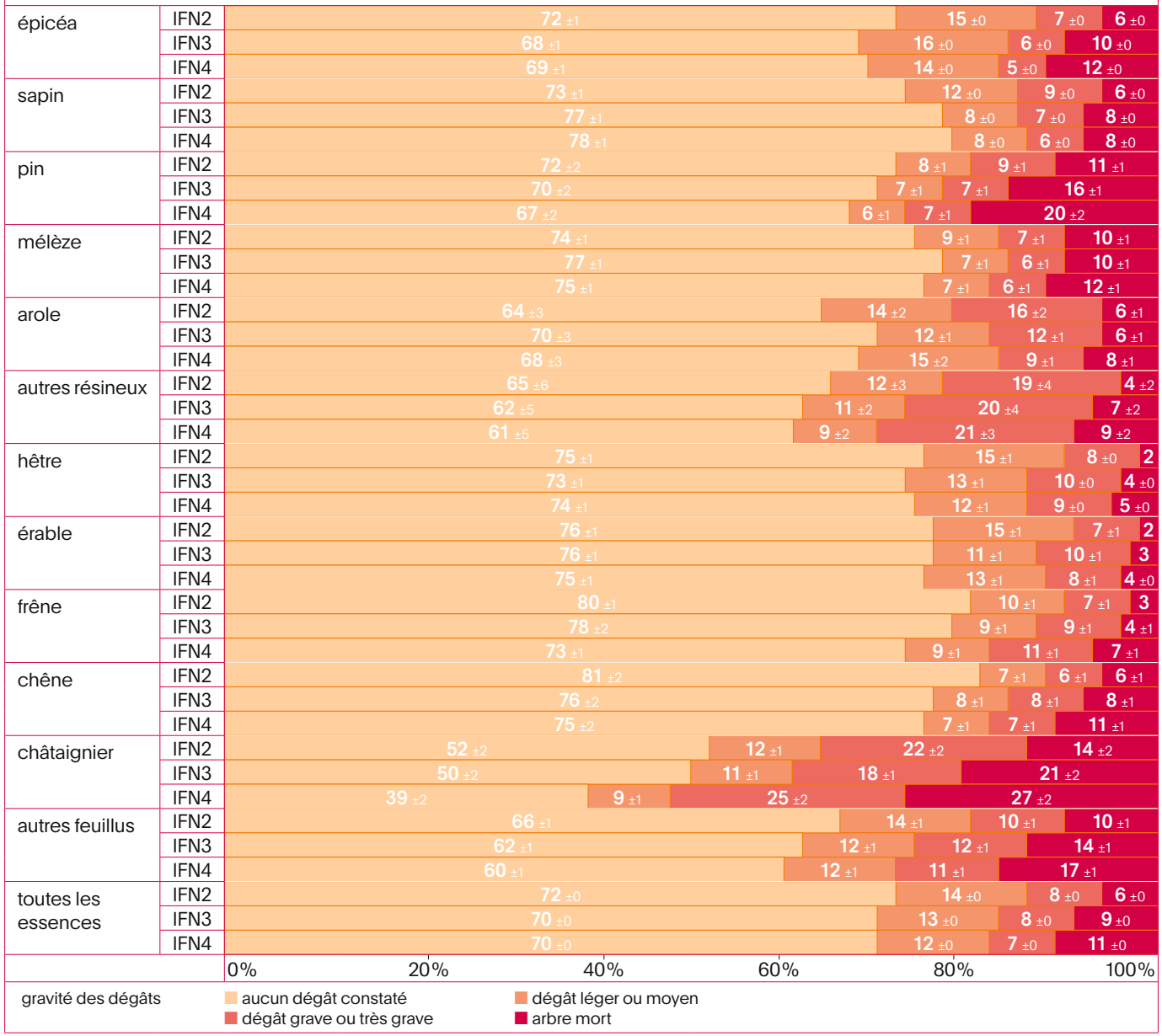
114 **Nombre total de tiges selon la gravité des dégâts**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Gravité des dégâts	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
aucun dégât constaté	74,5	0,7	79,9	0,6	70,7	0,8	65,3	0,6	62,2	1,0	69,7	0,3
dégât léger	4,8	0,3	5,1	0,3	6,4	0,3	9,1	0,3	5,6	0,3	6,7	0,1
dégât moyen	5,8	0,3	3,7	0,2	5,2	0,3	4,9	0,2	6,0	0,3	5,1	0,1
dégât grave	5,5	0,3	4,0	0,3	4,9	0,3	5,1	0,2	8,2	0,5	5,4	0,1
dégât très grave	1,6	0,1	1,2	0,1	1,7	0,2	2,6	0,2	4,1	0,3	2,2	0,1
mort	7,8	0,4	6,1	0,3	11,1	0,5	13,0	0,4	13,8	0,7	10,8	0,2
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

115 Nombre total de tiges selon la gravité des dégâts, par essence principale et par inventaire

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



WSL/IFN4

3.3 Dégâts aux forêts

La proportion de peuplements endommagés s'élève à 57 %, dont 8 % gravement à très gravement endommagés.

Des dégâts étendus n'ont été constatés que sur 2 % des placettes. Les causes principales sont le vent, la neige lourde et les insectes.

Pour les dégâts aux forêts, l'IFN ne se focalise plus sur l'arbre individuel mais sur le peuplement. Les dégâts sont déterminés selon deux approches: 1) la gravité des dégâts et 2) l'étendue des dégâts. La gravité des dégâts du peuplement est calculée à partir de celle de tous les arbres échantillons (cf. 3.2), pondérée par la surface terrière des arbres. Les «dégâts étendus» sont estimés par l'équipe de terrain suivant le degré de recouvrement des arbres morts ou mourants depuis le dernier inventaire sur la surface d'interprétation. On parle de dégât étendu lorsque le degré de recouvrement de ces arbres atteint au moins 10 % de la surface de la placette. L'origine du dégât est relevée à l'occasion des questionnaires adressés aux services forestiers locaux.

Gravité des dégâts au peuplement

Seuls 43 % de la surface forestière peuvent être considérés comme intacts (tab. **116**). Sur 8 % de la surface forestière, les peuplements sont gravement à très gravement endommagés. La proportion de peuplements endommagés est la plus forte au Sud des Alpes (68 %), où le châtaignier, l'essence la plus fortement endommagée, est très répandu (cf. 2.3). Indépendamment du régime forestier (taillis), les chutes de pierres et autres dangers naturels ainsi que le faible niveau d'exploitation contribuent à ce chiffre très élevé. De plus, les arbres morts ou très endommagés sont le plus souvent laissés sur place au Sud des Alpes. Ces deux dernières raisons sont également responsables des proportions de peuplements endommagés supérieures à la moyenne constatées dans les Alpes (64 %) et les zones supérieures (60 %) (tab. **116**). Sur les placettes communes à l'IFN3 et à l'IFN4, la proportion de peuplements endommagés n'a pas changé significativement, et cela dans toute la Suisse et presque toutes les régions. Seul le Sud des Alpes enregistre une pro-

116 **Surface forestière selon la gravité des dégâts**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt avec indication de la gravité des dégâts au peuplement (= 97,3 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Gravité des dégâts au peuplement	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Zones inférieures		Zones supérieures	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
dégâts insignifiants	47,3	1,6	57,7	1,5	44,3	1,5	36,2	1,1	31,8	1,7	43,0	0,6	46,6	0,9	39,7	0,9
légèrement endommagé	38,0	1,5	29,9	1,4	36,5	1,5	38,0	1,1	35,5	1,7	35,9	0,6	34,5	0,9	37,1	0,9
moyennent endommagé	11,7	1,0	7,6	0,8	10,9	1,0	15,4	0,8	19,3	1,4	13,0	0,4	12,5	0,6	13,5	0,6
gravement à très gravement endommagé ou mort	3,0	0,5	4,9	0,6	8,2	0,8	10,4	0,7	13,4	1,2	8,1	0,3	6,4	0,5	9,7	0,5
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

gression de 7 points de la proportion des peuplements moyennement à très fortement endommagés, alors que celle des peuplements pas ou seulement faiblement endommagés diminue dans la même proportion (non représenté).

Dégâts étendus

Sur l'ensemble de l'IFN4, seuls 2 % des placettes montrent des dégâts étendus au sens de la définition de l'IFN ; dans les Alpes et au Sud des Alpes cette proportion atteint 3 %. Après les tempêtes Lothar et Martin et les pullulations de scolytes qui ont suivi, ces proportions étaient nettement plus élevées lors de l'IFN3, avec 10 % pour l'ensemble de la Suisse, 14 % sur le Plateau et jusqu'à 19 % dans les Préalpes (non représenté). De nombreux peuplements avaient alors été complètement détruits (Schwyzer *et al.* 2010). Dans l'IFN4 par contre, sur plus de la moitié des placettes avec des dégâts étendus, le degré de recouvrement des arbres fortement endommagés ou morts ne dépasse pas 20 % de la surface d'interprétation boisée (non représenté). La nature des dégâts étendus est indiquée par le personnel forestier dans le questionnaire. Les proportions indiquées ci-dessous sont basées sur les observations des équipes de relevés et confirmées par les services forestiers. Un tiers des dégâts étendus sont causés par les coups de vent ou les tempêtes (30 %), suivi des bris de neige (24 %), des pullulations d'insectes (20 %), des avalanches (8 %) et des agents phytopathogènes (6 %). Ces derniers concernent en majorité des peuplements de frênes (non représenté). D'autres causes de dégâts étendus, par exemple la sécheresse, les inondations ou des activités humaines (construction, loisirs et armée) ne sont mentionnées par les services forestiers que dans moins de 5 % des cas (non représenté).



Un tiers des dégâts étendus en forêt sont causés par le vent ou la tempête ; Mettmenstetten ZH.

WSL/IFN4

3.4 Exploitations forcées

La surface forestière soumise aux exploitations forcées a diminué de près de moitié par rapport aux inventaires précédents.

Chaque année, les exploitations forcées ont concerné près d'un quart de la surface forestière avec une intervention sylvicole, tout en ne représentant que 14 % du volume exploité.

Les insectes (51 %) et les chablis (22 %) sont les causes principales des exploitations forcées.

Surfaces forestières et volume lors des exploitations forcées

Une surface forestière avec intervention est définie comme un peuplement dans lequel une intervention sylvicole, par exemple une éclaircie ou une coupe de réalisation, a eu lieu entre les IFN3 et 4. Sur la foi du questionnaire auprès des services forestiers sur cette même période, 28 % (12 900 ha/an) des forêts ont dû être exploitées partiellement hors planification sylvicole suite à un événement naturel (tab. **117**). Ce chiffre correspond à peine à la moitié des quantités exploitées pour les mêmes raisons entre l'IFN1 et l'IFN3 (non représenté).

En termes d'exploitation de volume de bois, les exploitations forcées ne représentent que 14% du total entre les IFN3 et IFN4. À l'exception du Sud des Alpes, où seuls 3 % sont ainsi exploités, toutes les autres régions enregistrent des proportions similaires (tab. **118**).

Causes des exploitations forcées

Les insectes ont été la principale cause des exploitations forcées (39 % des surfaces forestières concernées) entre l'IFN3 et l'IFN4 (5000 ha/an), 29 % (3700 ha/an) ont été le fait

117 **Surface forestière selon la proportion et la cause des exploitations forcées**

en milliers d'ha/an
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Surface forestière avec exploitations forcées depuis l'IFN3	Insectes		Champignons		Vent		Neige lourde		Perte de vitalité		Autres		Total	
	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %	1000 ha/an	± %
interventions avec 1-50 % d'exploitations forcées	1,8	11	0,5	19	2,0	11	0,9	17	0,6	18	0,1	41	6,0	6
interventions avec 51-100 % d'exploitations forcées	3,2	9	0,1	50	1,6	12	1,0	15	0,6	19	0,4	26	6,9	6
total des interventions avec des exploitations forcées	**5,0**	**7**	**0,6**	**18**	**3,7**	**8**	**1,9**	**11**	**1,2**	**13**	**0,5**	**22**	**12,9**	**4**
intervention sans exploitations forcées													33,8	2
total des interventions													**46,7**	**2**

de chablis et 14 % de la neige (19 000 ha/an ; tab. **117**). En comparaison avec la période précédente, la surface forestière nécessitant des exploitations forcées en raison de chablis a diminué de deux bons tiers, celle ravagée par des insectes d'un tiers. Au contraire, les surfaces d'exploitations forcées en raison de dégâts causés par la neige ont plus que doublé (non représenté). Si on considère le volume de bois exploité, la moitié des exploitations forcées est due aux insectes, et un quart aux chablis. Dans le Jura, sur le Plateau et dans les Préalpes, les insectes ont été à l'origine de la plupart des exploitations forcées, alors que dans les Alpes et au Sud des Alpes, les insectes et les chablis s'en partagent l'origine (tab. **118**). Certaines régions occidentales du pays ont été un peu plus soumises aux exploitations forcées, une tendance mise en évidence dans les figures **119** et **120**.



Chaque année, quelque 13 000 ha sont soumis à des exploitations forcées. Exploitation de bois infesté avec une récolteuse ; Kemmental TG.

WSL/IFN4

118 **Exploitations forcées selon la cause**

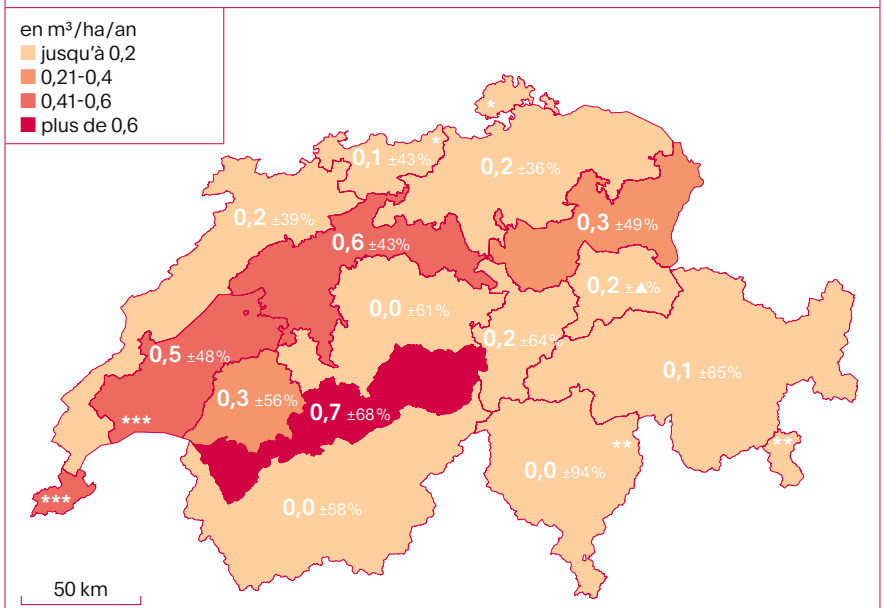
en milliers de m³/an par région de production
ensemble analysé : surface totale

Cause des exploitations forcées	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %
insectes	79,1	30	276,6	21	125,1	22	67,9	50	1,1	100	537,8	14
vent	43,9	34	85,9	25	34,0	36	66,8	42	1,2	94	233,1	18
neige lourde	13,1	85	32,4	56	17,1	69	26,5	38	1,8	68	89,8	29
feu de forêt	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*
perte de vitalité	30,4	39	24,2	42	5,0	65	0,3	100	0,0	*	61,0	27
autres	6,6	65	20,0	32	14,9	58	0,8	69	0,0	*	44,4	28
total	**183,4**	**19**	**430,7**	**14**	**219,2**	**17**	**185,2**	**28**	**4,3**	**48**	**1054,3**	**9**
mortalité non exploitée	225,8	9	278,9	10	306,1	10	628,2	7	250,7	10	1674,8	4
exploitations	1429,9	7	3004,2	5	1826,8	8	950,5	10	134,8	21	7586,6	3
proportion d'exploitations forcées en %	12,8		14,3		12,0		19,5		3,2		13,9	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

119 Exploitations forcées en raison de chablis

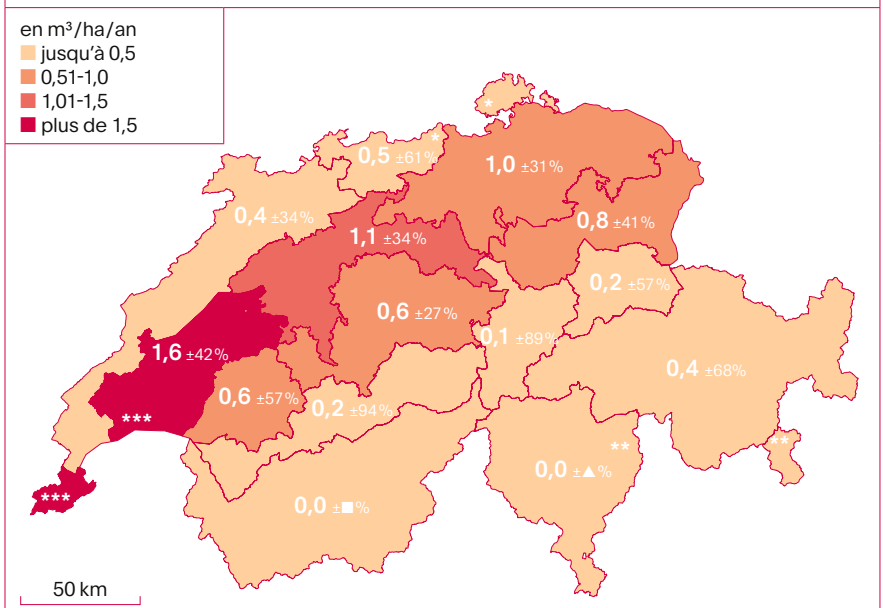
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



*/**/***même région économique
▲ erreur d'échantillonnage ≥ 100%

120 Exploitations forcées en raison de pullulations d'insectes

ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



*/**/***même région économique
■ calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
▲ erreur d'échantillonnage ≥ 100%

3.5 Stabilité

La stabilité de peuplement est considérée comme critique dans 6 % de la surface forestière suisse. La moitié de ces forêts se trouvent dans les Alpes.

Les peuplements à la fois caractérisés par une stabilité critique et gravement à très gravement endommagés posent particulièrement problème. Dans l'IFN 4, 1600 ha de forêt entrent dans cette catégorie, un chiffre qui n'a pas augmenté de manière significative depuis l'IFN3.



Les forêts de structure lâche avec différents stades de développement sont en général stables ; Maienfeld GR.

WSL/IFN4

Les peuplements stables résistent mieux que les peuplements instables au vent, à la neige lourde et autres événements naturels dommageables. Dans l'IFN, la stabilité des peuplements est estimée de manière raisonnée depuis l'IFN1. La série temporelle est ainsi assurée quand bien même il existe aujourd'hui des modèles statistiques qui permettent d'estimer la stabilité à partir de données du peuplement et des facteurs stationnels. Une étude réalisée lors de l'IFN2 a montré que l'estimation raisonnée de la stabilité des peuplements est bien corrélée avec la probabilité d'un effondrement (Herold et Ulmer 2001). Pour des raisons méthodologiques, la caractéristique de stabilité du peuplement n'est cependant pas directement comparable avec les inventaires précédents.

Une liste de contrôle permet aux équipes de terrain d'estimer sur place les principales contraintes relatives à la station (neige lourde, vent, chutes de pierres, etc.). Les équipes évaluent ensuite la capacité de résistance du peuplement face à ces contraintes en appliquant des crièteres tels que le coefficient d'élancement, le mélange d'es-

sences, la vitalité des arbres, la présence de dégâts ou maladies ; ceci leur permet de tirer des conclusions sur la stabilité mécanique de la forêt. Cette dernière est une mesure de la probabilité que le peuplement s'effondre sur une période de 10 ans (Jura, Plateau, Préalpes) respectivement 20 ans (Alpes, Sud des Alpes). Les valeurs attribuées à la stabilité des peuplements sont comprises entre 1 (90 % de probabilité d'un dégât étendu) et 10 (0 % de probabilité d'un dégât étendu). Ces valeurs permettent d'établir les trois classes de stabilité suivantes :

– « stable » : valeurs 8, 9, 10
– « stabilité amoindrie » : valeurs 6, 7
– « critique » : valeurs 1, 2, 3, 4, 5

Le pronostic réalisé au travers de l'estimation de la stabilité peut être contrôlé en déterminant la proportion de surfaces détruites par classes de stabilité pendant la décennie écoulée (cf. 3.3). Parmi les peuplements classés « stables » dans l'IFN3, seuls près de 2 % ont été touchés par des dégâts étendus,

121 Surface forestière selon la stabilité des peuplements

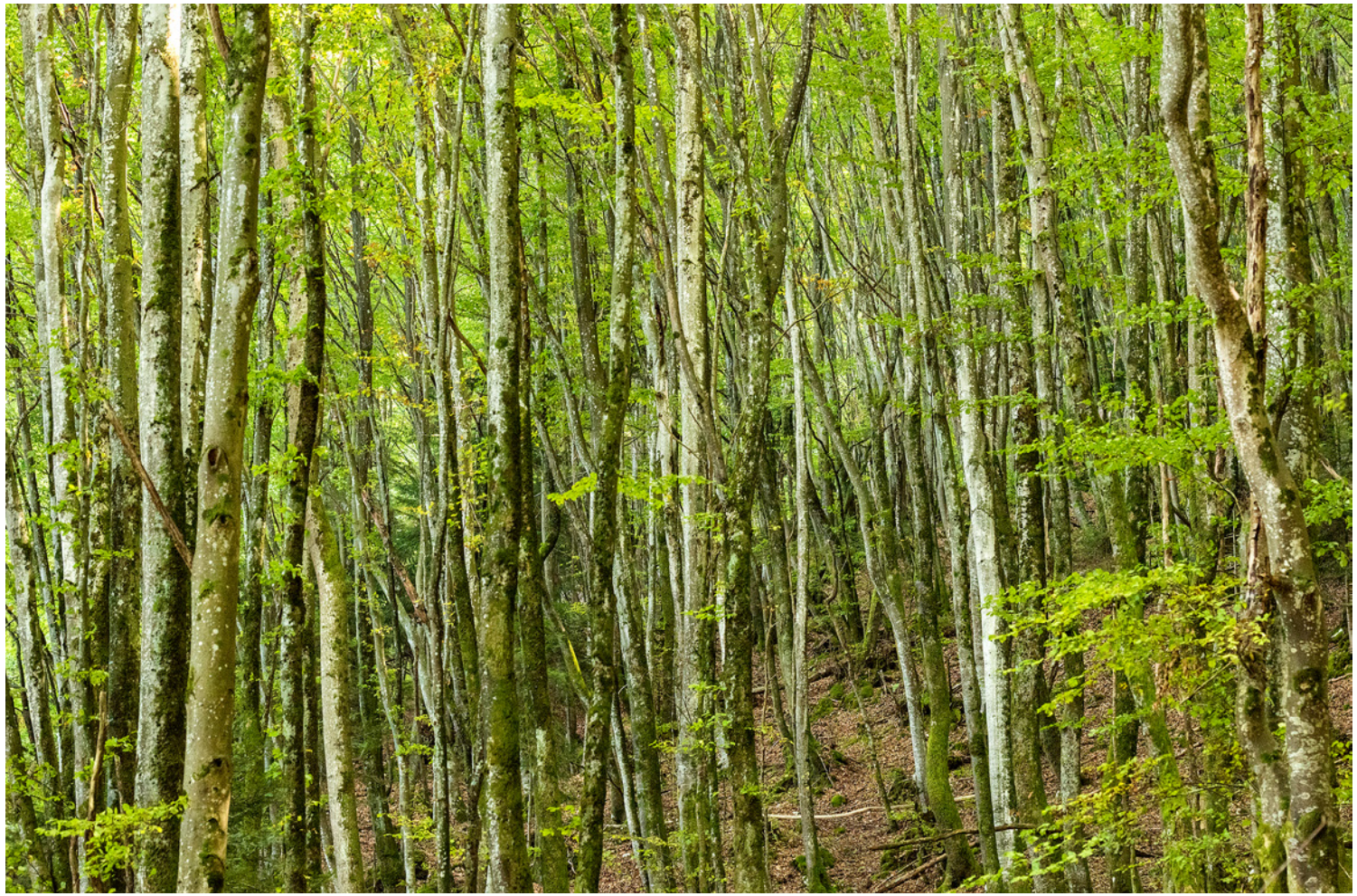
en milliers d'ha par région de production, zones inférieures et supérieures
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Stabilité des peuplements	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Zones inférieures		Zones supérieures	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
stable	129,8	3	123,1	3	102,1	4	179,8	3	60,1	5	594,9	1	282,8	2	312,1	2
stabilité amoindrie	67,1	5	98,3	3	106,3	3	180,2	3	86,7	3	538,5	2	266,5	2	272,0	2
critique	3,2	25	6,5	17	13,9	12	33,6	7	11,5	13	68,7	5	26,3	9	42,4	7
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**575,6**	1	**626,6**	1

122 Surface forestière selon la stabilité des peuplements et la gravité des dégâts

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt avec indication de la gravité des dégâts au peuplement (= 97,3% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Stabilité des peuplements	Gravité des dégâts au peuplement							
	aucun dégât		faible à moyenne		forte à très forte		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
stable	308,2	2	245,7	3	26,5	9	580,3	1
stabilité amoindrie	182,0	3	289,6	2	51,6	6	523,2	2
critique	13,0	12	35,9	7	16,8	11	65,7	5
total	**503,1**	2	**571,2**	1	**94,9**	4	**1169,3**	1



WSL/IFN4

Les jeunes peuplements denses de feuillus sont sensibles à la pression de la neige ; Saint-Gingolph VS.

parmi ceux classés « stabilité amoindrie » 3 %, et parmi les peuplements classés « critiques » 5 % (non représenté). Ce résultat indique une corrélation entre l'estimation qualitative de la stabilité telle qu'elle est pratiquée dans l'IFN et la sensibilité du peuplement aux dégâts.

Dans l'ensemble, la stabilité des peuplements est critique selon l'IFN4 sur 68 700 ha de forêts, soit 6 % (tab. **121**). Près de la moitié de ces surfaces est située dans les Alpes et un cinquième dans les Préalpes ainsi qu'au Sud des Alpes. Les peuplements critiques se répartissent pour deux tiers dans les zones supérieures.

Les peuplements avec une stabilité critique sont aussi ceux où la gravité des dégâts est la plus élevée (tab. **122**). Celle-ci est calculée sur la base de l'estimation des dégâts chez les arbres échantillons (cf. 3.3). Les peuplements fortement à très fortement endommagés et dont la stabilité est critique doivent être considérés comme « très problématiques ». Selon l'IFN4, 16 800 ha de forêt entrent dans cette catégorie (1 % de la surface forestière). Sur les placettes communes à l'IFN3 et à l'IFN4, la surface forestière très problématique n'a pas évolué de manière significative (non représenté).


119

La forêt produit une des rares ressources naturelles en Suisse : le bois. Les documents de planification permettent une gestion durable de la forêt. Trois quarts de la surface forestière disposent d'une planification cantonale et une bonne moitié est dotée de documents de planification locale, par exemple sous forme de plans de gestion. Près des deux tiers de la surface forestière sont exploités régulièrement. La récolte de bois a connu une forte progression de la mécanisation, les coûts restent toutefois élevés. Sur près des trois quarts de la surface forestière, il faut compter avec des coûts potentiels de récolte supérieurs à 50 francs par m^3. Depuis l'IFN3, les exploitations et la mortalité représentent 9,3 millions de m^3/an alors que l'accroissement (brut) est de 10,8 millions de m^3/an. Pour la première fois, l'accroissement n'est pas épuisé plus faiblement en forêt privée et l'est même au moins aussi fortement qu'en forêt publique.

4 Production de bois

Christoph Fischer, Brigitte Rohner, Anne Herold, Barbara Allgaier Leuch, Christian Temperli, Fritz Frutig, Leo Bont, Esther Thürig, Erik Rösler

4.1 Planification et certification

→ **La gestion forestière durable est garantie par des interventions planifiées et l'existence de documents de planification. Près de 74 % de la surface forestière suisse sont couverts par un plan de développement forestier ou un autre plan forestier cantonal. Cette couverture n'était que de 43 % lors de l'IFN3.**

→ **59 % de la surface forestière sont gérés sur la base de documents de planification locale tels qu'un plan de gestion. Sur près de 10 % de la surface, ces bases de gestion datent toutefois de plus de 25 ans.**

→ **La certification forestière garantit une production de bois respectueuse de l'environnement et socialement acceptable. 51 % de la surface forestière sont certifiés selon les standards FSC et/ou PEFC.**

WSL/IFN4



Les documents de planification sont indispensables pour gérer durablement la forêt; Bülach ZH.

Planification forestière

Les arbres ont besoin de décennies, voire de siècles pour atteindre la maturité économique. C'est pour cette raison qu'une planification à long terme est nécessaire. Les documents de planification sont indispensables pour tenir compte de tous les facteurs économiques, écologiques et sociaux de la durabilité. Selon l'art. 20, al. 2 de la LFo (Loi fédérale sur les forêts), la tâche d'édicter les prescriptions nécessaires en matière d'aménagement et de gestion est déléguée aux cantons. Ceux-ci, pour la plupart, prévoient une planification au niveau cantonal et au niveau local respectivement à celui de l'entreprise forestière. Ces différents niveaux de planification sont recensés par l'IFN au travers de l'enquête auprès des forestiers de triage. Le questionnaire fait une distinction entre plans de gestion, projets sylvicoles ou autres (p. ex. pour des réserves naturelles). Les cantons fournissent les informations concernant l'existence de **documents de planification** cantonale. Il s'agit principalement des plans de développement forestier (PDF) (synonyme: plan forestier régional) valables pour un canton ou une région. Ces PDF identifient et pondèrent les enjeux importants, fixent les objectifs à long terme et les moyens de les atteindre. Ces PDF ont qualité d'un plan directeur et sont contraignants pour l'administration cantonale au même titre qu'un plan directeur d'aménagement du territoire. C'est

123 **Surface forestière selon le statut de la planification cantonale**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Statut de la planification cantonale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
PDF[1] planifié ou prévu	38,7	6	14,1	11	18,7	10	151,4	3	0,0	*	222,9	3	16,9	0,4
PDF[1] en cours d'élaboration	45,7	6	21,6	9	20,3	10	29,0	8	0,0	*	116,5	4	8,8	0,3
PDF[1] en vigueur	77,8	4	153,5	2	192,9	2	281,6	2	192,1	1	897,9	1	68,2	0,5
autre type de planification régionale en vigueur	38,9	6	40,7	6	0,0	*	0,0	*	0,0	*	79,6	4	6,0	0,3
total	**201,1**	1	**229,8**	1	**231,9**	1	**462,0**	1	**192,1**	1	**1316,9**	0	**100**	

[1] PDF: plan de développement forestier
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

124 **Surface forestière selon l'année de planification cantonale**

en %
ensemble analysé: forêt dotée d'une planification cantonale (= 73% de la forêt)

Année de la planification	%	±
1995-2000	7,8	0,4
2001-2009	64,3	0,7
2010-2017	27,9	0,6
total	**100**	

d'ailleurs un plan directeur et non un PDF qui constitue l'instrument formel et central pour le développement forestier dans les cantons d'Argovie et de Soleure.

Le présent rapport fait état de la planification cantonale au 31.12.2017. À cette date, 68% de la surface forestière suisse étaient dotés d'un PDF et pour 6% supplémentaires d'un autre plan forestier cantonal (Soleure et Argovie) (tab. **123**). Un PDF est en cours d'élaboration pour 9% de la surface forestière, et planifié ou seulement prévu pour 17% de la surface. Dans les Alpes, cette proportion s'élève même à 33%. À l'opposé, toute la surface de la forêt du Sud des Alpes est dotée d'un PDF validé. À l'époque de l'IFN3 (au 31.12.2006), seuls 37% de la surface forestière étaient dotés d'un PDF (Duc *et al.* 2010b). La proportion de la forêt avec un PDF a donc progressé de 31 points sur une période de 11 ans. Par contre, la proportion de surface forestière dotée d'un autre plan forestier cantonal est demeurée inchangée. Les plans forestiers cantonaux sont plutôt récents dans l'ensemble. Ainsi 92% de la surface forestière dotés de tels plans ne sont gérés sur cette base que depuis 2001 (tab. **124**).

La forme de la **planification forestière locale** diffère de canton à canton. 14 cantons prévoient une obligation de planification quel que soit le type de propriété; dans 4 autres cantons, cette obligation se limite à la propriété publique. 12 de ces 18 cantons limitent l'obligation de planification à une surface de forêt minimale (10-50 ha). C'est pourquoi le plan de gestion reste une exception dans la forêt privée, constituée principalement de petites propriétés mais rassemblant tout de même 31% de la forêt suisse (cf. 7.1).

125 Surface forestière selon le type de planification locale

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Type de planification locale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
plan de gestion	155,5	2	140,3	2	91,8	4	245,4	2	38,4	7	671,5	1	51,0	0,6
projet sylvicole	0,2	*	3,3	24	12,3	12	53,0	6	17,8	10	86,6	5	6,6	0,3
autres planifications locales (protection de la nature)	2,8	27	7,5	16	5,1	20	5,6	19	0,4	71	21,4	10	1,6	0,2
sans planification locale	42,5	6	78,7	4	122,8	3	158,0	3	135,5	2	537,4	2	40,8	0,6
total	**201,1**	1	**229,8**	1	**231,9**	1	**462**	1	**192,1**	1	**1316,9**	1	**100**	

* erreur d'échantillonnage ≥ 100%

126 Surface forestière selon l'année de la planification locale

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Année de la planification locale[1]	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de planification	22,5	1,3	37,5	1,4	55,0	1,5	35,4	1,0	70,7	1,4	42,4	0,6
jusqu'en 1992	15,8	1,1	2,7	0,5	9,6	0,9	13,3	0,7	5,0	0,7	10,0	0,4
1993-2000	11,2	1,0	8,3	0,8	5,0	0,6	8,8	0,6	1,6	0,4	7,3	0,3
2001-2009	34,7	1,5	33,7	1,4	14,5	1,0	20,9	0,8	12,0	1,0	22,8	0,5
2010-2017	15,8	1,2	17,8	1,1	15,9	1,1	21,6	0,9	10,7	1,0	17,5	0,5
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] plan de gestion ou projet sylvicole

Selon l'IFN4 (au 31.12.2017), une planification locale est disponible pour 59% de la surface forestière suisse (tab. **125**), le plan de gestion étant la forme la plus répandue (51%). Au Sud des Alpes, 70% des forêts ne disposent pas de documents de planification locale. Les plans de gestion doivent être révisés fréquemment afin d'ajuster la gestion courante aux objectifs opérationnels et stratégiques du propriétaire, respectivement de l'entreprise forestière. C'est pourquoi les plans de plus de 25 ans, qui concernent près de 10% de la surface (tab. **126**), n'ont plus grande utilité. En comparaison avec l'IFN3, la proportion de forêts dotées d'une planification locale (57%) est restée presque constante (Duc *et al.* 2010b).

Si l'on considère l'ensemble des documents de planification, il existe au moins un plan pour 89% de la surface forestière suisse. Il s'agit d'un plan local pour 16% de la surface, cantonal pour 31% et conjointement cantonal et local sur 41% de la surface.

WSL/IFN4



La moitié de la surface forestière suisse est certifiée ; Kreuzlingen TG.

Certification forestière

Les propriétaires disposent de **deux labels de certification** pour garantir à l'acheteur que leur bois est issu d'une production durable et socialement acceptable : le « Forest Stewardship Council » (FSC) et le « Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes » (PEFC). Le label Q Bois n'apparaît pas dans ce rapport car il a été abandonné le 1er janvier 2009. Le label « Bois suisse » respectivement son prédécesseur « Bois d'origine suisse » garantissent uniquement l'origine du bois et n'impliquent aucune obligation sur la manière de gérer les forêts. C'est pourquoi l'IFN ne recense pas ces deux labels malgré leur large utilisation.

L'état des lieux de la certification a été effectué dans l'IFN4 en interrogeant une partie des forestiers de triage pendant l'hiver 2013/2014 et l'autre partie pendant l'hiver 2017/2018. Au total 51 % de la surface forestière suisse sont certifiés (tab. **128**). Les forêts du Plateau affichent le plus haut taux de certification (71 %). Au Sud des Alpes, les exploitations de bois étant très faibles, seuls 2 % sont certifiés. En comparaison avec l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), la certification en Suisse a progressé de 5 points. La proportion de forêts certifiées peut varier rapidement car elle dépend de l'analyse coûts-bénéfices à laquelle procèdent les propriétaires et entreprises. À l'époque de l'état des lieux, il n'y avait pas d'indices laissant présager une progression notable de la certification. Une certification était prévue ou en cours sur seulement 1 % de la surface forestière. En revanche pour 6 % de la surface, la certification était échue et aucun renouvellement prévu (tab. **129**).

WSL/IFN4

127 **Surface forestière dotée d'une planification forestière**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt

Document de planification	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
pas de plan forestier	21,7	9	13,4	12	25,3	9	89,2	4	0,0	*	149,6	3	11,4	0,4
plan forestier local uniquement[1]	75,4	4	26,3	8	13,8	12	91,2	4	0,0	*	206,6	3	15,7	0,4
plan forestier cantonal uniquement[2]	23,6	9	72,8	4	102,6	4	74,3	5	135,9	2	409,2	2	31,1	0,5
plan local et cantonal[3]	80,4	4	117,3	3	90,3	4	207,2	2	56,2	5	551,5	1	41,9	0,6
total	**201,1**	1	**229,8**	1	**231,9**	1	**462,0**	1	**192,1**	1	**1316,9**	0	**100**	

[1] plan de gestion, projet sylvicole en vigueur
[2] PDF (plan de développement forestier) ou autre planification en vigueur
[3] plan de gestion ou projet sylvicole et PDF resp. autre plan forestier cantonal en vigueur
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Le label FSC, appliqué sur 33 % de la surface forestière suisse, est le plus répandu. 18 % de la surface forestière sont certifiés à double, FSC et PEFC. Seul 0,4 % de la surface repose sur la seule certification PEFC (tab. **129**). Si l'on compare avec l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), la double certification a régressé de 9 % alors que la certification exclusivement FSC a progressé de 15 %.

128 **Surface forestière selon l'état d'avancement de la certification**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt

État d'avancement de la certification	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de certification prévue	29,5	1,4	21,2	1,2	37,8	1,4	40,7	1,0	90,4	0,9	42,3	0,6
certification prévue	0,1	0,1	0,6	0,2	1,5	0,4	0,1	0,1	0,0	*	0,4	0,1
certification en cours	0,4	0,2	0,6	0,2	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,2	0,1
certification d'entreprise ou de groupe en vigueur	67,2	1,5	71,0	1,3	54,5	1,5	53,0	1,0	2,2	0,5	51,2	0,6
certification échue, pas de renouvellement prévu	2,8	0,5	6,7	0,7	6,2	0,7	6,2	0,5	7,3	0,8	5,9	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

129 **Surface forestière selon le label et l'état d'avancement de la certification**

en %
ensemble analysé : forêt

État d'avancement de la certification	Label de certification									
	pas de label		PEFC[1]		FSC[2]		PEFC[1] et FSC[2]		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de certification prévue	42,5	0,6	0,0	*	0,0	*	0,0	*	42,5	0,6
certification prévue ou en cours	0,0	*	0,0	*	0,3	0,1	0,2	0,1	0,6	0,1
certification en vigueur	0,0	*	0,4	0,1	32,5	0,5	18,2	0,4	51,2	0,6
certification échue, pas de renouvellement prévu	0,0	*	1,0	0,1	2,4	0,2	2,3	0,2	5,7	0,3
total	**42,5**	**0,6**	**1,4**	**0,1**	**35,2**	**0,6**	**20,8**	**0,5**	**100**	

[1] Programme for the Endorsement of Forest Certification
[2] Forest Stewardship Council
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

4.2 Gestion forestière

→ **500 000 ha, soit 41 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante, ont fait l'objet d'une intervention sylvicole pendant la décennie précédant l'inventaire IFN4.**

→ **La proportion de forêt régulièrement exploitée est restée plus ou moins pareille à celle relevée lors de l'IFN3 et s'établit à 62 %.**

→ **La surface annuelle d'intervention a fortement varié pendant la période 2004 à 2013 : en 2004, des interventions ont été réalisées sur 69 000 ha alors qu'en 2013, c'était à peine la moitié, soit 34 000 ha. Cette différence est essentiellement due à des coupes sanitaires (20 000 ha).**

→ **Durant les 20 prochaines années, des interventions sont prévues sur 770 000 ha, soit environ deux tiers de la surface forestière.**

Date de la dernière intervention

Dans le cadre de l'enquête auprès des forestiers de triage, l'IFN recense toutes les interventions et leurs dates respectives sur toutes les placettes depuis l'inventaire précédent. Ces informations permettent de connaître le nombre d'années écoulées depuis la dernière intervention, ce qui fournit une indication de l'intensité de la gestion forestière. La date du relevé sur la placette sert de référence au temps écoulé depuis la dernière intervention.

Presque 500 000 ha ou 41 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante ont été le théâtre d'une intervention sylvicole pendant les dix dernières années (tab. **130**). Deux tiers de cette surface l'ont même été lors des cinq dernières années. Dans le Jura et sur le Plateau, on intervient plus fréquemment que dans les Alpes et au Sud des Alpes. Au cours des dix dernières années, 56 % de la surface ont été traités dans le Jura et 73 % sur le Plateau, mais seulement 25 % dans les Alpes et à peine 11 % au Sud des Alpes. Deux raisons sont à l'origine de la faible surface traitée dans les régions alpines : d'une part le rythme de croissance des peuplements y est naturellement plus lent, et d'autre part le coût élevé des interventions a pour conséquence que l'on y renonce souvent. Les conditions sont particulièrement adverses au Sud des Alpes (chap. 2, tab. **047**), où la dernière intervention remonte à 50 ans pour plus de la moitié de la surface. Dans le Jura et sur le Plateau, seuls quelques pourcents de surface ont été laissés sans intervention pendant un tel laps de temps (tab. **130**). Comme déjà observé lors de l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b, fig. 132) et lors de l'IFN2 (Herold et Stierlin 1999, fig. 147), les

130 **Surface forestière selon la date de la dernière intervention**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Dernière intervention remontant à	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1 000 ha	± %	1 000 ha	± %	1 000 ha	± %	1 000 ha	± %	1 000 ha	± %	1 000 ha	± %
0-5 ans	77,3	4	113,6	3	62,7	5	64,6	5	13,2	12	331,4	2
6-10 ans	34,1	7	53,1	5	37,8	7	32,1	8	4,9	20	162,0	3
11-20 ans	41,5	6	35,9	7	51,5	6	65,5	5	10,5	13	204,8	3
21-30 ans	16,9	10	12,6	12	20,4	10	53,8	6	12,3	12	116,0	4
31-50 ans	18,4	10	7,9	15	26,3	8	65,4	5	28,4	8	146,5	3
plus de 50 ans	11,7	13	4,5	21	23,6	9	112,2	4	88,9	3	241,0	2
pas d'indication	0,2	**	0,2	**	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,4	71
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1 202,2**	1

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur ≥ 100%



Des interventions sylvicoles ont été conduites ces dix dernières années sur deux cinquièmes de la forêt suisse. Martelage d'une éclaircie à Gempen SO.

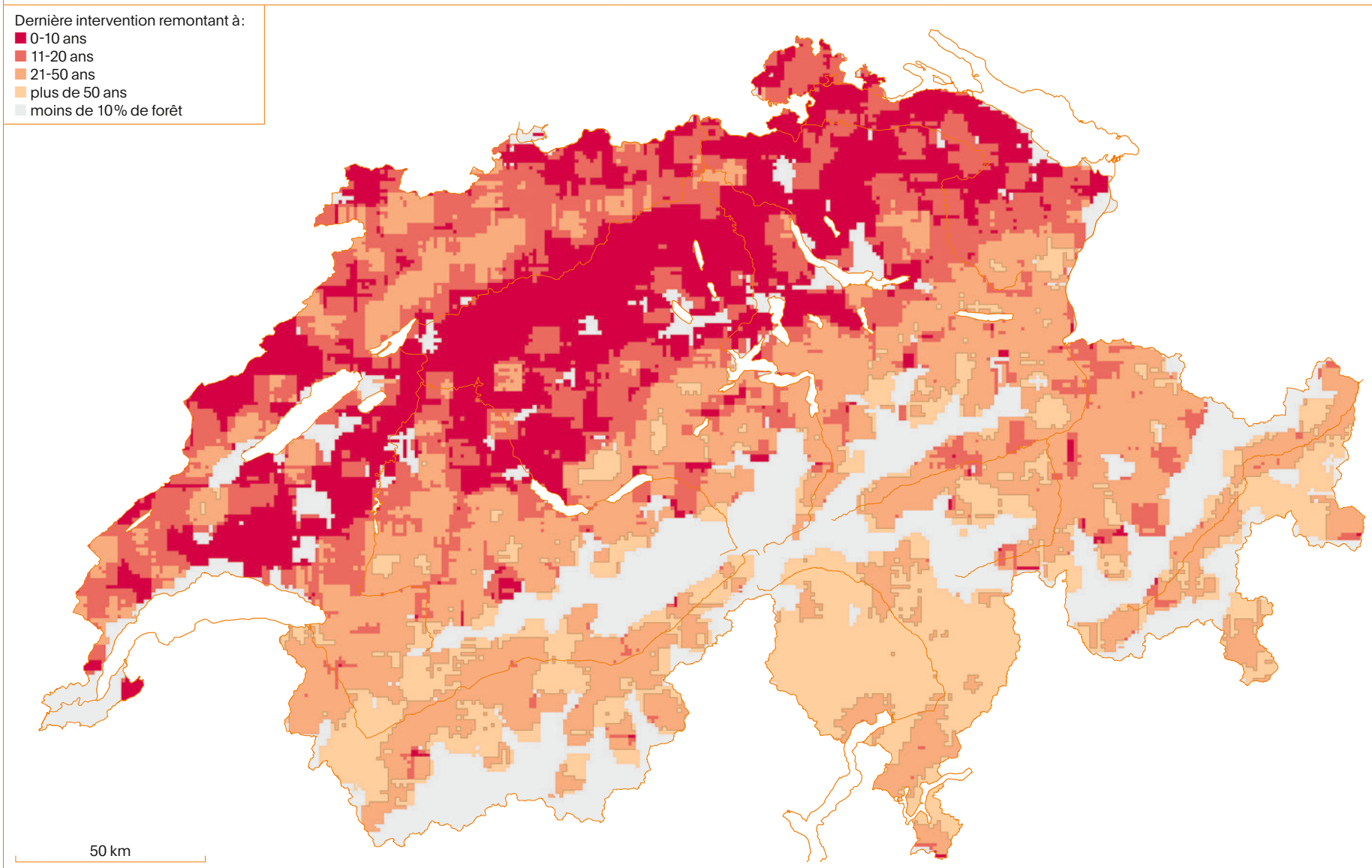
WSL/IFN4

régions où la dernière intervention date de plus de 50 ans se trouvent majoritairement au Sud des Alpes (fig. **131**). Une situation semblable se rencontre dans le Parc National aux Grisons ainsi que dans les vallées au sud de Martigny en Valais.

Pendant les dernières décennies, la gestion des forêts suisses s'est développée différemment selon les régions (fig. **132**) : sur le Plateau, la proportion de forêts avec au moins une intervention remontant à moins de 20 ans est stable depuis l'IFN1 et s'élève à 90 %. Trois quarts de la surface forestière y sont soumises à une intervention sylvicole au moins une fois par décennie. Cette proportion varie bien entendu au cours des inventaires mais il ne se dégage aucune tendance avérée à la baisse ou à la hausse. Dans le Jura par contre, la surface de forêt avec au moins une intervention au cours des 20 dernières années a baissé de 85 % (IFN1) à 76 % (IFN3). Elle est restée stable depuis l'IFN3 (IFN4 : 77 %). L'évolution est similaire dans les Préalpes, mais la proportion de forêts avec au moins une intervention ces 20 dernières années est un peu plus basse que dans le Jura, avec 80 % dans l'IFN1 et 71 % dans l'IFN4. Dans les Alpes, cette part a également baissé entre l'IFN1 et l'IFN4 pour s'établir maintenant à 44 %. Au Sud des Alpes, l'entretien des forêts a pratiquement cessé dans de nombreuses forêts depuis la seconde guerre mondiale, si bien que la proportion de forêts avec au moins une intervention pendant les 20 dernières années ne représentait que 29 % lors de l'IFN1. Elle avait encore baissé lors de l'IFN2 et reste depuis à peu près stable avec 20 à 22 %. En raison du recul important de la gestion, la proportion des forêts sans intervention depuis plus de 50 ans a fortement progressé au Sud des Alpes. Cette catégorie représentait 33 % lors de l'IFN1 et atteint 58 % lors de l'IFN4. Dans les Alpes, la proportion de forêts dans cette catégorie a également augmenté, mais cette augmentation est nettement moins marquée, avec une progression de 20 % à 27 %. Dans les trois autres régions, la proportion de surface où la dernière intervention date de plus d'un demi-siècle reste plus ou moins stable, avec 2 % sur le Plateau, 5 % dans le Jura, de 7 à 9 % dans les Préalpes. D'autres informations sur les forêts laissées à elles-mêmes sont disponibles sous 5.6.

131 Date de la dernière intervention

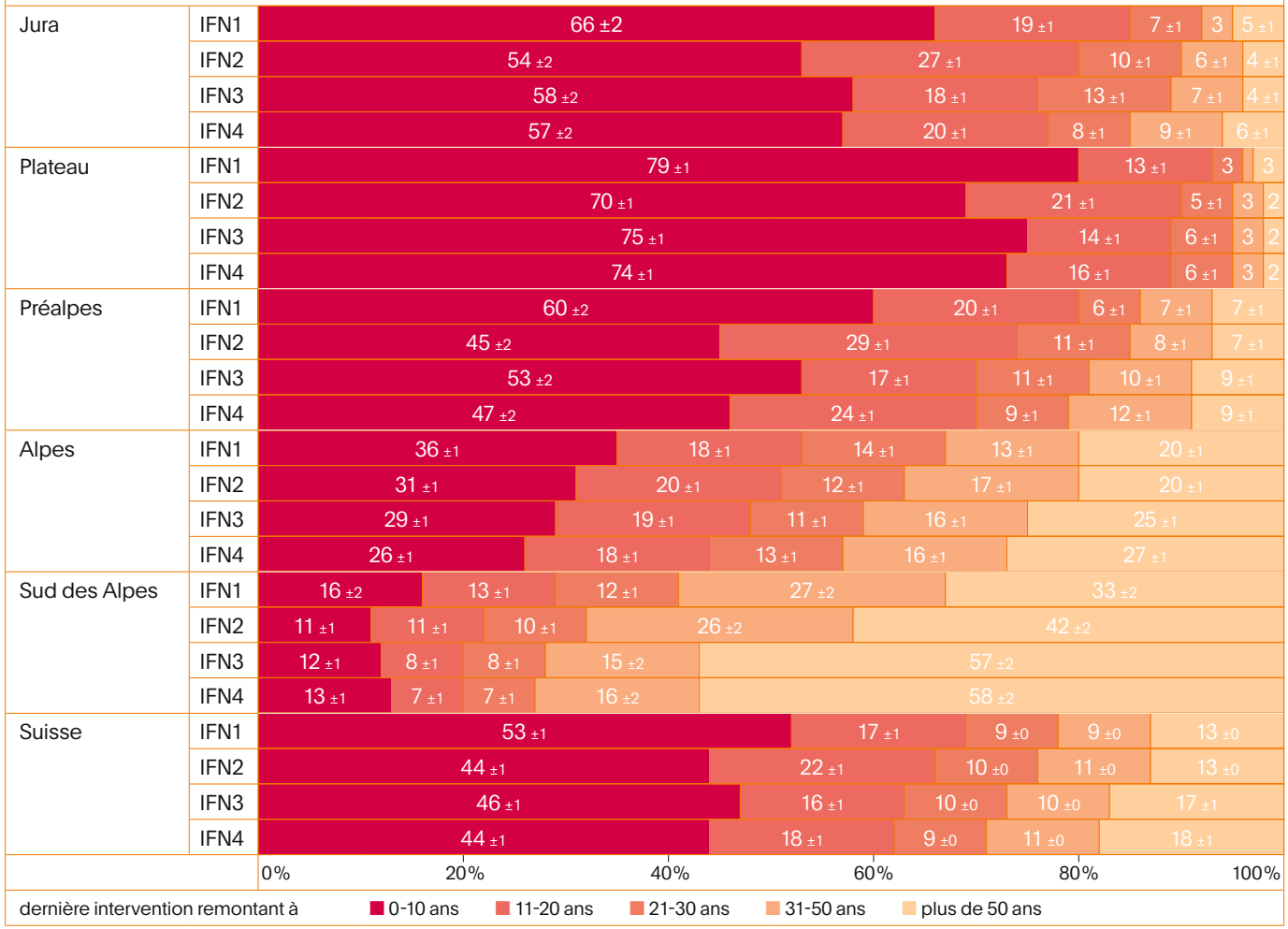
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



Pour l'interprétation de cartes avec des moyennes lissées, voir 1.4.

132 Surface forestière selon la date de la dernière intervention et l'inventaire

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



WSL/IFN4

133 **Surface forestière selon l'intensité de la gestion forestière**

en millliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Fertilité de la station	Dernière intervention remontant à									
	0-10 ans		11-20 ans		21-30 ans		31-50 ans		plus de 50 ans	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
faible	36,3	7	22,3	9	20,9	10	28,9	8	64,6	5
moyenne	99,2	4	59,7	6	44,3	7	63,3	5	113,3	4
bonne	172,8	3	75,6	5	33,5	8	42,4	7	57,5	6
excellente	185,0	3	47,3	6	17,4	11	11,8	13	5,8	18

	Intensité de gestion					
	régulièrement exploité		rarement exploité		inexploité	
1000 ha	745,0	±1%	204,1	±3%	252,7	±2%
%	62,0	±0,6	17,0	±0,5	21,0	±0,5

intensité de la gestion forestière ■ régulièrement exploité ■ rarement exploité ■ inexploité



Un cinquième de la surface forestière suisse n'est pas exploitée. Bödmerenwald; Muotathal SZ.

Intensité de la gestion forestière

La fréquence des interventions sylvicoles dépend, entre autres facteurs, de la fertilité de la station. De bonnes stations favorisent la croissance des arbres, nécessitant ainsi d'intervenir plus souvent. Comme lors des inventaires précédents, l'époque de la dernière intervention combinée avec la fertilité de la station est utilisée pour donner la mesure de l'intensité de la gestion forestière. La définition des catégories «régulièrement exploitée», «rarement exploitée» et «inexploitée» suit les règles mises en place lors de l'IFN2 (Herold et Stierlin 1999, fig. 148). Ainsi, 62% des forêts suisses sont qualifiés de «régulièrement exploités», 17% sont «rarement exploités» et 21% «inexploités» (tab. **133**). C'est sur le Plateau que l'on trouve la part la plus élevée de forêts régulièrement exploitées avec 79%, suivi du Jura et des Préalpes avec 74% respectivement 72%. Dans les Alpes, plus de la moitié (56%) des forêts accessibles sans la forêt buissonnante sont encore régulièrement exploités. La situation est inversée au Sud des Alpes, où 56% de la surface forestière sont inexploités et seulement 24% sont exploités

régulièrement. Depuis l'IFN3, aucune variation significative de l'intensité de la gestion forestière n'est relevée au plan suisse ainsi que dans la plupart des régions (tab. **134**). Seuls le Jura et les Alpes enregistrent une légère baisse de la proportion des forêts régulièrement exploitées.

Type et année de l'intervention

L'année et le type d'intervention sylvicole réalisé sur chaque placette d'échantillonnage depuis le dernier inventaire sont identifiés dans le cadre de l'enquête auprès des gardes forestiers. Étant donné que celle-ci a été menée en deux phases, avec une moitié des gardes forestiers interrogés durant l'hiver 2013/14 et la deuxième moitié durant l'hiver 2017/18, les réponses recouvrent des périodes différentes. En revanche, la période de 2004 à 2013 est complète. Pendant cette période, entre 34000 ha (2013) et 69000 ha (2004) ont été traités chaque année (tab. **135**). Cette variation importante est due en premier lieu aux coupes sanitaires, 2004 étant une année marquée par les attaques de scolytes (Queloz et Dubach 2018) avec 25000 ha de coupes sanitaires, alors que 2013 n'en recensait que 5000 ha. En 2004, les soins à la jeune forêt, les coupes de mises en lumière et les réalisations avaient eu lieu sur une surface 2 à 3 fois supérieure à 2013.

Si l'on considère le type de la dernière intervention réalisée sur les placettes pendant la décennie précédant l'IFN4 (tab. **136**), des différences régionales apparaissent aussi. L'éclaircie et les soins à la jeune forêt sont les plus fréquents dans le Jura et sur le Plateau alors que la coupe sanitaire domine dans les Préalpes, les Alpes et au Sud des Alpes.

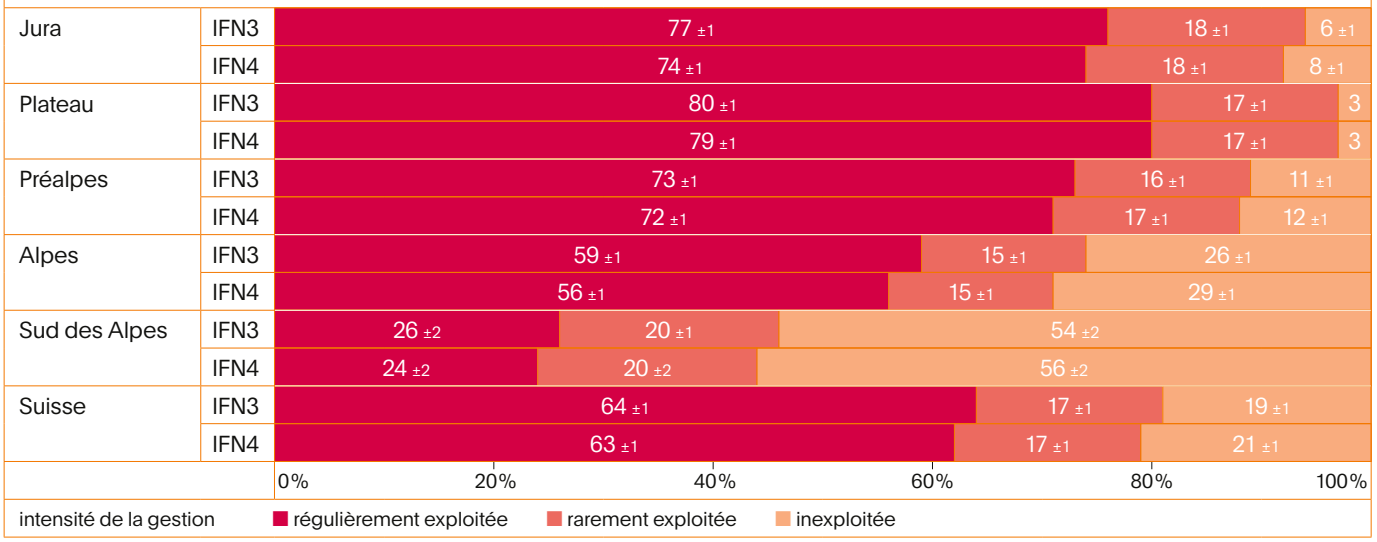
Type et urgence de la prochaine intervention

Depuis l'IFN3, les forestiers de triage évaluent le type et l'urgence de la prochaine intervention sylvicole en tenant compte des fonctions forestières et de la planification sylvicole. Dans les 20 prochaines années, des inter-

WSL/IFN4

134 **Surface forestière selon l'intensité de la gestion forestière et l'inventaire**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



135 Surface forestière selon le type et l'année de l'intervention

en milliers d' ha
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type d'intervention	Année de l'intervention																	
	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
plantation	1,9	33	0,4	71	0,8	50	1,0	45	0,4	71	0,2	**	0,0	*	0,2	**	0,2	**	0,2	**
soins à la jeune forêt	14,2	12	8,1	16	7,7	16	8,2	15	11,4	13	11,4	13	13,0	12	9,6	14	6,7	17	5,1	20
éclaircie	9,5	14	9,8	14	9,4	14	13,5	12	17,0	11	14,5	12	11,2	13	7,5	16	8,7	15	6,6	17
coupe de mise en lumière, réalisation	11,6	13	9,1	15	7,5	16	7,5	16	12,3	13	11,0	13	9,8	14	9,0	15	6,4	18	5,2	20
jardinage, éclaircie de forêt de montagne, coupe en forêt permanente	6,3	18	5,2	20	5,7	19	7,7	16	9,7	14	9,7	14	9,3	15	9,2	15	6,2	18	8,9	15
intervention agro-forestière	4,0	22	3,3	24	2,2	30	2,7	28	2,8	27	4,1	22	4,0	22	3,0	26	2,5	29	2,6	28
coupe sanitaire	25,3	9	12,3	13	8,7	15	7,7	16	8,2	16	10,1	14	10,7	14	8,9	15	8,7	15	5,3	19
autres interventions[1]	2,0	32	1,4	38	1,2	41	1,6	35	1,7	33	3,0	26	3,6	24	2,4	29	2,1	30	1,9	33
surface forestière totale avec au moins une intervention	**69,1**	**5**	**46,7**	**6**	**41,4**	**7**	**48,2**	**6**	**62,1**	**5**	**61,5**	**6**	**58,8**	**6**	**48,3**	**6**	**39,9**	**7**	**34,2**	**8**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur ≥ 100%
[1] coupes de taillis/taillis-sous-futaie, conversion, transformation et entretien des lisières

ventions sont ainsi jugées nécessaires sur 770000 ha (64% de la forêt accessible sans la forêt buissonnante; tab. **137**). Presque la moitié d'entre elles devraient être effectuées dans les 5 ans à venir, les éclaircies, les soins à la jeune forêt et les coupes de mise en lumière représentant le gros des interventions. Les surfaces d'intervention prévues dans les 5 respectivement 20 prochaines années sont similaires à celles annoncées lors de l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b, tab. 137). Cependant, les gardes forestiers envisagent significativement plus de coupes en forêt permanente et d'éclaircies de forêt de montagne. Dans les 5 prochaines années, ils prévoient 34400 ha (+22900 ha) de coupes en forêt permanente et 31300 ha (+14000 ha) d'éclaircies de forêt de montagne, et 13300 ha de coupes sanitaires.

Les gardes forestiers donnent en outre des indications sur la volonté des propriétaires de réaliser la prochaine intervention à tout prix ou seulement en cas de couverture intégrale des coûts ou de gain. Les coûts sont dits couverts si les frais engendrés par les travaux sont payés par la vente du bois additionnés des contributions éventuelles de la Confédération, du canton et des bénéficiaires des fonctions forestières. Selon les forestiers de triage, 55% des interventions prévues ces prochaines dix années seraient réalisées de

136 Surface forestière selon le type de la dernière intervention

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Type d'intervention durant la dernière décennie	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
plantation	0,2	0,1	0,5	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1
soins à la jeune forêt	10,5	1,0	13,8	0,9	4,5	0,6	3,6	0,4	0,6	0,3	6,7	0,3
éclaircie	13,8	1,1	24,0	1,2	7,3	0,8	1,8	0,3	1,6	0,5	9,5	0,4
coupe de mise en lumière, réalisation	7,6	0,8	10,8	0,9	7,8	0,8	5,5	0,6	2,1	0,5	7,0	0,3
jardinage, éclaircie de forêt de montagne, coupe en forêt permanente	10,2	1,0	7,3	0,8	8,9	0,9	4,2	0,5	0,7	0,3	6,4	0,3
intervention agro-forestière	3,4	0,6	1,4	0,4	3,0	0,5	2,2	0,4	2,3	0,6	2,4	0,2
autre intervention planifiée[1]	1,5	0,4	2,6	0,5	1,4	0,4	0,4	0,2	2,0	0,5	1,4	0,2
coupe sanitaire	8,6	0,9	12,9	1,0	12,5	1,0	7,8	0,6	3,1	0,7	9,3	0,4
intervention indéterminée	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0	*	0,2	0,1
pas d'intervention au cours des dix dernières années	44,0	1,6	26,6	1,3	53,8	1,5	74,3	1,1	87,5	1,3	56,9	0,6
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] coupe de taillis et taillis-sous-futaie, conversion, transformation et entretien de lisière
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

toute manière, 37 % en cas de couverture des coûts et 7 % seulement dans le cas de travaux bénéficiaires (tab. **138**). La ventilation selon la fonction forestière prioritaire montre que les propriétaires sont surtout prêts à accepter des travaux déficitaires dans des forêts récréatives. Dans les forêts à fonction prioritaire de production, les interventions déficitaires sont toutefois aussi largement admises. On considère alors que les interventions dans la jeune forêt ne peuvent qu'être déficitaires mais qu'elles constituent des investissements indispensables. Il est cependant surprenant, en première analyse, que la disposition à supporter un déficit soit la plus faible dans la forêt dont la fonction prioritaire est la protection contre les dangers naturels. Cela s'explique par le fait que la protection des personnes et des biens est une tâche étatique, et qu'on



Les soins à la jeune forêt sont une intervention fréquente sur le Plateau et dans le Jura; Kreuzlingen TG.

peut par conséquent faire valoir que les mesures doivent être intégralement financées par les pouvoirs publics (Confédération, cantons et communes) respectivement par les bénéficiaires de l'effet de protection.

L'urgence à réaliser la prochaine intervention dépend de la fonction prioritaire de la forêt (tab. **139**). Dans les 10 ans à venir, des interventions sont prévues sur 80 % de la forêt à fonction de production de bois. Avec 68 % de la surface, les interventions en forêt récréative suivent de très près. Ces deux types de forêt sont donc gérés plus intensivement que les forêts dédiées à la protection de la nature ou la forêt de protection contre les dangers naturels où seulement 31 % respectivement 36 % des surfaces devraient être traités dans les 10 ans.

137 **Surface forestière selon l'urgence et le type de la prochaine intervention**

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type de la prochaine intervention	Prochaine intervention prescrite dans									
	0-5 ans		6-10 ans		11-20 ans		plus de 20 ans[1]		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
soins à la jeune forêt	60,8	6	24,7	9	14,5	12	–		100,1	4
éclaircie	90,1	4	76,9	5	30,4	8	–		197,4	3
coupe de mise en lumière	51,8	6	41,0	7	30,6	8	–		123,4	4
réalisation	18,2	10	10,7	14	7,7	16	–		36,7	7
jardinage	23,7	9	19,4	10	10,4	14	–		53,5	6
éclaircie de forêt de montagne	31,3	8	40,1	7	52,6	6	–		124,0	4
coupe de taillis et taillis-sous-futaie	1,4	38	2,2	30	2,8	27	–		6,4	18
transformation	2,0	32	2,4	29	1,8	33	–		6,2	18
conversion	0,0	*	0,6	58	0,6	58	–		1,2	41
coupe sanitaire	13,3	12	1,4	38	1,2	41	–		15,9	11
coupe en forêt permanente	34,4	7	23,2	9	7,9	16	–		65,5	5
entretien de lisière	8,2	16	4,0	22	2,6	28	–		14,8	12
plantation	0,4	71	0,0	*	0,0	*	–		0,4	71
intervention agro-forestière	10,4	14	10,0	14	6,9	17	–		27,3	8
intervention évent. dans plus de 20 ans[1]	–		–		–		429,4	2	429,4	2
total	**346,0**	**2**	**256,6**	**2**	**170,0**	**3**	**429,4**	**2**	**1202,1**	**1**

[1] y.c. aucune intervention prévisible
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

138 Surface forestière selon les conditions de réalisation de la prochaine intervention et la fonction prioritaire

en %
ensemble analysé: surface avec une intervention prévue dans les 10 prochaines années (50,2 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Fonction prioritaire	Conditions de réalisation de la prochaine intervention						
	dans tous les cas, même si déficitaire		seulement si couverture des coûts		seulement si intervention bénéficiaire		total
	%	±	%	±	%	±	%
production de bois	58,4	1,3	30,8	1,2	10,8	0,8	100
protection contre les dangers naturels	48,8	1,7	48,3	1,7	2,8	0,6	100
protection de la nature	55,0	4,2	43,5	4,2	1,4	1,0	100
récréation	65,0	6,7	33,1	6,6	1,9	1,9	100
autres fonctions prioritaires[1]	62,4	4,4	30,2	4,2	7,3	2,4	100
pas de fonction particulière	54,6	9,3	45,4	9,3	0,0	*	100
total	**55,4**	**1,0**	**37,4**	**1,0**	**7,2**	**0,5**	**100**

[1] utilisation agricole, protection contre le vent, protection de l'eau potable, du paysage, de la faune, armée
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4

139 Surface forestière selon l'urgence de la prochaine intervention et la fonction prioritaire

en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Fonction prioritaire	Prochaine intervention prescrite dans								
	0-5 ans		6-10 ans		11-20 ans		plus de 20 ans		total
	%	±	%	±	%	±	%	±	%
production de bois	48,0	1,1	31,6	1,0	13,1	0,7	7,3	0,6	100
protection contre les dangers naturels	18,6	0,7	16,9	0,7	17,2	0,7	47,2	0,9	100
protection de la nature	17,8	1,7	13,6	1,5	8,3	1,2	60,3	2,2	100
récréation	42,9	5,2	25,6	4,6	7,9	2,9	23,6	4,5	100
autres fonctions prioritaires[1]	23,8	2,2	15,5	1,9	10,9	1,6	49,7	2,6	100
pas de fonction particulière	6,9	1,7	8,5	1,8	7,6	1,7	77,0	2,7	100
total	**28,8**	**0,6**	**21,4**	**0,5**	**14,1**	**0,4**	**35,7**	**0,6**	**100**

[1] utilisation agricole, protection contre le vent, protection de l'eau potable, du paysage, de la faune, armée

4.3 Récolte des bois

- La mécanisation de la récolte a nettement progressé. La récolte est mécanisée (récolteur et porteur) sur 14 % de la surface forestière. Lors de l'IFN3, cette proportion n'était que de 7 % des surfaces d'intervention.
- Le porteur a été engagé pour le débardage sur 26 % des surfaces d'intervention. Il devient ainsi l'engin le plus populaire, suivi de près par le débardeur forestier (25 %). L'hélicoptère reste utilisé sur 5 % de la surface forestière.
- Les distances de débardage n'ont que peu varié depuis l'IFN3.
- Le coût potentiel de récolte des bois ne plafonne à 50 fr./m^3 que sur 26 % de la surface forestière suisse. Cette proportion est nettement plus élevée sur le Plateau et dans le Jura avec 60, respectivement 55 %.



La tronçonneuse reste la machine la plus employée lors du bûcheronnage ; Suhr AG.

Dans l'IFN le coût potentiel de récolte se base sur les deux processus « abattage et façonnage » (équivalent à bûcheronnage) et « débardage ». Le débardage comprend le transport des bois dans le terrain naturel depuis l'endroit de l'abattage sur la placette jusqu'à une route d'au moins 2,5 m de large supportant une charge d'essieu de 10 t (« route à camions IFN » ; cf. 2.2). Le questionnaire des gardes forestiers permet de saisir, pour chaque placette, le procédé de récolte utilisé depuis le dernier inventaire. S'il n'y a pas eu d'intervention, le garde forestier indique le procédé qui aurait été utilisé au moment du relevé.

Moyens de bûcheronnage

Dans l'ensemble de la forêt suisse, la récolteuse a été mise à contribution pour l'abattage et le façonnage sur 14 % des surfaces sur lesquelles des interventions ont effectivement été réalisées depuis l'IFN3. Cette proportion atteint même 25 % sur le Plateau, où une grande partie des terrains peuvent supporter le passage des engins forestiers et où les forêts sont bien desservies (non représenté). La tronçonneuse reste pourtant le moyen prédominant pour les travaux de bûcheronnage. Elle est utilisée pour l'abattage sur 85 % des surfaces forestières traitées (non représenté) ; sur 65 % des surfaces, elle l'est également pour les travaux de façonnage (ébranchage et débitage des troncs) (non représenté).

Moyens de débardage

Le choix du moyen de débardage dépend de la densité de la desserte à camions, de la topographie, de la portance du sol et du parc de véhicules de l'entreprise. Pendant la période précédente (IFN3-IFN4), les porteurs et les débardeurs forestiers ont réalisé le gros des travaux de débardage sur 26 %, respectivement 25 % des surfaces d'intervention (tab. **140**). Le reste des surfaces a été débardé au moyen de tracteurs agricoles (15 %), de tracteurs forestiers (11 %), de grues à câble mobiles (10 %), la grue à câble conventionnelle et l'hélicoptère étant chacun utilisé sur 5 % de la surface.

Si l'on considère la forêt entière au lieu des surfaces effectivement traitées, l'hélicoptère serait, selon les gardes forestiers, le moyen de débardage le plus mis à contribution en Suisse avec une part de 21 %, avant le débardeur forestier (18 %) et le porteur (17 %). Viennent ensuite la grue à câble mobile (15 %) et la grue à câble conventionnelle (10 %) (tab. **140**). Des différences claires se dessinent régionalement : au Sud des Alpes, où les forêts sont peu desservies par des routes à camion, l'hélicoptère interviendrait sur 61 % de la surface forestière et dans les Alpes sur 32 % de la surface. La grue à câble mobile couvrirait 24 % des forêts des Alpes et 23 % des Préalpes. Le domaine d'action du porteur se limite au Plateau et au Jura ; les gardes forestiers choisiraient ce moyen de débardage sur 43 % respectivement 35 % de la surface forestière (non représenté).

En comparaison avec les résultats de l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), c'est au niveau des moyens de débardage terrestre que des évolutions sont constatées: la part de surface débardée à l'aide du tracteur agricole a reculé de 22% à 15% et celle où est intervenu le tracteur forestier s'est presque réduite de moitié, de 19 à 11%. En revanche le porteur voit sa part augmenter de 11 points pour s'établir à 26%. En ce qui concerne le débardage par câble, on observe un petit recul de la grue à câble conventionnelle en faveur de la grue à câble mobile. Dans l'ensemble, les parts des trois moyens de débardage, terrestre, par câble et aérien, sont restées les mêmes.

Distance de débardage

La distance de débardage représente la distance de l'endroit d'abattage (centre de la placette) jusqu'à la prochaine route à camions selon la définition IFN (cf. 2.2). En conséquence, la distance de débardage est généralement plus longue que la distance entre le centre de la placette et la route forestière. Par simplification, la distance prise en compte est la distance horizontale et non la distance oblique. Ainsi plus le terrain est raide, plus la distance de débardage est sous-estimée. De même, il n'est pas tenu compte des pré-transports sur des routes trop étroites pour un camion, soumises à une limitation de hauteur, ou présentant une portance insuffisante.

Dans 38% des forêts suisses, la distance de débardage est comprise entre 100 et 500 m. Elle est inférieure à 100 m dans 33% des forêts, et supérieure à 500 m dans 29% (tab. **141**). Les disparités régionales sont très importantes. Dans 66% des surfaces forestières bien desservies du Plateau, la distance de débardage est inférieure à 100 m et sur 30% elle est de 100 à 500 m. Le Jura est également bien desservi, avec des proportions de 49% pour une distance inférieure à 100 m et 40% entre 100 et 500 m. Dans les Préalpes, les Alpes et au Sud des Alpes, les distances de débardage s'allongent. Dans les Préalpes, seuls 28% des surfaces présentent une distance de débardage inférieure à 100 m et 77%

140 **Surface forestière selon la fréquence d'engagement des moyens de débardage et l'intervention**

en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Moyen de débardage[1]	Surface forestière avec intervention[2]		Surface forestière sans intervention[2]		Total	
	%	±	%	±	%	±
débusquage manuel, câblage	1,5	0,3	1,1	0,2	1,2	0,1
cheval	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
chenillette (petit véhicule à chenilles muni d'un treuil)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
treuil (p. ex. Waldrapp)	0,9	0,2	0,5	0,1	0,6	0,1
tracteur agricole avec treuil	15,2	0,8	6,7	0,4	9,6	0,4
tracteur forestier (tracteur agricole avec équipement forestier)	10,5	0,7	7,1	0,4	8,2	0,4
débardeur forestier	25,3	0,9	13,9	0,5	17,8	0,5
débardeur forestier à pince ou étau	5,1	0,5	1,7	0,2	2,9	0,2
porteur	25,8	0,9	12,4	0,5	17,0	0,4
tracteur ou Unimog avec grue ou remorque	3,7	0,4	9,9	0,5	7,8	0,3
grue à câble mobile	9,9	0,6	17,9	0,6	15,1	0,4
grue à câble conventionnelle	4,9	0,5	12,6	0,5	10,0	0,4
téléphérique	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0
hélicoptère	5,1	0,5	29,4	0,7	21,2	0,5
luge	0,0	*	0,0	*	0,0	*
bateau	0,0	*	0,1	0,1	0,1	0,0
autres moyens de débardage	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1

[1] plusieurs moyens de débardage peuvent être combinés sur la même placette
[2] pendant la période IFN3/IFN4
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

inférieure à 500 m. Dans les Alpes, ces parts représentent 19 et 61 %, au Sud des Alpes seulement 7 et 28 %. Si l'on part de l'hypothèse que des moyens terrestres sont engagés jusqu'à 500 m, des moyens à câble de 500 à 1500 m, et l'hélicoptère au-delà, on peut affirmer que, les moyens terrestres dominent sur le Plateau et dans le Jura. Dans les Préalpes et les Alpes, les processus terrestres et câblés couvrent le gros des besoins alors qu'au Sud des Alpes, avec des distances de plus de 1500 m sur 41 % de la surface forestière, on a principalement eu recours à l'hélicoptère. De telles distances se trouvent également dans les Alpes (11 % des surfaces) et dans les Préalpes (2 %). La distribution des distances de débardage est restée constante depuis l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b).

Méthode de récolte des bois

La récolte des bois englobe la chaîne des travaux depuis l'abattage et le façonnage du bois jusqu'au débardage. La méthode employée peut se caractériser par le type de débardage (terrestre, par câble ou aérien), par le degré de mécanisation des étapes (semi-mécanisé, quasi-mécanisé ou mécanisé) ou par le produit lui-même (assortiment ou arbre entier) (tab. **142**). La méthode utilisée a été déterminée pour chaque placette de l'IFN4 sur la foi des réponses des gardes forestiers, en distinguant la méthode appliquée dans les interventions effectivement réalisées depuis l'IFN3 et, pour les placettes sans interventions, celle qui aurait été employée.

Sur 80 % des surfaces avec des interventions réalisées depuis l'IFN3, les bois ont été récoltés par des moyens terrestres. Les méthodes par câble ont été mises à contribution sur 15 % et l'hélicoptère sur 5 % des surfaces forestières. Avec 48 %, la méthode semi-mécanisée « abattage et façonnage à la tronçonneuse et débardage au tracteur » est encore la plus fréquente. En deuxième et troisième position suivent la méthode mécanisée « bûcheronnage à la récolteuse sur roues ou chenilles et débardage au porteur » (14 %) et la méthode semi-mécanisée « abattage à la tronçonneuse, débusquage au treuil et débardage au porteur » (11 %). Depuis l'IFN3, (Duc *et al.* 2010b), la mécanisation a encore progressé. Par exemple, la méthode semi-mécanisée « abattage et façonnage à la tronçonneuse et débardage au tracteur » bien que la plus fréquemment employée, a reculé de 68 % à 48 % depuis l'IFN3, alors que la méthode mécanisée à la récolteuse a progressé de 7 % à 14 %, et que le débardage au tracteur forestier recule en faveur du porteur (hausse de 4 points de pourcentage). Les méthodes par câble et aériennes ont vu leur degré de mécanisation augmenter. On assiste de plus en plus au débardage de l'arbre entier jusqu'à la route forestière, où il est façonné au processeur. Ainsi, 66 % de la surface

141 **Surface forestière selon la distance de débardage**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Distance de débardage en m	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 50	36,3	1,5	46,7	1,5	16,3	1,1	12,3	0,7	4,0	0,7	22,5	0,5
51-100	12,2	1,0	19,4	1,2	11,5	1,0	6,8	0,6	3,1	0,6	10,5	0,4
101-500	40,1	1,5	30,4	1,4	49,0	1,5	42,3	1,1	21,1	1,4	38,1	0,6
501-1000	9,3	0,9	3,1	0,5	17,0	1,1	20,9	0,9	18,8	1,4	14,6	0,4
1001-1500	1,2	0,3	0,3	0,2	4,2	0,6	6,9	0,6	12,3	1,2	4,9	0,3
1501-2000	0,8	0,3	0,0	*	1,3	0,3	3,0	0,4	10,0	1,1	2,7	0,2
plus de 2000	0,0	*	0,2	0,1	0,7	0,3	7,8	0,6	30,7	1,6	6,7	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

142 Surface forestière selon la méthode de récolte et l'intervention

en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Praticabilité	Méthode de récolte		Degré de mécanisation[2]	Type de méthode	Surface forestière avec intervention[1]		Surface forestière sans intervention[1]		Total	
					%	±	%	±	%	±
terrain praticable aux véhicules	méthodes terrestres	bûcheronnage à la tronçonneuse, débardage au tracteur	semi-méc.	assortiment	48,2	1,1	25,1	0,7	33,0	0,6
		bûcheronnage à la tronçonneuse, débusquage au treuil conventionnel, débardage au porteur	semi-méc.	assortiment	11,2	0,7	6,1	0,4	7,9	0,3
		abattage à la tronçonneuse, débardage au tracteur, façonnage au processeur	quasi-méc.	arbre entier	5,4	0,5	2,6	0,2	3,5	0,2
		abattage et façonnage à la récolteuse sur pneus ou chenilles, débardage au porteur	méc.	assortiment	14,1	0,8	4,9	0,3	8,0	0,3
		abattage à la tronçonneuse, débusquage au treuil sur tracteur, déchiquetage à la déchiqueteuse mobile sur porteur	quasi-méc.	arbre entier	0,8	0,2	0,6	0,1	0,6	0,1
terrain non praticable	débardage par câble	bûcheronnage à la tronçonneuse, débardage à la grue à câble mobile	semi-méc.	assortiment	2,8	0,4	4,8	0,3	4,1	0,3
		bûcheronnage à la tronçonneuse, débardage à la grue à câble conventionnelle	semi-méc.	assortiment	2,8	0,4	7,4	0,4	5,8	0,3
		abattage à la tronçonneuse, débardage à la grue à câble mobile, façonnage au processeur	quasi-méc.	arbre entier	6,8	0,5	11,9	0,5	10,2	0,4
		abattage à la tronçonneuse, débardage à la grue à câble conventionnelle, façonnage au processeur	quasi-méc.	arbre entier	2,2	0,3	6,1	0,4	4,7	0,3
	débardage aérien	bûcheronnage à la tronçonneuse, débardage à l'hélicoptère	semi-méc.	assortiment	0,6	0,2	3,3	0,3	2,4	0,2
		abattage à la tronçonneuse, débardage à l'hélicoptère, façonnage au processeur	quasi-méc.	arbre entier	4,5	0,4	26,0	0,6	18,6	0,4
		autres processus de récolte			0,7	0,2	1,3	0,2	1,1	0,1
		total			**100**		**100**		**100**	

[1] intervention pendant la période IFN3-IFN4
[2] degré de mécanisation: semi-méc. = semi-mécanisé, quasi-méc. = quasi-mécanisé, méc. = mécanisé

WSL/IFN4



Dans les forêts pentues, la grue à câble mobile est de plus en plus utilisée; Rothenthurm SZ.

forestière sont désormais entretenus avec des méthodes semi-mécanisées, 20% par des méthodes quasi-mécanisées et 14% entièrement mécanisées. Lors de l'IFN3, les proportions respectives de ces méthodes étaient alors de 84%, 8% et 7% (Duc *et al.* 2010b).

Si l'on considère l'ensemble de la forêt en y incluant les placettes n'ayant pas été l'objet d'interventions sylvicoles depuis le dernier inventaire, la méthode «abattage et façonnage à la tronçonneuse et débardage au tracteur» dominerait encore dans la forêt suisse. Cependant, elle ne serait alors utilisée que dans 33% des cas (baisse de 15 points de pourcentage). La méthode mécanisée «bûcheronnage à la récolteuse et débardage au porteur» reculerait aussi de 6% pour s'établir à 8%. Les gardes forestiers préfèrent clairement la méthode quasi mécanisée «abattage à la tronçonneuse, débardage à l'hélicoptère, façonnage sur la route au processeur», qui a fortement progressé de 15% pour s'établir à 19%. Dans l'ensemble, on assisterait alors à un glissement des méthode terrestres relativement économiques vers les méthode par câble, plus chères, ou avec hélicoptères, très coûteuses. Sur les surfaces effectivement traitées, ces trois méthodes affichent des parts de 80, 15 et 5%, alors que sur l'ensemble de la forêt gérée ce serait 53, 25 et 21% (tab. **142**).

Réalisation de la récolte des bois

L'enquête auprès des gardes forestiers permet également de préciser pour chaque placette quel acteur procède techniquement aux travaux de récolte. Sur 29% de la surface forestière, ce sont les propriétaires forestiers ou les exploitations forestières qui effectuent les travaux en régie propre. Sur 53% des surfaces, le travail est effectué par des entrepreneurs forestiers privés, y compris parfois l'achat des bois sur pied (1%). Sur 18% des surfaces, le travail est partiellement effectué par des entrepreneurs, généralement pour le débardage (16%) (non représenté). Depuis l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), la régie propre a reculé de 7 points, la réalisation partielle ou totale par un tiers entrepreneur a augmenté de

1, respectivement 6 points. La part croissante de travaux effectuée par des entrepreneurs va de pair avec celle de la mécanisation, car seuls les entrepreneurs spécialisés sont en mesure de financer des machines performantes comme les récolteuses, porteurs et grues à câble mobiles, en les engageant suffisamment.

Dans la forêt privée, sur 59 % de la surface forestière, les travaux sont effectués dans leur totalité par des entrepreneurs, une proportion nettement plus élevée que dans les forêts publiques (48 %). La régie propre est aussi un peu plus élevée dans la forêt privée (31 % contre 29 %). Dans la forêt privée, les entrepreneurs ne sont que peu engagés pour des processus partiels. Cette configuration laisse à penser que les propriétaires privés qui disposent encore du savoir-faire forestier possèdent également un moyen de débardage (tracteur agricole équipé) et qu'ils souhaitent l'utiliser (non représenté).

Coûts de récolte

Le coût potentiel de récolte est une estimation (en fr./m^3) des travaux de mise sur le marché des bois à port camion. Il inclut les travaux de bûcheronnage et de débardage mais sans ceux du martelage, de l'écorçage, du pré-transport éventuel sur un chemin, ni le nettoyage du parterre de coupe. Cette estimation est générée par le logiciel de productivité de récolte HeProMo (WSL 2016). Les paramètres d'entrée se basent sur des prix unitaires valables pour toute la Suisse, sur la modélisation des caractéristiques des arbres, des peuplements et des terrains ainsi sur que les processus de récolte précisés lors de l'enquête auprès des gardes forestiers.

Le coût potentiel de récolte est fortement lié à celui du débardage, lequel dépend des conditions topographiques et de la desserte à camions. Il n'est donc pas surprenant que les **coûts potentiels de récolte** reflètent le relief suisse et que se dessinent d'importantes disparités régionales. (fig. **143**). La récolte s'avère relativement avantageuse dans la forêt sans la forêt buissonnante du Plateau et du Jura (tab. **144**). Dans ces deux régions, le coût potentiel de récolte se monte au maximum à 50 fr./m^3 pour 60 respectivement 55 % des surfaces. Sur 29 respectivement 35 % de la surface forestière, il se situe entre 51 et 100 fr./m^3, si bien que dans ces deux régions, le coût potentiel de récolte est d'au maximum 100 fr./m^3 pour 90 % de la surface forestière. En revanche ce coût est beaucoup plus élevé dans les Préalpes, les Alpes et particulièrement au Sud des Alpes. Dans les Préalpes, il est encore possible de récolter du bois pour moins de 100 fr./m^3 dans 72 % des forêts, alors que cette proportion tombe à 48 % dans les Alpes et ne représente plus que 24 % au Sud des Alpes. Si l'on additionne ces proportions, seuls 26 % des la surface forestière suisse (sans la forêt buissonnante) sont encore exploitables à moins de 50 fr./m^3. Sur 38 % de la surface forestière, les coûts se situent entre 51 et 100 fr./m^3, et ils dépassent 100 fr./m^3 dans 32 % des forêts suisses, parfois largement. Si l'on ne considère que les surfaces forestières effectivement traitées pendant la période IFN3-IFN4, seuls 16 % des surfaces ont été exploités pour plus de 100 fr./m^3 (non représenté). Les interventions se concentrent donc dans les forêts présentant des conditions de récolte favorables.

Outre la répartition par surfaces, celle du volume selon les classes de coûts potentiels de récolte est également intéressante (tab. **145**). 36 % du volume serait exploitable pour moins de 50 fr./m^3 et 79 % pour moins

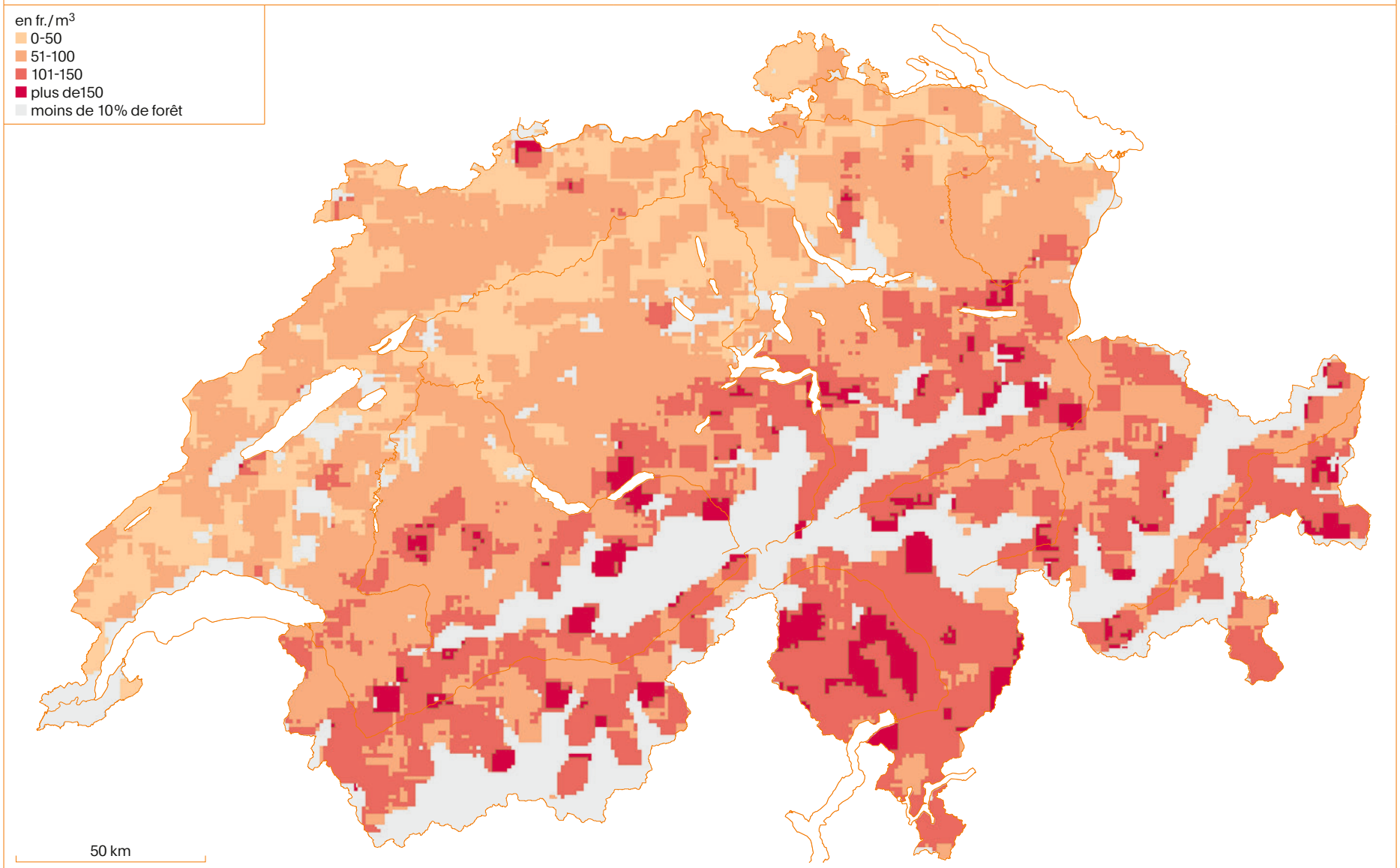


Le débardage sur les terrains carrossables est effectué par des porteurs, des tracteurs forestiers (à l'image) et des tracteurs agricoles ; Muttenz BL.

WSL/IFN4

143 Coûts potentiels de récolte

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



Pour l'interprétation de cartes avec des moyennes lissées, voir 1.4.

de 100 fr./m^3 (tab. **145**). Les proportions correspondantes se situent à 74 % et 97 % sur le Plateau, dans le Jura à 64 et 97 %. La part la plus importante du volume sur pied qui ne peut être récoltée qu'à des coûts potentiels de plus de 100 fr./m^3 se trouve, sans surprise, dans les Alpes. Elle se monte à 15 % dans les Préalpes, à 35 % dans les Alpes et à 66 % au Sud des Alpes. En comparaison avec l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), la proportion de volume sur pied exploitable pour plus de 100 fr./m^3 a reculé de 11 points dans les Alpes et de 7 points au Sud des Alpes. Il y a lieu de penser que les gardes forestiers utilisent sur une partie de la surface forestière des moyens de débardage plus économiques que par le passé, p. ex. la grue à câble mobile au lieu de la grue à câble conventionnelle.

Si l'on se penche sur les **exploitations** effectives sur l'ensemble de la période IFN3-IFN4, il apparaît que, sur l'ensemble de la Suisse, 40 % des récoltes de bois se sont effectués à moins de 50 fr./m^3 (non représenté). Les disparités régionales sont très importantes. Sur le Plateau, le coût potentiel s'élève à moins de 50 fr./m^3 sur 57 % de la récolte alors qu'au Sud des Alpes il dépasse 100 fr./m^3 pour 48 % du volume récolté.

144 **Surface forestière selon les coûts potentiels de récolte**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Coûts de récolte	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 50 fr./m^3	54,6	1,5	59,6	1,3	18,6	1,1	5,5	0,5	3,4	0,6	26,1	0,5
51-75 fr./m^3	25,9	1,4	21,8	1,2	27,5	1,3	14,5	0,8	6,6	0,9	19,2	0,5
76-100 fr./m^3	9,2	0,9	6,8	0,7	25,8	1,3	28,3	1,0	13,9	1,2	18,7	0,5
101-125 fr./m^3	3,0	0,5	2,6	0,5	14,8	1,1	25,0	1,0	25,3	1,5	15,2	0,4
126-150 fr./m^3	2,2	0,5	2,0	0,4	4,6	0,6	11,0	0,7	26,2	1,5	8,7	0,3
plus de 150 fr./m^3	1,1	0,3	3,3	0,5	4,8	0,6	11,7	0,7	21,1	1,4	8,3	0,3
pas d'indication	3,9	0,6	4,0	0,6	3,9	0,6	4,0	0,4	3,4	0,6	3,9	0,2
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

145 **Volume selon les coûts de récolte**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Coûts de récolte	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 50 fr./m^3	64,4	1,7	74,0	1,5	27,4	1,7	9,0	0,9	5,7	1,2	36,3	0,7
51-75 fr./m^3	24,8	1,5	18,8	1,3	32,1	1,8	21,2	1,3	7,4	1,1	22,6	0,7
76-100 fr./m^3	8,0	1,0	4,3	0,6	26,0	1,6	35,2	1,4	20,6	2,0	20,5	0,6
101-125 fr./m^3	1,7	0,4	1,4	0,3	11,2	1,0	24,1	1,2	30,7	2,1	13,0	0,5
126-150 fr./m^3	0,7	0,2	0,8	0,4	2,3	0,4	7,0	0,6	24,8	1,9	5,1	0,3
plus de 150 fr./m^3	0,4	0,2	0,7	0,2	1,1	0,2	3,5	0,4	10,9	1,2	2,5	0,2
pas d'indication	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

4.4 Accroissement, exploitations et mortalité

→ **Pendant la période IFN3-IFN4, l'accroissement (= accroissement brut) s'est élevé à 10,8 millions de m^3/an, ce qui correspond à une moyenne de 9 m^3/ha/an. L'accroissement net, c'est-à-dire l'accroissement brut moins la mortalité naturelle, atteint 7,6 m^3/ha/an.**

→ **Le cumul des exploitations et de la mortalité s'élève à 9,3 millions de m^3/an, dont 82 % soit 7,6 millions de m^3 pour les exploitations.**

→ **Par rapport à la période précédente, tant l'accroissement que les exploitations et la mortalité affichent une tendance à la hausse.**

→ **Au niveau suisse, 88 % de l'accroissement sont prélevés ou se perdent en raison de la mortalité, nettement moins que pendant la période précédente (95 %). Pour la première fois, l'accroissement tend à être épuisé plus fortement dans la forêt privée que dans la forêt publique.**

Accroissement, exploitations et mortalité sont les caractéristiques qui permettent de juger de la productivité des forêts et de la durabilité des exploitations. Pour estimer ces indicateurs de l'évolution de la forêt, deux observations réalisées lors de deux inventaires successifs sur le même arbre sont indispensables. Par conséquent, seules sont incluses dans les analyses les placettes ayant effectivement fait l'objet de deux inventaires successifs, alors que ses nouvelles surfaces gagnées par la forêt en sont exclues. Dans cette section, toutes les indications de volume se réfèrent au bois de tige, c'est-à-dire la partie aérienne de l'arbre, de l'empattement à la cime, l'écorce et la souche comprises mais sans les branches (chap. 2, fig. **049**).

Accroissement

L'**accroissement brut**, la caractéristique la plus souvent utilisée, est appelée « accroissement » dans l'IFN. L'accroissement résulte de trois composantes : (1) l'augmentation de volume des arbres mesurés lors des deux inventaires, (2) celui des arbres qui ont dépassé le seuil d'inventaire de 12 cm au second inventaire (« passage à la futaie ») et (3) la moitié de l'accroissement des arbres prélevés ou morts pendant la période. Le calcul de la troisième composante se base sur des modèles de croissance spécifiques à chaque essence et région et table sur l'hypothèse qu'exploitations et mortalité sont plus ou moins constantes chaque année. En revanche, l'**accroissement net** correspond à l'accroissement brut auquel la mortalité est soustraite. On compare l'accroissement net aux exploitations pour mesurer la durabilité de l'exploitation du bois.

Pendant la période IFN3-IFN4, l'**accroissement** (= accroissement brut) s'est élevé en moyenne à 10,8 millions de m^3/an ce qui correspond à 9,0 m^3/ha/an (tab. **146** et **147**). L'accroissement net atteint 9,1 millions de m^3/an, soit 7,6 m^3/ha/an.

En forêt privée, l'accroissement se monte à 10,3 m^3/ha/an ; il est nettement plus élevé qu'en forêt publique où il atteint 8,4 m^3/ha/an. La différence entre les catégories de propriétaires est davantage liée à la fertilité des stations qu'à la manière de gérer les forêts.

Les disparités entre régions de production sont considérables. Les forêts du Plateau sont les plus productives, avec un accroissement moyen de 13,2 m^3/ha/an. Dans les Alpes (6,7 m^3/ha/an) et au sud des Alpes (6,2 m^3/ha/an), l'accroissement est divisé par deux. Même dans des zones altitudinales comparables, les différences persistent (tab. **148**). Par exemple, sur le Plateau et dans les Préalpes à une altitude de 601 à 1000 m, l'accroissement s'élève à 14,1 respectivement à 13,2 m^3/ha/an, alors que dans les Alpes et au Sud des Alpes il n'atteint que 7,4 m^3/ha/an et 5,8 m^3/ha/an.

146 **Accroissement et accroissement net selon les conditions de propriété**

en milliers de m^3/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
accroissement[1]	forêts publiques	1369	4	1657	4	1086	5	1867	4	642	7	6717	2
	forêts privées	479	9	1319	5	1268	5	732	7	264	12	4100	3
	total	**1848**	**3**	**2973**	**3**	**2353**	**3**	**2597**	**3**	**908**	**5**	**10811**	**1**
accroissement net	forêts publiques	1215	4	1525	4	962	6	1376	6	468	10	5655	2
	forêts privées	407	10	1171	6	1086	6	597	9	188	16	3487	3
	total	**1622**	**4**	**2694**	**3**	**2047**	**4**	**1968**	**4**	**657**	**8**	**9136**	**2**

[1] accroissement = accroissement brut

147 **Accroissement et accroissement net selon les conditions de propriété**

en m^3/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %
accroissement[1]	forêts publiques	9,2	5	12,2	6	10,4	8	6,4	6	5,8	10	8,4	3
	forêts privées	8,5	13	14,5	7	10,6	7	7,5	10	7,4	19	10,3	4
	toutes les catégories	**9,0**	**5**	**13,2**	**4**	**10,5**	**5**	**6,7**	**5**	**6,2**	**9**	**9,0**	**2**
accroissement net	forêts publiques	7,9	7	11,1	6	9,0	9	5,0	8	4,4	15	7,1	4
	forêts privées	7,6	15	13,3	7	8,7	10	6,2	12	4,6	28	8,7	5
	toutes les catégories	**7,8**	**6**	**12,0**	**4**	**8,8**	**6**	**5,3**	**7**	**4,5**	**13**	**7,6**	**3**

[1] accroissement = accroissement brut

WSL/IFN4

Avec 7,3 millions de m^3/an, l'accroissement des résineux est presque deux fois plus élevé que celui des feuillus avec 3,6 millions de m^3/an (tab. **149**). L'épicéa et le hêtre – principales essences résineuse et feuillue – contribuent pour 61 % à l'accroissement total (épicéa: 43 %, hêtre: 18 %); il faut cependant se rappeler que ces essences représentent aussi les plus grosses parts du volume (cf. 2.3). Avec des parts de 31 % à 59 % dans toutes les régions de production, l'épicéa contribue le plus fortement à l'accroissement. Selon les régions, le deuxième rang est occupé par diverses essences: dans le Jura et sur le Plateau par le hêtre, dans les Préalpes par le sapin, dans les Alpes par le sapin et le hêtre au coude à coude, et au Sud des Alpes par le châtaignier, le hêtre et le mélèze. Ces chiffres confirment l'importance capitale de l'épicéa pour l'économie de la forêt suisse.

148 Accroissement selon l'étage altitudinal

en m^3/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Altitude (m)	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %	m^3/ha/an	± %
supérieure à 1800	0,0	*	0,0	*	6,8	26	4,7	8	3,9	19	4,6	7
1401-1800	2,3	69	6,5	14	7,8	9	7,0	5	6,5	9	7,0	4
1001-1400	9,4	5	9,3	20	10,2	5	8,1	6	6,2	11	8,8	3
601-1000	9,6	4	14,1	4	13,2	5	7,4	8	5,8	13	11,0	2
jusqu'à 600	9,6	6	12,7	3	9,5	17	10,0	17	7,1	12	11,3	3
total	**9,4**	**3**	**13,2**	**2**	**10,9**	**3**	**7,0**	**3**	**6,1**	**5**	**9,3**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

149 Accroissement selon l'essence principale

en milliers de m^3/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
épicea	567	7	1069	5	1138	5	1531	4	281	10	4604	2
sapin	447	6	548	7	657	6	186	11	43	24	1940	4
pin	26	31	37	18	7	62	84	18	9	46	163	12
mélèze	3	69	45	20	8	40	303	8	109	16	448	7
arole	0	*	0	*	1	71	47	17	0	53	47	16
autres résineux	14	46	36	30	1	**	3	39	1	94	58	23
total résineux	**1058**	**5**	**1736**	**4**	**1812**	**4**	**2155**	**3**	**442**	**8**	**7259**	**2**
hêtre	516	6	692	5	365	8	183	13	111	21	1933	3
érable	70	15	112	15	68	18	60	17	20	36	337	8
frêne	92	12	192	11	74	17	45	27	48	22	463	7
chêne	44	19	88	14	4	76	9	38	24	26	176	10
châtaignier	0	*	4	88	0	*	1	**	113	20	109	20
autres feuillus	68	15	149	12	29	22	144	12	149	12	533	6
total feuillus	**790**	**5**	**1237**	**4**	**541**	**7**	**442**	**8**	**466**	**8**	**3552**	**3**
total	**1848**	**3**	**2973**	**3**	**2353**	**3**	**2597**	**3**	**908**	**5**	**10811**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur ≥ 100%

En comparaison avec la période précédente (IFN2-IFN3) l'accroissement par hectare, la période IFN3-IFN4 affiche une tendance à la hausse (Duc *et al.* 2010b, tab. 148). L'accroissement net annuel par hectare a augmenté plus franchement. Ces augmentations s'expliquent par la baisse de la mortalité pendant la dernière période. En effet, pendant la période IFN2-IFN3, la tempête Lothar avait détruit une partie de l'accroissement potentiel.

Exploitations et mortalité

Dans l'IFN, la double notion «exploitations et mortalité» désigne le bois de tige de tous les arbres qui ont été prélevés, sont morts ou ont disparu entre deux inventaires successifs. Afin de comptabiliser les exploitations et la mortalité, on ajoute au volume des arbres prélevés, morts ou disparus mesuré lors du premier inventaire, l'augmentation modélisée de tous ces arbres sur un laps de temps correspondant à une demi-période d'inventaire. Les «exploitations» effectives de la période entière sont faciles à recenser car elles laissent des traces aisément reconnaissables au deuxième inventaire. La «mortalité» se compose des arbres qui sont «morts naturellement» ou qui ont disparu. Il s'agit des disparitions naturelles – le volume des arbres morts qui ne se trouvent plus sur la placette lors du relevé de l'IFN4 parce qu'ils ont dévalé une pente par exemple – et de la «mortalité résiduelle», c'est-à-dire le volume des arbres qui sont morts durant la période mais qui subsistent encore sur la placette comme bois mort. De ce fait, les exploitations forcées (cf. 3.4) sont comptabilisées dans les exploitations. En effet, lors des relevés sur le terrain, il n'est pas possible de distinguer les exploitations forcées des exploitations «normales».

Pendant la période IFN3-IFN4, les **exploitations et la mortalité** se sont élevées à 9,3 millions de m^3/an, ce qui correspond à 8,0 m^3/ha/an (tab. **150** et **150**). Les **exploitations** représentent 7,6 millions de m^3/an, soit 82 % (6,5 m^3/ha/an) et la **mortalité** 1,7 million



Peuplement à forte croissance à Bellikon AG.

WSL/IFN4

150 Exploitations et mortalité

en milliers de m^3/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/4 sans la forêt buissonnante

	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
exploitations	1430	7	3004	5	1827	8	951	10	135	21	7587	3
disparitions naturelles	31	18	76	23	57	22	114	14	43	24	319	9
mortalité résiduelle	194	10	203	10	249	10	514	8	208	11	1356	4
exploitations et mortalité	**1656**	**6**	**3283**	**5**	**2133**	**7**	**1579**	**7**	**386**	**11**	**9261**	**3**

151 **Exploitations et mortalité selon les conditions de propriété**

en m³/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %
exploitations	forêts publiques	7,4	7	12,5	6	7,3	12	2,6	11	0,8	29	5,8	4
	forêts privées	6,7	17	14,5	8	9,7	10	2,6	22	1,4	28	8,1	6
	toutes catégories	**7,3**	**7**	**13,3**	**5**	**8,5**	**8**	**2,6**	**10**	**0,9**	**21**	**6,5**	**3**
mortalité	forêts publiques	1,0	11	1,0	13	1,2	15	1,8	8	1,5	14	1,4	5
	forêts privées	1,5	17	1,6	14	1,7	13	1,4	15	2,3	13	1,6	7
	toutes catégories	**1,1**	**9**	**1,2**	**10**	**1,4**	**10**	**1,7**	**7**	**1,7**	**10**	**1,4**	**4**
exploitations et mortalité	forêts publiques	8,5	6	13,5	6	8,5	11	4,3	8	2,3	15	7,2	4
	forêts privées	8,2	14	16,1	7	11,4	9	4,0	16	3,7	12	9,7	5
	toutes catégories	**8,4**	**6**	**14,5**	**5**	**9,9**	**7**	**4,3**	**7**	**2,6**	**11**	**8,0**	**3**



Pendant la période IFN3-IFN4, les prélèvements d'épicéa sur le Plateau ont à nouveau été supérieurs à l'accroissement; Bremgarten AG.

de m³/an, soit 18% (1,4 m³/ha/an). À nouveau, les disparités régionales sont très importantes. Sur le Plateau, exploitations et mortalité représentent 14,5 m³/ha/an, dans les Alpes seulement 4,3 m³/ha/an et au Sud des Alpes à peine 2,6 m³/ha/an. De ce fait, 40% des exploitations en Suisse se font sur le Plateau (tab. **150**). Outre ces différences de quantité, des différences notables apparaissent entre les deux catégories. Sur le Plateau, les exploitations représentent 92% et la mortalité seulement 8%, alors que ce rapport est de 60% à 40% dans les Alpes et au Sud des Alpes de 35% à 65%. De ce fait, 40% des exploitations en Suisse se font sur le Plateau (tab. **150**).

Dans la forêt publique, exploitations et mortalité représentent 7,2 m³/ha/an, soit 20% de moins par hectare que dans la forêt privée qui atteint 9,7 m³/ha/an (tab. **151**). Une ventilation sur les deux catégories montre que dans la forêt publique les exploitations sont plus faibles que dans la forêt privée (5,8 respectivement 8,1 m³/ha/an). Par contre, la mortalité n'est que peu sensible aux différences de propriété (1,4 m³/ha/an respectivement 1,6 m³/ha/an).

Les exploitations et la mortalité s'élèvent à 72% chez les résineux et 28% chez les feuillus (tab. **152**). Les exploitations et la mortalité chez les résineux sont clairement les plus élevées dans les Alpes (84%) et les Préalpes (82%) alors qu'elles n'atteignent que 68% sur le Plateau, 63% dans le Jura et 44% au Sud des Alpes, ce qui reflète les parts de résineux et de feuillus des peuplements dans ces régions. En moyenne

152 Exploitations et mortalité par essence principale

en m³/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m³/ha	± %	1000 m³/ha	± %	1000 m³/ha	± %	1000 m³/ha	± %	1000 m³/ha	± %	1000 m³/ha	± %
épicea	588	10	1535	7	1174	9	963	9	120	30	4465	4
sapin	398	13	521	11	577	11	76	20	18	44	1651	6
pin	51	19	113	20	5	49	102	16	6	60	283	11
mélèze	0	*	49	35	1	**	153	15	26	33	223	13
arole	0	*	0	*	0	*	21	45	0	*	20	45
autres résineux	5	49	23	49	0	100	1	57	0	*	31	39
total résineux	**1042**	**8**	**2241**	**6**	**1757**	**8**	**1316**	**8**	**170**	**23**	**6672**	**4**
hêtre	393	9	630	9	264	16	126	25	23	30	1497	6
érable	53	20	71	15	21	24	10	32	4	47	166	11
frêne	75	18	148	14	37	28	21	27	11	32	305	10
chêne	29	29	109	19	4	54	6	76	13	37	168	15
châtaignier	0	*	2	58	0	*	0	*	79	18	75	17
autres feuillus	64	17	81	18	49	20	101	16	86	15	379	8
total feuillus	**614**	**8**	**1042**	**7**	**376**	**12**	**263**	**14**	**215**	**10**	**2589**	**4**
total	**1656**	**6**	**3283**	**5**	**2133**	**7**	**1579**	**7**	**386**	**11**	**9261**	**3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur ≥ 100%

WSL/IFN4

suisse, la mortalité est plus ou moins constante dans tous les étages altitudinaux. En revanche, les exploitations ont tendance à baisser avec l'altitude (tab. **153**). Elles sont de 10,7 m³/ha/an en dessous de 600 m, mais elles s'élèvent à 8,3 m³/ha/an entre 600 et 1200 m et à 2,3 m³/ha/an au-dessus de 1200 m d'altitude.

Avec 74 % de résineux et 26 % de feuillus, les exploitations de 7,6 millions de m³/an (tab. **155**) se répartissent de la même manière que les exploitations et la mortalité cumulées. Au plan suisse, la part des épicéas dans les exploitations est de 49 %, suivi du sapin avec 20 % et du hêtre avec 17 % (tab. **155**). Si dans toutes les régions l'épicéa est l'essence la plus prélevée, sa part varie relativement fortement: il représente 55 % des exploitations dans les Préalpes et 61 % dans les Alpes, dans le Jura seulement 37 %. Sur le Plateau, avec 48 % des exploitations, l'épicéa atteint pratiquement la moyenne suisse.

En comparaison avec la période IFN2-IFN3, les exploitations et la mortalité sont légèrement plus élevées. De 9,1 millions de m³/an (8,2 m³/ha/an relativement à la surface forestière d'alors; Duc *et al.* 2010b, tab. 152 et 154), elles atteignent 9,3 millions de m³/an (8,0 m³/ha/an; tab. **151**). Le rapport entre exploitations et mortalité (IFN2-IFN3: 79 à 21 %, IFN3-IFN4: 82 à 18 %) s'est déplacé à

153 Exploitations et mortalité selon l'altitude

en m³/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Altitude (m)	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %	m³/ha/an	± %
exploitations	jusqu'à 600	7,8	12	13,3	6	8,7	32	6,4	39	1,8	28	10,7	5
	601 à 1200	7,8	8	13,7	8	11,0	8	3,9	16	0,9	41	8,3	5
	supérieure à 1200	3,7	29	2,7	77	4,0	22	1,9	13	0,7	37	2,2	11
	toutes les catégories	**7,3**	**7**	**13,3**	**5**	**8,5**	**8**	**2,6**	**10**	**0,9**	**21**	**6,5**	**3**
mortalité	jusqu'à 600	1,7	16	1,0	13	2,0	35	2,0	29	2,8	16	1,4	8
	601 à 1200	1,0	11	1,5	15	1,4	11	2,4	11	1,7	17	1,5	6
	supérieure à 1200	1,1	33	2,2	39	1,5	19	1,4	10	1,3	19	1,4	8
	toutes les catégories	**1,1**	**9**	**1,2**	**10**	**1,4**	**10**	**1,7**	**7**	**1,7**	**10**	**1,4**	**4**
exploitations et mortalité	jusqu'à 600	9,4	10	14,3	6	10,7	26	8,5	33	4,6	14	12,0	5
	601 à 1200	8,8	7	15,2	7	12,4	7	6,4	11	2,6	22	9,9	4
	supérieure à 1200	4,8	24	4,9	46	5,5	17	3,3	9	2,0	17	3,6	7
	toutes les catégories	**8,4**	**6**	**14,5**	**5**	**9,9**	**7**	**4,3**	**7**	**2,6**	**11**	**8,0**	**3**

154 Exploitations et mortalité selon les conditions de propriété

en milliers de m³/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %	1000 m³/an	± %
exploitations	forêts publiques	1106	7	1681	7	772	13	701	11	90	29	4520	4
	forêts privées	324	18	1327	8	1058	10	249	23	44	28	3074	6
	total	**1430**	**7**	**3004**	**5**	**1827**	**8**	**951**	**10**	**135**	**21**	**7587**	**3**
mortalité	forêts publiques	153	11	132	13	125	16	491	8	174	14	1062	5
	forêts privées	72	17	148	14	182	13	136	16	76	15	613	7
	total	**226**	**9**	**279**	**10**	**306**	**10**	**628**	**7**	**251**	**10**	**1675**	**4**
exploitations et mortalité	forêts publiques	1259	7	1813	7	897	11	1192	8	264	16	5582	4
	forêts privées	397	15	1475	8	1240	9	385	17	120	14	3687	5
	total	**1656**	**6**	**3283**	**5**	**2133**	**7**	**1579**	**7**	**386**	**11**	**9261**	**3**

nouveau en faveur des exploitations. La période IFN2-IFN3 était en effet marquée par la mortalité importante engendrée par la tempête Lothar, tout particulièrement dans les Préalpes et sur le Plateau (Duc *et al.* 2010b, tab. 154). Les exploitations de la période actuelle IFN3-IFN4 (7,6 millions de m^3 /an; tab. **150**) sont plus élevées que pendant la période précédente IFN2-IFN3 (7,2 millions de m^3/an; Duc *et al.* 2010b, tab. 152). Le rapport des exploitations résineux/feuillus n'a cependant pas changé; il se prélève toujours trois fois plus de résineux que de feuillus (tab. **155**). Par contre les exploitations d'épicéa ont reculé; elles ne constituent que 49% des exploitations contre encore 56% lors de la période précédente (tab. **155** et Duc *et al.* 2010b, tab. 160).

155 **Exploitations par essence principale**

en m^3/ha/an par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essence principale	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m^3/ha	± %	1000 m^3/ha	± %	1000 m^3/ha	± %	1000 m^3/ha	± %	1000 m^3/ha	± %	1000 m^3/ha	± %
épicea	529	11	1450	7	1008	10	607	12	62	40	3752	5
sapin	364	14	473	12	527	11	44	28	2	71	1467	7
pin	31	26	100	22	5	54	48	28	3	**	193	15
mélèze	0	*	46	36	1	**	92	20	9	65	146	18
arole	0	*	0	*	0	*	12	65	0	*	12	65
autres résineux	3	58	23	49	0	*	0	*	0	*	28	43
total résineux	**926**	**9**	**2093**	**6**	**1540**	**8**	**803**	**11**	**76**	**34**	**5596**	**4**
hêtre	40	24	61	17	18	27	6	43	3	62	134	12
érable	61	20	131	15	29	32	11	42	4	54	248	11
frêne	19	33	94	21	1	79	5	88	6	62	132	17
chêne	0	*	1	75	0	*	0	*	22	41	21	39
châtaignier	43	23	61	22	22	36	23	36	24	33	176	12
autres feuillus	1430	7	3004	5	1827	8	951	10	135	21	7587	3
total feuillus	**504**	**9**	**912**	**7**	**286**	**15**	**147**	**23**	**59**	**23**	**1990**	**5**
total	**1430**	**7**	**3004**	**5**	**1827**	**8**	**951**	**10**	**135**	**21**	**7587**	**3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur ≥ 100%

WSL/IFN4



Pendant la dernière décennie, la mortalité a été aussi élevée en forêt publique qu'en forêt privée; Mettmenstetten ZH.

Accroissement en comparaison avec les exploitations et la mortalité

La durabilité de la gestion des forêts est souvent jugée en comparant les exploitations avec l'accroissement. Dans les statistiques nationales (p. ex. Rapport forestier 2015; Fischer et Camin 2015a) et internationales (State of Europe's Forests 2015; Forest Europe 2015a), la comparaison entre l'accroissement net (accroissement brut réduit de la mortalité) et les exploitations est devenue la norme. Toutefois, si l'on souhaite établir un bilan global, il est préférable de prendre en compte tous les arbres, et de comparer les exploitations et la mortalité avec l'accroissement **brut** (l'accroissement selon la terminologie de l'IFN). Il est absolument hors de question de comparer les exploitations recensées par la statistique forestière de l'Office fédéral de la statistique (OFS 2019a), avec l'accroissement calculé par l'IFN (= accroissement brut, pour mémoire) sans appliquer un facteur de correction. En effet, on obtiendrait alors un potentiel inexploité bien plus élevé qu'il n'est en réalité (pour des détails à propos des différences et facteurs de correction, cf. Altwegg *et al.* 2010).

Sur la période IFN1-IFN2, les exploitations et la mortalité au plan suisse s'élevaient à 73 % de l'accroissement. La période IFN2-IFN3 a vu cette proportion atteindre 95 %. Aujourd'hui (IFN3-IFN4), 88 % de l'accroissement sont exploités ou perdus par mortalité (tab. **156**). Sur le Plateau, en revanche, comme pendant la période IFN2-IFN3, le volume des exploitations et de la mortalité est plus élevé que celui de l'accroissement, situation qui n'est pas durable à terme.

Pendant les périodes précédentes, IFN1-IFN2 et IFN2-IFN3, le rapport « exploitations et mortalité sur accroissement » était plus élevé dans la forêt publique que dans la forêt privée (tab. **156**). Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Pendant la période actuelle IFN3-IFN4, l'accroissement est en moyenne suisse au moins autant, voire plus fortement épuisé (93 %) dans la forêt privée que dans la forêt publique (86 %). Sur le Plateau et dans les Préalpes, cette inversion de tendance se dessine encore plus fortement (tab. **156**).

À l'échelle de la Suisse, les exploitations et la mortalité ne dépassent l'accroissement que chez le pin (174 %) (non représenté). Sur le Plateau en revanche, non seulement le pin (303 %) se trouve dans cette situation, mais aussi l'épicéa (144 %), le mélèze (109 %) et le chêne (123 %).

Si, comme dans le Rapport forestier (Fischer et Camin 2015), les exploitations sont comparées avec l'accroissement net, le rapport s'établit à 83 % pour toute la Suisse (tab. **157**). Ce ratio est un peu plus bas que celui qui compare les exploitations et la mortalité avec l'accroissement (88 %; tab. **156**). Les différences entre les régions de production restent plus ou moins semblables. Ainsi le rapport « exploitations sur accroissement net » est le plus élevé sur le Plateau (112 %) et le plus bas au Sud des Alpes (21 %). En d'autres termes, ces chiffres montrent que le volume diminue sur le Plateau et augmente fortement au Sud des Alpes.

156 Exploitations et mortalité rapportées à l'accroissement selon les conditions de propriété

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2, IFN2/IFN3 resp. IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
IFN1-IFN2													
exploitations et mortalité rapportées à l'accroissement[1]	forêts publiques	71	4	93	5	80	6	87	6	37	5	80	3
	forêts privées	55	6	69	5	62	5	60	8	33	6	62	3
	toutes catégories	**67**	**3**	**81**	**3**	**70**	**4**	**80**	**5**	**35**	**4**	**73**	**2**
IFN2-IFN3													
exploitations et mortalité rapportées à l'accroissement[1]	forêts publiques	111	7	136	7	118	9	66	5	30	5	99	3
	forêts privées	67	9	107	8	90	7	72	10	53	9	88	4
	toutes catégories	**100**	**6**	**123**	**5**	**103**	**6**	**68**	**4**	**36**	**4**	**95**	**2**
IFN3-IFN4													
exploitations et mortalité rapportées à l'accroissement[1]	forêts publiques	94	6	109	7	86	10	67	6	45	8	86	3
	forêts privées	85	13	114	8	100	9	53	9	50	8	93	5
	toutes catégories	**92**	**5**	**111**	**5**	**94**	**7**	**63**	**5**	**46**	**6**	**88**	**3**

[1] accroissement = accroissement brut

157 Exploitations rapportées à l'accroissement net selon les conditions de propriété

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	Conditions de propriété	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
exploitations rapportées à l'accroissement net	forêts publiques	91	7	110	8	80	10	51	6	19	6	80	4
	forêts privées	80	14	113	9	97	10	42	10	24	7	88	5
	toutes catégories	**88**	**6**	**112**	**6**	**89**	**7**	**48**	**5**	**21**	**5**	**83**	**3**

WSL/IFN4

4.5 Assortiments de bois ronds et exploitations de bois fort

→ **Dans la forêt suisse, le volume de bois fort de tige est de 364 millions de m³. En théorie, 355 millions de m³ sont commercialisables en assortiments de bois ronds et 9 millions de m³ en petit bois.**

→ **114 millions de m³ pourraient être façonnés en bois ronds feuillus et 241 millions de m³ en bois ronds résineux. L'assortiment le plus important est le bois rond résineux court (179 millions de m³).**

→ **Les exploitations de bois fort de tige atteignent 6,5 millions de m³ par an, dont 4,5 millions de m³ de résineux et 2,0 millions de m³ de feuillus. 59 % des exploitations de bois fort de tige sont issus de la forêt publique.**

Assortiments de bois ronds

L'estimation du **volume de bois rond** dans les forêts suisses se base sur les *Usages suisses du commerce du bois brut* (Économie forestière suisse *et al.* 2010). Pour chaque arbre enregistré dans l'IFN, la forme du tronc est décrite à l'aide de fonctions mathématiques dont les variables sont le DHP ainsi que les valeurs modélisées du diamètre à 7 m de hauteur et de la hauteur totale. Ces troncs sont ensuite attribués par calcul aux six classes de bois rond des *Usages* (Rohner *et al.* 2019). Il n'est donc pas tenu compte de la qualité du bois. Pour le tri des longueurs des résineux (par exemple les billons ou bois courts ; tab. **158**) et contrairement à l'IFN3, ce sont les déclarations des gardes forestiers qui font foi. De plus, il faut relever que le calcul s'effectue exclusivement sur le bois fort de tige sans écorce ni souche (pour une description des parties de l'arbre, voir chap. 2, fig. **049**) et que ce calcul des assortiments de bois ronds diffère complètement de ceux menant au volume, à l'accroissement, aux exploitations et à la mortalité (cf. 4.4).

Dans la forêt suisse, le **volume de bois fort de tige** sans écorce ni souche représente 364 millions de m³, dont 355 millions de m³, soit 97 %, entrent dans les classes de bois ronds 1 à 6 (tab. **159**). Le reste, 9 millions de m³ ou 3 %, est considéré comme du petit bois selon l'IFN. Les bois ronds feuillus représentent un tiers du bois fort de tige (114 millions de m³) et les résineux deux tiers, soit 241 millions de m³. Selon les gardes, les résineux sont débités principalement en billons (179 millions de m³). Seuls 31 millions de m³ sont commercialisés sous forme de bois longs ou bois mi-longs (31, respectivement 26 millions de m³). L'assortiment résineux de moins de 3 m de longueur, introduit dans les

158 **Définition des assortiment de bois ronds**

			Bois ronds						Petit bois IFN
			Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	
feuillus	diamètre au millieu		10-19 cm	20-29 cm	30-39 cm	40-49 cm	50-59 cm	≥60 cm	Bois fort de tige sans l'écorce ni la souche, qui ne peut pas être attribué aux classes 1 à 6 de bois ronds
	longueur		≥3,0 m						
résineux	diamètre au millieu		10-19 cm	20-29 cm	30-39 cm	40-49 cm	50-59 cm	≥60 cm	
	diamètre minimal au petit bout			18 cm	18 cm	22 cm	22 cm	22 cm	
	longueur	bois	<3,0 m						
		billon	3,0-6,0 m						
		bois mi-long	6,5-14,5 m						
		bois long	15,0-22,0 m						

* différent de la définition des *Usages suisses du commerce du bois brut* (regroupement des sous-classes)
source : *Usages suisses du commerce du bois brut* (Économie forestière suisse *et al.* 2010)

159 Volume de bois fort de tige sur pied selon le type d'assortiment et l'assortiment

sans écorce ni souche en milliers de m³ par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type d'assortiment	Assortiments	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %
bois ronds feuillus	classes 5 et 6	3550	9	6950	7	2662	10	1288	12	1713	16	16162	4
	classes 3 et 4	15295	3	16335	4	9936	5	5492	7	4421	6	51480	2
	classes 1 et 2	10521	4	10973	3	7889	5	7654	5	9736	4	46773	2
	total	**29365**	**3**	**34257**	**3**	**20487**	**4**	**14435**	**5**	**15870**	**4**	**114415**	**2**
bois longs résineux	classes 5 et 6	2199	12	1253	19	1130	20	106	59	0	*	4688	9
	classes 3 et 4	10766	7	6420	10	3509	13	409	37	0	*	21103	5
	classes 1 et 2	2550	9	1577	13	800	18	114	41	0	*	5041	7
	total	**15515**	**6**	**9249**	**9**	**5439**	**13**	**629**	**33**	**0**	*	**30832**	**5**
bois mi-long résineux	classes 5 et 6	748	22	935	18	2108	15	1353	20	15	72	5159	9
	classes 3 et 4	1863	15	2700	13	5177	11	4056	11	98	62	13894	6
	classes 1 et 2	958	14	923	15	2468	11	2576	10	40	62	6965	6
	total	**3569**	**14**	**4558**	**12**	**9753**	**10**	**7985**	**10**	**153**	**62**	**26018**	**6**
billons résineux	classes 5 et 6	1428	11	2880	8	8415	6	13066	5	3255	9	29044	3
	classes 3 et 4	6115	7	10846	6	23595	4	36270	3	6701	6	83528	2
	classes 1 et 2	5158	7	10466	5	15287	4	30667	2	5241	6	66818	2
	total	**12701**	**6**	**24192**	**5**	**47298**	**4**	**80002**	**2**	**15197**	**5**	**179390**	**2**
bois résineux	classes 5 et 6	22	56	129	33	176	45	235	38	107	30	669	20
	classes 3 et 4	163	33	345	27	563	29	573	27	210	27	1853	14
	classes 1 et 2	164	32	330	25	506	22	568	21	203	28	1771	11
	total	**349**	**32**	**804**	**23**	**1245**	**25**	**1375**	**23**	**520**	**24**	**4294**	**12**
total	classes 1 à 6	61499	2	73060	2	84222	2	104426	2	31741	3	354948	1
	petit bois IFN	3723	6	2138	7	1863	7	1449	4	261	4	9434	3
	total	**65222**	**2**	**75198**	**2**	**86084**	**2**	**105876**	**2**	**32002**	**3**	**364382**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/IFN4



En Suisse, le billon ou bois court est l'assortiment de bois rond le plus commercialisé ; Vordemwald AG.

Usages suisses du commerce du bois brut en 2010 (Économie forestière suisse *et al.* 2010), ne représente que 4 millions de m^3. Indépendamment du tri des longueurs de bois, les classes de diamètre moyen 3 et 4 forment le gros de l'assortiment commercialisé, suivies des classes plus petites 1 et 2.

Si l'on examine la situation par région de production, le bois rond est le plus abondant dans les Alpes avec 29 % du volume sur pied (104 millions de m^3) suivi des Préalpes (24 % soit 84 millions de m^3) et du Plateau avec 21 % (73 millions de m^3 ; tab. **159**). Dans le Jura, le bois rond représente 18 % (61 millions de m^3) et au Sud des Alpes 9 % (32 millions de m^3) du volume. Alors qu'au Sud des Alpes, toujours selon les forestiers de triage, 96 % du bois rond résineux et 89 % dans les Alpes sont débités en billons, la situation est quelque peu différente dans les autres régions de production. Si dans les Préalpes et le Plateau les billons se taillent encore la part du lion du bois rond résineux (74 % respectivement 62 %), dans le Jura les bois longs sont un peu plus fréquemment commercialisés (48 %) que les billons (40 %).

Exploitations de bois fort

Les exploitations de bois fort représentent une estimation de la qualité de bois valorisable. Le bois fort se compose du volume du bois de la tige (bois fort de tige) et du volume des branches (bois fort des branches) d'un diamètre de 7 cm au moins (chap. 2, fig. **049**). Dans l'IFN, le volume de bois fort de tige est calculé par la méthode de la forme du tronc déjà employée pour le calcul des assortiments de bois rond.

160 **Exploitations de bois fort de tige selon la propriété, résineux et feuillus**

sans écorce ni souche, en milliers de m^3/an par région de production
ensemble analysé : forêt accesssible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Conditions de propriété		Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %
forêts publiques	résineux	575	10	916	9	510	14	495	12	55	35	2639	5
	feuillus	333	10	455	10	101	23	56	29	13	35	1011	6
	total	**909**	**7**	**1371**	**7**	**611**	**13**	**551**	**11**	**68**	**29**	**3649**	**4**
forêts privées	résineux	187	19	784	10	721	11	128	25	8	80	1873	7
	feuillus	83	25	293	12	143	22	75	38	30	30	638	10
	total	**270**	**18**	**1077**	**8**	**864**	**11**	**203**	**24**	**39**	**30**	**2511**	**6**
total	résineux	763	8	1697	6	1229	9	625	11	63	32	4507	4
	feuillus	416	9	748	7	243	16	129	25	44	23	1647	5
	total	**1178**	**7**	**2444**	**5**	**1472**	**8**	**754**	**10**	**108**	**21**	**6154**	**3**

161 **Exploitations de bois fort selon la propriété, résineux et feuillus**

sans écorce ni souche, en milliers de m^3/an
ensemble analysé: forêt accesssible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Conditions de propriétés		Bois fort de tige		Bois fort de branches		Bois fort (tige + branches)		Statistique forestière[1]	Exploitations de bois fort, ratio IFN/Statistique forestière[1]
		1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	± %	1000 m^3/an	
forêts publiques	résineux	2639	5	7	11	2645	5	2173	1,22
	feuillus	1011	6	213	10	1224	7	1080	1,13
	total	**3649**	**4**	**220**	**10**	**3869**	**4**	**3253**	**1,19**
forêts privées	résineux	1873	7	6	14	1879	7	1254	1,50
	feuillus	638	10	143	15	781	10	499	1,57
	total	**2511**	**6**	**149**	**14**	**2659**	**6**	**1753**	**1,52**
total	résineux	4507	4	13	9	4520	4	3427	1,32
	feuillus	1647	5	356	8	2003	6	1579	1,27
	total	**6154**	**3**	**368**	**8**	**6522**	**3**	**5005**	**1,30**

[1] exploitations annuelles moyennes 2005-2017 selon la statistique forestière

WSL/IFN4

Le bois fort de tige (sans écorce ni souche) représente 6,2 millions de m^3 (tab. **160**) sur les 7,6 millions de m^3 de bois de tige (en écorce, avec la souche) exploités par an selon l'IFN4 (tab. **154**). Les résineux font les trois quarts de ce volume et les feuillus le reste. 40 % du bois fort de tige sont prélevés sur le Plateau.

En plus des 6,2 millions de m^3 de bois fort de tige, presque 0,4 million de m^3 de bois fort de branches a été prélevé annuellement, soit un total de bois fort prélevé de 6,5 millions de m^3/an (tab. **161**), dont 59 % sont issus de la forêt publique. De 2005 à 2017, la statistique forestière (OFS 2019a) fait état d'exploitations annuelles inférieures de 23 % (5 millions de m^3/an) à ceux de l'IFN. En raison de méthodes d'acquisition des données très différentes, ces chiffres ne sont pas directement comparables (Altwegg *et al.* 2010). Alors que dans l'IFN les arbres sont recensés directement sur la placette, la statistique forestière s'appuie sur les données des cantons tirées des listes de ventes ou de protocoles de martelages et en partie aussi sur des estimations. En conséquence, les pertes de récolte telles des parties de houppiers qui restent sur le parterre de coupe et des parties de bois fort de tige qui ne sont pas valorisées contribuent à fausser le calcul du volume prélevé, notamment pour les feuillus. En outre, dans la forêt privée, certaines exploitations échappent à la statistique forestière. L'IFN2 et l'IFN3 ont déjà montré des exploitations de bois fort plus élevées que celles de la statistique forestière, l'écart se creusant toutefois entre l'IFN3 et l'IFN4, tout particulièrement dans la forêt privée.

162 **Exploitations de bois fort de tige selon les coûts de récolte**

sans écorce ni souche en % par région de production
ensemble analysé: forêt accesssible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Coûts de récolte	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 50 fr./m^3	60,0	3,8	57,0	2,9	20,2	3,2	11,4	3,2	7,9	3,8	40,6	1,7
51-75 fr./m^3	20,7	3,2	16,2	2,0	36,1	3,8	18,2	3,6	17,9	7,3	21,9	1,5
76-100 fr./m^3	6,0	1,7	4,4	1,0	21,5	3,8	22,4	3,8	20,9	8,6	11,3	1,2
101-125 fr./m^3	3,0	2,2	3,4	1,3	9,8	2,5	25,4	5,2	13,6	6,1	7,9	1,2
126-150 fr./m^3	1,1	0,6	3,3	1,5	2,2	1,5	8,0	2,7	24,3	10,3	3,4	0,8
plus de 150 fr./m^3	1,0	0,8	5,4	1,6	3,5	1,8	5,9	2,4	5,7	3,8	4,4	1,0
pas d'indication	7,9	2,4	10,3	2,0	6,4	2,6	9,6	3,6	8,1	7,7	8,9	1,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	



Le petit bois et les bois ronds de moindre qualité sont souvent valorisés en bois énergie; Orvin BE.

Si l'on considère les **coûts de récolte** modélisés (cf. 4.3) des exploitations du bois fort de tige, on observe des différences régionales notables. Dans le Jura et sur le Plateau, la majorité du bois fort de tige (60% respectivement 57%) a été récoltée à un coût potentiel de 50 fr./m^3 au maximum (tab. **162**). Dans les Préalpes, les Alpes et au Sud des Alpes, les mêmes catégories ne représentent que 20%, 11% et 8% du bois fort de tige récolté. Avec un coût potentiel de maximum 100 fr./m^3, ce sont tout de même 78% du bois fort de tige qui ont pu être récoltés dans les Préalpes, une proportion identique sur le Plateau (78%) et légèrement supérieure dans le

Jura (87 %). En revanche, 39 % du bois fort de tige des Alpes ne peuvent être récoltés qu'à un coût potentiel supérieur à 100 fr./m^3, et même 44 % au Sud des Alpes. Au plan suisse, 41 % des exploitations de bois fort de tige peuvent être récoltés à un coût potentiel inférieur à 50 fr./m^3, et 74 % peuvent l'être à moins de 100 fr./m^3. Néanmoins, au niveau actuel du prix des bois, de nombreuses opérations de récolte ne couvrent pas leurs frais. C'est pourquoi les pouvoirs publics (cantons et Confédération) doivent soutenir financièrement la gestion de la forêt lorsque celle-ci fournit une prestation d'intérêt public comme la protection contre les dangers naturels.



WSL/IFN4

Bois ronds de qualité supérieure exposés le long d'une route forestière à l'occasion d'une vente aux enchères régionale ; Neuwilen TG.



La forêt suisse joue un rôle primordial pour le maintien de la diversité biologique. Plus d'un tiers des espèces animales et végétales présentes chez nous sont inféodées à la forêt. Les résultats de l'IFN4 montrent que la forêt suisse est un écosystème relativement proche de l'état naturel. Dans presque toutes les régions, la proportion d'essences introduites est très faible, alors que les arbustes introduits se répandent de plus en plus. La régénération est le plus souvent naturelle et les pessières étrangères à la station ont diminué sur le Plateau comme lors de la période précédente. La diversité des essences et des structures continue d'augmenter, de même que le nombre de gros arbres et plus particulièrement le bois mort, base vitale pour de nombreuses espèces forestières. Au contraire du Plateau, les forêts des Alpes et du Sud des Alpes sont devenues plus denses, ce qui peut entraîner une raréfaction des espèces héliophiles et thermophiles dans ces forêts. De nombreuses lisières sont encore relativement monotones, même si la diversité des essences et des structures est en hausse. La surface des réserves forestières a augmenté pour atteindre 5,8 % de la surface de la forêt suisse selon la définition de l'IFN. Les réserves forestières contiennent une plus grande proportion de peuplements avec une valeur de biotope élevée, mais les arbres de gros diamètre restent toujours relativement rares, comme dans le reste de la forêt.

Urs-Beat Brändli, Meinrad Abegg, Christoph Düggelin

WSL/LFI4

5 Diversité biologique

Les forêts ont une importance particulière pour le maintien de la diversité biologique (biodiversité). De par leur étendue, leur longévité et leur diversité structurelle, les forêts suisses constituent un habitat pour quelque 20000 espèces animales et 500 espèces de plantes vasculaires (Meyer et Debrot 1989; Landolt 1991), ainsi que pour une multitude d'autres organismes comme les champignons, les lichens et les mousses. En comparaison avec d'autres habitats, la proportion d'espèces menacées en forêt est relativement faible (9%). La Suisse a cependant une responsabilité particulière pour 1548 espèces forestières prioritaires sur le plan national et environ la moitié des champignons supérieurs (Scheidegger *et al.* 2015).

Les activités de protection de la nature en Suisse se sont longtemps orientées en premier lieu vers le maintien des espèces et des milieux menacés (protection des espèces et des biotopes). Toutefois, comme la biodiversité d'un territoire est largement déterminée par les surfaces agricoles et forestières exploitées et les zones urbaines, la protection de la nature ne peut se limiter au seul maintien de surfaces résiduelles riches en espèces. C'est pourquoi les mesures en faveur de la protection de la nature intégrées dans l'exploitation normale ont toute leur importance. Au plan national, l'IFN sert à identifier les problèmes en matière de protection de la nature en forêt ainsi qu'à contrôler les résultats des mesures. Afin d'obtenir une image représentative, ce suivi englobe tous les peuplements forestiers, même ceux qui ne présentent qu'une faible valeur écologique. L'IFN livre d'abord des informations relatives à la structure et la composition, et ainsi à la qualité de la forêt en tant qu'habitat. La diversité spécifique au sens propre, en forêt et dans tous les autres éléments du paysage, est contrôlée par le monitoring de la biodiversité en Suisse (MDB, www.biodiversitymonitoring.ch).

La diversité des espèces et leurs interactions ne pouvant être mesurées intégralement, l'évaluation des habitats tels que les peuplements forestiers est basée sur des «indicateurs» qui traduisent en partie la diversité supposée. Dans l'IFN, il s'agit principalement de paramètres du milieu pour certains groupes d'animaux comme les oiseaux, les insectes, les petits mammifères et les champignons (Brändli 2001). Duelli (1995) écrit à ce propos: «Les efforts pour réduire toute la complexité de la biodiversité à quelques indicateurs tiennent de la quadrature du cercle: on mesure pour ainsi dire la diversité la plus ‹simple› possible! Cependant, dès que nous voulons maintenir et favoriser la biodiversité selon la Convention sur la biodiversité biologique de Rio, le concept prend une dimension qui ne permet plus d'échapper à des mesures et à des évaluations.»

Même si les relevés directs permettent de mesurer clairement la richesse spécifique de nombreux groupes d'espèces, les données des inventaires forestiers sont assurément d'une grande pertinence écologique et très importantes pour la politique environnementale (Brändli *et al.* 2007a). L'ouvrage de Brändli *et al.* (2007b) fournit une vue d'ensemble des indicateurs nationaux et internationaux adaptés et recommandés dans le cadre des inventaires forestiers.

5.1 Diversité des essences

→ **Les hêtraies et les pessières, pauvres en essences, domineraient naturellement dans une large mesure en Suisse. Dans la forêt actuelle, influencée par l'homme, les peuplements mélangés sont majoritaires et les peuplements purs ne couvrent que 17 %.**

→ **Les placettes d'échantillonnage ne comportant qu'une seule essence ont diminué de 2 % depuis l'IFN3. Celles avec plus de 3 essences ont augmenté de 6 %.**

→ **Le nombre d'espèces d'arbres et d'arbustes par placette a augmenté de 6 %, et même de 10 % sur le Plateau. Mais le nombre de tiges des espèces boisées de haute valeur écologique a diminué de 5 %.**

→ **La population d'ormes de montagne reste inchangée malgré la graphiose de l'orme. Celle du frêne en revanche a diminué de 2 %, probablement en raison du dépérissement des pousses du frêne. En revanche, chez l'if, espèce rare, le nombre de tiges a encore chuté fortement dans la régénération.**

→ **Dans les lisières, le nombre d'espèces ligneuses et la diversité de ces espèces ont augmenté.**

WSL/LFI4

Nombre d'espèces ligneuses

Le nombre d'espèces est une expression importante de la biodiversité ; c'est pourquoi l'IFN tient compte des espèces d'arbres et d'arbustes (espèces ligneuses), en distinguant les points suivants :

- le nombre d'essences dans la strate supérieure,
- le nombre d'espèces ligneuses,
- le nombre d'espèces ligneuses dans le peuplement.

Le **nombre d'essences dans la strate supérieure** permet de décrire le peuplement sur la surface d'interprétation de 50 m x 50 m. Sont prises en compte toutes les espèces dont le degré de recouvrement des houppiers atteint au moins 5 % selon les estimations des équipes de terrain. Cette caractéristique de surface a été relevée pour la première fois dans l'IFN3 et correspond à l'indicateur 4.1 (composition spécifique des arbres) de Forest Europe. Les peuplements purs d'une seule essence peuvent se retrouver naturellement dans les zones aussi bien inférieures (hêtraies) que supérieures (pessières) ou sont issus de plantations. La proportion de peuplements purs n'atteint que 17 % dans l'IFN4. 48 % des peuplements comprennent deux ou trois essences et 34 % en comptent plus de trois (tab. **163**). Les peuplements des forêts suisses sont ainsi nettement plus riches en espèces que la moyenne européenne, selon laquelle ces proportions sont de 32 %, 50 % et 20 %, respectivement (Forest Europe 2015a).

Les différences régionales sont considérables en Suisse, notamment parce que les forêts des zones supérieures (Alpes) sont naturellement plus pauvres en essences. Le Plateau et le Jura hébergent les plus grandes proportions de peuplements riches en essences (tab. **163**). On constate aussi des différences régionales au sein des mêmes étages altitudinaux : la plus faible proportion de peuplements riches en essences est détenue à tous les étages par le Sud des Alpes (non représenté). Dans les forêts de l'étage collinéen/submontagnard, les valeurs rencontrées sur le Plateau, région relativement

163 Surface forestière selon le nombre d'essences dans la strate supérieure

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Nombre d'essences	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud de Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
pas d'indication	0,6	58	3,3	24	6,1	18	8,7	15	1,6	35	20,3	10	1,7	0,2
1	13,8	12	15,7	11	37,3	7	96,8	4	35,0	7	198,5	3	16,5	0,5
2-3	89,3	4	90,3	4	104,1	3	209,7	2	84,0	4	577,4	1	48,0	0,6
4-5	79,2	4	87,3	4	64,1	5	62,2	5	32,3	7	325,1	2	27,0	0,6
6 et plus	17,2	10	31,2	7	10,7	14	16,2	11	5,4	19	80,8	5	6,7	0,3
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1	**100**	



Forêt riche en essences au Col de la Forclaz VS.

intensément exploitée, ne se différencient pas de la moyenne nationale.

Depuis l'IFN3, les peuplements purs sur les placettes communes sont passés de 19 % à 16 % et les peuplements comportant 2 à 3 essences de 53 % à 48 %. Les peuplements avec plus de 3 essences ont au contraire augmenté de 26 % à 34 % (non représenté). Ceci est principalement le cas dans le Jura, sur le Plateau et dans les Préalpes. L'évolution des forêts en Europe va dans la même direction, au vu des évolutions dans les forêts du nord de l'Europe (Forest Europe 2015a).

La diversité en espèces à petite échelle est décrite à l'aide du **nombre d'espèces ligneuses** en comptant, sur la placette de 200 m^2, toutes les espèces d'arbres et d'arbustes représentées par au moins un individu de 40 cm de haut. Dans l'IFN4, on a trouvé en moyenne six espèces par placette (tab. **164**). Les zones inférieures sont comme prévu particulièrement riches : le nombre d'espèces ligneuses enregistrées à l'étage collinéen/submontagnard est en moyenne deux fois plus grand que celui de l'étage subalpin supérieur. Les placettes situées dans les zones inférieures du Sud des Alpes sont en général plus pauvres en espèces que dans le reste de la Suisse, notamment parce qu'on y trouve naturellement une plus grande part de sols acides. Depuis l'IFN3, le nombre d'espèces ligneuses a augmenté de 6 % sur l'ensemble de la Suisse, de 8 % à l'étage collinéen/submontagnard et de 10 % sur le Plateau (non représenté).

Le **nombre d'espèces ligneuses dans le peuplement** permet d'établir des comparaisons entre les quatre inventaires. Ce nombre correspond à une partie du nombre d'espèces ligneuses sur la placette de 200 m^2, à savoir tous les individus qui ont un DHP d'au moins 12 cm. La proportion de placettes ne contenant qu'une espèce ligneuse d'au moins 12 cm DHP a constamment dimi-

WSL/LFI4

164 **Nombre d'espèces ligneuses[1] à partir de 40 cm de haut par étage de végétation**

par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Étage de végétation	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %
subalpin supérieur	*		*		2,9	16	3,7	3	3,7	3	3,7	2
subalpin inférieur	5,5	5	6,6	10	4,3	3	3,9	2	3,7	4	4,1	2
montagnard supérieur	5,9	3	6,1	9	5,7	2	5,5	3	4,0	4	5,4	1
montagnard inférieur	7,5	3	7,1	3	7,2	3	7,8	3	4,6	5	7,1	1
collinéen/submontagnard	9,5	3	8,6	2	9,8	4	10,7	3	7,1	4	8,8	1
tous les étages	**7,6**	**2**	**8,1**	**1**	**6,1**	**2**	**5,3**	**1**	**4,8**	**2**	**6,3**	**1**

[1] sur la placette de 200 m^2
* Cet étage de végétation n'est pas représenté.

nué depuis l'IFN1, avec pour conséquence une augmentation des peuplements mélangés (tab. **165**). Depuis l'IFN3, le nombre de placettes avec plus de trois essences a augmenté de 6 %, celui des placettes avec un boisement monospécifique a diminué de 2 % (non représenté). Cette diminution s'explique probablement par une gestion plus proche de la nature. Les effets positifs des chablis de la tempête Lothar en 1999 sur le nombre d'espèces ligneuses dans les peuplements n'ont à ce jour pas pu être confirmés, probablement entre autres parce que certains de ces peuplements n'ont pas encore atteint le seuil d'inventaire (non représenté).

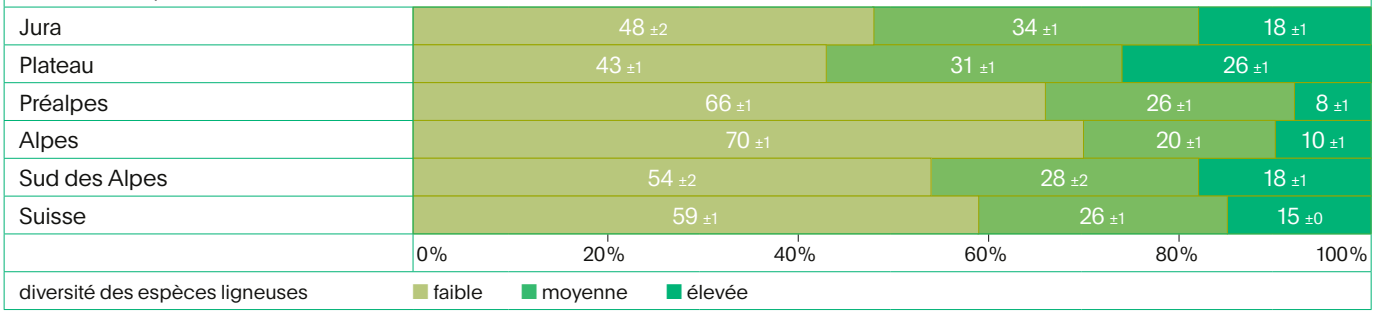
165 **Placettes selon le nombre d'espèces ligneuses dans le peuplement et l'inventaire**

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2/INF3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Nombre d'espèces ligneuses	IFN1		IFN2		IFN3		IFN4	
	%	±	%	±	%	±	%	±
0	4,8	0,3	4,3	0,3	3,7	0,3	3,1	0,2
1	28,5	0,6	26,8	0,6	26,2	0,6	25,7	0,6
2-3	51,6	0,7	53,0	0,7	53,5	0,7	53,7	0,7
plus de 3	15,1	0,5	15,9	0,5	16,6	0,5	17,5	0,5
total	**100**		**100**		**100**		**100**	

166 **Surface forestière selon la diversité des espèces ligneuses**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



Diversité des espèces ligneuses

Les peuplements mélangés riches en espèces ligneuses hébergent en général plus d'espèces animales et végétales ainsi qu'un plus grand nombre d'individus que les peuplements purs; ils contribuent aussi plus à la biodiversité à grande échelle (van der Plas *et al.* 2016). Par ailleurs, la présence des essences pionnières ou de bois tendres, comme les saules, les bouleaux, les aulnes, les peupliers indigènes, le pin sylvestre, et d'autres essences, comme les chênes indigènes, le châtaignier, le merisier, les fruitiers sauvages et les espèces de sorbiers, revêt une importance particulière pour la protection des espèces animales (cf. p. ex. von Büren *et al.* 1995). Pour caractériser la valeur écologique des espèces ligneuses présentes, l'IFN2 a introduit l'indicateur «diversité des espèces ligneuses». Celui-ci se base sur la présence de ces espèces de haute valeur écologique et sur le nombre total d'espèces ligneuses (Brändli 2001). Ne sont considérées que les espèces du peuplement appartenant à la strate supérieure, qui forgent pour l'essentiel cet habitat. La diversité en espèces ligneuses est «faible» avec 1 ou 2 espèces par placette (200 m^2), «moyenne» avec 3 ou 4 espèces et «élevée» à partir de 5 espèces. Si la placette contient au moins une des espèces de haute valeur écologique, la diversité en espèces ligneuses est rehaussée d'un niveau, par exemple de «moyenne» à «élevée».

La diversité en espèces ligneuses est faible sur 59 % des placettes. Dans les Préalpes, elle l'est même sur 66 % et dans les Alpes sur 70 % des placettes (fig. **166**). Par nature, une plus grande diversité est vraisemblable dans les zones inférieures.

WSL/LFI4

Les placettes particulièrement riches en essences (précieuses) sont situées dans le nord et le nord-est de la Suisse (parties orientales du Jura et du Plateau), mais aussi dans certaines parties de l'ouest du Plateau et dans les zones inférieures du Tessin. On trouve des endroits clairement pauvres en espèces dans de larges zones des Préalpes (occidentales) et en bordure des Alpes, dans le Jura occidental, ainsi que dans une grande partie des forêts grisonnes et dans les zones supérieures du Tessin et du Valais (non représenté). En comparaison avec l'IFN2, la situation n'a que peu évolué pour l'ensemble de la Suisse, les modestes tendances régionales positives ou négatives se compensant (non représenté). Étant donné que le nombre d'espèces ligneuses dans le peuplement a augmenté, comme déjà mentionné, le nombre d'essences de haute valeur écologique a dû diminuer, ainsi que le montre le paragraphe suivant.

Essences choisies

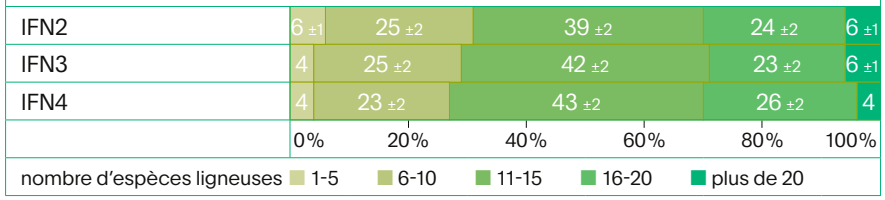
Le nombre de tiges des essences de haute valeur écologique reflète de grandes différences d'évolution : −4 % pour les saules, +5 % pour les bouleaux, −9 % pour les aulnes, +6 % pour les peupliers indigènes, −11 % pour le pin sylvestre, −7 % pour les chênes, −6 % pour le châtaignier, +12 % pour le merisier et −1 % pour les espèces de sorbiers (non représenté ; chap. 2, tab. **068**). Dans l'ensemble, le nombre de tiges de ces essences a diminué de 5 % (non représenté). En ce qui concerne les essences rares et menacées, l'orme de montagne ne montre pas dans l'IFN4 un nombre de tiges significativement différent de celui des IFN2 et 3, malgré la graphiose, alors que l'on enregistrait un recul de 30 % entre l'IFN1 et l'IFN2. Le frêne qui souffre actuellement du dépérissement des pousses a diminué de 2 % depuis l'IFN3. Pour l'if, espèce rare, le nombre de tiges à partir de 12 cm DHP a augmenté d'un quart (cf. 2.3, non représenté), alors que pour les individus avec un DHP entre 0,1 et 11,9 cm il a diminué d'un quart (non représenté) ; on a donc simplement constaté un



Les ifs, une essence relativement rare, vieillissent mais la régénération fait défaut ; Uetliberg, Zurich ZH.

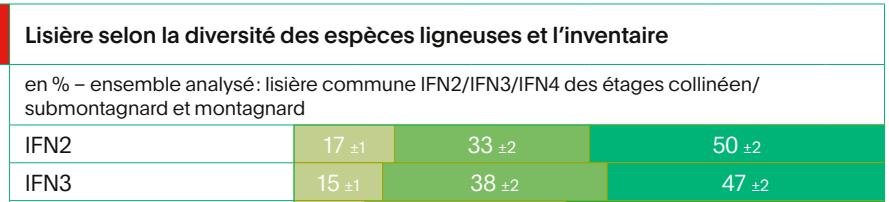
167 **Lisière selon le nombre d'espèces ligneuses et l'inventaire**

en % – ensemble analysé : lisière commune IFN2/IFN3/IFN4 des étages collinéen/submontagnard et montagnard



168 **Lisière selon la diversité des espèces ligneuses et l'inventaire**

en % – ensemble analysé : lisière commune IFN2/IFN3/IFN4 des étages collinéen/submontagnard et montagnard



transfert des diamètres fins sur les diamètres plus gros. Les individus des classes de jeune forêt de 10 à 130 cm de hauteur sensibles à l'abroutissement ont diminué de 80 % sous la pression constante du gibier et sont massivement sous-représentés (Brändli *et al.* 2009).

Les forêts de chênes sont particulièrement intéressantes. Elles comptent avec les forêts alluviales parmi les types de forêts les plus riches en oiseaux (Müller 1991). Aucune autre essence n'est colonisée par autant d'insectes que le **chêne**, ce qui a aussi un impact positif sur l'avifaune. Les peuplements dans lesquels les chênes dominent sont aujourd'hui relativement rares en Suisse avec une proportion de 2 % (environ 24 000 ha) (fig. **172**). Bien que le nombre d'individus ait diminué, la surface qu'ils occupent n'a pas changé depuis l'IFN3 (non représenté). La population de chênes a simplement vieilli.

Nombre et diversité des espèces ligneuses dans la lisière

Le relevé des espèces ligneuses dans la lisière a permis de différencier environ 130 espèces indigènes et introduites. Sur les 929 parcours de taxation de 50 m de long de l'IFN4, on a relevé entre 1 et 27 espèces ligneuses, soit 12 espèces en moyenne. Du point de vue écologique, les lisières forestières sont importantes à tous les étages en tant que biotopes de transition (Wermelinger *et al.* 2007 ; Zellweger *et al.* 2013). À l'étage subalpin, la transition de la forêt à la zone ouverte est en général continue et les lisières y sont relativement rares (Brändli et Ulmer 1999). Pour cette raison, et aussi parce que les lisières devraient être valorisées particulièrement dans les zones inférieures (von Büren *et al.* 1995 ; Imesch *et al.* 2015), les résultats présentés ci-dessous ne concernent que les étages collinéen/submontagnard et montagnard. Dans le réseau commun IFN2/IFN3/IFN4, cela représente 647 parcours de taxation.

Environ 73 % de ces tronçons de lisière contiennent plus de 10 espèces ligneuses, donc légèrement plus que dans l'IFN3 avec 71 % et l'IFN2 avec 69 % (fig. **167**). Cette évolution est due à des changements à l'étage montagnard. À l'étage collinéen/submontagnard, dans lequel les lisières forestières revêtent une grande importance pour les autorités en charge de l'environnement et les associations environnementales, la situation reste inchangée depuis l'IFN2 quant au nombre d'espèces ligneuses, malgré les interventions ciblées plus nombreuses pour améliorer les structures des lisières (non représenté).

L'indicateur « diversité des espèces ligneuses dans la lisière » englobe trois paramètres : « nombre d'espèces ligneuses », « proportion d'arbustes épineux » et « proportion de bois blancs et autres espèces précieuses ». Ceci permet de tenir compte de la diversité floristique et des exigences de certains insectes, oiseaux et petits mammifères (Brändli 2001). Dans l'IFN4, la diversité en espèces ligneuses est élevée sur 54 % des parcours de taxation, ce qui correspond à une augmentation par rapport au premier relevé de l'IFN2 (50 %). À l'inverse, la proportion de lisières avec une faible diversité en espèces ligneuses a diminué depuis l'INF2, passant de 17 % à 12 % (fig. **168**).



Les chênes sont particulièrement précieux du point de vue écologique et doivent être favorisés ; réserve forestière spéciale de Wildenstein, Bubendorf BL.

WSL/LFI4

5.2 Diversité structurelle

- Les forêts à structure lâche offrent lumière et chaleur à de nombreuses plantes et animaux. Sur le Plateau, les forêts sont devenues de 5 % plus claires, alors que dans les Alpes, elles sont 5 % plus denses et ainsi plus sombres.
- La Suisse détient le record européen de proportion de forêts âgées. Le nombre de très gros arbres (géants) continue d'augmenter et a plus que doublé en 30 ans.
- La diversité structurelle a nettement augmenté dans son ensemble dans la forêt suisse.
- Les lisières sont des habitats importants et présentent une longueur totale de 115 000 km en Suisse.
- Dans les lisières, les larges cordons de buissons ont augmenté et la proportion de lisières avec une faible diversité structurelle a légèrement diminué durant les 20 dernières années.



WSL/LFI4

Les structures forestières lâches ne se maintiennent sans intervention que sur des stations séchardes ou humides ; Gänsbrunnen SO.

Degré de fermeture, trouées et densité du peuplement

Les structures forestières lâches offrent lumière et chaleur en abondance, une condition essentielle pour la présence de nombreuses espèces animales et végétales, notamment des insectes comme les fourmis, les papillons diurnes et les coléoptères (Bollmann *et al.* 2009). Les peuplements clairs, avec un **degré de fermeture** lâche, aéré ou clairsemé – résultant souvent d'anciens pâturages en forêt ou de stations pauvres en éléments nutritifs – sont particulièrement répandus à l'étage subalpin (fig. **169**). Les forêts comprimées ou présentant un degré de fermeture normal sont, elles, typiques des zones inférieures. Dans 69 % des peuplements de l'étage collinéen/submontagnard, le couvert est si dense qu'aucun houppier supplémentaire ne pourrait se glisser dans la strate supérieure.

L'IFN4 a relevé et analysé pour la première fois la présence de **fourmilières** sur les placettes d'inventaire (Wermelinger *et al.* 2018 ; Vandegehuchte *et al.* 2017). 90 % des placettes présentant des fourmilières se si-

tuent dans les zones supérieures, aux étages montagnard supérieur et subalpin, aire de répartition naturelle des forêts de résineux (non représenté). Le degré de fermeture du peuplement est un facteur important pour la présence de fourmilières : dans les zones supérieures, elles ont été recensées dans 3 à 4 % des peuplements comprimés ou avec un degré de fermeture normal. Dans les peuplements lâches, aérés, clairsemés ou en collectifs serrés, ainsi que dans les peuplements avec une fermeture étagée, c'est le cas pour 9 à 13 %. On rencontre le plus souvent (19 %) les fourmilières dans les placettes avec un degré de fermeture en collectifs normaux (non représenté).

Les changements dans la structure du peuplement (limites de peuplement), les clairières en forêt et les trouées temporairement non boisées augmentent le rayonnement direct et apportent de la lumière dans les peuplements. Au même titre que les lisières extérieures, les **lisières intérieures** comme les transitions entre le peuplement et les trouées ou entre les peuplements de hauteur très différentes peuvent être de précieux biotopes. La plus grande proportion de telles lisières intérieures se retrouve sur le Plateau, suivi des Préalpes et des Alpes, avant le Jura et le Sud des Alpes (non représenté).

L'IFN relève également les **trouées dans le peuplement,** pour autant que l'ouverture créée dans les houppiers dépasse 10 x 10 m. Dans les zones inférieures, de telles trouées sont plutôt rares, alors qu'elles sont assez fréquentes aux étages montagnard supérieur et subalpin. Depuis l'IFN2, les trouées ont dans l'ensemble faiblement augmenté, notamment les surfaces de coupes ou endommagées. Les autres types de trouées ne présentent pas de modifications claires, notamment parce qu'il est en partie difficile de les classer de manière univoque sur le terrain (tab. **170**).

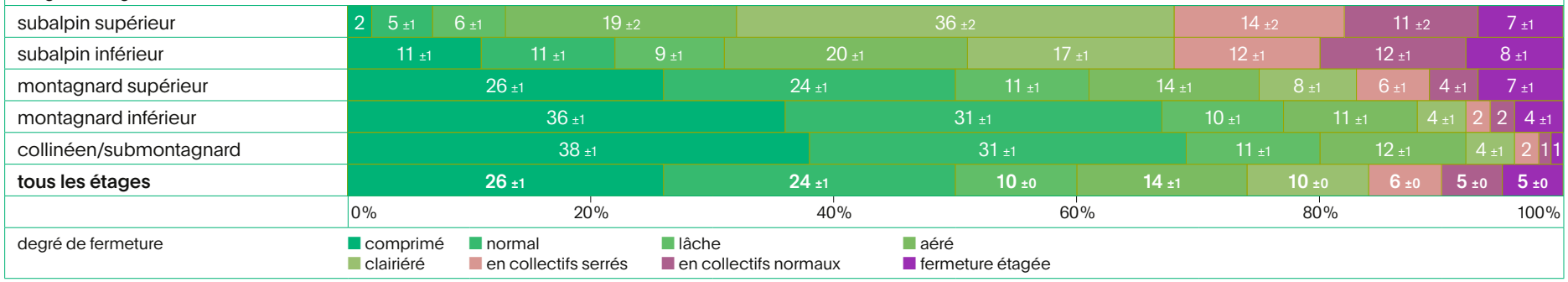


Le premier recensement des fourmilières sur l'ensemble de la Suisse a été réalisé dans le cadre de l'IFN4.

WSL/LFI4

169 Surface forestière selon le degré de fermeture et l'étage de végétation

en %
ensemble analysé : forêt avec indication du degré de fermeture (=98,3 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)



Pour déterminer si la quantité de lumière disponible en forêt a augmenté ou diminué, il faut disposer de grandeurs objectivement mesurables. L'**indice de densité du peuplement** (Stand Density Index, SDI) est une telle grandeur qui se calcule à partir du nombre de tiges et du diamètre moyen (Daniel et Sterba 1980). Contrairement à d'autres indicateurs de densité, il est largement indépendant de la station, de l'âge du peuplement et de l'essence (Brändli et Herold 2001). Depuis l'IFN3, le SDI a augmenté en moyenne de seulement 1 % dans la forêt suisse (tab. **171**), alors que l'augmentation de la période précédente était de 3 % (Brändli *et al.* 2010). Les différences régionales sont cependant considérables : le SDI a ainsi diminué de 5 % sur le Plateau, il a augmenté dans les Alpes (5 %) et au Sud des Alpes (7 %), alors qu'il a stagné dans le Jura et dans les Préalpes. En général, on peut affirmer que le SDI a diminué dans les zones inférieures, là où les forêts sont exploitées (plus) intensivement, et qu'il a augmenté dans les zones supérieures, avec un maximum à l'étage subalpin supérieur où les peuplements clairsemés continuent de se refermer lentement. La forte augmentation constatée au Sud des Alpes se répartit au contraire à tous les étages, assurément aussi des suites d'une exploitation généralement moins intensive dans cette région (cf. 4.2).

Vieux peuplements, seniors, gros bois et géants

Les vieux peuplements et les gros bois offrent d'importants habitats et sont essentiels pour de nombreuses espèces typiquement forestières (Bütler *et al.* 2013, Bütler *et al.* 2015). Par exemple, une hêtraie devient toujours plus riche en espèces avec l'âge, plus particulièrement d'un point de vue faunistique. Les pics, les sittelles et les grimpereaux ne se rencontrent que dans les peuplements d'au moins cinquante ans et leur fréquence augmente au cours des décennies suivantes. Le pigeon colombin est une espèce rare qui a besoin des cavités du pic noir s; il ne se rencontre que dans les forêts des zones inférieures où se trouvent de vieux et gros hêtres en partie pourris (LSPN 1992, Weggler et Aschwanden 1999). Pour ses cavités aux dimensions conséquentes, le pic noir est tributaire d'arbres âgés d'au moins 120 ans (Müller 1991). On peut s'attendre à un nombre significativement supérieur d'espèces (et aussi d'espèces menacées) d'oiseaux nicheurs, d'escargots et de lichens dans les forêts dominées par le hêtre, âgées de 100 à 170 ans à l'étage submontagnard,

170 **Surface forestière selon le type de trouées et l'inventaire**

en %
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Type de trouée	IFN2		IFN3		IFN4	
	%	±	%	±	%	±
pas de trouées	72,4	0,6	71,3	0,6	69,5	0,6
surfaces de coupes ou endommagées	5,7	0,3	8,0	0,4	10,1	0,4
prairies en forêt	7,2	0,3	6,2	0,3	7,7	0,4
trouées en cours d'embroussaillement	9,2	0,4	9,4	0,4	8,7	0,4
éboulis, rochers, glissements, tranchées	5,5	0,3	5,1	0,3	4,0	0,3
total	**100**		**100**		**100**	



Le plus grand érable sycomore de l'IFN, un géant de plus de quatre mètres de circonférence ; Ennetberg GL.

WSL/LFI4



On rencontre le plus de forêts richement structurées à l'étage subalpin ; Riederalp VS.

WSL/LFI4

respectivement de 160 à 220 ans à l'étage montagnard (Monning et Müller 2009). Pour les champignons du bois, le seuil écologique se situe dans les forêts mixtes de montagne à un âge de 230 ans (Monning 2013).

Dans l'IFN4, la proportion de peuplements âgés de plus de 120 ans, c'est-à-dire les **vieux peuplements** au sens économique, atteint 19 % (fig. **172**). Il faut par ailleurs mentionner que plus d'un tiers des 25 % de peuplements irréguliers ont un âge dominant ($âge_{dom}$) de plus de 120 ans (non représenté). En comparaison internationale, la proportion de vieux peuplements est très élevée en Suisse. Lors d'un relevé en 1990, plus de la moitié des pays européens annonçaient moins de 5 % de vieux peuplements (Kuusela 1994). Cette situation n'a pas évolué depuis lors : seul un cinquième des pays peuvent se targuer d'une proportion de vieux peuplements supérieure à 10 %. La Suisse figure en tête de liste, nettement devant la Finlande et la Fédération de Russie (Forest Europe *et al.* 2011). Cette dernière dispose cependant d'une grande proportion de paysages forestiers intacts d'importance internationale. En Suisse, les peuplements de plus de 160 ans sont constitués principalement d'épicéas, de mélèzes et d'aroles (fig. **172**) et se retrouvent particulièrement dans les zones supérieures, au sein des aires de répartition principales de ces espèces. Les grandes concentrations de vieux peuplements se situent dans le Haut Valais et en Engadine (Brändli *et al.* 2011b).

En plus de l'âge des peuplements, l'IFN4 a également relevé pour la première fois l'**âge** de chacun **des arbres** échantillons. Il est donc désormais possible d'estimer la structure des âges de peuplements irréguliers, par exemple à l'aide de l'âge dominant ($âge_{dom}$), soit l'âge moyen des cent plus gros arbres à l'hectare, respectivement des cinq

171 Évolution de l'indice de densité du peuplement (SDI[1]) selon l'étage de végétation

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

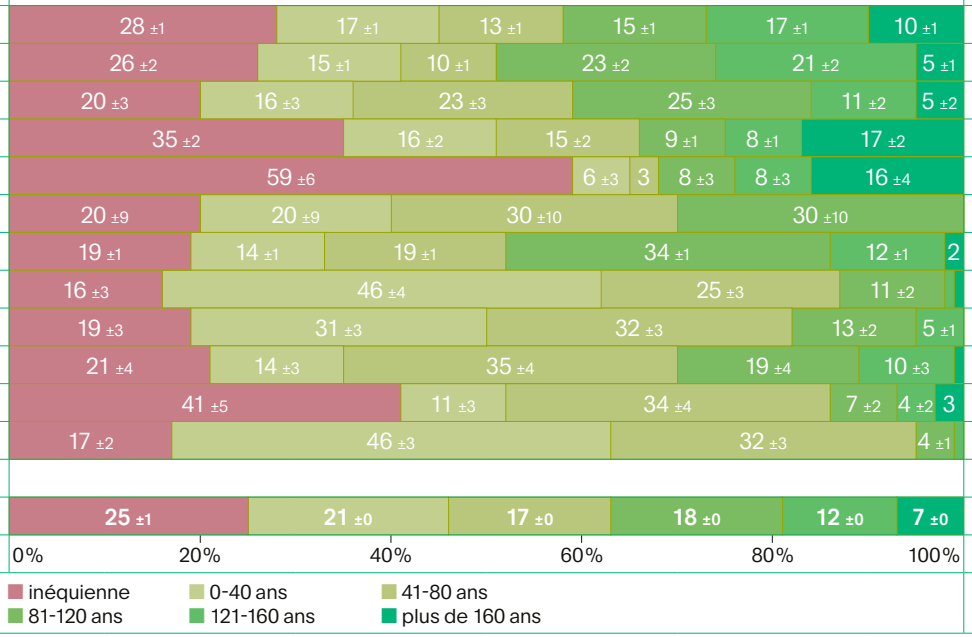
Étage de végétation	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin supérieur	*		*		13,0	5,7	9,9	3,3	14,1	1,9	10,8	2,6
subalpin inférieur	2,8	3,7	–8,2	8,2	3,3	3,2	6,4	1,4	7,6	2,2	5,4	1,2
montagnard supérieur	0,5	2,1	–1,8	4,6	–2,2	2,1	5,9	1,6	5,7	1,8	2,1	1,0
montagnard inférieur	–1,7	2,0	–3,8	2,2	0,2	2,1	–4,0	3,1	8,5	4,2	–1,4	1,1
collinéen/submontagnard	–2,7	2,4	–5,4	1,6	–4,0	3,1	–1,9	2,9	4,4	1,8	–3,0	1,0
tous les étages	**–1,0**	**1,2**	**–4,8**	**1,2**	**–0,4**	**1,3**	**4,6**	**1,0**	**6,8**	**1,1**	**1,0**	**0,5**

[1] Stand Density Index
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

plus gros arbres sur la placette de 500 m² de l'IFN (Brändli *et al.* 2011b). L'âge nous permet aussi de déterminer la fréquence des vieux arbres. Mais qu'on entend-on par vieil arbre ? Selon l'essence, un arbre en forêt peut atteindre des âges extrêmes : en moyenne 250 ans (frêne), 300 ans (hêtre, pin sylvestre), 350 ans (érable), 400 ans (épicéa, sapin), 500 ans (arole, châtaignier, chêne), voire plus de 600 ans (mélèze) (Brändli *et al.* 2011b). Dans l'IFN, les arbres de plus de 200 ans sont appelés **seniors.** Selon leur longévité naturelle, ils se situent environ à la moitié de leur durée de vie. La grande majorité des arbres meurent cependant avant, que ce soit à cause de la concurrence naturelle, des phénomènes naturels et de maladies, ou parce qu'ils sont exploités. En Suisse, on rencontre en moyenne 7,6 seniors/ha de forêt. Dans les forêts en général intensivement exploitées du Plateau, on ne compte que 0,7 tiges/ha, alors que dans les Alpes, on dénombre 15,6 tiges/ha, en majorité résineuses (tab. **173**). Les seniors feuillus, c'est-à-dire principalement le hêtre et le châtaignier et dans une moindre mesure le chêne, ont leur plus grande densité au Sud des Alpes et se retrouvent fréquemment dans des (anciennes) selves.

172 **Surface forestière selon l'essence dominante et l'âge du peuplement**

en % et milliers d'ha
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante



173 **Nombre d'arbres résineux ou feuillus âgés d'au moins 200 ans**

en tiges/ha
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

résineux et feuillus	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %
résineux	2,1	21	0,6	41	4,1	17	15,4	7	7,5	11	7,2	5
feuillus	0,4	64	0,1	56	0,1	45	0,2	32	1,5	27	0,4	20
total	**2,5**	**22**	**0,7**	**35**	**4,2**	**16**	**15,6**	**7**	**8,9**	**10**	**7,6**	**5**

Les évolutions dans la structure d'âge se déroulent lentement. L'âge estimé de l'arbre ou du peuplement se montre ainsi moins adapté pour la description des évolutions mineures que la mesure objective du «diamètre dominant» (DHP_{dom}), calculé dans l'IFN à partir des diamètres mesurés des arbres échantillons. On admet en général que les gros arbres sont plus vieux que les arbres d'un plus petit diamètre. Le tableau **174** montre que les **peuplements de gros bois** d'un DHP_{dom} supérieur à 50 cm, importants d'un point de vue écologique, couvrent presque un tiers de la surface forestière. Sur les placettes communes, cette proportion a augmenté continuellement depuis l'IFN1 à tous les étages de végétation, passant globalement de 19 % à 31 %. Cette augmentation a toutefois été nettement plus faible pendant la dernière période que lors des précédentes.

Dans la majorité des inventaires forestiers, on ne relève pas l'âge des arbres mais leur diamètre. En matière de diamètre, le pendant des seniors est représenté par les géants, arbres immenses dont le DHP dépasse 80 cm dans l'IFN. Les géants constituent des habitats précieux pour des espèces qui se développent lentement (p. ex. certains lichens) ; ils comportent souvent des branches mortes, des cavités, des fentes

174 **Proportion de peuplements de gros bois selon l'étage de végétation et l'inventaire**

en %
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Étage de végétation	Inventaire	Proportion de peuplements de gros bois[1]	
		%	±
subalpin	IFN1	24,3	1,2
	IFN2	26,0	1,2
	IFN3	33,6	1,3
	IFN4	35,9	1,3
montagnard	IFN1	18,8	0,8
	IFN2	25,5	0,9
	IFN3	30,7	0,9
	IFN4	32,2	0,9
collinéen/submontagnard	IFN1	16,2	0,9
	IFN2	22,3	1,1
	IFN3	24,0	1,1
	IFN4	25,6	1,1
tous les étages	**IFN1**	**19,4**	**0,5**
	IFN2	**24,7**	**0,6**
	IFN3	**29,5**	**0,6**
	IFN4	**31,3**	**0,6**

[1] diamètre dominant (DHP_{dom}) > 50 cm

175 **Nombre total de géants selon l'étage de végétation et l'inventaire**

en tiges/ha
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN23/INF4 sans la forêt buissonnante

Étage de végétation	Inventaire	Géants[1]	
		tige/ha	± %
subalpin	IFN1	1,3	12
	IFN2	1,4	11
	IFN3	2,3	10
	IFN4	2,7	9
montagnard	IFN1	0,6	13
	IFN2	0,8	11
	IFN3	1,3	9
	IFN4	1,7	8
collinéen/submontagnard	IFN1	0,8	16
	IFN2	1,2	14
	IFN3	1,1	14
	IFN4	1,6	11
tous les étages	**IFN1**	**0,8**	**8**
	IFN2	**1,1**	**7**
		1,5	**6**
	IFN4	**1,9**	**5**

[1] arbres avec un DHP > 80 cm

WSL/LFI4

et autres microhabitats. Le nombre moyen de géants se monte à 1,9 arbre/ha et a plus que doublé depuis l'IFN1, globalement et à tous les étages (tab. **175**). La densité des géants est la plus grande (2,2 arbres/ha) à l'étage subalpin, qui présente le plus de forêts rarement exploitées (cf. 5.6). Dans les forêts situées à des altitudes plus basses, les valeurs sont presque deux fois moindres (1,2 à 1,7 arbre/ha). À l'étage collinéen/submontagnard, plus d'un tiers des géants sont d'immenses châtaigniers qui poussent dans des (anciennes) selves ou taillis-sous-futaies du Sud des Alpes (non représenté). On trouve ainsi à cet étage du Sud des Alpes 3,8 arbres/ha, sur le Plateau 1,8 alors que dans les autres régions il ne subsiste plus que 0,5 à 1,3 arbres/ha (non représenté). Dans les réserves naturelles suisses (données moyennes de 1996), la densité moyenne des géants est de 1,4 dans la hêtraie, 3,6 dans les forêts de résineux, et 4,5/ha dans le reste de la forêt feuillue (Brang *et al.* 2011). Dans l'IFN3, selon le type de forêt, les réserves forestières naturelles contenaient environ une fois et demie à trois fois plus de géants que le reste de la forêt suisse (Heiri *et al.* 2012). Les forêts primaires européennes contiennent nettement plus de géants : dans les hêtraies de l'étage montagnard de Serbie de Kukawica, leur nombre varie entre 2 et 16 arbres/ha (Leibundgut 1982) ; dans la plus grande hêtraie vierge de Uholka-Schyrokyj dans les Carpathes ukrainiennes, on a relevé en moyenne 10 arbres/ha (Commarmot *et al.* 2013) et dans une forêt primaire de sapins, épicéas et hêtres de Slovaquie, la densité des géants était de 16 arbres/ha (Nielsen *et al.* 2002).

Diversité structurelle du peuplement

La diversité structurelle selon l'IFN est un modèle pour évaluer une composante importante de la qualité d'un peuplement en tant qu'habitat. La quantité de chaleur, de lumière, d'eau (humidité de l'air) et de microhabitats est beaucoup plus diversifiée dans les forêts dotées de bonnes structures horizontale et verticale que dans les forêts faiblement structurées. Les peuplements structurellement riches favorisent la densité et la diversité à petite échelle de niches écologiques et constituent une base importante pour une grande diversité en espèces. Et comme l'avifaune est reconnue comme un bon indicateur de la diversité des espèces dans son ensemble, les exigences en matière d'habitat de certains oiseaux nicheurs ont joué un rôle prépondérant lors du développement du modèle de diversité structurelle dans l'IFN. Les exigences de certains insectes, de petits mammifères et d'autres espèces animales ont cependant aussi été prises en considération (Brändli 2001).

La diversité structurelle selon l'IFN se base uniquement sur la structure du peuplement (macrostructure) et repose sur les paramètres suivants : stade de développement, degré de fermeture, structure verticale du peuplement, proportion d'arbres avec un DHP supérieur à 50 cm (proportion de gros bois), gravité des dégâts au peuplement, présence de lisières forestières ou de limites de peuplement, types de trouées dans les peuplements, degré de recouvrement des arbustes, degré de recouvrement des arbustes à baies, présence de souches (volume minimum), bois mort à terre, arbres secs sur pied et tas de bois (Brändli 2001).

Ne sont pas pris en compte les dendromicrohabitats, c'est-à-dire les habitats tels que les trous de pics, les cavités et les fentes, les fructifications de champignons, les grosses branches sèches et les épiphytes. Ces dendromicrohabitats sont relevés de manière exhaustive pour la première fois lors du cinquième IFN en cours (2018/26 ; Quarteroni et Brändli 2017 ; Düggelin 2020). Le classement des valeurs calculées du modèle en « faible », « moyenne » et « élevée » s'est fait dans l'IFN2 sur la base de jugements d'experts sur une partie des placettes. Une diversité structurelle « élevée » correspond à la moitié supérieure du domaine observé pour les valeurs du modèle (4-47).

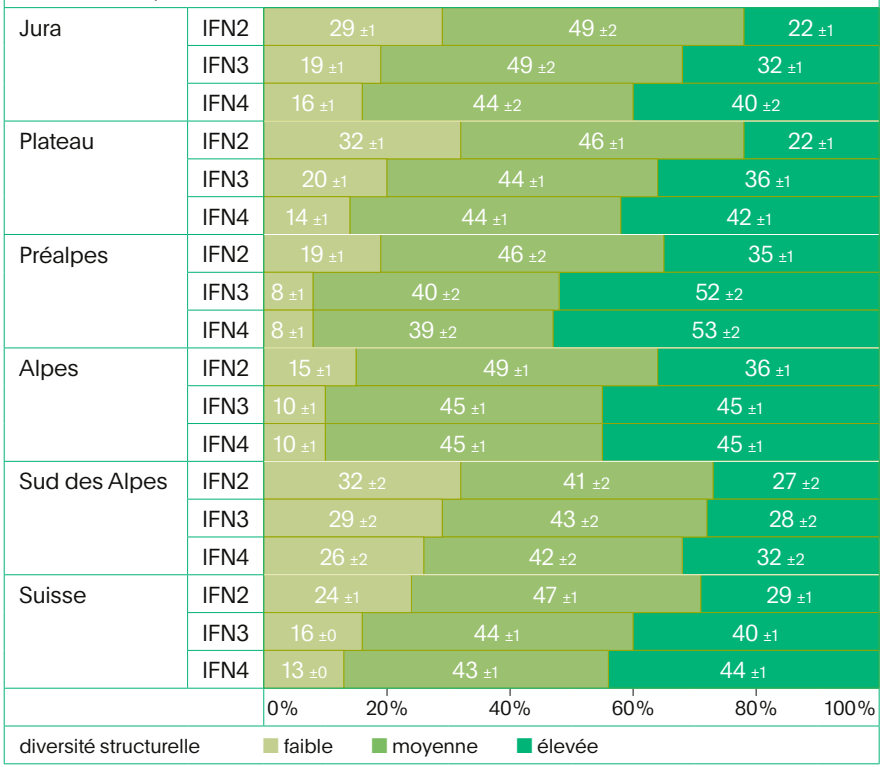
Environ 44 % des peuplements de la forêt suisse présentent une diversité structurelle élevée et 13 % seulement une faible diversité. Les peuplements des Préalpes sont particulièrement riches en structures, suivis de ceux des Alpes. Les peuplements les plus pauvrement structurés se situent au Sud des Alpes (fig. **176**). La diversité structurelle a fortement augmenté depuis l'IFN3, la part de peuplements avec une grande diversité structurelle passant de 40 % à 44 %. Comme la situation ne s'est pas modifiée dans les Préalpes et les Alpes, l'évolution positive est surtout le fait du Jura et du Plateau. C'est là que les peuplements richement structurés ont augmenté de 32 à 40 %, respectivement de 36 à 42 % et cela dans une période sans évènements naturels marquants comme la tempête Lothar. Cette augmentation s'explique donc par le type de gestion. Les surfaces temporairement non boisées (surfaces de coupes et surfaces endommagées) ont certes diminué, mais grâce aux interventions forestières, l'apport de lumière (structure horizontale) ne s'est pas détérioré dans le Jura et sur le Plateau. La structure verticale s'est, elle, améliorée : il y a moins de peuplements à un étage, plus de stades de développement mélangés, un cordon de buissons bien marqué et plus de lisières intérieures. Dans le Jura, les peuplements de gros bois ont légèrement augmenté. En plus de la structure verticale, la présence plus fréquente de tas de branches et de bois, de souches et de bois mort à terre, a contribué dans le Jura et sur le Plateau à améliorer cet indicateur (non représenté).

Longueur des lisières

Les lisières forestières sont des écotones, c'est-à-dire des zones de transition entre divers biotopes. Elles offrent un habitat aux plantes et aux animaux des terrains découverts, de la forêt ainsi qu'aux organismes spécialisés des milieux de transition. Pour quelques espèces évincées des paysages de cultures intensives, les lisières forestières sont précieuses au plan écologique et peuvent représenter les derniers refuges (von Büren *et al.* 1995). Des lisières intactes jouent un rôle important pour la mise en réseau de la forêt et des terrains découverts. L'entretien et la mise en valeur des lisières forestières est un objectif déclaré de la Confédération (Imesch *et al.* 2015).

176 **Surface forestière selon la diversité structurelle et l'inventaire**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



WSL/LFI4

La longueur des lisières forestières et des bosquets a été relevée pour la première fois dans l'IFN3. Ces bordures sont de nature fractale, c'est-à-dire qu'elles se composent d'un nombre infini de leurs propres répliques miniatures. En conséquence, leur longueur dépend fortement de la résolution considérée. Dans l'IFN, en s'orientant sur l'appréciation de la qualité de la lisière, on a choisi une résolution moyenne et utilisé la limite de la forêt, appelée ici polygonale de la lisière. Cette dernière sert de base pour la décision forêt/hors forêt dans l'IFN ; elle est déterminée pour chaque placette forestière ou non forestière lors de l'interprétation des photos aériennes, et stockée sous forme digitale (Ginzler *et al.* 2005). Pour calculer la longueur de la lisière, on a alors considéré toutes les polygonales le long de forêts et de petits bosquets dont le degré de recouvrement des houppiers était d'au moins 60 %, indépendamment de la largeur des peuplements. Il en résulte une longueur totale de 115 200 km (tab. **177**). La majorité des lisières forestières (86 %) se situe dans les étages collinéen/submontagnard et montagnard. Les lisières sont relativement rares à l'étage subalpin : la transition entre la forêt et les terrains découverts s'y déroule le plus souvent de manière continue au sein des peuplements clairsemés. Il n'y a pas de différences significatives de longueur des lisières par rapport à l'IFN3 (non représenté).

Il n'existe que peu d'autres données quantitatives relatives aux lisières forestières en Suisse. Broggi et Schlegel (1989) ont estimé à 40 000 km la longueur des lisières sur le Plateau en se basant sur un échantillon de quatre feuilles de la carte nationale. Ces valeurs sont trop élevées. En effet, une comparaison dans le cadre de l'IFN3 a montré que les longueurs de lisières interprétées par l'IFN à partir des photos aériennes sont pratiquement identiques à celles tirées du modèle Vector25 de swisstopo (Brändli *et al.* 2010). Selon l'IFN4, la longueur de lisière sur le Plateau est de 25 600 km (tab. **177**).

Qualité des lisières forestières

Les contours de la forêt perdent en netteté avec l'altitude. Les zones de transition avec des aspects typiques de lisière forestière (fig. **178**) deviennent plus rares. Et comme les lisières méritent d'être valorisées particulièrement dans les régions de basse altitude, les lisières de l'étage subalpin ne seront donc pas considérées plus en détail dans l'analyse qualitative suivante.

177 **Longueur de lisière selon l'étage de végétation**

en milliers de m par région de production
ensemble analysé : surface totale

Étage de végétation	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 m	± %	1000 m	± %	1000 m	± %	1000 m	± %	1000 m	± %	1000 m	± %
subalpin supérieur	**		**		0	*	1233	22	192	58	1424	20
subalpin inférieur	984	23	48	100	4316	12	8914	8	778	25	15041	6
montagnard supérieur	4912	11	416	37	11705	7	9507	8	1645	18	28185	4
montagnard inférieur	5492	10	6466	9	11321	7	5166	11	1399	21	29844	4
collinéen/submontagnard	7940	8	18665	5	5217	10	5074	11	3819	12	40715	4
tous les étages	**19329**	**5**	**25595**	**4**	**32559**	**4**	**29893**	**4**	**7833**	**8**	**115209**	**2**

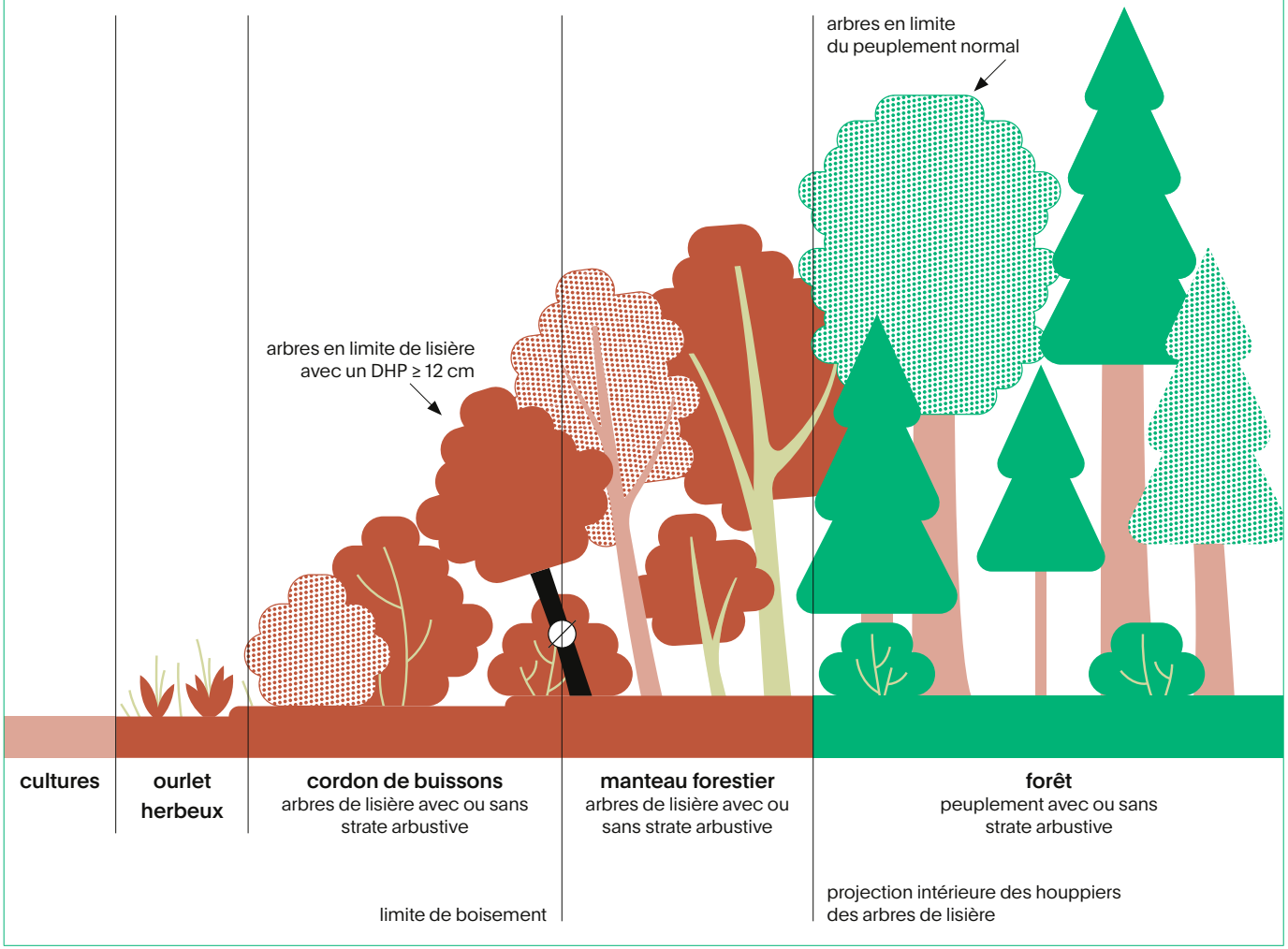
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** cet étage de végétation n'est pas représenté

La constitution et la qualité écologique des lisières ont déjà été largement documentées dans le rapport des résultats de l'IFN2 (Brändli et Ulmer 1999). Ces présentations ne seront donc pas répétées ici. Durant ces trois relevés de lisières réalisés, on a constaté l'adéquation des appréciations raisonnées pour la description de l'état structurel de la lisière, mais pas, à de rares exceptions, pour le constat des évolutions.

La **largeur du cordon de buissons** constitue un des principaux indicateurs, facile à mesurer, pour la qualité écologique de la lisière. Selon les conceptions de la protection de la nature, le cordon idéal devrait mesurer cinq à dix mètres de largeur (von Büren *et al.* 1995), ce qui est le cas pour environ un cinquième des lisières. Environ 38 % des lisières n'ont pas de cordon de buissons (fig. **179**) et sur le Plateau, où la qualité de la lisière est d'une importance primordiale, cette proportion n'est que de 18 % (non représenté). La situation s'est améliorée depuis l'inventaire précédent : les cordons de buissons de cinq mètres de large au moins sont plus fréquents et les lisières sans cordon ont diminué (fig. **179**). Ce constat est surtout valable pour le Plateau mais aussi dans le Jura (non représenté).

L'indicateur **diversité structurelle de la lisière** a été développé dans l'IFN pour permettre une évaluation globale de

178 **Lisière selon l'IFN**



WSL/LFI4

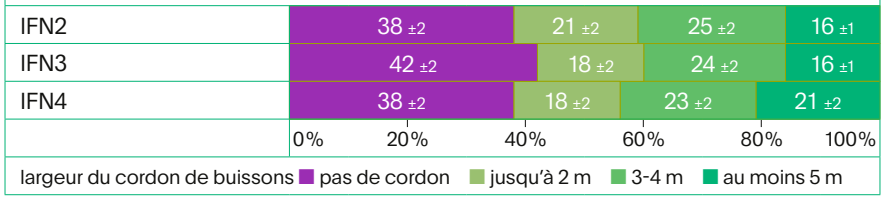


Exemple d'une bonne imbrication de la forêt et des cultures ; Leimbach TG.

la structure de la lisière. Cet indicateur repose sur six paramètres : la structure, le tracé, la densité, la largeur du manteau forestier, la largeur de la ceinture de buissons et la largeur de l'ourlet herbeux. La pondération des critères se base sur l'ampleur du développement de l'étagement, l'imbrication et l'extension de tous les éléments (Brändli 2001). Comme l'ourlet herbeux n'a pas été relevé de manière comparable dans un des inventaires, on utilise le modèle réduit « diversité structurelle sans l'ourlet herbeux ». Pour classer les valeurs obtenues dans les relevés (5-21), on a choisi trois classes (faible, moyenne, élevée). Depuis l'IFN2, la proportion de lisières avec une diversité structurelle élevée montre une tendance à l'amélioration sur 20 ans : les lisières avec une diversité structurelle faible ont diminué de 36 % à 33 % (fig. **180**). L'entretien des lisières y est certainement pour quelque chose, mais il n'est pas possible à ce jour de le démontrer avec les données de l'IFN. La proportion légèrement supérieure de lisières avec une diversité structurelle élevée dans l'IFN3 est largement due à des différences méthodologiques dans le relevé de la largeur du manteau forestier.

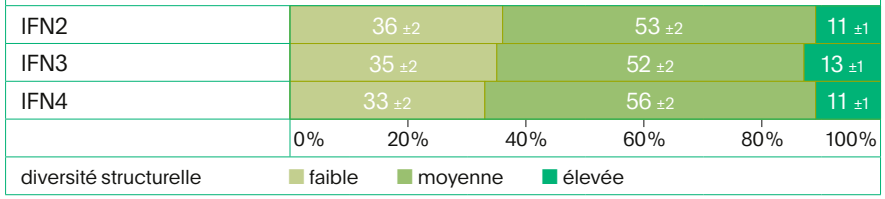
179 **Lisière selon la largeur du cordon de buissons et l'inventaire**

en % – ensemble analysé : lisière commune IFN2/IFN3/IFN4 des étages collinéen/submontagnard et montagnard



180 **Lisière selon la diversité structurelle (sans l'ourlet herbeux) et l'inventaire**

en % – ensemble analysé : lisière commune IFN2/IFN3/IFN4 des étages collinéen/submontagnard et montagnard



5.3 Régénération

Les surfaces de chablis, de coupes et de recrûs offrent un habitat à des espèces appréciant la lumière et la chaleur. De telles surfaces ont légèrement augmenté.

Environ 81 % des peuplements actuels sont issus de régénérations naturelles pures. La forêt suisse se situe ainsi largement au-dessus de la moyenne européenne de 68 %.

Les peuplements forestiers en phases de régénération ou de jeune forêt sont issus à 92 % d'ensemencement naturel, comme dans la période précédente.

Les reboisements de surfaces non forestières ont eu lieu principalement jusqu'en 1990 et représentent 4 % de la surface forestière actuelle.

WSL/LFI4

Régénération par surfaces

Les surfaces de régénération ne permettent pas seulement la régénération des arbres : elles fournissent aussi un habitat à des espèces animales et végétales cherchant de la lumière et de la chaleur. Les chablis, les feux de forêt et les coupes de bois créent des grandes trouées ou des surfaces forestières temporairement non boisées et apportent lumière et chaleur dans la forêt. De telles surfaces offrent, pour autant qu'elles ne soient pas replantées, les conditions idéales pour une succession forestière naturelle (Priewasser 2013) et favorisent les espèces pionnières héliophiles et relativement rares (p. ex. les saules, les peupliers, les bouleaux, les sorbiers des oiseleurs et les pins). De grandes surfaces de coupes peuvent aussi favoriser les chênes et d'autres essences de lumière résistantes à la sécheresse, option intéressante dans l'optique de l'adaptation de la forêt au changement climatique (Brang *et al.* 2016a ; Allgaier Leuch *et al.* 2017).

La proportion des surfaces temporairement non boisées (degré de recouvrement des espèces ligneuses < 20 %) dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante est passée de 2,5 % à 1,7 % depuis l'IFN3, car suite à Lothar, de nombreuses surfaces de chablis sont devenues des jeunes forêts. La catégorie recrûs/fourrés a ainsi augmenté de 5,9 % à 7,2 %. Globalement, les surfaces temporairement non boisées et les recrûs/fourrés ont légèrement augmenté (non représenté).

Régénération naturelle

L'échange génétique entre les arbres forestiers est élevé et ne se déroule pas que dans le peuplement concerné, mais sur des distances nettement plus grandes. Dans le cadre de la régénération naturelle, pour une espèce donnée, les individus qui se développeront sont vraisemblablement ceux qui sont le mieux adaptés à la station. Les régénérations



La régénération naturelle est la règle dans la forêt de montagne.
Forêt de mélèzes et d'aroles ; Silvaplana GR.

naturelles offrent par ailleurs de plus souvent un mélange diversifié d'essences. Ces deux facteurs diminuent le risque de pertes, justement dans l'optique du changement climatique (Brang *et al.* 2016a ; Allgaier Leuch *et al.* 2017). La régénération naturelle peut cependant devenir indésirable lorsqu'elle conduit à la régénération de boisements étrangers à la station ou de plus en plus mal adaptés à celle-ci ; elle n'est donc pas toujours meilleure que la plantation. Cette dernière est indispensable pour introduire des essences trop peu ou pas encore présentes, par exemple le chêne sessile sur des stations trop sèches pour le hêtre, ou le sapin, essence importante dans la forêt de montagne. Le recours à la plantation peut également se justifier pour convertir des pessières pures étrangères à la station en peuplements proches de l'état naturel. Et sur certaines surfaces de chablis, la régénération artificielle peut s'avérer nécessaire si les arbres semenciers font défaut, si la concurrence herbacée est forte, si l'on désire favoriser des essences rares ou si une forêt protectrice doit rapidement remplir sa fonction. On plante beaucoup moins de nos jours pour trois raisons principales : les coûts de plantation, le conflit potentiel avec les principes d'une sylviculture proche de la nature lorsque l'on plante de grandes surfaces et l'attrait particulier du gibier pour les jeunes plants issus de plantation (Brändli et Imesch 2015).

Le mode de régénération est relevé dans l'IFN pour l'ensemble de la forêt. L'interprétation se limite en général aux peuplements dits « de régénération » ou sur lesquels la régénération est engagée et que l'on dénomme peuplements en cours de régénération: les recrûs/fourrés, la régénération sous abri (peuplements avec éclaircie de mise en lumière ou éclaircie de forêt de montagne) et la futaie d'aspect jardiné ; au total, ils couvrent 252000 ha, soit environ 21 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante (non représenté). On distingue la régénération naturelle, la régénération artificielle (plantations avec moins de 20 % de régénération naturelle) et la régénération mélangée (plantations avec plus de 20 % de régénération naturelle).

Selon l'IFN4, la régénération est naturelle pour 92 % des peuplements de régénération (tab. **181**), comme dans l'IFN3 (Brändli *et al.* 2010). À l'étage subalpin, la proportion de régénération naturelle a augmenté alors qu'elle a baissé à l'étage collinéen/submontagnard ; ceci provient probablement du fait que les parcelles renversées par Lothar ont souvent été plantées. La plus forte proportion de régénération naturelle se retrouve sans

181 **Proportion de surface de régénération naturelle dans les peuplements de régénération selon l'étage de végétation**

en %
ensemble analysé : peuplements de régénération avec indication du mode de régénération (= 20,6 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante)

Peuplement de régénération	Étage de végétation						Suisse	
	collinéen/submontagnard		montagnard		subalpin			
	%	±	%	±	%	±	%	±
recrûs/fourrés	67,2	3,9	82,0	2,6	98,2	1,0	83,2	1,6
régénération sous abri	93,0	3,0	99,3	0,7	100,0	*	97,7	0,9
futaie d'aspect jardiné	91,6	4,6	98,8	0,8	99,6	0,4	98,6	0,6
toutes les catégories	**78,1**	**2,6**	**92,1**	**1,2**	**99,1**	**0,5**	**91,7**	**0,7**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable



WSL/LFI4

Recolonisation naturelle par le bouleau, essence pionnière de lumière ; Tesserete TI.

surprise à l'étage subalpin (99 %), mais même à l'étage collinéen/submontagnard elle est encore de 78 %, avec un minimum de 67 % dans les recrûs/fourrés.

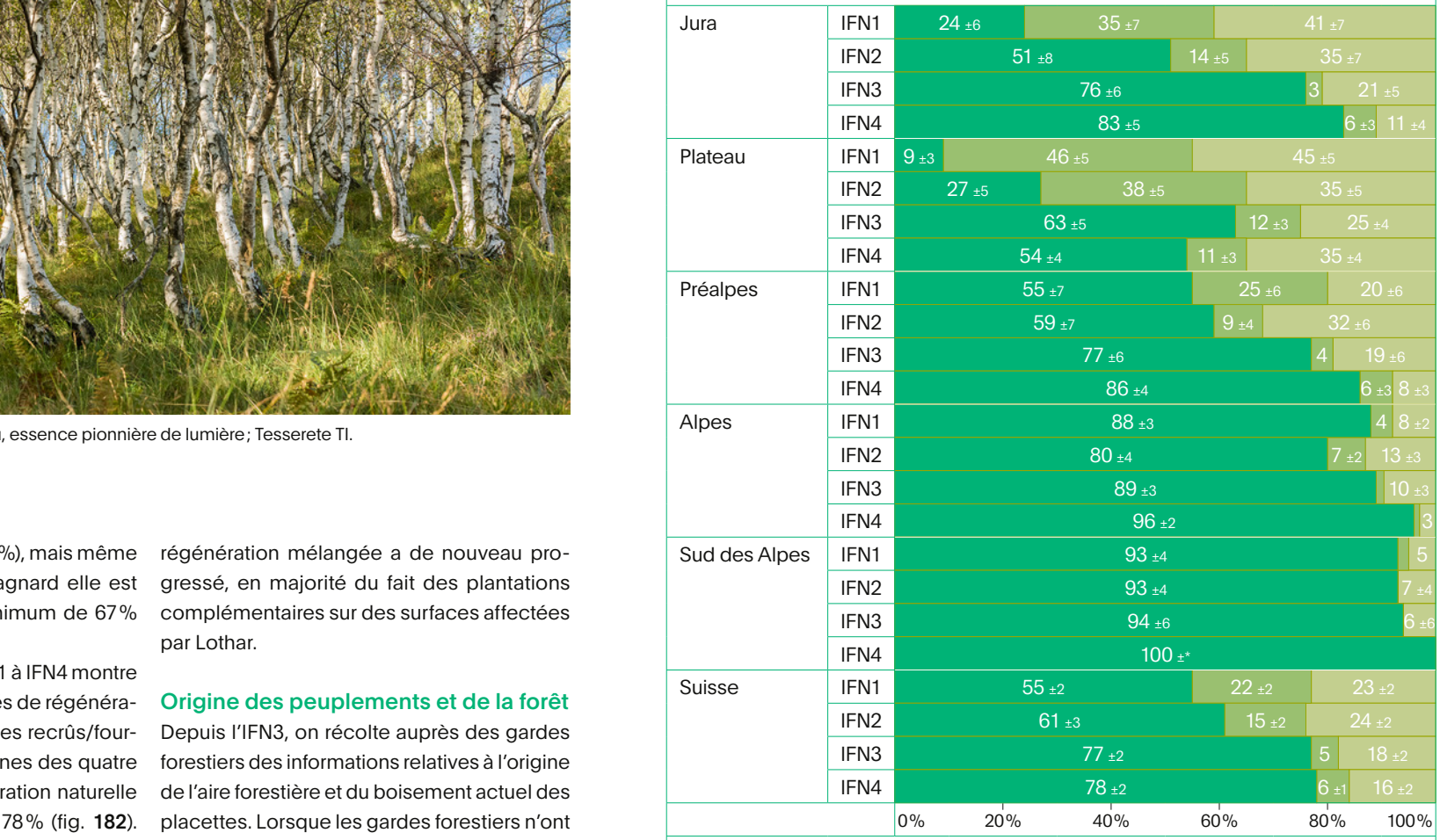
La série temporelle IFN1 à IFN4 montre la forte évolution des procédés de régénération en trois décennies pour les recrûs/fourrés : sur les placettes communes des quatre inventaires, la part de régénération naturelle pure a progressé de 55 % à 78 % (fig. **182**). Depuis l'IFN3, il n'existe pratiquement plus de plantations pures dans les Alpes et au Sud des Alpes. Sur le Plateau au contraire, la régénération mélangée a de nouveau progressé, en majorité du fait des plantations complémentaires sur des surfaces affectées par Lothar.

Origine des peuplements et de la forêt

Depuis l'IFN3, on récolte auprès des gardes forestiers des informations relatives à l'origine de l'aire forestière et du boisement actuel des placettes. Lorsque les gardes forestiers n'ont pas cette information, on utilise les estimations formulées auparavant par les équipes de relevés en forêt, ce qui permet de réduire fortement la part des origines inconnues, part qui a encore baissé avec l'IFN4.

182 **Surface des recrûs/fourrés selon le mode de régénération et l'inventaire**

en % par région de production
ensemble analysé : recrûs/fourrés avec indication du mode de régénération
(= 7,5% de la forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante)



* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable



Perchis de chêne issu d'une plantation ; Ermatingen TG.

81 % des boisements actuels de la forêt accessible sans la forêt buissonnante sont issus de régénération naturelle (tab. **183**), soit légèrement plus que dans l'inventaire précédent (Brändli *et al.* 2010). Cette proportion est même de 96 % au Sud des Alpes. Sur le Plateau au contraire, où l'on a souvent planté pour régénérer la forêt, « seulement » 49 % des peuplements actuels proviennent entièrement de régénération naturelle. Cette proportion ne peut être modifiée que dans le cadre de la régénération de la forêt, donc sur un très long terme. Pour la surface forestière totale, c'est-à-dire y compris les forêts inaccessibles et les forêts buissonnantes, la proportion de régénération naturelle est de 82 % (non représenté). Cette valeur se situe nettement au-dessus de la moyenne européenne de 68 % (Forest Europe 2015a).

La question de l'origine de l'aire forestière a été résolue pour presque chaque placette. Quelque 84 % de la surface forestière actuelle sont des forêts depuis des temps immémoriaux, 11 % sont des recolonisations naturelles et 4 % sont des reboisements, en partie combinés avec de la régénération naturelle (tab. **184**). Il est probable que la proportion de recolonisation naturelle de forêts autrefois défrichées a été sous-estimée dans l'enquête de l'IFN. Selon Brändli (2000), la surface forestière a augmenté d'au moins 35 % depuis 1860. Par conséquent, la forêt ne couvrait au milieu du XIXe siècle que 75 % de la surface forestière actuelle. Ces chiffres corroborent les dernières recherches basées sur les cartes Siegfried selon lesquelles environ 74 % de la surface forestière actuelle étaient cartographiés comme forêt dans l'édition de 1880 (Brändli *et al.* 2010 ; Ginzler *et al.* 2011a). Cependant, les surfaces qui font cette différence devaient, à l'époque déjà, être dans une certaine mesure parsemées d'arbres (p. ex. pâturages boisés).

Il est plus facile d'apprécier les reboisements que la recolonisation naturelle ; les gardes forestiers les ont même classés dans le temps (tab. **185**). Au total, plus de 50 000 ha

WSL/LFI4

183 **Surface forestière selon l'origine du peuplement**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Origine du peuplement	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
régénération naturelle	79,3	1,3	48,5	1,5	79,4	1,2	94,6	0,5	95,6	0,7	80,6	0,5
régénération artificielle	6,3	0,8	19,3	1,1	7,6	0,8	2,3	0,3	0,3	0,2	6,9	0,3
régénération mixte	14,3	1,1	31,8	1,4	12,7	1,0	3,0	0,4	4,1	0,7	12,3	0,4
inconnue	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0	*	0,2	0,1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

ont été reboisés, soit environ la surface forestière du canton de Zurich ; un tiers a été réalisé avant 1900, un autre tiers dans les 50 années suivantes et un tiers dans les 50 dernières années. Ces chiffres correspondent relativement bien à la statistique de la Confédération. Selon le DFI (1965), 38600 ha ont été reboisés jusqu'en 1963 (y compris 6200 ha en compensation des défrichements de guerre), alors que l'IFN annonce au total 38000 ha jusqu'en 1960 (Brändli *et al.* 2010). Les reboisements ultérieurs constituaient d'autres compensations pour des défrichements pratiqués durant la guerre, ainsi que de nouvelles créations de forêts protectrices et, à partir de 1990, presque uniquement des reboisements de compensation pour les défrichements autorisés.

184 Surface forestière selon l'origine de la forêt

en % par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Origine de la forêt	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
forêt depuis toujours	85,5	1,1	92,5	0,8	83,4	1,1	84,1	0,8	71,9	1,6	84,2	0,5
recolonisation naturelle	6,2	0,8	2,8	0,5	8,3	0,8	13,7	0,8	26,3	1,5	11,0	0,4
reboisement artificiel	5,1	0,7	3,1	0,5	6,2	0,7	1,4	0,3	0,4	0,2	3,1	0,2
reboisement mixte	2,8	0,5	0,8	0,3	1,7	0,4	0,6	0,2	1,0	0,4	1,3	0,1
inconnue	0,5	0,2	0,8	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

185 Surface forestière selon l'année du reboisement

en % par région de production et en milliers d'ha
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Année du reboisement	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud de Alpes		Suisse		
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	1000 ha	±%
avant 1851	1,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	4,0	22
1851-1900	1,8	0,4	0,9	0,3	3,1	0,5	0,4	0,1	0,3	0,2	1,2	0,1	14,7	12
1901-1950	2,5	0,5	1,0	0,3	2,4	0,5	0,7	0,2	0,6	0,3	1,4	0,1	16,3	11
1951-2000	2,3	0,5	1,6	0,4	2,1	0,4	1,0	0,2	0,4	0,2	1,4	0,2	17,2	11
2001-2013	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,4	71
pas de reboisement ou année inconnue	92,1	0,9	96,1	0,6	92,1	0,8	97,9	0,3	98,6	0,4	95,6	0,3	1 149,6	1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**1 202,2**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

WSL/LFI4

5.4 Essences introduites

- Les essences introduites ont toujours été d'une faible importance pour l'économie forestière suisse. Les espèces introduites ne représentent que 0,6 % de tous les arbres, et ce chiffre tend à baisser légèrement depuis l'IFN3.
- La proportion de surface forestière dominée par les essences introduites est de 0,5 %. Seuls quelques pays européens ont un chiffre aussi bas.
- Le robinier, essence envahissante, domine sur 0,1 % de la surface forestière.
- Le développement des néophytes buissonnants est alarmant : leur présence sur les placettes d'échantillonnage a augmenté durant la dernière décennie, passant de 0,9 % à 1,9 %.



Le chêne rouge *(Quercus rubra)* est l'essence feuillue la plus fréquemment introduite après le robinier *(Robinia pseudoacacia)* ; Kesswil TG.

WSL/LFI4

Définitions et problématique

L'homme dissémine depuis des siècles des animaux et des végétaux, mais avec une certaine ampleur seulement depuis le développement de la navigation intercontinentale. 1492, année de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb, marque par convention le début de l'introduction d'espèces en Europe. Depuis, pas moins de 12 000 espèces végétales, dénommées néophytes, ont été introduites, pour moitié de façon involontaire (OFEFP et WSL 2005). La flore suisse comporte aujourd'hui quelque 300 de ces néophytes qui forment des populations et ont donc plus ou moins réussi à s'établir (Landolt *et al.* 2010). Elles représentent quelque 10 % de la flore suisse (Lauber *et al.* 2012).

Les espèces qui posent problème sont des espèces introduites qui se propagent spontanément et évincent les espèces indigènes : ce sont les néophytes envahissantes. En Suisse, aucune espèce animale ou végétale ne semble être aujourd'hui menacée dans son existence par des néophytes (Klaus

2002). Les espèces introduites représentent cependant toujours un certain risque écologique. Elles peuvent perturber les chaînes alimentaires animales ou concurrencer la végétation indigène. Par exemple, une espèce introduite comme le robinier *(Robinia pseudoacacia),* ou localement au Tessin l'ailante *(Ailanthus altissima),* colonisent des sols bruts et évincent à ces endroits des espèces pionnières indigènes et des associations végétales sur stations maigres (Wunder *et al.* 2018 ; Vítková *et al.* 2018).

La gestion des espèces exotiques envahissantes est réglementée par l'ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement du 10 septembre 2008 (Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement ODE, RS 814.911). Son annexe 2 énumère la liste des espèces interdites : la seule espèce ligneuse mentionnée est le sumac *(Rhus typhina).* Les essences qui peuvent être plantées ou se rajeunir naturellement en forêt sont indiquées dans l'ordonnance sur le matériel forestier de reproduction du 29 novembre 1994 (RS 921.552.1). En plus des espèces indigènes, cette ordonnance contient des espèces introduites, notamment le robinier. Ces essences peuvent donc être utilisées, pour autant qu'elles soient adaptées à la station.



Le douglas *(Pseudotsuga menziesii)* est l'essence résineuse la plus fréquemment introduite et se rajeunit souvent spontanément ; Gurtnellen UR.

WSL/LFI4

186 **Nombre de tiges et proportion du nombre de tiges des essences introduites selon l'essence et l'inventaire**

en milliers de tiges et en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Essences introduites		IFN3				IFN4			
		1000 tiges	± %	%	±	1000 tiges	± %	%	±
robinier	*Robinia pseudoacacia*	1 112,8	26	0,23	0,06	1 211,3	25	0,25	0,06
douglas	*Pseudotsuga menziesii*	988,4	25	0,20	0,05	868,0	20	0,18	0,04
pin noir	*Pinus nigra*	218,9	50	0,04	0,02	185,0	51	0,04	0,02
pin de Weymouth	*Pinus strobus*	74,6	34	0,02	0,01	56,2	39	0,01	0,00
chêne rouge	*Quercus rubra*	132,3	86	0,03	0,02	96,0	74	0,02	0,01
peupliers de culture	p. ex. *Populus x canadensis*	80,4	52	0,02	0,01	69,6	56	0,01	0,01
ailante	*Ailanthus altissima*	54,0	84	0,01	0,01	54,3	100	0,01	0,01
autres essences		498,0	25	0,10	0,03	237,2	36	0,05	0,02
total		**3 159,4**	**14**	**0,64**	**0,09**	**2 777,6**	**14**	**0,57**	**0,08**

En outre, on dispose en Suisse d'une « Liste noire », juridiquement non contraignante, qui indique les néophytes problématiques. Elle comprend actuellement 40 espèces de plantes introduites qui se propagent rapidement, dont il est prouvé qu'elles causent des dommages au niveau de la protection de la nature, de la santé ou de l'économie, et dont la dissémination doit être évitée (Buholzer *et al.* 2014 ; Weber *et al.* 2005). Sur la « Liste noire » nationale, on trouve parmi les arbres le robinier, l'ailante et le sumac *(Rhus typhina),* et parmi les plantes ligneuses le laurier-cerise *(Prunus laurocerasus),* le cerisier noir ou tardif *(Prunus serotina),* le chèvrefeuille de Henry *(Lonicera henryi),* le chèvrefeuille japonais *(Lonicera japonica),* la puéraire hérissée ou kudzu *(Pueraria lobata),* le buddleia de David *(Buddleja davidii),* la ronce d'Arménie *(Rubus armeniacus)* et le palmier chanvre *(Trachycarpus fortunei).*

Dans le contexte du changement climatique, certaines essences introduites peuvent aussi présenter des avantages. Une estimation du potentiel de 19 essences introduites a montré que le douglas *(Pseudotsuga menziesii),* le sapin de Vancouver *(Abies grandis)* et le hêtre d'Orient *(Fagus orientalis)* pouvaient être recommandés sur certaines stations (Brang *et al.* 2016b).

Dans l'IFN, toutes les plantes ligneuses sont relevées. On différencie cependant les arbres et les arbustes (Keller 2013a). Ces derniers sont en général des ligneux vivaces qui sont ramifiés à la base (basitonie) et ne peuvent atteindre plus de cinq mètres de haut (cf. glossaire, 9.2). Le palmier chanvre fait exception puisque l'IFN le classe parmi les arbustes.

Présence

Les néophytes arborées proviennent presque exclusivement d'Amérique du Nord et furent employées pour reboiser des sols maigres ou choisies pour la production en raison de leur croissance rapide et des caractéristiques de leur bois. Le douglas est considéré par ailleurs comme plus stable que l'épicéa (von Lerchenfeld 2008). Jusqu'à présent, la culture de ces essences n'a cependant joué qu'un rôle économique négligeable dans l'écono-

mie forestière suisse, notamment pour des considérations écologiques. Les essences introduites ne sont présentes pratiquement que dans les zones inférieures, jusqu'à 1000 m d'altitude (Conedera et Brändli 2015). Selon l'IFN4, la part des néophytes n'atteint que 0,6 %. Les essences les plus fréquentes sont le robinier, le douglas, le pin noir, le pin de Weymouth, le chêne rouge, les peupliers de culture et l'ailante (tab. **186**). Leur présence est si faible que seules les essences les plus fréquentes et le sapin de Nordmann, comme arbre de Noël, ont trouvé un marché de niche.

Les essences introduites représentaient 0,5 % du nombre de tiges dans l'IFN1 et l'IFN2, et 0,6 % dans l'IFN3 et l'IFN4. Depuis l'IFN3, les essences introduites ont montré, dans l'ensemble et pour toutes les essences hormis le robinier et l'ailante, une tendance à la diminution. Les différences entre inventaires et essences ne sont cependant pas statistiquement significatives, sauf dans le Jura, où la proportion de placettes avec essences introduites a nettement diminué (tab. **187**). La proportion actuelle d'essences introduites est largement inoffensive au plan écologique, à l'exception du robinier ; l'ailante, essence problématique, est encore très rare. Dans l'IFN3, on l'a relevé comme arbre ou dans la régénération sur trois placettes, et dans l'IFN4 sur dix placettes (non représenté). De nouvelles stratégies ont été développées pour contenir la dissémination de ces néophytes envahissantes (Wunder *et al.* 2018 ; Vítková *et al.* 2018).

Pour les néophytes arbustives, dont la présence est relevée depuis l'IFN3, on constate au contraire une augmentation fulgurante : alors que dans l'IFN3 on n'en trouvait que sur 0,9 % des placettes, leur part est de 1,9 % dans l'IFN4. Sur le Plateau et au Sud des Alpes, ces valeurs augmentent de 0,7 à 2,9 % et de 2,7 à 4,5 % (tab. **187**). Le buddleia, découvert lors de l'IFN3 sur seulement neuf placettes, figure déjà sur 50 placettes dans l'IFN4.



Même des néophytes problématiques comme le palmier chanvre *(Trachycarpus fortunei)* ont leur charme ; Monte Carasso, Bellinzona TI.

WSL/LFI4

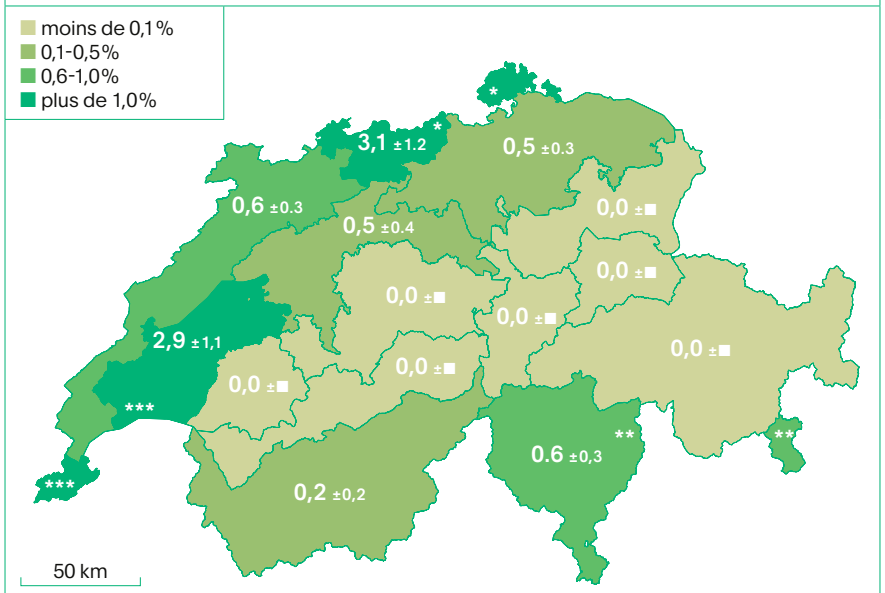
187 **Proportion de placettes d'échantillonnage (200 m²) avec présence de néophytes arborées et arbustives selon l'inventaire**

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Placettes	Inventaire	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
avec des néophytes arborées	IFN3	5,2	0,7	10,5	0,9	1,2	0,3	1,2	0,3	5,1	0,8	4,2	0,3
	IFN4	3,1	0,5	10,5	0,9	0,8	0,3	0,9	0,2	5,1	0,8	3,7	0,2
avec des néophytes arbustives	IFN3	0,5	0,2	0,7	0,2	0,4	0,2	0,8	0,2	2,7	0,6	0,9	0,1
	IFN4	1,1	0,3	2,9	0,5	0,8	0,3	1,4	0,3	4,5	0,8	1,9	0,2

188 **Proportion de surface forestière dominée par des essences introduites**

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante
Proportion de surface forestière avec proportion d'essences introduites >50% du volume



*/**/*** même région économique
□ calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Dominance

Au niveau international, on utilise comme indicateur la proportion de surface forestière sur laquelle les essences introduites dominent. Dans l'IFN, cet indicateur correspond à la proportion de placettes sur lesquelles les essences introduites représentent au moins 50% du volume. Cette proportion n'atteint pas tout à fait 0,5%, soit une surface de quelque 6000 ha (tab. **189**). Cette surface a légèrement augmenté entre l'IFN1 et l'IFN3 (Brändli *et al.* 2010), mais n'a dès lors plus connu de modification significative. En comparaison avec la moyenne pour l'Europe, où les essences introduites dominent sur 4,4%, la proportion reste cependant très faible en Suisse (Forest Europe 2015a). Les plus fortes proportions se concentrent dans le Jura oriental et à l'ouest du Plateau (fig. **188**).

Les peuplements dans lesquels les essences introduites envahissantes dominent en Suisse couvrent 2000 ha (tab. **189**), soit environ 0,1% de la surface forestière; il s'agit exclusivement de robiniers (non représenté). La répartition principale du robinier se situe selon l'IFN au-dessous de 600 m d'altitude, mais on le rencontre dans l'IFN jusqu'à 1100 m (Brändli 1996). Plus de la moitié des robineraies croissent au Sud des Alpes (Tessin), le reste dans le Jura oriental, à l'ouest du Plateau et en Valais.

189 **Surface forestière dominée par des essences introduites envahissantes ou non**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Dominance par les essences introduites	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
pas dominé par des essences introduites	197,8	1	225,5	1	222,3	1	393,5	1	157,2	2	1196,2	1
dominé par des essences introduites non envahissantes	1,9	31	2,2	30	0,0	*	0,0	*	0,0	*	4,1	22
dominé par des essences introduites envahissantes	0,4	71	0,2	**	0,0	*	0,2	**	1,0	45	1,8	33
total	**200,1**	1	**227,9**	1	**222,3**	1	**393,7**	1	**158,3**	2	**1202,2**	1

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100%

WSL/LFI4

5.5 Bois mort

Le bois mort constitue une base vitale pour de nombreuses espèces forestières typiques. Le volume de bois mort sur pied et à terre est en moyenne de 24,2 m³/ha et le volume total de bois mort, y compris les rémanents et les petits bois morts à terre, de 34,3 m³/ha.

Bien que le volume de bois mort dans la forêt suisse soit un des plus hauts d'Europe, les quantités de bois mort indispensables pour maintenir la diversité des espèces selon l'état actuel des connaissances ne sont pas encore atteintes dans le Jura et sur le Plateau.

Depuis l'IFN2, le volume de bois mort a augmenté de 138 %, en partie à cause de la tempête Lothar. La qualité du bois mort s'est aussi améliorée depuis l'IFN3, avec la progression des gros bois morts fortement dégradés.

WSL/LFI4

Le bois mort en tant qu'habitat

La protection de la nature désignait il y a 30 ans le manque de vieux bois et de bois mort comme le plus grand déficit écologique dans les forêts de production bien desservies (LSPN 1989). Le bois mort est caractéristique des écosystèmes forestiers naturels. Il constitue une base vitale pour de nombreux champignons décomposeurs du bois, pour des lichens, des mousses et des animaux, en particulier des insectes et des oiseaux, mais aussi pour plusieurs espèces de chauves-souris, d'amphibiens et de reptiles. Un quart environ de la faune forestière appartient au groupe des espèces saproxyliques, qui sont liées au bois mort ou aux espèces vivant dans le bois durant au moins une partie de leur vie (Lachat *et al.* 2014). Les insectes et les champignons sont les groupes les plus riches en la matière : en Suisse, plus de 1700 espèces de coléoptères ainsi que 2700 champignons supérieurs sont inféodés au bois mort (Lachat *et al.* 2014).

De nombreuses espèces vivent dans des troncs en décomposition. C'est là, et aussi dans des cavités d'arbres pourrissants, que vivent de gros insectes, comme la cétoine érugineuse *(Protaetia aeruginosa)* ou le pique-prune *(Osmoderma eremita),* espèces parmi les plus menacées en Europe centrale. Aujourd'hui, il est urgent d'agir pour plus de la moitié des coléoptères vivant dans le bois (Monnerat *et al.* 2016). Le bois mort contribue à la formation du sol et constitue un lit de germination pour la prochaine génération d'arbres, particulièrement dans les



Le bois mort est un substrat précieux pour la régénération dans la forêt de montagne ; forêt primaire de Scatlè, Brigels GR.

forêts de montagne. Outre d'autres avantages comme la protection contre les dangers naturels et le stockage d'eau et de carbone, le bois mort peut aussi entraîner des risques en certains endroits, comme les feux de forêt ou les accidents de personnes dus aux chutes de branches ou d'arbres secs sur pied (Lachat *et al.* 2014).

Volume de bois mort

La forêt suisse comporte-t-elle assez de bois mort ? Dans les forêts primaires européennes, on trouve, selon l'association végétale et la phase de développement, entre 20 et 250 m^3/ha de bois mort, voire jusqu'à 400 m^3/ha sur de petites surfaces, dans la phase de décrépitude de très vieux peuplements (Brändli 2005a). Dans la hêtraie primaire de Uholka-Schyrokyj Luh en Ukraine, on a relevé en moyenne 163 m^3/ha de bois mort (Commarmot *et al.*2013). Mais la quantité de bois mort nécessaire à la conservation d'espèces menacées reste toujours un sujet de recherche. La majorité des espèces saproxyliques des forêts européennes ont besoin de 20 à 50 m^3/ha, quelques espèces rares et plus exigeantes même de plus de 100 m^3/ha (Müller et Bütler 2010 ; Bässler et Müller 2010). On constate des différences entre les types de forêts : dans les pessières des étages montagnard supérieur à subalpin et dans d'autres forêts de montagne, les besoins varient entre 20 et 30 m^3/ha, alors que pour les hêtraies et les forêts mélangées de feuillus aux étages collinéen et montagnard, il faut entre 30 et 50 m^3/ha (Imesch *et al.* 2015). Dans la politique forestière 2020, les valeurs cibles sont fixées à 20 m^3/ha pour le Jura, le Plateau et le Sud des Alpes et à 25 m^3/ha pour les Préalpes et les Alpes (OFEV 2013).

Dans l'IFN, le bois mort est relevé selon deux méthodes complémentaires. La première relève le volume du bois de tige de tous les arbres échantillons morts à terre ou sur pied, à partir de 12 cm DHP, qui constitue le **volume de bois mort.** Ce volume sert à comparer les valeurs cibles (valeurs seuils) avec les données internationales. Comme le relevé ne concernait dans l'IFN1 que les arbres échantillons morts qui pouvaient encore être valorisés comme bois de feu, le volume de bois mort de l'IFN1 n'est pas directement comparable avec celui des inventaires successifs.

La seconde méthode sert à recenser le bois mort à terre qui n'a pas été relevé par la première méthode. Elle fut introduite à partir de l'IFN3 dans la perspective de calculer le bilan carbone stocké en forêt. Pour cela, on tire trois transects sur la placette, sur lesquels on relève, selon la méthode du « Line Intersect Sampling » (LIS), le reste de bois mort à partir de 7 cm de diamètre (limite du bois fort dans l'IFN), ainsi que les rémanents des arbres échantillons. En additionnant ces données avec le volume de bois mort, on obtient la **quantité de bois mort**, qui est nettement plus grande que le volume de bois mort. Ceci

190 **Volume de bois mort selon l'état de l'arbre**

en m^3/ha et milliers de m^3 par région de production
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

État de l'arbre	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %
sur pied	8,6	9	8,7	8	16,1	8	13,2	6	11,0	8	11,8	3
à terre	8,2	9	6,7	9	15,0	9	16,9	5	11,3	10	12,4	3
total	**16,8**	7	**15,4**	6	**31,2**	6	**30,0**	4	**22,3**	7	**24,2**	3
	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %	1000 m^3	± %
sur pied	1718	9	1980	8	3585	8	5181	6	1747	8	14210	3
à terre	1634	9	1525	9	3343	9	6635	5	1784	10	14922	4
total	**3352**	7	**3505**	7	**6928**	7	**11816**	4	**3531**	7	**29132**	3

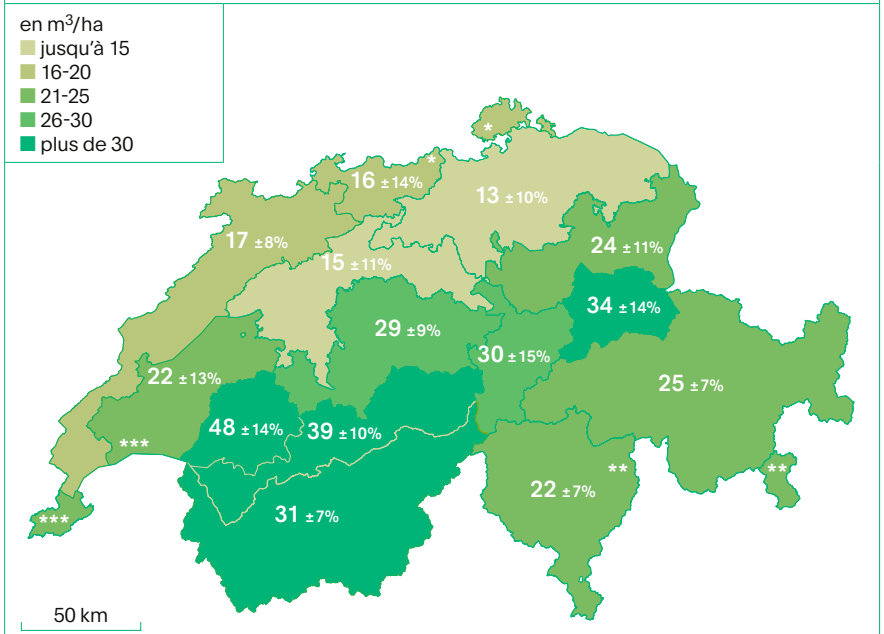
WSL/LFI4

montre bien pourquoi le seuil d'inventaire et la méthode de relevés peuvent influencer les résultats relatifs au bois mort. Böhl et Brändli (2007) ont montré avec la méthode LIS pour la région Jura/Plateau que le volume de bois mort à terre augmentait de 28 % en utilisant un seuil d'inventaire de 7 cm au lieu de 12 cm.

Le **volume de bois mort** dans la forêt suisse représente 29 millions de m^3 ou 24,2 m^3/ha, dont environ la moitié (11,8 m^3/ha) d'arbres secs sur pied (tab. **190**). Le calcul du volume de bois mort sur pied dans l'IFN4 n'inclut cependant pas les tiges brisées, car elles n'ont pas été relevées dans les inventaires précédents. Si l'on soustrait le volume des tiges brisées du volume de bois mort sur pied de l'IFN4, on obtient encore 8,1 m^3/ha (non représenté) et une augmentation du bois mort à terre, pour autant que les tiges brisées n'aient pas été exploitées. C'est dans les Préalpes occidentales et dans les Alpes occidentales que l'on trouve le plus de bois mort, alors que le Plateau central et oriental montre les plus faibles quantités (fig. **191**). Dans le Jura et sur

191 **Volume de bois mort**

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

WSL/LFI4



Les forêts de montagne sont plus riches en bois mort que celles de zones inférieures; Anzonico, Faido TI.

de larges parties du Plateau les valeurs objectifs de la politique forestière 2020 ne sont pas encore atteintes, malgré une augmentation continue, au contraire des autres régions qui y parviennent déjà en moyenne. Cependant, ce ne sont pas seulement les moyennes régionales qui sont décisives pour la conservation de la diversité des espèces, mais aussi une bonne mise en réseau d'habitats riches en bois mort tels que les réserves forestières naturelles (Lachat *et al.* 2014). Par ailleurs, il existe de grandes différences au sein des régions : le bois mort reste encore largement concentré dans les zones touchées par Lothar, alors qu'il fait presque défaut ailleurs. Ainsi dans les arrondissements 3 de Fribourg et 3 de Lucerne, le volume de bois mort dépasse 60 m^3/ha, alors que dans les cantons de Thurgovie, Neuchâtel et Schaffhouse, les moyennes se situent en dessous de 10 m^3/ha (non représenté).

Selon la végétation naturelle potentielle, le volume de bois mort varie entre des moyennes de 18 m^3/ha dans les hêtraies et 37 m^3/ha dans les pessières-sapinières. Ces dernières sont souvent sur des terrains pentus et mal desservis, où le bois est moins intensivement exploité. Les volumes de bois mort sont plus élevés dans les associations de forêts résineuses, à l'exception des arolières et mélézins, où l'on trouve en général des volumes plus faibles et donc également moins de bois mort (tab. **192**). En matière d'utilisation de la forêt, (et les fonctions forestières) on enregistre également des différences considérables : dans les forêts récréatives, là où l'on réduit le risque pour le public en quête de détente, le volume de bois mort atteint 12 m^3/ha, alors que les forêts avec une fonction prioritaire de biodiversité en contiennent 31 m^3/ha. Et dans les forêts protectrices, on constate un volume élevé qui se situe à 30 m^3/ha, car les bois abattus sont en partie sciemment laissés au sol comme obstacles temporaires en attendant que la prochaine génération d'arbres assure à nouveau la fonction de protection. Le potentiel élevé des forêts protectrices pour la conservation de la biodiversité est donc évident.

La **quantité de bois mort** est 42 % plus élevée que le volume de bois mort et se

192 **Volume de bois mort selon la végétation naturelle potentielle et la fonction prioritaire**

en m^3/ha
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Formation forestière	Fonction prioritaire											
	Production de bois		Protection contre les dangers naturels		Récréation		Protection de la nature		Autre fonction ou sans fonction		Toutes les fonctions	
	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %
hêtraies	14,2	7	26,1	9	10,9	34	28,4	17	17,6	20	17,8	5
hêtraies à sapin	21,0	14	34,6	9	3,7	40	37,4	28	19,3	26	28,4	7
autres forêts feuillues	13,3	14	25,0	6	18,4	36	30,1	23	20,3	21	21,8	6
pessières-sapinières	30,1	17	41,1	8	14,2	79	43,2	24	27,4	24	37,2	7
pessières	26,8	23	35,5	8	0,9	61	30,3	21	15,7	18	30,2	7
arolières et mélézins	13,5	55	20,6	13	0,0	*	20,2	37	11,2	29	18,4	11
pinèdes	24,4	30	30,3	15	4,4	50	35,8	26	12,5	29	27,5	11
pas d'indication	6,3	58	14,5	28	0,0	*	15,9	43	2,9	50	10,1	21
toutes les formations forestières	**17,0**	**5**	**30,4**	**3**	**11,9**	**25**	**31,0**	**9**	**16,4**	**9**	**24,2**	**3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

monte à 34,3 m^3/ha. Cette grande différence s'explique par la proportion importante de bois mort de petits diamètres dans les forêts exploitées (Lachat *et al.* 2014). La quantité de bois mort se rapproche de la biomasse du bois mort, bien que les souches sur pied de moins de 1,3 m de haut, les petites branches de moins de 7 cm de diamètre et le bois mort dans les houppiers n'en fassent pas partie. Dans l'IFN5 en cours, on procède donc à un inventaire global de ce stock de bois mort. Selon les régions, la quantité de bois mort peut être de 10 à 70 % plus grande que le volume de bois mort (fig. **193**, non représenté).

Le bois mort représente 6,5 % du volume total (tab. **194**). Cette proportion peut considérablement varier en fonction de l'essence et du climat. Dans les zones inférieures de l'aire des forêts de feuillus, la décomposition du bois mort est plus rapide que dans les forêts résineuses subalpines. Et comme les forêts des zones inférieures sont exploitées plus intensivement, on comprend pourquoi l'érable et le hêtre, deux essences principales, détiennent les plus petites proportions de bois mort. Les valeurs maximales constatées pour le châtaignier sont dues à la forte mortalité (chancre de l'écorce), à la durabilité du bois et à la faible exploitation des châtaigneraies au Sud des Alpes.

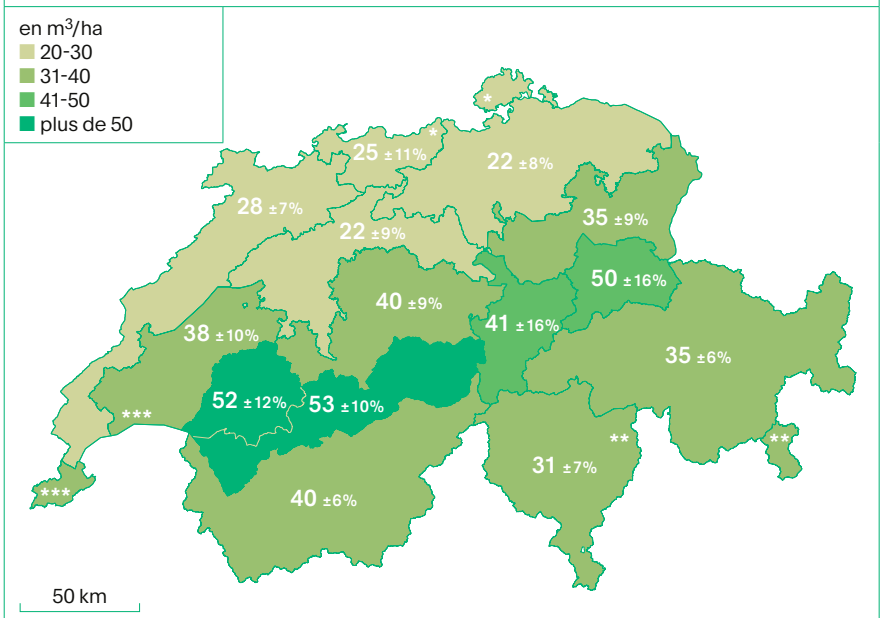


L'amadouvier *(Fomes fomentarius)* est un des champignons du bois relevés dans l'IFN ; Sihlwald, Horgen ZH.

WSL/LFI4

193 Quantité de bois mort

ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

194 **Volume de bois mort selon l'essence principale, pour les zones inférieures et supérieures**

en milliers de m³ et en %
ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Zones inférieures		Zones supérieures		Total		Proportion de bois mort[1]	
	1000 m³	± %	1000 m³	± %	1000 m³	± %	%	±
épicéa	3070	7	12500	5	15570	4	7,9	0,3
sapin	1762	10	1569	11	3330	7	5,0	0,4
pin	989	11	497	15	1486	9	11,2	0,8
mélèze	162	29	1416	9	1578	9	5,9	0,5
arole	0	*	197	23	197	23	6,5	1,3
autres résineux	6	39	24	34	30	28	1,7	0,6
hêtre	1605	10	514	16	2120	8	2,7	0,2
érable	200	17	80	21	279	13	2,1	0,3
frêne	526	13	52	46	578	13	3,5	0,4
chêne	392	16	3	63	396	16	4,4	0,7
châtaignier	912	13	0	*	912	13	14,1	1,6
autres feuillus	1176	8	735	10	1911	6	11,1	0,7
total	**11081**	**4**	**18051**	**4**	**29132**	**3**	**6,5**	**0,2**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
[1] en % du volume total de bois par essence

195 **Volume de bois mort selon l'état de l'arbre pour les résineux et les feuillus et selon l'inventaire**

en m³/ha
ensemble analysé : forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

	inventaire	sur pied		à terre		total	
		m³/ha	± %	m³/ha	± %	m³/ha	± %
résineux	IFN2	5,4	5	3,4	7	8,9	5
	IFN3	9,7	5	7,8	5	17,5	4
	IFN4	9,8	4	10,2	4	20,1	3
feuillus	IFN2	1,4	7	0,6	11	2,0	6
	IFN3	2,4	6	1,8	8	4,2	5
	IFN4	2,7	6	2,9	6	5,6	4
total	**IFN2**	**6,8**	**4**	**4,0**	**6**	**10,8**	**4**
	IFN3	**12,1**	**4**	**9,7**	**4**	**21,7**	**3**
	IFN4	**12,6**	**3**	**13,1**	**4**	**25,7**	**3**

Évolutions et qualité du bois mort

Alors qu'au niveau européen, aucune évolution claire n'a pu être constatée, en partie en raison de l'absence de données, l'inventaire Sanasilva et l'IFN confirment une augmentation constante du bois mort en Suisse depuis le milieu des années 1990 (Dobbertin 2004 ; Brändli 2005a). Depuis l'IFN2, le volume de bois mort sur les placettes communes est passé de 10,8 à 25,7 m³/ha, soit une augmentation de 138 % (tab. **195**). La hausse a été particulièrement importante après Lothar, entre l'IFN2 et l'IFN3. Elle est nettement moindre entre l'IFN3 et l'IFN4 et concerne surtout le bois mort à terre, un indice que les gestionnaires forestiers abandonnent davantage les bois renversés en forêt.

Pour le bois mort, la qualité est tout aussi importante que la quantité. La diversité des classes de grosseur ou des états de décomposition détermine la diversité des communautés d'espèces (Lachat *et al.* 2014).

Les gros arbres morts sur pied sont particulièrement intéressants car ils offrent des dendromicrohabitats tels que les loges de pic ou les cavités à terreau, se décomposent plus lentement et restent ainsi plus longtemps dans le peuplement que les arbres morts d'un plus petit diamètre et déjà

à terre. Ils conservent en outre des conditions d'humidité et de température relativement constantes et cette continuité de l'habitat est essentielle pour certaines espèces comme le lucane cerf-volant *(Lucanus cervus)* (Wald und Holz NRW 2014). Les experts estiment qu'il faut maintenir au moins 5 à 10 arbres secs sur pied ou d'arbres-habitats par hectare en forêt pour permettre aux espèces qui leur sont inféodées de survivre (Bütler *et al.* 2013). Actuellement la valeur moyenne pour les arbres secs sur pied dans les placettes communes se situe à 27 arbres/ha (au seuil d'inventaire de 12 cm) et le nombre de gros secs sur pied (à partir de 36 cm) atteint 3,3/ha. Ce chiffre a presque doublé en 20 ans depuis l'IFN2 (tab. **196**). Dans les anciennes réserves forestières, les valeurs correspondantes sont de 4/ha dans la hêtraie et la hêtraie-sapinière et de 12/ha pour la pessière (Heiri *et al.* 2012).

La présence suffisante de tous les stades de décomposition du bois mort est nécessaire pour le maintien de la biodiversité. Certaines espèces ont besoin de bois en écorce mort depuis peu, alors que d'autres sont liées au bois vermoulu à un stade de décomposition avancé. Les espèces spécialistes de ce dernier stade de décomposition sont peu mobiles. Là où le bois en décomposition et vermoulu fait défaut, le risque est grand que ces espèces disparaissent localement (Schiegg Pasinelli et Suter 2002 ; Wermelinger et Duelli 2002). Il faudrait donc que le bois mort reste en forêt jusqu'à décomposition totale. Pour qu'un arbre soit décomposé à 95 %, il faut compter 25 ans pour les hêtres et quelque 80 ans pour les épicéas et les sapins (Lachat *et al.* 2014). Les réserves naturelles



Les gros troncs en décomposition sont plutôt rares. La majorité du bois mort est constitué de bois encore dur ; Bergdietikon AG.

WSL/LFI4

196 **Nombre de tiges de bois mort selon l'état de l'arbre, le diamètre et l'inventaire**

en tiges/ha
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Diamètre (DHP)	inventaire	sur pied		à terre		total	
		tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %
12-35 cm	IFN2	18,2	4	7,8	6	26,0	3
	IFN3	23,5	3	15,0	4	38,6	3
	IFN4	23,5	3	22,2	3	45,7	2
à partir de 36 cm	IFN2	1,5	6	1,2	9	2,6	6
	IFN3	3,1	5	2,9	5	6,0	4
	IFN4	3,3	5	3,9	5	7,1	3
total	**IFN2**	**19,6**	**3**	**9,0**	**5**	**28,6**	**3**
	IFN3	**26,6**	**3**	**17,9**	**4**	**44,5**	**3**
	IFN4	**26,8**	**3**	**26,0**	**3**	**52,8**	**2**

197 **Surface terrière du bois mort, selon l'état de l'arbre, la résistance du bois et l'inventaire**

en m^2/ha
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Résistance du bois	inventaire	sur pied		à terre		total	
		m^2/ha	± %	m^2/ha	± %	m^2/ha	± %
bois frais	IFN3	0,02	16	0,01	34	0,03	15
	IFN4	0,01	18	0,01	29	0,03	16
bois mort encore dur	IFN3	0,97	4	0,55	6	1,52	4
	IFN4	0,90	4	0,52	5	1,42	3
bois pourri	IFN3	0,17	7	0,27	6	0,44	5
	IFN4	0,25	6	0,46	5	0,71	4
bois en décomposition	IFN3	0,07	12	0,16	7	0,23	6
	IFN4	0,10	9	0,33	5	0,43	5
bois vermoulu	IFN3	0,01	33	0,02	18	0,03	16
	IFN4	0,01	30	0,07	10	0,07	10
total	**IFN3**	**1,24**	**4**	**1,01**	**4**	**2,25**	**3**
	IFN4	**1,28**	**3**	**1,38**	**3**	**2,66**	**2**

forestières peuvent fournir des indications sur les divers stades qui se présenteraient dans la forêt naturelle, même s'il faut au moins 300 ans après la dernière exploitation pour que les structures typiques de forêt primaire apparaissent en hêtraie (Rademacher *et al.* 2001). Pour six réserves étudiées, les volumes moyens s'établissent à 22% de bois mort à terre frais et encore dur, 25% de bois pourri, 33% de bois en décomposition et 20% de bois vermoulu (Hermann *et al.* 2012). Dans l'IFN, les valeurs correspondantes des proportions de surface terrière sont de 38%, 33%, 24% et 5% (tab. **197**). Le bois mort dans la forêt suisse est donc nettement plus «jeune» que dans les réserves. On constate toutefois que depuis l'IFN3, non seulement le bois mort a globalement augmenté, mais aussi les quantités et proportions de bois pourri, en décomposition ou vermoulu.

La qualité du bois mort s'est donc améliorée en termes de diamètres et de degrés de décomposition. Ceci est bénéfique par exemple aux pics pour les loges, ainsi qu'aux champignons et à la régénération sur le bois mort à terre. Pour ces trois exemples, l'IFN3 a déjà montré que la fréquence augmente avec le diamètre et le stade de décomposition (Brändli 2005b; Brändli *et al.* 2010).

5.6 Caractère naturel et valeur de biotope

- Les forêts primaires sont extrêmement rares en Suisse, mais environ un cinquième de la surface forestière n'a plus été exploité depuis plus de 50 ans.
- Environ 6 % de la surface forestière n'ont plus été exploités ni pâturés depuis plus de 100 ans. La moitié de cette surface est intacte et loin d'une desserte et d'un public en quête de détente.
- Dans l'aire des forêts de feuillus, la part des résineux poursuit son recul, comme pendant la période précédente. Sur le Plateau, les peuplements d'épicéas très peu naturels ont diminué de 22 %.
- Dans le bilan global de la diversité des espèces ligneuses, de l'aspect naturel et de la diversité structurelle, la qualité écologique des peuplements forestiers a légèrement augmenté, celle des lisières a faiblement progressé.

WSL/LFI4

Forêts intactes

Les **forêts primaires**, c'est-à-dire les forêts originelles qui n'ont pas été soumises à des perturbations dues aux activités humaines, sont aujourd'hui une ressource naturelle rare et importante. Les forêts primaires d'Europe centrale, en particulier les hêtraies primaires, ne renferment souvent pas, à l'exception des mousses et des lichens (Kaufmann *et al.* 2017), une plus grande diversité en espèces que les forêts gérées de manière proche de la nature (Duelli *et al.* 2005 ; FAO 2006), mais elles hébergent des espèces liées aux vieilles forêts ou sensibles aux dérangements comme certains mollusques, mousses et lichens (BDM 2009 ; Commarmot et Brand 2011).

En Europe (sans la Russie), les forêts primaires ne recouvrent plus que 4 % de la surface forestière (Forest Europe *et al.* 2011), principalement en Scandinavie et en Europe orientale. En Suisse, les forêts vierges, c'est-à-dire prouvées intactes, ne couvrent que quelque 30 ha, soit moins de 0,01 % de la surface forestière (Brändli et Brang 2015). Il s'agit des réserves forestières de Derborence (VS) et Scatlè (GR) ; la forêt de Bödmeren (SZ) présente aussi certaines caractéristiques d'une forêt primaire. Par ailleurs dans les Alpes, sur des surfaces inaccessibles et très raides, on trouve encore un nombre inconnu des petites surfaces de forêts intactes.

Le caractère naturel de l'écosystème forestier se mesure au degré des influences et dérangements dus aux activités humaines, la gestion forestière endossant le rôle princi-



Pessière de montagne sur karst inexploitée depuis longtemps ; Bödmeren, Muotathal SZ.

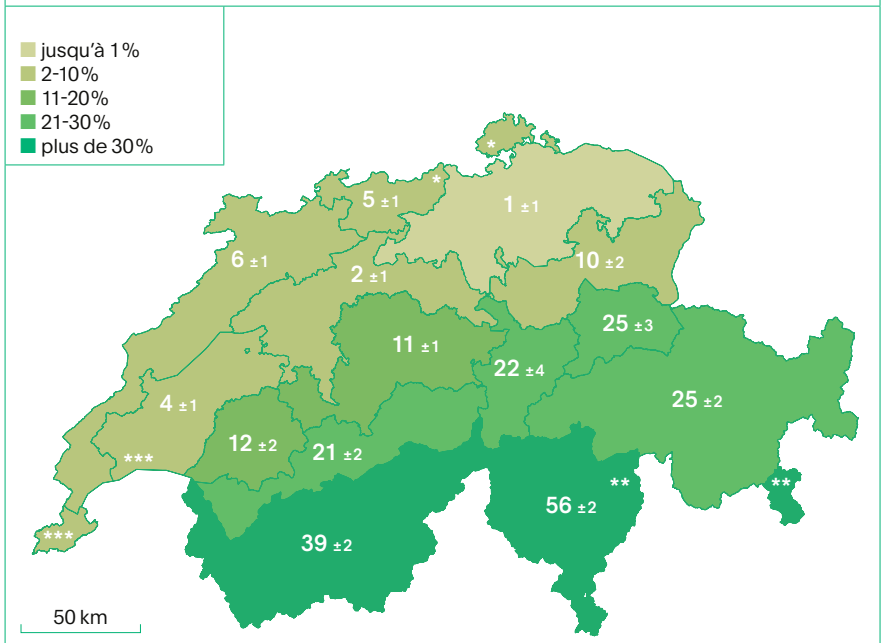
198 **Proportion de surface forestière sans intervention depuis plus de 50 ans selon l'étage de végétation et l'inventaire**

en % et en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Étage de végétation	IFN1		IFN2		IFN3		IFN4			
	%	±	%	±	%	±	%	±	1000 ha	± %
subalpin supérieur	38,1	3,1	44,8	3,2	60,0	3,1	63,7	3,1	31,3	8
subalpin inférieur	20,2	1,2	20,8	1,2	25,6	1,3	25,6	1,3	53,9	6
montagnard supérieur	12,2	0,9	13,8	0,9	15,8	1,0	18,2	1,0	46,1	6
montagnard inférieur	8,2	0,8	7,9	0,8	9,9	0,8	12,1	0,9	29,9	8
collinéen/submontagnard	7,2	0,7	6,7	0,6	10,5	0,7	10,5	0,7	31,1	7
tous les étages	**12,7**	**0,4**	**13,3**	**0,4**	**16,9**	**0,5**	**18,2**	**0,5**	**192,3**	**3**

199 **Proportion de surface forestière sans intervention depuis plus de 50 ans**

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

pal pour cela. Les peuplements présentent une structure et un mélange d'essences d'autant plus naturelles que les interventions pratiquées seront anciennes, ce qui est aujourd'hui en augmentation au Sud des Alpes et dans les zones supérieures. Dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante, 20% des peuplements ont connu leur dernière intervention forestière il y a plus de 50 ans (chap. 4, tab. **130**). Sur les placettes communes des inventaires précédents, cette proportion se monte à 18% pour l'IFN4, alors que pour l'IFN1, trois décennies auparavant, elle n'était que de 13% (tab. **198**). De telles «forêts sauvages» se rencontrent surtout au Sud des Alpes (56%), suivi du Valais avec 39%. Dans les zones intensément exploitées (est du Jura et centre du Plateau), cette part est par contre très faible avec 1 à 2% (fig. **199**).

Sont considérées comme **naturelles** les (anciennes) forêts cultivées, issues de régénération naturelle, qui se développent librement depuis longtemps sans interventions humaines (Commarmot et Brang 2011). Selon l'IFN, toutes les forêts issues de régénération naturelle pure, avec un mélange d'essences d'aspect naturel et n'ont été ni exploitées ni pâturées au cours des 100 dernières années sont considérées comme naturelles. Dans l'IFN4, 6% de la surface forestière correspondent à cette définition (non représenté).

Les forêts naturelles ne sont pas toutes des habitats idéaux. La proximité de la civilisation et un réseau de sentiers dense peuvent nuire à la qualité de l'habitat. Les humains et les chiens dérangent notamment des espèces sensibles comme le grand tétras. Environ la moitié des forêts naturelles de l'IFN, respectivement 3 % de la surface forestière se situent à plus de 500 m d'une route forestière et sont parcourues par moins de 10 personnes par an (non représenté). Ces forêts sont considérées comme « forêts naturelles intactes ».

Caractère naturel de la proportion de résineux

Les peuplements d'épicéas dans l'aire des forêts de feuillus mélangés sont considérés comme peu naturels et de piètre valeur écologique. Ils présentent souvent une diversité spécifique amoindrie (Müller 1991 ; Heydemann 1982). La part de résineux n'est estimée dans l'IFN que dans les peuplements situés dans l'aire des forêts de feuillus, sur la base du mélange actuel des essences, en suivant les valeurs limites de Kienast *et al.* 1994 et avec les données du modèle de végétation naturelle potentielle (VNP) calculé par Küchler (2009) (Brändli 2001). On considère comme « d'aspect naturel » les forêts de feuillus qui, en fonction des associations forestières, ont moins de 10 à 25 % de surface terrière de résineux. On tient compte de la proportion naturelle de sapins dans certaines associations de forêts de feuillus. Les forêts de feuillus « semi-naturelles » ont une proportion de résineux inférieure ou égale à 75 %, les forêts

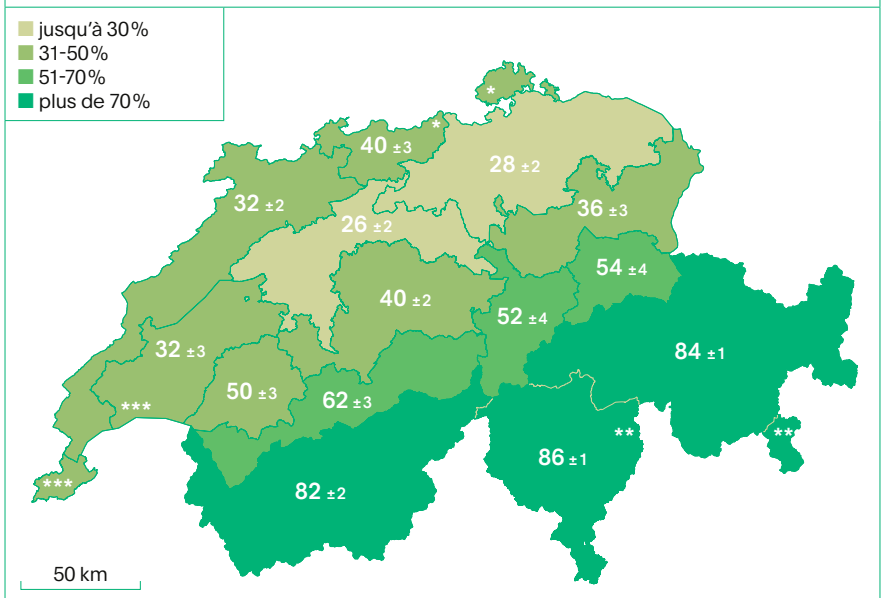


Chênaie à charmes d'aspect naturel et richement structurée avec une valeur de biotope élevée ; Güttingen TG.

WSL/LFI4

200 **Proportion de surface forestière avec une part de résineux proche de l'état naturel**

ensemble analysé : forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

« peu naturelles » une proportion supérieure à 75 %. Lorsque la part de l'épicéa seul dépasse les 75 %, on parle dans l'IFN de forêts « très peu naturelles ». Étant donné que le modèle VNP ne pouvait pas tenir compte de facteurs édaphiques particuliers comme les lapiaz, des erreurs locales d'attribution ne sont pas exclues.

Environ 19 % de la forêt suisse sont constitués de forêts feuillues d'aspect naturel. Dans l'aire des forêts de feuillus, cette proportion atteint 30 %. Si l'on admet que le boisement dans l'aire des forêts de résineux est d'aspect naturel, il en résulte que 55 % de la surface forestière sans la forêt buissonnante présentent un boisement d'aspect naturel. La part des peuplements très peu naturels s'élève à 9 % (tab. **201**). Les boisements d'aspect naturel quant à la proportion de résineux sont les plus répandus au Sud des Alpes (86 %), suivi des Grisons et du Valais. Sur le versant nord des Alpes, les proportions diminuent en direction du Plateau, avec des valeurs minimales de 26 % et 28 % pour les régions du Plateau est et ouest (tab. **200**). La proportion de boisements semi-naturels à très peu naturels reste donc toujours élevée sur le Plateau. Avec le recul de l'épicéa (cf. 2.3), la surface des boisements peu naturels a également diminué depuis l'IFN3, en particulier sur le Plateau. Les boisements d'épicéas très peu naturels ont diminué de 22 % (non représenté), comme durant la période précédente (21 %) suite à Lothar (Brändli *et al.* 2010). Durant les 30 années depuis l'IFN1, la proportion de surface terrière des épicéas dans l'aire des forêts des hêtraies a diminué de 31 % à 24 % dans l'IFN4 (non représenté).

Valeur de biotope et d'écotone

L'évolution de la forêt se laisse clairement appréhender par des indicateurs isolés, mais de manière limitée. Ce n'est qu'en considérant tous les indicateurs, à l'aide par exemple d'un modèle pour la **valeur de biotope,** qu'il est possible de porter un jugement global, différencié dans l'espace, relatif à l'état et à l'évolution de la forêt suisse sur un plan écologique. Avec une telle analyse de valeur écologique, on peut constater et surveiller les effets de la gestion forestière et le succès des mesures de protection de la nature (voir aussi Burnand *et al.* 2007).

À l'exemple de procédés semblables en Allemagne, une méthode pour déterminer la valeur de biotope de la forêt suisse a été développée pour l'IFN2 (Brändli 2001). L'accent a été mis sur les aspects écologiques

201 Surface forestière selon le caractère naturel de la proportion de résineux

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Caractère naturel de la proportion de résineux dans l'aire des forêts de feuillus[1]	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
très peu naturel	8,1	0,9	11,5	0,9	13,8	1,0	7,3	0,6	3,2	0,6	8,9	0,4
peu naturel	16,5	1,2	17,2	1,1	18,5	1,2	6,0	0,5	3,0	0,6	11,8	0,4
semi-naturel	41,0	1,5	43,0	1,5	27,1	1,3	11,2	0,7	7,2	0,9	24,6	0,5
d'aspect naturel	22,9	1,3	26,0	1,3	10,6	0,9	7,8	0,6	44,4	1,6	19,1	0,5
aire des forêts de résineux[2]	11,0	1,0	2,3	0,4	30,0	1,3	67,6	1,0	41,8	1,6	35,4	0,5
pas d'indication	0,6	0,2	0,0	*	0,0	*	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] associations des forêts de feuillus selon Ellenberg et Klötzli (1972) n°s 1-45 et association de forêt de résineux n° 46, calculées selon Küchler (2009)
[2] associations des forêts de résineux selon Ellenberg et Klötzli (1972) sans l'association n° 46, calculées selon Küchler (2009)
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

202 Surface forestière selon la valeur de biotope

en % par région de production
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Valeur de biotope	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
faible	14,4	1,1	15,9	1,1	16,5	1,1	9,1	0,6	8,9	1,0	12,6	0,4
moyenne	33,7	1,5	29,1	1,3	33,7	1,4	30,1	1,0	29,5	1,6	31,1	0,6
élevée	51,4	1,6	55,0	1,4	49,8	1,5	60,5	1,1	61,2	1,7	56,1	0,6
pas d'indication	0,6	0,2	0,0	*	0,0	*	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable



Peuplement d'épicéas très peu naturel et faiblement structuré, avec une faible valeur de biotope ; Ermatingen TG.

et dynamiques dans la forêt de production, des caractéristiques qui sont donc essentiellement influencées (ou peuvent l'être) par l'exploitation forestière. On a intentionnellement renoncé à utiliser des paramètres staionnels peu ou pas modifiables. Cette stricte séparation entre le potentiel de la station et la diversité écologique actuelle du boisement est la condition préalable à l'obtention du potentiel de revalorisation et au contrôle du succès des mesures. Le modèle de valeur de biotope de l'IFN se base sur les trois critères « diversité des espèces ligneuses » (cf. 5.1), « diversité structurelle » (cf. 5.2) et « caractère naturel de la proportion de résineux » (cf. 5.6). Le développement du modèle et le classement des valeurs du modèle dans les catégories « faible », « moyenne » et « élevée » se base sur 280 expertises réalisées sur le terrain dans diverses zones de test.

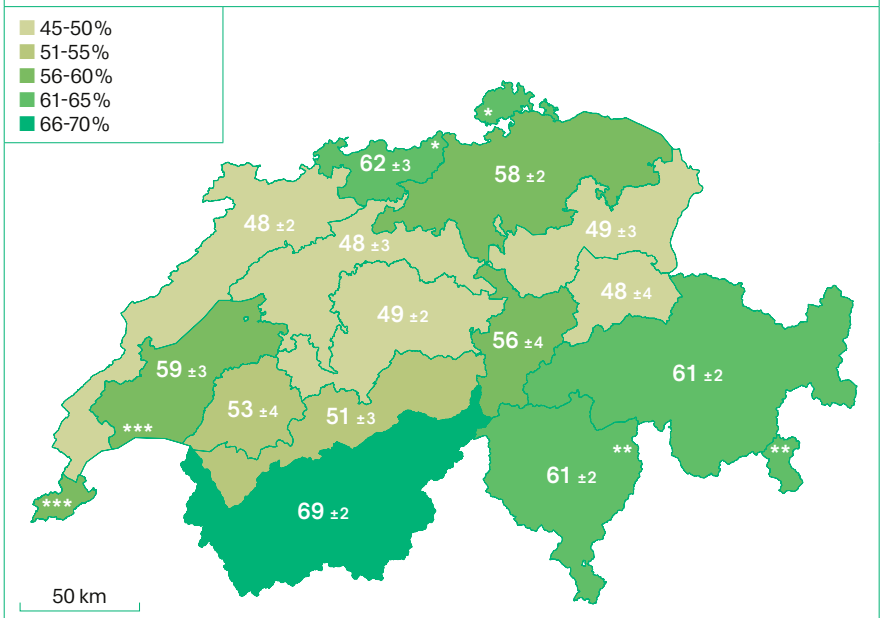
Plus de la moitié des biotopes forestiers sont de haute valeur (tab. **202**). Ces biotopes de haute valeur se concentrent dans les cantons de montagne (Valais, Tessin et Grisons) ainsi que dans l'est du Jura (fig. **203**). Les proportions relativement grandes de peuplements avec une valeur élevée de biotope dans l'est et l'ouest du Plateau sont principalement dues à la grande diversité des espèces ligneuses. Depuis l'IFN2, la qualité écologique des biotopes forestiers a fortement progressé, de manière très nette entre l'IFN2 et l'IFN3 (tab. **204**), principalement grâce à un accroissement de la diversité structurelle. Avec un modèle simplifié de va-

leur de biotope, on peut aussi effectuer des comparaisons avec l'IFN1. On constate alors que la qualité écologique des biotopes forestiers a continuellement progressé sur plus de 30 ans (Brändli *et al.* 2010).

Pour une évaluation globale de la lisière, on a aussi développé dans l'IFN2 un modèle, la **valeur d'écotone,** qui se calcule à partir de la diversité des espèces (cf. 5.1) et de la diversité structurelle (cf. 5.2) de la lisière (Brändli 2001). Comme l'ourlet herbeux a fait l'objet d'un relevé différent dans un des inventaires, on utilise pour l'indicateur «diversité structurelle de la lisière» (cf. 5.2) un modèle simplifié «valeur d'écotone sans l'ourlet herbeux». Pour le classement, on a choisi, à partir de l'ensemble des valeurs du modèle récoltées lors de l'IFN2 (28-100) de fixer au 10e respectivement 90e percentile pour les classes «très faible» (< 42) et «très élevée» (> 80). Les lisières montrent globalement des évolutions légèrement positives: celles avec une valeur d'écotone élevée ont montré une légère augmentation sur deux décennies, comme celles avec une valeur d'éctone moyenne. Celles qui n'avaient qu'une très faible valeur ont diminué de 10 % à 7 % (fig. **205**), ce qui est surtout à porter au crédit de l'augmentation de la diversité en espèces ligneuses.

203 **Proportion de surface forestière avec une valeur de biotope élevée**

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante



*/**/*** même région économique

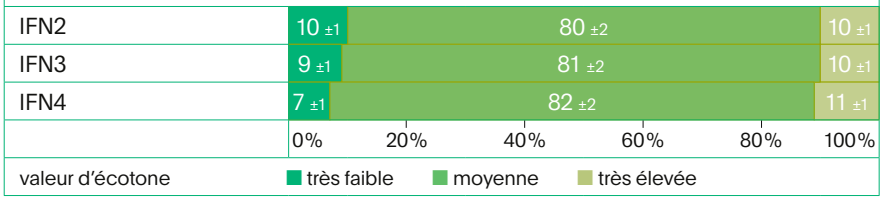
204 **Surface forestière selon la valeur de biotope et l'inventaire**

en %
ensemble analysé: forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante

Valeur de biotope	IFN2		IFN3		IFN4	
	%	±	%	±	%	±
faible	20,3	0,5	14,6	0,5	13,1	0,5
moyenne	33,8	0,6	31,0	0,6	30,6	0,6
élevée	45,7	0,7	54,1	0,7	56,1	0,7
pas d'indication	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1
total	**100**		**100**		**100**	

205 **Lisière selon la valeur d'écotone (sans l'ourlet herbeux) et l'inventaire**

en % – ensemble analysé: lisière commune IFN2/IFN3/IFN4 des étages collinéen/submontagnard et montagnard



WSL/LFI4

5.7 Forêts protégées

- 5,8 % de la surface forestière suisse selon la définition IFN sont des réserves forestières avec une protection garantie par contrat, soit un cinquième de plus qu'il y a cinq ans (4,8 %).
- Les réserves forestières naturelles représentent 3,1 % de la surface forestière. La moitié d'entre elles se situent dans les Alpes, principalement dans le parc national. Les réserves forestières spéciales (2,7 %) sont réparties à toutes les altitudes.
- La moitié des peuplements dans les réserves forestières naturelles ont été exploitées au cours des 50 dernières années. La proportion de géants y est donc à peine plus élevée que dans le reste de la forêt, alors que le volume de bois mort y est plus important.
- Les peuplements dans les réserves forestières spéciales sont un peu moins denses et plus riches en espèces ligneuses, mais aussi en essences introduites, que les réserves forestières naturelles et le reste de la forêt.
- Le bilan global montre toutefois que les réserves forestières ont une proportion nettement plus grande de biotopes de valeur élevée que le reste de la forêt.

Les types de réserves forestières

Les forêts protégées en Suisse sont appelées « réserves forestières », un terme qui regroupe les « réserves forestières naturelles » et les « réserves forestières spéciales ». Dans les réserves forestières naturelles, la forêt est entièrement laissée à elle-même afin qu'elle puisse se développer naturellement (protection des processus). La gestion forestière y est interdite (Brand *et al.* 2011). Dans les réserves spéciales, on cherche au contraire par des interventions ciblées à créer et valoriser des habitats pour des espèces animales ou végétales menacées (Bollmann *et al.* 2009). En 2001, les directeurs cantonaux des forêts et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) ont convenu d'objectifs pour les réserves forestières, à savoir que jusqu'en 2030, la surface des réserves forestières naturelles et celle des réserves forestières spéciales protégées devraient représenter chacune 5 % de la surface forestière (Bolliger *et al.* 2012). En 2012, les réserves forestières couvraient en tout quelque 58 000 ha, ce qui correspondait alors à 4,8 % de la forêt suisse (Brang et Bolliger 2015). L'objectif était ainsi à moitié atteint.

Les périmètres des réserves forestières sont désormais disponibles sous forme numérique (état 2016), ce qui permet de les croiser avec le réseau des placettes de l'IFN. Les cantons ont relevé les réserves selon les classes MCPFE : 1.1, pas d'interventions actives (principalement le parc national suisse), 1.2, interventions minimales (contrôle des populations d'ongulés sauvages, maladies et pullulations d'insectes) et 1.3, promotion de la biodiversité par des interventions ciblées (réserves forestières spéciales). Les classes 1.1 et 1.2 sont regroupées en réserves forestières naturelles. 41 000 ha (3,1 %) de la surface forestière selon l'IFN4 sont des réserves forestières naturelles et 34 900 ha (2,7 %) des réserves forestières spéciales (tab. **206**). 5,8 % de la surface forestière actuelle selon la définition IFN sont donc des réserves, soit nettement plus qu'en 2012.

Près de la moitié de la surface des réserves naturelles se situe dans les Alpes, principalement dans le parc national, avec un centre de gravité à l'étage subalpin. Les réserves forestières spéciales sont rares au Sud des Alpes mais sont réparties dans des proportions similaires dans les autres régions et à toutes les altitudes (tab. **207**). La proportion des deux types de réserves cumulés est la plus faible au Sud des Alpes (4,1 % de la surface forestière totale) et la plus élevée dans le Jura (7,8 %). Globalement la plus forte proportion de réserves se situe à l'étage subalpin (8,2 %) et la plus faible à l'étage mon-

WSL/LFI4

tagnard (3,6 %). La part de surface de la forêt buissonnante est de 12 % dans les réserves forestières naturelles et de 1 % dans les réserves forestières spéciales (non représenté).

La protection de la nature ne se limite toutefois pas aux réserves : selon les informations des gardes forestiers, la protection de la nature (y compris les réserves) est l'objectif prioritaire (fonction prioritaire) dans 9,1 % de la forêt, la protection du paysage l'est dans 1,7 %, et la protection de la faune sauvage dans 0,8 % (cf. 2.1).

Comparaison entre les réserves forestières et le reste de la forêt

Dans les réserves forestières, divers objectifs sont poursuivis. Dans les réserves forestières naturelles, l'objectif est de conserver une forêt et ses processus naturels pour que le « caractère de forêt primaire » soit plus marqué. À l'opposé, dans les réserves forestières spéciales, on cherche à créer et à conserver par des interventions ciblées des structures forestières et des habitats pour des espèces menacées de faune et de flore appréciant la lumière et la chaleur. On y trouve donc des forêts moins denses avec aussi plus de diversité des espèces ligneuses. Ci-après, les deux types de réserves seront comparées avec le reste de la forêt à l'aide de paramètres choisis (indicateurs) (tab. **208**).

Le **nombre** moyen **d'espèces ligneuses** (nombre d'arbres et d'arbustes) sur les placettes d'échantillonnage diminue en général avec l'altitude. Ce nombre est le plus

WSL/LFI4

206 **Surface forestière par type de réserve**

en milliers d'ha par région de production et en %
ensemble analysé : forêt

Type de réserve	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud de Alpes		Suisse			
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	%	±
réserve forestière naturelle	6,5	17	4,9	20	5,6	19	17,5	11	6,9	17	41,4	7	3,1	0,2
réserve forestière spéciale	9,1	15	6,6	17	7,2	16	10,9	13	1,0	45	34,9	7	2,7	0,2
autre forêt	185,5	1	218,3	1	219,0	1	433,6	1	184,2	1	1240,6	1	94,2	0,3
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**	**100**	

207 **Surface forestière selon le type de réserve et l'étage de végétation**

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé : forêt

Étage de végétation	Réserve forestière naturelle		Réserve forestière spéciale		Autre forêt		Total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
subalpin	22,1	9	12,4	13	385,4	2	419,9	2
montagnard	10,6	14	10,3	14	555,7	1	576,5	1
collinéen/submontagnard	8,7	15	12,3	13	299,5	2	320,5	2
tous les étages	**41,4**	**7**	**34,9**	**7**	**1240,6**	**1**	**1316,9**	**0**

208 Caractéristiques par type de réserve et étage de végétation

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Nombre d'espèces ligneuses[1]

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %	nombre	± %
subalpin	3,8	6	3,5	7	4,0	1	4,0	1
montagnard	4,7	9	6,2	8	6,3	1	6,2	1
collinéen/montagnard	9,8	9	10,4	5	8,7	1	8,8	1
tous les étages	**5,5**	**6**	**6,8**	**5**	**6,3**	**1**	**6,3**	**1**

[1] essences ligneuses à partir de 40 cm de haut sur les 200 m^2

Indice de densité du peuplement[1]

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	SDI	± %	SDI	± %	SDI	± %	SDI	± %
subalpin	514	7	537	8	530	2	530	2
montagnard	616	7	591	8	610	1	609	1
collinéen/montagnard	551	8	480	9	527	1	526	1
tous les étages	**550**	**4**	**533**	**5**	**567**	**1**	**565**	**1**

[1] SDI des arbres vifs

Diversité structurelle

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	index	± %	index	± %	index	± %	index	± %
subalpin	11,1	3	11,2	3	10,8	1	10,9	1
montagnard	9,1	5	9,5	4	9,2	1	9,2	1
collinéen/montagnard	8,0	5	9,2	5	8,5	1	8,6	1
tous les étages	**9,8**	**3**	**10,0**	**2**	**9,5**	**0**	**9,5**	**0**

Volume de bois mort

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %	m^3/ha	± %
subalpin	56,9	18	44,2	18	29,1	5	31,0	5
montagnard	24,2	18	21,3	25	23,8	4	23,8	4
collinéen/montagnard	39,7	25	21,0	22	17,0	5	17,7	5
tous les étages	**44,1**	**13**	**29,2**	**13**	**23,5**	**3**	**24,2**	**3**

Nombre de tiges total des géants[1]

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %	tiges/ha	± %
subalpin	1,8	36	3,9	38	2,3	9	2,4	9
montagnard	4,0	34	0,0	*	1,8	8	1,8	8
collinéen/montagnard	1,5	55	0,6	70	1,8	13	1,7	12
tous les étages	**2,3**	**23**	**1,6**	**35**	**1,9**	**5**	**1,9**	**5**

[1] arbres avec un DHP > 80 cm
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Proportion de surface forestière avec une intervention remontant à plus de 50 ans

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	67,4	5,2	27,8	5,8	34,1	1,2	35,5	1,1
montagnard	39,7	7,3	13,7	4,8	15,4	0,7	15,7	0,7
collinéen/montagnard	23,2	6,8	8,4	3,6	10,7	0,8	10,9	0,7
tous les étages	**49,5**	**3,9**	**16,8**	**2,9**	**19,3**	**0,5**	**20,0**	**0,5**

WSL/LFI4

208 (suite)

Part de surface terrière des essences introduites

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0
montagnard	0,1	0,1	0,0	*	0,4	0,1	0,4	0,1
collinéen/montagnard	2,0	1,1	3,4	1,9	1,8	0,3	1,9	0,3
tous les étages	**0,5**	**0,3**	**1,1**	**0,6**	**0,6**	**0,1**	**0,6**	**0,1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Proportion de surface forestière avec des peuplements issus de régénération naturelle

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	97,4	1,8	79,9	5,2	94,4	0,6	94,0	0,6
montagnard	91,0	4,3	87,9	4,6	81,8	0,7	82,1	0,7
collinéen/montagnard	87,5	5,2	69,4	5,9	62,6	1,2	63,5	1,2
tous les étages	**93,3**	**1,9**	**78,6**	**3,1**	**80,3**	**0,5**	**80,6**	**0,5**

Proportion de surface de forêts de feuillus et de résineux d'aspect naturel[1]

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	91,6	3,0	90,2	3,8	87,9	0,8	88,2	0,8
montagnard	37,6	7,2	52,8	7,0	39,2	0,9	39,4	0,9
collinéen/montagnard	58,6	7,8	40,9	6,3	44,4	1,2	44,6	1,2
tous les étages	**69,3**	**3,5**	**61,7**	**3,7**	**53,9**	**0,6**	**54,5**	**0,6**

[1] Peuplements d'aspect naturel dans l'aire des forêts feuillues et forêts dans l'aire des résineux

Proportion de surface forestière avec une valeur de biotope élevée

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	62,8	5,4	70,1	5,9	65,0	1,2	65,1	1,2
montagnard	46,6	7,5	61,1	6,8	46,0	1,0	46,3	0,9
collinéen/montagnard	75,9	6,7	61,0	6,2	63,2	1,2	63,5	1,2
tous les étages	**61,6**	**3,8**	**64,2**	**3,7**	**55,7**	**0,7**	**56,1**	**0,6**

Proportion de placettes avec des fourmilières

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	20,0	4,5	11,7	4,1	13,0	0,9	13,3	0,8
montagnard	6,3	3,5	2,0	2,0	2,9	0,3	2,9	0,3
collinéen/montagnard	0,0	*	1,6	1,6	1,0	0,3	1,0	0,2
tous les étages	**11,5**	**2,5**	**5,3**	**1,7**	**5,2**	**0,3**	**5,3**	**0,3**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

Proportion de surface forestière sans usage récréatif[1]

Étage de végétation	Type de réserve							
	réserve forestière naturelle		réserve forestière spéciale		autre forêt		total	
	%	±	%	±	%	±	%	±
subalpin	56,3	5,5	46,6	6,5	41,1	1,2	42,1	1,2
montagnard	46,3	7,4	25,3	6,1	25,2	0,8	25,6	0,8
collinéen/montagnard	5,2	3,6	11,6	4,1	10,3	0,8	10,2	0,8
tous les étages	**41,4**	**3,8**	**28,0**	**3,4**	**25,7**	**0,6**	**26,2**	**0,5**

[1] moins de 10 personnes par an dans un rayon de 100 m autour du centre de la placette



Le parc national – la plus grande forêt protégée de Suisse ; Zernez GR.

élevé à l'étage collinéen/montagnard dans les réserves spéciales et le plus faible dans le reste de la forêt. Grâce à des mesures adéquates, la **densité du peuplement** et la plus faible dans les réserves spéciales ; une densité faible est aussi le signe d'une plus grande diversité en plantes herbacées (Brändli *et al.* 2007a ; Wohlgemuth *et al.* 2008). La **diversité structurelle** est elle aussi plus élevée dans les réserves forestières spéciales comparées aux réserves forestières naturelles et au reste de la forêt. À l'opposé, le **nombre de géants** est le plus élevé dans les réserves forestières naturelles. Alors que les différences avec les réserves s forestières péciales sont très nettes, elles ne sont que relativement faibles avec le reste de la forêt, ce qui se laisse expliquer par la relative jeunesse de la majorité des réserves forestières naturelles. En revanche, l'indicateur **volume de bois mort** réagit plus rapidement à une mise sous protection ou à un abandon de l'exploitation. Le volume de bois mort est presque deux fois plus grand dans les réserves forestières naturelles que dans le reste de la forêt, mais reste largement éloigné des conditions dans les forêts primaires (cf. 5.5). Une promotion ciblée du bois mort est également nécessaire dans les réserves spéciales, où le volume de bois mort

WSL/LFI4

est aujourd'hui faiblement supérieur à celui du reste de la forêt (Bolliger *et al.* 2012). Le fait que les réserves naturelles forestières soient encore relativement jeunes se traduit aussi en termes de surface, puisque seule la moitié de ces surfaces n'ont **plus été exploitées depuis plus de 50 ans.** Dans les réserves on s'attend à ne pas trouver d'**espèces introduites :** il est donc d'autant plus surprenant de constater que leur proportion est deux fois plus importante dans les réserves forestières spéciales que dans les réserves forestières naturelles ou le reste de la forêt. Cette différence ressort de trois placettes d'échantillonnage avec des douglas et des chênes rouges. La proportion de surface terrière des espèces introduites est en effet faible dans les trois catégories de forêt. Qu'elle ne soit pas plus basse dans les réserves forestières que dans le reste de la forêt peut provenir du fait que certaines forêts n'ont été que récemment mises sous protection et qu'elles sont encore très éloignées de l'état de forêt naturelle. De même, dans de nombreuses réserves forestières, la **proportion de surfaces de forêts de feuillus et de résineux d'aspect naturel** est plus petite que ce qui est attendu dans les modèles d'experts en termes de mélange des essences (cf. 5.6, Brändli 2001). Les réserves forestières naturelles et les réserves forestières spéciales sont toutefois plus proches de l'état naturel que le reste de la forêt. Dans les réserves naturelles, presque tous les **peuplements sont issus de régénération naturelle,** alors que pour les réserves spéciales et le reste de la forêt, la proportion de régénération naturelle est de quatre cinquièmes. Si l'on considère tous les critères de qualité, les réserves spéciales détiennent la plus grande proportion de surface avec une **valeur de biotope élevée,** directement suivies des réserves naturelles, loin devant le reste de la forêt. Les données de l'IFN ne permettent pas de confirmer si c'est un effet de la protection et des soins ou si les forêts en réserve avaient déjà des valeurs de biotope plus élevées lors de leur délimitation. La proportion des placettes hébergeant des **fourmilières** dans les réserves forestières naturelles est deux fois plus élevée que dans les réserves forestières spéciales et le reste de la forêt, ce qui peut s'expliquer par la mise sous protection et la renonciation à toute intervention forestière. Il est aussi important de tenir compte des aspects liés à la station (forêts claires du parc national) et du fait que les forêts naturelles sont souvent très reculées et que la proportion de surface forestière intacte, à savoir **sans utilisation à des fins récréatives,** est nettement plus grande dans ces réserves.



La réserve forestière naturelle de Leihubel, inexploitée depuis plus de cent ans ; Giswil OW.



Les réserves forestières spéciales permettent la promotion d'espèces menacées comme le sabot de Vénus *(Cypripedium calceolus)* ; Flims GR.

WSL/LFI4



La forêt joue un rôle important pour la qualité de l'eau potable. En Suisse, plus de 10 % de la forêt se trouvent dans des zones de protection des eaux souterraines des cantons. En région de montagne, la forêt protège les infrastructures des dangers naturels, souvent de manière décisive. 42 % de la forêt suisse protègent des zones habitées et des voies de communication. La majeure partie de la forêt protectrice est en bon état quant aux indicateurs de l'effet protecteur que sont le degré de recouvrement, l'étendue des trouées et la densité du peuplement. La proportion de forêt protectrice affichant une régénération insuffisante a toutefois clairement augmenté depuis l'IFN3. Le sapin, une essence importante dans les forêts protectrices, est aujourd'hui trop fortement victime de l'abroutissement.

Urs-Beat Brändli, Markus Huber, Christoph Fischer

6 Forêt protectrice

6.1 Protection des eaux potables

- Près de la moitié des zones de protection des eaux souterraines sont boisées.
- 10 % de la surface forestière selon l'IFN se trouvent en zone de protection des eaux souterraines.
- Les bassins versants des captages de sources d'eau potable représentent 13 % de la surface forestière.
- La proportion de forêts riches en essences feuillues dans les zones de protection des eaux souterraines a régulièrement augmenté depuis l'IFN1 (34 %) et atteint aujourd'hui 38 %. Cette évolution contribue à la bonne qualité des eaux potables.

WSL/IFN4



L'eau potable provient à 40 % de sources, particulièrement dans les Alpes et dans le Jura ; Vaz/Obervaz GR.

Fonction de protection des eaux potables

En Suisse, les eaux potables sont tirées à 40 % environ des nappes phréatiques, à 40 % des sources et à 20 % des lacs (SSIGE 2017). Les nappes qui ne sont pas alimentées par l'infiltration de cours d'eau le sont exclusivement par les précipitations qui percolent à travers les sols (Waldner *et al.* 2015) et rencontrent une couche imperméable. Dans les régions de plaine, cette eau forme d'énormes courants d'eau souterraine dans les roches meubles. Dans les régions montagneuses par contre, ces eaux ressurgissent naturellement à la surface sous forme de sources.

Selon l'observatoire national des eaux souterraines (NAQUA), la qualité des eaux est généralement bonne en Suisse (OFEV 2019). 40 % des quantités prélevées ne nécessitent aucun traitement et 30 % peuvent être injectés dans le réseau après une simple désinfection (Freiburghaus 2012). Dans les agglomérations et les zones d'agriculture intensive, les eaux souterraines peuvent contenir des résidus d'engrais, de pesticides et d'autres polluants. Les nitrates sont particulièrement problématiques. Dans 15 à 20 % des prélèvements, la teneur maximale tolérée de 25 mg/l était dépassée (OFEV 2019).

La forêt suisse contribue largement à la qualité des eaux. Les eaux souterraines provenant des forêts affichent des concentrations en nitrates généralement comprises entre 5 et 10 mg/l. Pour diverses raisons, ces eaux sont de meilleure qualité que celles des zones cultivées (Hegg *et al.* 2004, Waldner *et al.* 2015). En effet, les engrais et pesticides sont bannis des forêts et ne sont autorisés que dans des cas exceptionnels soumis à la délivrance d'une dérogation officielle. La couverture végétale permanente intercepte de nombreuses particules présentes dans l'atmosphère, empêchant ainsi la contamination des sols et donc des eaux souterraines. La circulation de véhicules étant presque inexistante, les organismes vivant dans le sol sont très actifs et la structure du sol reste intacte, ce qui favorise sa capacité à filtrer l'eau. Grâce à la forte pénétration par leurs racines, les arbres capturent plus de nutriments (en particulier l'azote) des eaux d'infiltration. En raison des très longues périodes de gestion de la forêt et du renoncement à la coupe rase, les cycles des nutriments durent de nombreuses années, et les nutriments n'aboutissent pas dans les eaux souterraines. Les captages d'eau de source en forêt fournissent généralement une eau de qualité qui ne nécessite pas de traitement préalable à la consommation.

Selon l'enquête IFN auprès des gardes forestiers, 105 000 ha de forêt ont une fonction de protection des eaux souterraines (non représenté), soit 8 % de la forêt suisse (chap. 2, tab. **029**). Dans le Jura, cette proportion s'élève même à 22 %. L'attribution des placettes d'échantillonnage à la fonction de protection des eaux se base à 71 % sur les cartes de la planification cantonale, pour le reste partiellement ou complètement de manière raisonnée (non représenté). Comme lors de l'IFN3, et en raison de l'inconsistence des données, les énoncés suivants ne se basent pas sur la fonction de protection des eaux potables indiquée dans les réponses à l'enquête, mais sur les zones de protection délimitées avec précision par les cantons. Conformément à la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), les cantons doivent en effet délimiter des zones de protection autour des captages d'eau d'intérêt public. Ces zones S sont définies dans l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) de la manière suivante :

- la zone de captage S1 recouvre les environs immédiats d'un captage des eaux souterraines. Seules les interventions et activités liées à la production d'eau potable y sont autorisées. Ces zones sont généralement clôturées et propriété des sociétés d'approvisionnement en eaux.
- La zone de protection rapprochée S2 doit garantir qu'aucun micro-organisme pathogène ne parvienne dans les eaux potables et que le parcours des eaux souterraines jusqu'au captage ne soit pas entravé ou influencé d'aucune manière. L'épandage de lisier ou l'infiltration d'eaux usées ainsi que les constructions sont en principe interdits dans cette zone.
- La zone de protection éloignée S3 doit garantir, en cas de déversement accidentel, l'espace et le temps suffisants pour intervenir et éviter la contamination de l'eau potable. L'infiltration d'eaux usées y est également interdite. Depuis le 1er janvier 2016, la zone S3 dans les reliefs karstiques et fortement fissurés a été abandonnée au profit de zones de protection Sh et Sm qui s'ajoutent aux zones S1 et S2 du dispositif de protection. La base de données fédérale (BAFU 2013) ne contient pas encore les zones Sh et Sm.

209 **Surfaces en forêt et hors forêt selon les zones de protection des eaux souterraines**

en milliers d'ha
ensemble analysé : surface totale

Zones de protection des eaux souterraines	forêt		hors forêt		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
zone de captage S1	1,8	33	3,2	25	5,0	20
zone de protection rapprochée S2	58,2	6	55,7	6	113,9	4
autres zones de protection S3	77,6	5	71,8	5	149,4	4
total zones de protection S1-S3	**137,5**	**4**	**130,7**	**4**	**268,3**	**3**
en dehors des zones de protection	1179,4	1	2680,7	0	3860,1	0
total	**1316,9**	**0**	**2811,5**	**0**	**4128,4**	

210 Surface forestière dans les bassins d'alimentation des captages d'eau potable

en milliers d'ha et en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Surface forestière	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
dans les bassins d'alimentation	46,9	6	32,8	7	26,1	8	41,3	7	28,8	8	176,0	3
hors bassins d'alimentation	154,2	2	197,0	1	205,8	2	420,7	1	163,3	2	1141,0	1
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**
	%		%		%		%		%		%	
proportion de surface forestière dans les bassins d'alimentation des captages	23,3	±1,3	14,3	±1,0	11,3	±0,9	8,9	±0,6	15,0	±1,1	13,4	±0,4

Les zones de protection des eaux souterraines sont régulièrement agrandies par les cantons et se sont particulièrement étendues au Sud des Alpes. Depuis L'IFN3, la surface totale des zones de protection est passée de 229000 ha (Duc *et al.* 2010b) à 268000 ha avec les périmètres actualisés (BAFU 2013). Les zones de captage S1 représentent 2% des surfaces, les zones de protection rapprochée 42% et les zones de protection éloignée 56%. Les proportions de S2 et S3 sont identiques en forêt et hors forêt. Près de la moitié des zones S2 et S3 se trouvent en forêt, soit 138000 ha (tab. **209**), ce qui représente 10% de la surface forestière suisse. La différence notable entre ce chiffre et la surface de forêt avec une fonction de protection des eaux potables selon l'enquête auprès des gardes forestiers (103000 ha) s'explique par le décalage temporel entre l'extension continuelle des zones de protection des eaux et la mise à jour périodique de la planification forestière cantonale.

36% des zones de protection des eaux en forêt se trouvent dans le Jura (non représenté). Elles sont plus étendues dans cette région du fait de la présence fréquente du karst, qui augmente le risque d'une contamination rapide et étendue de l'eau potable. Ceci explique aussi que la proportion de forêt située en zone de protection soit la plus importante dans le Jura (25%) alors qu'elle n'est que de 14% au Sud des Alpes et entre 6 et 7% dans les autres régions (non représenté).

La surface forestière déterminante pour la qualité de l'eau potable s'étend au-delà des zones de protection proprement dites. Selon les gardes forestiers, 176000 ha de forêt (13%) se trouvent dans les bassins d'alimentation de sources d'eau potable captées (tab. **210**). Près de la moitié de ces surfaces sont hors des zones de protection des eaux souterraines (non représenté). La région Jura se distingue aussi pour ce critère: 23% des forêts y sont situées dans des bassins d'alimentation des sources d'eau potable. Les autres régions montrent des proportions nettement inférieures, situées entre 9 et 15%.

Structure des forêts de protection des eaux potables

Dans l'IFN4, on désigne comme «forêt de protection des eaux potables» la surface de forêt accessible sans la forêt buissonnante selon la définition de l'IFN située à l'intérieur d'une zone de protection des eaux souterraines. Ainsi qu'exposé plus haut, la qualité de l'eau potable issue des zones forestières est meilleure que celle des zones agricoles. Il est cependant difficile de mesurer l'influence directe du mode de gestion de la forêt sur la qualité de l'eau potable, car celle-ci ne dépend pas seulement de la structure de la forêt mais aussi des sols, des couches de roches



Une forêt feuillue avec une structure fermée présente de meilleures conditions pour une eau d'infiltration de très bonne qualité ; Muttenz BL.

meubles et sédimentaires, et de l'aquifère qui alimente captages et sources. C'est pourquoi la qualité de l'eau d'infiltration, qui dépend principalement de la structure de la forêt, est un meilleur indicateur pour évaluer l'effet des mesures de gestion forestière (Rothe *et al.* 1998). Hegg *et al.* (2004) résument de la manière suivante l'influence du mode de gestion forestière sur la qualité de l'eau :

- l'augmentation de la part de feuillus dans le peuplement influence favorablement la qualité et la quantité des eaux d'infiltration, car contrairement aux résineux, les feuillus retiennent moins de polluants atmosphériques, interceptent moins de précipitations et absorbent plus d'azote des eaux d'infiltration.
- En particulier dans les forêts de résineux, les pertes de nitrates sont d'autant plus élevées que les arbres sont âgés. La régénération des peuplements, notamment dans les forêts de résineux, peut donc influencer favorablement la qualité des eaux d'infiltration.

– Les coupes rase sentraînent une augmentation du rayonnement solaire sur le sol forestier et une hausse de la température de la couche organique et du sol, ce qui accélère la décomposition de la biomasse aérienne et souterraine et donc la minéralisation et la nitrification. Combiné à l'augmentation de l'eau d'infiltration (due à la réduction de la transpiration), cela accentue le lessivage des nitrates, même sur de petites surfaces de 1000 m^2. C'est pourquoi un couvert forestier permanent est idéal pour la quantité et la qualité de l'eau, ce que garantissent p. ex. une régénération sous abri ou le régime de la forêt permanente.

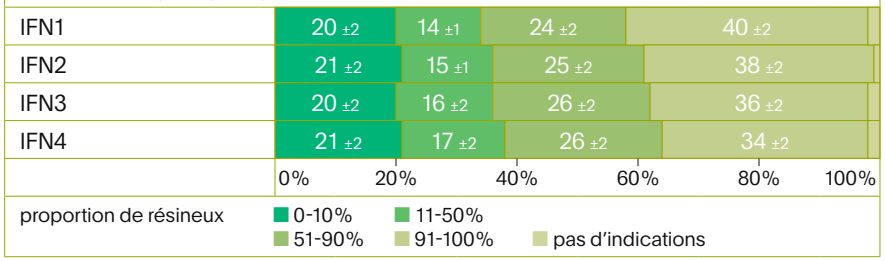
Depuis l'IFN1, la proportion de forêts de protection des eaux riches en feuillus (≥ 50 % de feuillus) a continuellement augmenté, passant de 34 à 38 % de nos jours. Dans le même temps, la proportion de peuplements résineux purs (≥ 90 % résineux) a reculé de 40 à 34 % (fig. **211**), ce qui permet d'affirmer que la qualité des forêts avec fonction de protection des eaux potables s'est améliorée. De la même manière, on constate le recul des résineux dans toute la forêt accessible sans la forêt buissonnante (cf. 2.3).

Au niveau de la structure et de l'âge des forêts (cf. 2.4), on constate depuis l'IFN3 aussi bien un recul des peuplements à une strate et une augmentation des peuplements à plusieurs strates qu'une diminution des jeunes et moyennes futaies au profit de peuplements présentant divers stades de développement (non représenté). Ces évolutions sont favorables à la qualité des eaux car tant les peuplements à plusieurs strates que ceux présentant divers stades de développement contiennent davantage de jeunes (et plus petits) arbres que les peuplements uniformes. En revanche, on observe une tendance inverse dans la régénération : la proportion des surfaces de peuplements avec un degré de recouvrement de la régénération inférieur à 5 % est passée de 18 à 24 % (non représenté).

Près du tiers des surfaces des forêts de protection des eaux potables ont subi une intervention sylvicole depuis l'IFN3. Il s'agit principalement d'éclaircies, de soins à la jeune forêt et de coupes sanitaires. Les mises en lumière (9 %) et les réalisations (5 %) ont eu tendance à être moins fréquentes que dans le reste des forêts (11 et 6 %) (non représenté).

211 **Surface forestière selon la proportion de résineux par rapport à la surface terrière totale**

en %
ensemble analysé : zones de protection des eaux souterraines dans la forêt accessible commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante



WSL/IFN4

6.2 Protection contre les dangers naturels

- La forêt protectrice IFN4 est la forêt selon la définition de l'IFN qui se situe dans les périmètres de forêts protectrices SilvaProtect-CH. Elle recouvre 42 % de la surface forestière totale.
- La forêt fait souvent obstacle à plusieurs dangers naturels. La plus grande partie de la forêt protectrice (86 %) protège contre les processus d'écoulement liés aux eaux courantes, comme les laves torrentielles, les débordements avec dépôts ou l'érosion des berges.
- Le degré de recouvrement, la dimension des trouées et la densité du peuplement sont des indicateurs importants de l'effet protecteur. Si l'on considère ces indicateurs, la plus grande partie des forêts protectrices sont en bon état. Les degrés de recouvrement critiques et la taille des trouées ont tendance à diminuer et la densité des peuplements a poursuivi sa progression.
- En revanche, la situation de la régénération est préoccupante. La proportion des forêts protectrices avec une régénération insuffisante a clairement progressé depuis l'IFN3 et représente un bon quart des surfaces.
- Le sapin, essence essentielle dans les forêts protectrices, est particulièrement touché par l'abroutissement. L'intensité de l'abroutissement de la régénération de cette essence a augmenté de 13 à 28 % depuis l'IFN2.
- Pendant la dernière décennie, un quart de la surface des forêts protectrices a subi une intervention. Dans 29 % de ces surfaces, celle-ci était liée à des exploitations forcées, soit nettement moins que la période précédente.
- Seuls 36 % des forêts protectrices disposent d'une desserte adéquate. 33 % ne sont pas desservis selon les standards actuels en la matière.

Fonction forestière de protection contre les dangers naturels

Avalanches, chutes de pierres, laves torrentielles, glissements de terrains et crues constituent des menaces pour les humains et leurs infrastructures, tout particulièrement dans un pays de montagne comme la Suisse. Par exemple, 26 % des lignes ferroviaires et 24 % des routes de 1re et 2e classe sont exposés aux dangers naturels (Losey et Wehrli 2013). La forêt peut réduire les risques liés aux dangers naturels (Huber *et al.* 2015) ; c'est pourquoi les forêts protectrices sont un élément important de la gestion intégrale des risques liés aux dangers naturels. La loi forestière de 1991 délègue la responsabilité d'identifier les forêts protectrices aux cantons. À cet effet, la Confédération et les cantons ont élaboré des critères objectifs dans le cadre du projet SilvaProtect-CH (Losey et Wehrli 2013). Une forêt est reconnue protectrice si elle « peut protéger un enjeu reconnu contre un danger naturel ou réduire les risques que ce danger implique ».

L'effet protecteur de la forêt repose principalement sur la structure du peuplement et peut donc être améliorée par des mesures de soins spécifiques. En effet, c'est particulièrement pendant les phases de jeunesse et de vieillesse du développement naturel de la forêt que peuvent se développer des structures défavorables qui pendant des décennies n'offriront pas une protection suffisante (Huber *et al.* 2015). La loi forestière astreint les cantons à assurer un entretien minimal de la forêt protectrice. Les coûts sont supportés par la Confédération, les cantons et les bénéficiaires de l'effet protecteur, par exemple les communes et les propriétaires d'infrastructures. Les principes et les standards de qualité des soins à la forêt protectrice ont été définis dans le guide *Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats : instructions pratiques* (NaiS, Frehner *et al.* 2005).

Forêts avec fonction de protection

Losey et Wehrli (2013) estiment que 49 % de la forêt suisse sont des forêts protectrices selon la définition de SilvaProtect-CH. Cette proportion repose sur des délimitations par les cantons qui ne se réfèrent pas à des critères harmonisés à l'échelle nationale.

Si l'on se réfère à la surface forestière selon les critères IFN, l'enquête IFN4 auprès des gardes forestiers indique que 52 % des forêts protègent contre les dangers naturels mais cette fonction n'est prioritaire que dans 46 % des forêts (chap. 2, tab. **029** et **030**). Ces proportions comprennent toutes les forêts protectrices selon la planification cantonale, c'est-à-dire toutes les forêts protectrices selon SilvaProtect-CH ainsi que les forêts considérées comme protectrices par les cantons, même si le potentiel de dégâts concerné n'est éventuellement pas reconnu selon les définitions de SilvaProtect-CH.

Forêt protectrice IFN4

Lors de l'IFN3, la forêt protectrice a encore été déterminée par la fonction prioritaire issue de l'enquête auprès des gardes forestiers (Duc *et al.* 2010a). Les délimitations cantonales ont depuis été harmonisées dans le cadre du projet SilvaProtect-CH. L'analyse des données de l'IFN4 peut ainsi être réalisée sur un périmètre de forêts protectrices national validé et différencié selon le type de danger naturel. Pour la définition de la **forêt protectrice IFN4,** on a recoupé la définition uniforme pour toute la Suisse de la forêt selon l'IFN avec celle, également uniforme pour toute la Suisse, de la forêt protectrice selon SilvaProtect-CH. Les énoncés ci-dessous relatifs à la forêt protectrice IFN4 se basent donc exclusivement sur les placettes IFN situées dans le périmètre des forêts protectrices selon SilvaProtect-CH (état 2013). En raison de la distribution spatiale inégale des forêts protectrices (chap. 2, fig. **031**), les 14 régions économiques ont été regroupées en **6 régions de forêts protectrices** (chap. 1, fig. **009**, ainsi que tab. **212**).

212 **Définition des régions de forêts protectrices**

Régions de forêts protectrices	Régions économiques	Cantons (entiers ou en partie)
Jura/Plateau	ouest du Jura, est du Jura, ouest du Plateau, centre du Plateau, est du Plateau	AG, BE, BL, BS, FR, GE, JU, LU, NE, SG, SH, SO, TG, VD, ZG, ZH
nord des Alpes ouest	ouest des Préalpes, centre des Préalpes, nord-ouest des Alpes	BE, FR, LU, NW, OW, VD
nord des Alpes est	est des Préalpes, centre des Alpes, nord-est des Alpes	AI, AR, GL, SG, SZ, UR, ZG, ZH
sud-ouest des Alpes	sud-ouest des Alpes	VS
sud-est des Alpes	sud-est des Alpes	GR sans Melsocina/Poschiavo
Sud des Alpes	Sud des Alpes	TI et Melsocina/Poschiavo

La surface de forêts protectrices IFN4 totalise 553 000 ha, soit 42 % de la surface forestière suisse (tab. **213**). La surface forestière dans le périmètre de forêts protectrices SilvaProtect-CH est restée inchangée depuis l'IFN3 ; hors périmètre, en revanche, elle a progressé de 0,5 % par an (non représenté). La proportion de forêts protectrices est très variable selon les régions. Avec 70 % de forêts protectrices, le Sud des Alpes contient la plus forte proportion, suivi par le sud-ouest des Alpes avec 61 %. Dans la région Jura/Plateau, les forêts protectrices ne représentent que 14 % et dans les autres régions, environ la moitié des forêts sont protectrices. Les informations concernant la forêt protectrice IFN4 ne peuvent être calculées que pour les placettes d'échantillonnage situées dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante, soit 524 400 ha. Pour les comparaisons avec l'IFN3, seules les placettes de forêt accessible sans la forêt buissonnante communes aux deux inventaires ont été analysées (513 900 ha).

Une modélisation spatiale explicite des différents types de dangers naturels a été développée dans le projet SilvaProtect-CH (Losey et Wehrli 2013), ce qui permet une stratification de la forêt protectrice IFN4 selon ces types. Sur un bon quart des surfaces de forêts protectrices, plusieurs types de dangers se superposent (non représenté). De ce fait, la somme des surfaces protégeant contre des dangers spécifiques est plus importante que la surface totale de forêt protectrice IFN4 (tab. **214**). La plus grande partie de la forêt protectrice (86 %) protège contre les processus d'écoulement, ce qui regroupe les phénomènes à proximité de cours d'eau, par

WSL/IFN4

213 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon l'ensemble analysé**

en milliers d'ha par région de forêt protectrice

Ensemble analysé	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
forêt protectrice IFN4	59,0	5	112,6	3	77,8	4	83,3	3	87,6	3	133,5	2	553,8	1
forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante	58,6	5	109,9	3	72,1	4	81,0	3	82,1	4	120,7	2	524,4	1
forêt protectrice IFN4 commune IFN3/IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante	58,2	5	108,7	3	70,1	4	79,5	3	79,3	4	117,9	2	513,9	1
forêt	**430,9**	**1**	**223,7**	**1**	**155,1**	**2**	**135,8**	**2**	**179,2**	**2**	**192,1**	**1**	**1316,8**	**0**
	%		%		%		%		%		%		%	
proportion de forêt protectrice IFN4 par rapport à la forêt totale	13,7	±0,7	50,3	±1,5	50,2	±1,8	61,4	±1,8	48,9	±1,6	69,5	±1,4	42,1	±0,5

exemple les laves torrentielles, les débordements avec dépôts et l'érosion des berges. Environ 23 % de la forêt protectrice protègent contre les coulées de boue et les glissements de terrains, 18 % contre les avalanches et 8 % contre les chutes de pierres et blocs (non représenté).

L'occurrence des processus de dangers naturels dépend largement de la **pente du terrain.** Les décrochements d'avalanches et les chutes de pierres sont favorisés par une pente de plus de 58 % (30°) (Frehner *et al.* 2005). En revanche, les glissements de terrain superficiels peuvent se produire dès 47 % (25°) selon les conditions géologiques, la nature du sol et la végétation. C'est pourquoi 81 % de la forêt protectrice se situent sur des pentes supérieures à 40 % et la moitié même sur des pentes dépassant 60 % (tab. **215**). De plus, la plupart des forêts protectrices sont aussi des forêts de montagne. Un tiers des forêts protectrices se situe toutefois en dessous de 1000 m d'altitude.

Effet protecteur

L'effet protecteur correspond en principe à la capacité d'un peuplement à prévenir le déclenchement d'un ou plusieurs dangers naturels ou à en atténuer les conséquences négatives. On l'évalue à l'aide d'indicateurs (caractéristiques du peuplement) et de valeurs cibles spécifiques à chaque type de danger naturel. Pour une protection maximale, les valeurs cibles de tous les indicateurs pertinents (profils d'exigence NaiS ; Frehner *et al.* 2005) doivent être atteints.

L'IFN ne permet pas d'estimer exactement l'effet protecteur de la forêt pour un potentiel concret de danger et de dégâts. Le réseau de placettes n'est pas assez dense et les placettes trop petites pour mesurer certains indicateurs. L'IFN est toutefois bien adapté, avec ses indicateurs, pour juger l'état et l'évolution de la forêt protectrice selon les unités d'interprétation et d'analyse (régions, étages altitudinaux, etc.), si nécessaire de manière différenciée par danger naturel. Le choix des indicateurs présentés est principalement basé sur le guide NaiS (Frehner *et al.* 2005) et le rapport méthodologique de l'IFN2 (Brändli et Herold 2001).

Le **degré de recouvrement des houppiers** est un indicateur de l'effet protecteur contre les avalanches, les coulées de boue et les glissements de terrain. Dans l'IFN, il est mesuré pour les boisements à partir de 3 m de hauteur et doit être d'au moins 40

214 Surface de forêt protectrice IFN4 selon le type de danger naturel

en milliers d'ha par région de forêt protectrice
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4

Danger naturel[1]	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
chutes de pierres ou de blocs	3,9	22	4,5	21	9,3	14	8,0	15	4,8	20	11,8	13	42,3	7
avalanche	4,9	20	21,2	9	16,2	10	25,1	8	20,8	9	14,0	11	102,2	4
coulée de boue/glissement	24,1	9	15,3	11	14,9	11	24,1	8	18,5	10	28,8	8	125,7	4
processus d'écoulement	36,0	7	103,2	3	68,8	4	72,6	3	71,5	4	123,8	2	475,9	1

[1] Plusieurs dangers naturels peuvent se superposer sur la même surface, c'est pourquoi la surface totale est plus élevée que celle de la forêt protectrice IFN4.

215 Surface de forêt protectrice IFN4 selon la pente et l'altitude

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4

	Pente													
Altitude	jusqu'à 20%		21-40%		41-60%		61-80%		81-100%		plus de 100%		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
plus de 1800 m	0,0	*	5,2	20	17,5	10	19,1	10	6,9	17	3,7	23	52,3	6
1401-1800 m	1,9	32	15,0	11	45,3	6	44,6	6	21,2	9	11,1	13	139,2	3
1001-1400 m	6,1	18	26,2	9	49,9	6	55,0	6	23,0	9	14,6	12	174,8	3
601-1000 m	6,4	18	31,1	8	47,6	6	38,8	7	17,4	11	8,4	16	149,7	3
jusqu'à 600 m	5,1	20	7,2	17	11,2	13	8,4	15	4,1	22	1,9	33	37,9	7
total	**19,6**	**10**	**84,6**	**5**	**171,5**	**3**	**165,7**	**3**	**72,6**	**5**	**39,7**	**7**	**553,8**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable



La placette 152232 se trouve dans la forêt protectrice entre le Wenghorn et la route du col du Simplon ; Simplon VS.

à 60 % selon les types de danger (Frehner *et al.* 2005). La plus grande partie de la forêt protectrice remplit cette exigence (tab. **216**). Plus de la moitié de la surface protectrice affiche même un degré de recouvrement de plus de 80 %, si bien que la pérennité de la régénération y est remise en question. Seuls 6 % des forêts protectrices ont un degré de recouvrement des houppiers inférieur à 40 % et donc insuffisant. La part de ces peuplements n'a que très peu diminué depuis l'IFN3 (non représenté).

L'existence et l'étendue (surface et longueur dans la ligne de pente) des **trouées** dans un peuplement sont déterminantes dans la forêt protectrice. Depuis l'IFN2 déjà, la présence et la configuration des trouées d'au moins de 10 × 10 m sont mesurées sur le terrain dans les surfaces d'interprétation. De telles trouées sont présentes dans 35 % des placettes, soit une progression de 3 points depuis l'IFN3. Cette augmentation concerne les trouées non boisées, c'est-à-dire qui résultent de coupes ou de chablis. Alors que les trouées dans les Alpes du sud-ouest (Valais) ont affiché une légère et constante augmentation depuis l'IFN2, la tendance est inverse au sud-est des Alpes (Grisons) quand bien même la proportion de placettes avec trouées y est toujours la plus élevée (fig. **217**). Lors de l'interprétation, il faut se rappeler que les trouées relevées parce qu'elles atteignent la dimension minimale de 10 × 10 m ne sont pas forcément grandes. Par ailleurs, dans le cadre de la régénération de la forêt de montagne, les trouées sont souvent nécessaires et positives en tant que résultat de soins sylvicoles, pour autant que leurs dimensions ne dépassent pas le seuil critique mentionné dans les instructions NaiS.

Depuis l'IFN3, les trouées sont mesurées grâce aux photos aériennes. Les trouées de 600 m^2, respectivement 1200 m^2 dans le cas d'une régénération bien instal-

216 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le degré de recouvrement d'après les photos aériennes**

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Degré de recouvrement en %	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
0-20	0,4	0,4	2,2	0,6	1,6	0,7	0,8	0,4	0,5	0,4	0,8	0,4	1,1	0,2
21-40	0,3	0,3	5,0	0,9	3,9	1,0	5,8	1,2	8,7	1,4	3,2	0,7	4,6	0,4
41-60	2,1	0,8	11,1	1,3	9,7	1,5	20,5	2,0	29,8	2,2	9,8	1,2	14,0	0,7
61-80	14,1	2,0	29,9	2,0	22,7	2,2	36,4	2,4	37,0	2,3	24,5	1,7	28,0	0,9
plus de 80	83,1	2,2	51,8	2,1	62,1	2,4	36,5	2,3	24,1	2,0	61,6	1,9	52,3	0,9
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

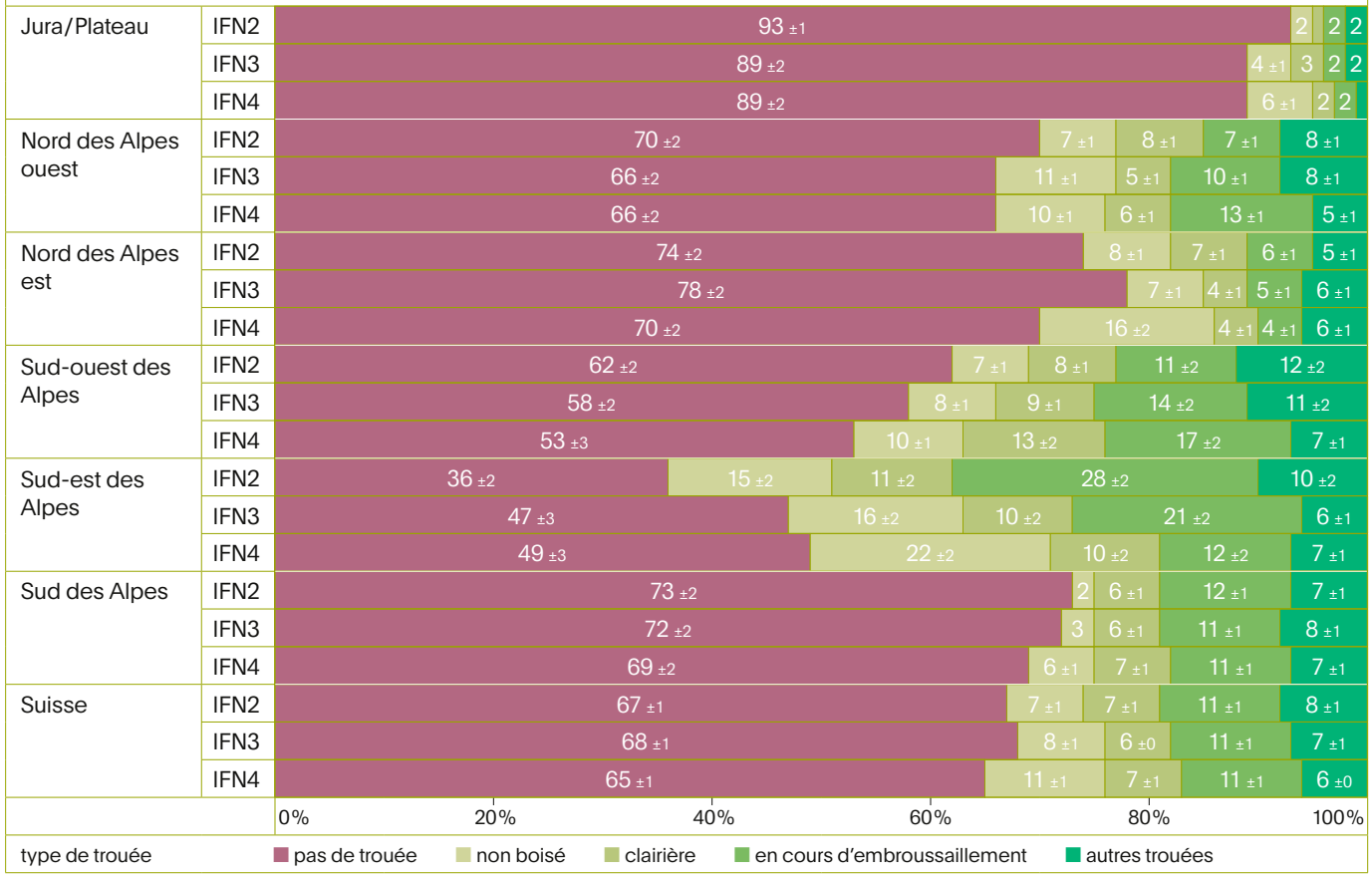
[1] degré de recouvrement des houppiers

lée, sont considérées comme critiques selon Frehner *et al.* (2005) pour l'occurrence de glissements, érosion et laves torrentielles. Pour les chutes de pierres et les avalanches, même des trouées plus petites peuvent être problématiques. Selon l'interprétation aérienne, 63 % des placettes dans la forêt protectrice IFN4 sont exemptes de trouées, ou leur étendue est inférieure à 600 m^2. En revanche, on peut considérer que des trouées problématiques de plus de 1200 m^2 sont présentes sur un cinquième des placettes, voire sur une placette sur trois dans la région du sud-est des Alpes (Grisons sans Mesolcina/Poschiavo) (tab. **218**). Globalement, la situation concernant les trouées problématiques présente une tendance à l'amélioration depuis l'IFN3, même si cette tendance n'est pas significative. Dans le sud-ouest des Alpes (Valais) par contre, la situation s'est dégradée (non représenté).

Dans la forêt de protection contre les chutes de pierres, la **surface terrière** mesurant

217 Surface de forêt protectrice IFN4 selon le type de trouée

en % par région de protection
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 commune IFN2/IFN3/IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante



WSL/IFN4

218 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon la dimension des trouées d'après les photos aériennes**

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Surface de la plus grande trouée en m²	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
pas de trouée	29,0	2,6	21,3	1,8	24,0	2,2	13,8	1,7	11,4	1,5	27,4	1,8	21,2	0,8
moins de 600	52,8	2,9	43,6	2,1	43,2	2,6	39,0	2,4	33,6	2,3	43,1	2,0	42,2	1,0
600-1200	10,8	1,8	16,7	1,6	15,1	1,9	22,0	2,0	22,0	2,0	14,4	1,4	16,9	0,7
plus de 1200	7,4	1,5	18,5	1,6	17,7	2,0	25,2	2,1	32,7	2,3	15,1	1,4	19,6	0,8
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	



La plus grande partie de la forêt protectrice IFN4 atténue les effets des processus d'écoulement liés aux eaux courantes ; St. Antönien, GR.

la densité du peuplement est un indicateur important de l'effet protecteur. Elle doit être de 25 m²/ha au minimum pour un effet suffisant (Gaugelin et Courbaud 2006; Volkwein *et al.* 2011). Une surface terrière de moins de 15 m²/ha caractérise un peuplement inapte (Bauerhansl *et al.* 2010). La proportion de forêts protectrices affichant une surface terrière suffisante (> 25 m²/ha) s'élève aujourd'hui à 66 % (fig. **219**). 17 % des peuplements, où elle est située entre 15 et 25 m², sont considérés comme critiques pour protéger des chutes de pierres. Seuls 17 % sont inaptes (surface terrière inférieure à 15 m²/ha). Si l'on considère l'ensemble de la Suisse, la proportion de peuplements suffisamment denses pour arrêter les pierres a constamment augmenté depuis l'IFN1. L'évolution est faiblement différenciée selon les régions. Alors que les régions Jura/Plateau, nord des Alpes ouest et nord des Alpes est n'enregistrent aucune évolution significative, la proportion de peuplements affichant une surface terrière de plus de 25 m²/ha a progressé de 9 points

dans la région sud-est des Alpes, 11 points dans celle du sud-ouest des Alpes et même 24 points au Sud des Alpes.

Les peuplements denses sont très efficaces contre les chutes de pierres mais offrent de mauvaises conditions pour une régénération pérenne. L'**indice de densité du peuplement** (SDI) montre une progression de la proportion de peuplements denses et très denses dans la forêt protectrice de 21 % lors de l'IFN1 à 28 % pour l'IFN4 (non représenté). Cette évolution est la plus forte au Sud des Alpes, suivi des régions du sud-est et du sud-ouest des Alpes. Dans le sud-ouest des Alpes, cette proportion n'a toutefois plus augmenté depuis l'IFN3, un fait probablement à porter au compte de l'intensification de l'entretien de la forêt protectrice.

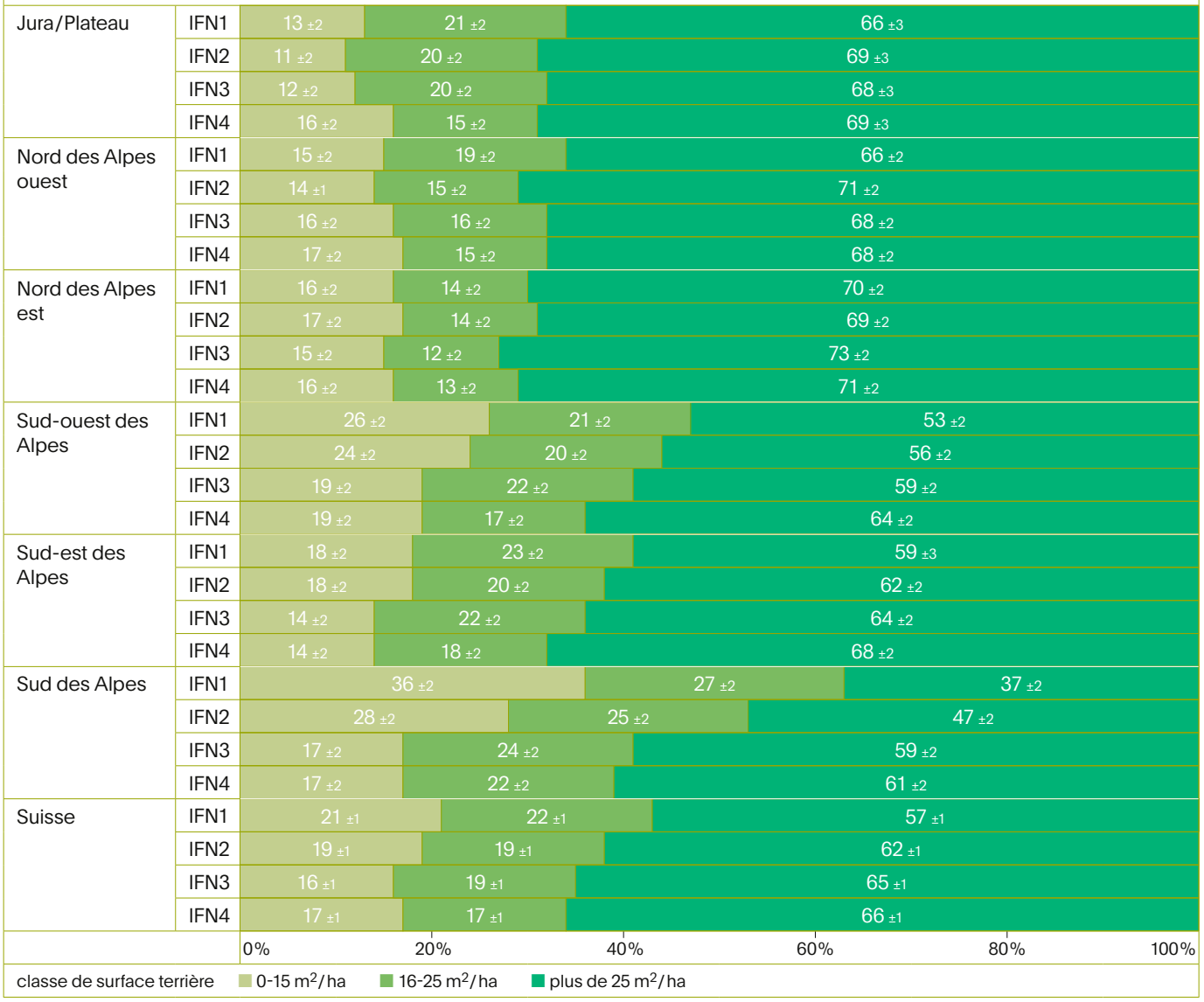
Stabilité

En plus d'assurer un effet protecteur maximal actuellement, l'entretien de la forêt protectrice a pour objectif d'induire un développement durable de la forêt afin de garantir la fonction protectrice aussi à l'avenir. Les indicateurs permettant d'en juger sont la structure du peuplement, le degré de fermeture, le degré de mélange, la stabilité du peuplement, la régénération et le mélange d'essences. Ce choix d'indicateurs et leurs valeurs cibles se basent également sur le rapport méthodologique IFN2 (Brändli et Herold 2001) et le guide NaiS (Frehner *et al.* 2005). Dans NaiS, les valeurs cibles correspondent à des profils minimaux et idéaux en relation avec le type de station (association fores-

WSL/IFN4

219 Surface de forêt protectrice IFN4 selon les classes de surface terrière

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 commune IFN1/IFN2/IFN3/IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante



tière). Étant donné que les types de station NaiS des placettes de l'IFN ne sont pas encore identifiées, l'attribution des placettes à un type de station dans l'IFN4 comme dans l'IFN3 passe par la modélisation de la végétation naturelle potentielle (Küchler 2009). Dans le cadre d'un projet de l'OFEV en cours, toutes les placettes IFN seront attribuées à une station-type NaiS. Ce projet devrait aboutir en 2020 et permettre à l'IFN de procéder à des analyses différenciées.

Les peuplements présentant une **structure** à plusieurs strates, étagée ou organisée en collectifs sont moins vulnérables aux perturbations que les peuplements uniformes à une seule strate (Hanewinkel *et al.* 2014). La forêt protectrice IFN4 est uniforme à une strate à 33 %, avec plusieurs strates à 48 %, étagée

220 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le degré de mélange et le degré de fermeture**

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans le forêt buissonnante

	Degré de mélange											
Degré de fermeture	Résineux purs		Résineux mélangés		Feuillus mélangés		Feuillus purs		Pas d'indication		Total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
comprimé	34,3	7	23,0	9	26,7	9	54,3	6	0,0	*	138,3	3
normal	42,0	7	21,6	9	12,9	12	31,1	8	0,0	*	107,5	4
lâche/aéré	75,7	5	23,3	9	10,6	14	16,6	11	0,0	*	126,1	4
clairièré	30,7	8	6,0	18	3,2	25	6,6	17	0,0	*	46,4	6
en groupes	36,0	7	6,0	18	6,1	18	14,4	12	0,0	*	62,5	5
fermeture étagée	22,9	9	6,9	17	1,0	45	1,2	41	0,0	*	32,0	8
pas d'indication	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	11,6	13	11,6	13
total	**241,5**	**2**	**86,8**	**5**	**60,5**	**6**	**124,1**	**3**	**11,6**	**13**	**524,4**	**1**

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

221 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon la stabilité du peuplement**

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Stabilité	Jura/Plateau		nord des Alpes ouest		nord des Alpes est		sud-ouest des Alpes		sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
critique	1,4	0,7	5,9	1,0	7,8	1,4	10,1	1,5	7,6	1,3	7,3	1,1	6,9	0,5
amoindrie	42,4	2,9	51,6	2,1	53,1	2,6	47,4	2,4	42,1	2,4	57,8	2,0	50,1	1,0
stable	56,3	2,9	42,5	2,1	39,1	2,5	42,5	2,4	50,3	2,5	34,9	1,9	43,0	1,0
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

à 15 % et organisée en collectifs à 1 % (non représenté). La proportion de peuplements uniformes à une strate a reculé de 8 points depuis l'IFN3. Au Sud des Alpes, ce recul est même de 19 points (non représenté). Du point de vue de la structure de la forêt, l'évolution de ces dernières années est donc positive.

Dans la forêt protectrice, les peuplements de résineux uniformes et denses passent pour être particulièrement défavorables en raison du risque élevé d'effondrement étendu, p. ex. suite aux chablis et aux pullulations de scolytes (Huber *et al.* 2015). Afin d'évaluer ce risque, le **degré de mélange** et le **degré de fermeture** ont été appréciés conjointement (cf. 2.4). La forêt protectrice IFN4 est constituée de 47 % de peuplements résineux purs, de 24 % de peuplements feuillus purs et de 29 % de peuplements mélangés (tab. **220**). Les peuplements de résineux purs et comprimés y représentent 34 000 ha, soit moins de 7 % de la forêt protectrice. Cette proportion ne s'est guère modifiée depuis l'IFN3 (non représenté).

Afin d'évaluer les risques de dégâts à moyen terme suite à une perturbation, la **stabilité du peuplement** fait l'objet d'une appréciation raisonnée dans l'IFN. Celle-ci est réalisée en estimant conjointement la capacité du peuplement à résister aux principales contraintes locales auxquelles il est exposé (p. ex. le vent) et le risque d'occurrence de dégâts majeurs pour la prochaine décennie (Jura, Plateau et Préalpes) ou pour les 20 ans à venir (Alpes et Sud des Alpes). La pertinence et la validité de cette estimation raisonnée ont pu être vérifiées par Herold et Ulmer (2001) grâce à une analyse des données IFN. Si elle permet une bonne estimation de l'état de stabilité au moment de l'évaluation, la méthode n'est par contre pas fiable, pour des raisons méthodologiques, pour en prévoir l'évolution future. Dans la forêt protectrice IFN4, 7 % des placettes d'échantillonnage présentent une stabilité critique, 50 % une stabilité amoindrie et 43 % sont stables (tab. **221**). La proportion de peuplements de forêt protectrice stable est plus élevée que la moyenne suisse dans les régions Jura/Plateau et sud-est des Alpes, plus basse par contre au Sud des Alpes. Avec 10 %, la proportion de peuplements affichant une stabilité critique est la plus élevé dans le sud-ouest des Alpes (Valais).



WSL/IFN4

Les forêts de résineux sans trouées importantes, avec la persistance de leurs aiguilles, sont les plus efficaces pour prévenir le décrochement d'avalanches en forêt ; Churwalden GR.



Un mélange d'essences adapté à la station améliore la stabilité à long terme du peuplement ; Jura.

D'après Frehner *et al.* (2005), les forêts protectrices structurées durablement devraient comporter, selon les stations, une **régénération** sur au moins 3 à 6 % de leur surface. L'IFN recense sur les placettes d'interprétation le degré de recouvrement de la régénération à partir de 10 cm de hauteur jusqu'à un diamètre de 12 cm, réparti en 7 classes de dimensions (cf. 2.3). Un degré de recouvrement de moins de 5 % est jugé insuffisant, entre 5 et 9 % à peine suffisant. L'état de la régénération dans la forêt protectrice IFN4 s'est sensiblement détérioré sur l'ensemble de la Suisse depuis l'inventaire précédent. En effet, la proportion de forêt protectrice comportant une régénération insuffisante a progressé de 16 à 24 % (fig. **222**). L'évolution diffère cependant selon les régions considérées. La proportion de forêt protectrice avec une régénération insuffisante a un peu diminué dans la région Jura/Plateau, très légèrement dans les deux régions du nord des Alpes alors qu'elle a bondi d'environ 15 points dans les régions du sud-ouest et du sud-est des Alpes et au Sud des Alpes. Dans ces trois régions, la proportion de forêt protectrice insuffisamment rajeunie s'élève maintenant à 30, 37 et 33 %. Dans la région du sud-est des Alpes, la régénération est même absente sur 12 % de la surface de forêt protectrice IFN4 (moins de 1 % de recouvrement). La densité des peuplements croissante dans ces régions (voir plus haut) est probablement à l'origine de l'absence de régénération car elle empêche la chaleur et la lumière indispensables à la régénération d'atteindre le sol. La régénération présente passe progressivement le seuil d'inventaire de 12 cm, abaissant ainsi le degré de recouvrement, en l'absence de relève.

222 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le degré de recouvrement de la régénération**

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 commune IFN3/IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Jura/Plateau	IFN3	4 ±1	7 ±2	10 ±2	28 ±3	28 ±3	14 ±2	9 ±2
	IFN4	5 ±1	14 ±2	29 ±3	24 ±2	16 ±2	11 ±2	
nord des Alpes ouest	IFN3	3	8 ±1	14 ±2	37 ±2	23 ±2	8 ±1	7 ±1
	IFN4	4 ±1	11 ±1	17 ±2	33 ±2	19 ±2	9 ±1	7 ±1
nord des Alpes est	IFN3	5 ±1	13 ±2	14 ±2	27 ±2	23 ±2	11 ±2	7 ±1
	IFN4	9 ±1	13 ±2	13 ±2	28 ±2	22 ±2	10 ±2	5 ±1
sud-ouest des Alpes	IFN3	3	11 ±2	25 ±2	34 ±2	19 ±2	6 ±1	2
	IFN4	6 ±1	24 ±2	21 ±2	32 ±2	14 ±2	3	
sud-est des Alpes	IFN3	6 ±1	17 ±2	19 ±2	31 ±2	20 ±2	5 ±1	2
	IFN4	12 ±2	25 ±2	16 ±2	26 ±2	14 ±2	6 ±1	
Sud des Alpes	IFN3	2	15 ±1	22 ±2	36 ±2	15 ±1	7 ±1	3
	IFN4	7 ±1	26 ±2	24 ±2	26 ±2	13 ±1	3	
Suisse	IFN3	4 ±0	12 ±1	18 ±1	32 ±1	21 ±1	8 ±1	5 ±0
	IFN4	6 ±0	18 ±1	19 ±1	29 ±1	17 ±1	7 ±1	4 ±0
		0%	20%	40%	60%	80%	100%	

recouvrement de la régénération : inférieur à 1 % ; 1-4 % ; 5-9 % ; 10-25 % ; 26-50 % ; 51-75 % ; 76-100 %

WSL/IFN4

Les peuplements d'une stabilité critique et ne comportant pas suffisamment de régénération (degré de recouvrement de moins de 5%) sont **très problématiques** pour la pérennité de la fonction de protection. De telles forêt sont présentes sur 7400 ha, soit seulement 1,4% de la forêt protectrice suisse (tab. **223**). Les peuplements présentant une stabilité amoindrie et moins de 10% de degré de recouvrement de la régénération ainsi que ceux dont la stabilité est critique avec un degré de recouvrement de la régénération compris entre 5 et 9% sont toutefois également problématiques, ce qui concerne 121 100 ha (23,1%). Les peuplements problématiques à très problématiques constituent ainsi près du quart de la forêt de protection. Cette proportion est restée pratiquement constante depuis l'IFN3 (non représenté). Pour des raisons méthodologiques, il n'est pas possible de tirer des conclusions sur l'évolution de ces peuplements.

223 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon la stabilité du peuplement et le degré de recouvrement de la régénération**

en milliers d'ha
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Degré de recouvrement de la régénération	Stabilité du peuplement							
	critique		amoindrie		stable		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
moins de 1%	3,9	22	17,1	11	12,0	13	33,0	8
1-4%	3,5	24	45,0	6	46,7	6	95,3	4
5-9%	4,9	20	54,1	6	37,1	7	96,0	4
10-50%	17,9	10	119,7	4	104,5	4	242,1	3
51-100%	6,0	18	26,6	9	25,4	9	57,9	6
total	**36,1**	7	**262,6**	2	**225,7**	3	**524,4**	1

Surface de forêt protectrice IFN4 avec régénération insuffisante et stabilité critique ou amoindrie

	1000 ha	± %	%	±
très problématique	7,4	16	1,4	0,2
problématique	121,1	4	23,1	0,8
total	**128,5**	4	**24,5**	0,8

L'**abroutissement par les ongulés sauvages** (cf. 3.2) a une influence considérable sur la régénération et tout particulièrement sur le mélange d'essences. Dans les forêts protectrices, toutes essences et régions confondues, 16% des jeunes arbres de moins de 1,3 m de hauteur portent des traces d'abroutissement de la pousse terminale remontant à l'année précédente (non représenté) – cette caractéristique définit l'intensité d'abroutissement. La situation s'est détériorée dans les régions du sud-ouest des Alpes et au Sud des Alpes, où l'intensité d'abroutissement est passée depuis l'IFN2 (1993/95) de 9 resp. 12% à 18 resp. 23%. Étant donné que l'intensité d'abroutissement de l'IFN2 a été quelque peu surévaluée pour des raisons méthodologiques, l'abroutissement a probablement progressé encore plus fortement en réalité. L'intensité de l'abroutissement a très nettement augmenté chez le **sapin**, une essence indispensable dans la forêt protectrice: elle a plus que doublé depuis l'IFN2, passant de 13 à 28% pour l'ensemble de la Suisse. Dans la région du sud-est des Alpes (Grisons sans Melsocina/Poschiavo), où l'intensité d'abroutissement était de 22% lors de l'IFN2, elle atteint maintenant 75%, une valeur extrêmement élevée (non représenté). Dans toutes les régions de forêt protectrice à l'exception du Sud des Alpes, l'intensité d'abroutissement dépasse largement le seuil critique de 9% (Eiberle et Nigg 1987). Si cette situation devait perdurer, il est à craindre que l'on assiste au dépérissement des jeunes plants en raison de l'abroutissement. De même, le sapin risque de ne plus s'établir dans la forêt protectrice et d'y disparaître à long terme dans la strate supérieure. Toute-

WSL/IFN4

224 Surface terrière totale[1] selon l'essence principale et la végétation naturelle potentielle dans la forêt protectrice IFN4

en %
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Essence principale	Formation forestière															
	Hêtraies		Hêtraies à sapin		Pessières-sapinières		Pessières		Arolières et mélézins		Pinèdes		Autres forêts de feuillus		Toutes les associations	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
épicéa	18,5	1,5	39,1	1,6	71,7	1,7	71,6	1,7	33,8	3,0	50,2	4,2	24,9	1,7	44,1	0,8
sapin	14,7	1,3	23,0	1,3	10,2	1,2	2,1	0,5	2,5	0,9	3,9	1,4	5,7	0,9	10,7	0,5
pin	4,3	0,9	0,5	0,2	0,9	0,4	3,1	0,6	1,0	0,4	21,7	3,4	2,8	0,6	2,8	0,3
mélèze	3,9	0,8	1,1	0,3	9,4	1,1	18,2	1,5	41,6	2,8	13,0	2,8	3,9	1,0	9,7	0,5
arole	0,0	*	0,0	*	0,0	*	1,4	0,4	13,6	1,9	1,4	0,7	0,0	0,0	1,3	0,2
autres résineux	0,8	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1
hêtre	37,0	1,8	26,8	1,5	2,7	0,6	0,9	0,3	3,7	1,1	3,4	1,8	13,6	1,3	15,0	0,6
érable	4,6	0,5	4,7	0,4	1,3	0,3	0,5	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	5,3	0,6	3,1	0,2
frêne	6,0	0,7	1,7	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,0	*	0,2	0,1	7,1	0,7	2,7	0,2
chêne	1,8	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	*	0,4	0,3	0,9	0,8	3,2	0,5	1,0	0,1
châtaignier	3,1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	*	1,1	0,7	0,0	*	16,9	1,7	3,8	0,4
autres feuillus	5,2	0,7	2,6	0,3	2,7	0,5	1,6	0,4	1,5	0,4	4,3	1,3	15,9	1,1	5,3	0,3
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] surface terrière totale: surface terrière de tous les arbres vifs et morts
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

225 Surface de forêt protectrice IFN4 selon l'époque de la dernière intervention

en % par région de forêt protectrice
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Dernière intervention remontant à	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
0-10 ans	51,2	2,9	42,6	2,1	38,1	2,5	22,5	2,1	22,0	2,0	11,2	1,3	29,4	0,9
11-20 ans	19,1	2,3	20,5	1,7	23,2	2,2	13,1	1,7	20,6	2,0	6,0	1,0	16,2	0,7
21-30 ans	8,8	1,7	12,1	1,4	10,8	1,6	9,6	1,4	16,3	1,8	7,8	1,1	10,8	0,6
31-50 ans	9,9	1,7	11,7	1,4	13,3	1,8	16,8	1,8	18,0	1,9	16,5	1,5	14,6	0,7
plus de 50 ans	11,0	1,8	13,1	1,5	14,6	1,9	38,1	2,4	23,2	2,1	58,6	2,0	29,0	0,8
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

fois, en moyenne dans l'ensemble des forêts protectrices, le nombre de tiges de jeunes sapins dans les classes de hauteur exposées à l'abroutissement (0,1-1,3 m de hauteur) ne décroît pas depuis l'IFN2 mais aurait plutôt tendance à augmenter légèrement (non représenté).

Les forêts proches de l'état naturel sont moins exposées aux risques de dégâts étendus dus aux chablis ou aux scolytes. C'est pourquoi le **mélange d'essences** dans la forêt protectrice devrait être le plus proche possible de la végétation naturelle potentielle. Frehner *et al.* (2005) donnent des valeurs de référence quant au mélange d'essences pour chaque type de station (association végétale). Selon ces indications, la proportion d'épicéa ne devrait pas dépasser 10 à 30 % dans les hêtraies, 40 % dans les hêtraies à sapin et 60 à 70 % dans les pessières-sapinières. Le sapin devrait occuper au minimum 30 % dans les hêtraies à sapin et les pessières-sapinières, et le hêtre 30 % également dans les hêtraies et les hêtraies à sapin. Le tableau **224** montre les proportions de surface terrière des essences dans les sept associations forestières agrégées selon la végétation naturelle potentielle dans l'IFN. La proportion d'épicéa est proche de sa limite supérieure ou la dépasse dans toutes les associations forestières. Dans les pinèdes et dans les autres associations feuillues, l'épicéa est l'essence la plus représentée. Dans les hêtraies et les pessières-sapinière, la proportion de sapin est clairement en dessous des valeurs cibles. En outre, dans les hêtraies à sapin, la proportion de hêtre est un peu trop faible. Il n'y a pas de changement significatif dans le mélange d'essences depuis l'IFN3. La part de l'épicéa affiche cependant, comme lors de la période précédente, une tendance à reculer dans la forêt protectrice pour toutes les formations forestières (non représenté). Les proportions de hêtre et de sapin restent inchangées. Depuis l'IFN1, la proportion d'épicéa a diminué de 5 %, celle du sapin est restée constante, le hêtre, l'érable et le frêne ont chacun augmenté d'environ 3 % (non représenté).

Interventions sylvicoles et desserte

L'enquête réalisée auprès des gardes forestiers montre que la forêt protectrice IFN4 a fait l'objet d'**interventions sylvicoles** sur près de 29 % de sa surface ces 10 dernières années (tab. **225**). Les différences régionales sont toutefois considérables : dans les régions au nord des Alpes, entre 38 et 51 % de la surface ont subi des interventions, et dans les Alpes seulement 22 % en raison de conditions de croissance plus faibles et du coût élevé des opérations de récolte. Au Sud des Alpes, on est intervenu seulement sur 11 % de la surface de forêt protectrice ; sur 59 % de cette surface, la dernière intervention remonte à plus de 50 ans. Cette intensité d'exploitation plus faible au Sud des Alpes s'explique probablement par la desserte moins dense et les pentes escarpées. Sur plus de la moitié des surfaces traitées, le débardage est réalisé par hélicoptère (Huber *et al.* 2015). Sur l'ensemble de la forêt protectrice suisse, la proportion de surface traitée a reculé de 2 points par rapport à l'IFN3 et celle de forêts sans aucune intervention depuis 50 ans a progressé de 2 points (non représenté). La période d'inventaire pré-



WSL/IFN4

Les soins à la forêt protectrice apportent de la lumière pour la régénération. Les souches coupées haut et les troncs fixés en travers stabilisent la couverture neigeuse ; Martigny-Combe VS.

cédente avait enregistré le même léger recul des interventions sylvicoles dans les forêt protectrices (Duc *et al.* 2010a). Globalement, c'est tout de même la moitié de la surface de forêt protectrice qui a été entretenue ces dernières 20 années (tab. **225**).

149000 ha de forêt protectrice ont été entretenus ces 10 dernières années (tab. **226**). Ce rythme de travail, soit environ 15000 ha par an, est semblable à celui de la période précédente (Duc *et al.* 2010a). Les coupes sanitaires constituent le gros des interventions avec 27 % (40000 ha), suivies des éclaircies (14 %), des coupes de mises en lumière (12 %), des soins à la forêt permanente et à la forêt de montagne (12 %), et des soins à la jeune forêt (11 %). En dehors des périmètres de forêts protectrices, l'éclaircie reste au contraire l'intervention la plus importante (26 %) suivie de la coupe sanitaire (19 %) et des soins à la jeune forêt avec 18 % (non représenté).

Pour 29 % des surfaces de forêt protectrice IFN4 traitées depuis l'inventaire précédent, les **exploitations forcées** constituaient un des motifs de l'intervention ; généralement elles en étaient même la raison principale. La proportion d'exploitations forcées dans la forêt protectrice varie selon les régions entre 19 et 37 % (non représenté). Depuis l'IFN2, cette proportion a fortement et constamment diminué (fig. **228**) et les interventions normales ont augmenté proportionnellement. Ceci est certainement lié à l'absence de chablis importants ou de pullulations de scolytes au cours de la dernière décennie, du moins dans le périmètre des forêts protectrices.

L'**urgence de la prochaine intervention** est relevée dans l'IFN4 lors de l'enquête auprès des services forestiers et tient compte des fonctions forestières locales. Au cours des 20 prochaines années, des interventions sont prévues sur 294000 ha, soit 56 % de la surface de forêt protectrice (tab. **227**). La prochaine décennie prévoit même des interventions sur 203000 ha (39 %). Cette surface est environ un tiers plus grande que celle traitée ces 10 dernières années (149000 ha ; tab. **226**). Elle est également environ un

226 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le type d'intervention des 10 dernières années**

en milliers d'ha
ensemble analysé : forêt protectrice IFN 4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Type d'intervention des 10 dernières années	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
soins à la jeune forêt	4,1	22	4,7	21	3,0	26	1,2	41	3,0	26	0,8	50	16,9	11
éclaircie	8,2	15	5,2	20	4,4	21	0,6	58	0,6	58	1,4	38	20,4	10
coupe de mise en lumière	4,0	22	5,9	18	1,8	33	2,2	30	3,2	25	1,4	38	18,5	10
réalisation	2,8	27	2,1	31	2,4	29	0,6	58	2,0	31	0,8	50	10,7	14
jardinage	2,4	29	5,7	19	0,6	58	0,2	*	0,4	71	0,2	*	9,4	14
éclaircie de forêt de montagne et forêt permanente	2,0	32	4,3	21	3,5	23	6,2	17	0,8	50	0,6	58	17,4	10
coupe sanitairre	4,3	21	15,0	11	7,5	16	4,6	21	5,5	19	3,2	25	40,0	7
intervention agro-forestière	1,4	38	1,6	35	1,9	31	2,0	31	0,8	50	2,0	32	9,6	14
autres interventions	0,8	50	1,7	35	0,8	50	0,4	71	0,2	*	2,2	30	6,1	18
total	**30,0**	**8**	**46,2**	**6**	**25,9**	**8**	**17,9**	**10**	**16,5**	**11**	**12,5**	**12**	**149,0**	**3**

* erreur d'échantillonnage ≥ 100%

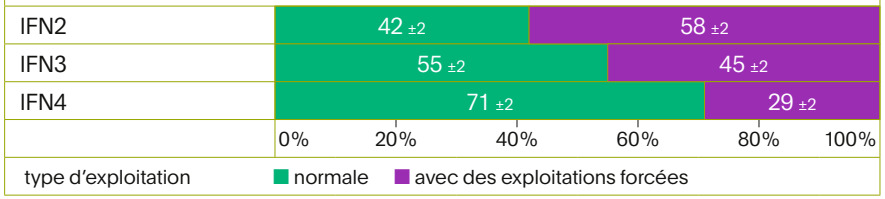
dixième plus importante que celle prévue dans l'IFN3 (187 000 ha ; non représenté). La surface de forêt protectrice à traiter en première urgence a donc augmenté. L'intervention la plus fréquemment prévue pour la prochaine décennie est l'éclaircie de forêt de montagne (26 %), la mise en lumière (19 %) et l'éclaircie (19 % ; non représenté).

Les interventions sylvicoles ne sont réalisables que grâce à l'existence d'une desserte forestière. La forêt protectrice IFN4 ne compte que 19 % de terrains dont la pente est inférieure à 40 % (tab. **215**). En règle générale, de telles surfaces sont praticables pour des engins forestiers et sont accessibles au moyen de pistes ou de layons à partir de routes à camions. Les surfaces plus raides doivent être desservies à partir des routes au moyen de grues à câble ou par hélicoptère. Pour 139 000 ha (27 %) des forêts protectrices, un **concept de desserte** existant ou prévu s'appuie sur des routes flanquées de pistes ou layons assurant la desserte fine (non représenté). 208 000 ha (40 %) sont ou seront desservis par grue à câble et 128 000 ha (24 %) par hélicoptère. Sur 9 % de la surface de forêt protectrice IFN4, il n'existe aucune planification de la desserte ; ceci implique en cas d'intervention que les bois resteront au sol ou seront transportés par hélicoptère.

Dans la forêt protectrice et selon la définition IFN (largeur de chaussée min. 2,5 m, fondation dimensionnée pour des charges à l'essieu de 10 t), la longueur des **routes à camions** totalise 6454 km. 65 % de ces routes répondent à la définition de l'OFEV pour des routes forestières, à savoir qu'elles sont carrossables pour des camions à 4 essieux avec une charge totale d'au moins 28 à 32 tonnes. En dehors de la forêt protectrice, 89 % de la desserte carrossable satisfont à la définition de l'OFEV (non représenté). C'est dire si la desserte de la forêt protectrice est insuffisante. Depuis l'IFN3, 408 km de routes forestières ont été réfectionnées ou construites à neuf (chap. 2, tab. **042**), dont 149 km (37 %) dans le périmètre de la forêt protectrice IFN4. Comme celle-ci représente 42 % de la surface forestière, l'effort d'amélioration de desserte y reste en-dessous de la moyenne (non représenté).

228 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le type d'exploitation**

en % – ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 commune IFN2/IFN3/IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante



227 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le type d'intervention de la prochaine intervention et l'urgence sylvicole**

en milliers d'ha
ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante avec une indication de l'urgence d'intervention

Type de la prochaine intervention	Prochaine intervention prévue dans							
	0-10 ans		11-20 ans		plus de 20 ans[1]		total	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
soins à la jeune forêt	24,7	9	6,6	17	–		31,3	8
éclaircie	38,2	7	12,6	12	–		50,7	6
coupe de mise en lumière	38,5	7	15,1	11	–		53,6	6
réalisation	8,5	15	3,4	24	–		12,0	13
jardinage	13,6	12	4,7	20	–		18,3	10
éclaircie de forêt permanente	10,9	13	3,2	25	–		14,1	11
éclaircie de forêt de montagne	53,5	6	38,1	7	–		91,7	4
intervention agro-forestière	4,2	22	2,6	28	–		6,7	17
coupe sanitaire	4,0	22	1,0	45	–		5,0	20
autres interventions	6,5	18	4,0	22	–		10,5	14
intervention éventuelle dans plus de 20 ans[1]	–		–		230,5	2	230,5	2
total	**202,6**	**3**	**91,3**	**4**	**230,5**	**2**	**524,4**	**1**

[1] y compris aucune intervention prévue à moyen terme

WSL/IFN4

229 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon la méthode de récolte, la distance oblique à la route forestière, la densité de desserte et l'urgence de la prochaine intervention**

en milliers d'ha par région de protection
ensemble analysé: forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

Méthode de récolte	Distance oblique centre de la placette-route forestière[1]	Degré de desserte	Jura/Plateau		Nord des Alpes ouest		Nord des Alpes est		Sud-ouest des Alpes		Sud-est des Alpes		Sud des Alpes		Suisse		Prochaine intervention prévue dans 0-20 ans	
			1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
terrestre	0-125	bon	30,0	8	17,4	10	12,0	12	3,4	23	3,3	24	4,0	22	70,1	5	61,7	5
	126-500	moyen	16,2	11	13,6	12	8,0	15	3,7	23	3,0	26	2,5	29	46,9	6	37,2	7
	>500	mauvais	3,0	26	10,2	14	6,0	18	9,1	14	12,1	12	10,0	14	50,4	6	27,1	8
	total		**49,2**	**6**	**41,2**	**6**	**26,0**	**8**	**16,3**	**10**	**18,4**	**10**	**16,4**	**10**	**167,4**	**3**	**126,1**	**4**
par câble ou aérienne	0-500	bon	7,8	16	37,0	7	24,6	8	19,6	9	13,5	12	15,8	11	118,4	4	75,0	5
	501-1500	moyen	1,2	41	21,2	9	14,7	11	20,9	9	21,5	9	34,3	7	113,9	4	52,5	6
	>1500	mauvais	0,0	*	10,4	14	6,8	17	24,1	8	28,7	8	53,8	5	123,7	4	39,8	7
	total		**9,0**	**15**	**68,6**	**5**	**46,1**	**5**	**64,7**	**4**	**63,7**	**4**	**103,9**	**3**	**356,1**	**2**	**167,3**	**3**
total		bon	37,8	7	54,4	5	36,6	6	23,1	8	16,8	10	19,8	9	188,5	3	136,7	3
		moyen	17,4	10	34,8	7	22,7	9	24,7	8	24,5	8	36,8	6	160,8	3	89,7	4
		mauvais	3,0	26	20,6	9	12,8	12	33,2	7	40,8	6	63,7	4	174,1	3	66,9	5
		pas d'indication	0,4	71	0,2	**	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,4	71	1,0	45	0,6	58
	total		**58,6**	**5**	**109,9**	**3**	**72,1**	**4**	**81,0**	**3**	**82,1**	**4**	**120,7**	**2**	**524,4**	**1**	**293,9**	**2**

[1] route forestière de 3 m de large et praticable pour un camion à 4 essieux avec un poids total d'au moins 28-32 t
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable
** erreur d'échantillonnage ≥ 100%

L'IFN définit le **degré de desserte** en utilisant la distance oblique du centre de la placette à la route à camions la plus proche et en tenant compte de la méthode de débardage actuelle définie dans l'enquête auprès des services forestiers. Seules les routes relevées dans l'IFN et répondant à la définition de route forestière selon l'OFEV entrent en ligne de compte (cf. 2.2, Brändli *et al.* 2016). La distance oblique dépend de la méthode de récolte: pour les méthodes terrestres, une distance d'au maximum 125 m est taxée de bonne, de 126 à 500 m de moyenne et de mauvaise à partir de 500 m. Pour les méthodes par câble et aériennes, les seuils pour un bon degré de desserte sont fixés à 500 et 1500 m (Brändli *et al.* 2016). Selon ces limites, 36 % de la desserte de la forêt protectrice IFN4 sont bons, 31 % moyens et 33 % mauvais (tab. **229**). Selon les régions de protection, la proportion de desserte insuffisante se situe entre 5 % dans le Jura/Plateau et 53 % au Sud des Alpes (fig. **230**). Les proportions de forêts protectrices mal desservies sont également élevées dans le sud-est des Alpes (50 %) et le sud-ouest des Alpes (41 %). La qualité de



WSL/IFN4

Dans la forêt protectrice, les aménagements paravalanches permettent à la régénération de s'installer ; Riederalp VS.

la desserte dans la forêt protectrice est ainsi nettement plus mauvaise que dans le reste de la forêt (Brändli *et al.* 2016) et la forêt dans sa totalité (cf. 2.2). 23 % (67 000 ha) de la forêt protectrice qui devraient être entretenus dans les 20 prochaines années sont mal desservis (tab. **229**).

230 **Surface de forêt protectrice IFN4 selon le degré de desserte**[1]

en % selon la région de forêt protectrice
ensemble analysé : forêt protectrice IFN4 dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante

	bon	moyen	mauvais
Jura/Plateau	65 ±3	30 ±3	5
Nord des Alpes ouest	49 ±2	32 ±2	19 ±2
Nord des Alpes est	51 ±3	31 ±2	18 ±2
Sud-ouest des Alpes	29 ±2	30 ±2	41 ±2
Sud-est des Alpes	20 ±2	30 ±2	50 ±2
Sud des Alpes	16 ±2	31 ±2	53 ±2
Suisse	36 ±1	31 ±1	33 ±1

0 % 20 % 40 % 60 % 80 % 100 %

degré de desserte

[1] route forestière de 3 m de large et praticable pour un camion à 4 essieux avec un poids total d'au moins 28-32 t



Les propriétaires de forêt et les entreprises forestières sont les acteurs décisifs d'une gestion forestière durable. Deux tiers des forêts appartiennent à des propriétaires de droit public – communes, corporations, cantons et Confédération –, un tiers à des privés. La moitié des forêts publiques sont organisées en unités d'exploitation supérieures à 1000 ha. Dans les forêts privées au contraire, les petites unités d'exploitation de moins de 3 ha dominent sur 42 % de la surface. La forêt constitue un espace de détente important pour la population, qui l'utilise de plus en plus souvent et simultanément pour différentes activités récréatives. Toutefois, l'intensité de l'utilisation pour ces activités n'est forte ou très forte que sur des surfaces peu étendues, alors que près d'un tiers de la forêt suisse n'est pratiquement pas utilisé pour les loisirs.

Christoph Fischer, Urs-Beat Brändli,
Barbara Allgaier Leuch, Fabrizio Cioldi

7 Socio-économie

WSL/LFI4

Dans ce chapitre, l'IFN se concentre d'une part sur les propriétaires forestiers et d'autre part sur les personnes en quête de détente. Les propriétaires forestiers décident, dans le cadre des possibilités légales, de la gestion de leurs forêts et de la manière dont ils s'organisent à cet effet. Ils sont donc les acteurs décisifs de la mise en œuvre de la politique forestière 2020 (OFEV 2013), par laquelle la Confédération poursuit la vision d'une forêt gérée durablement et remplissant toutes ses fonctions de manière égale. L'IFN collecte des données relatives aux conditions de propriété et à la taille des entreprises. Quant aux données concernant la capacité de l'économie forestière suisse, elles sont collectées dans le cadre du réseau d'exploitations forestières (OFS 2019) et de la statistique forestière suisse (OFS 2016b). Grâce au libre accès aux forêts ancré dans l'art. 699 du code civil suisse (CCS ; RS 2010), la population a la possibilité d'utiliser la forêt suisse pour diverses activités de loisirs. La forêt est ainsi devenue par le passé un lieu de détente très prisé de tous points de vue. Les attentes de la population à l'égard de la forêt en tant que lieu de détente sont périodiquement évaluées dans le cadre du projet « Monitoring socioculturel des forêts » à l'aide d'enquêtes auprès du public en forêt (cf. p. ex. Hunziker *et al.* 2012). De son côté, l'IFN peut fournir des renseignements sur le type et l'intensité des activités de loisirs en forêt.

7.1 Conditions de propriété et unités d'exploitation

→ **69 % des forêts suisses sont en mains publiques et 31 % appartiennent à des privés.**

→ **14 % de la surface forestière, principalement dans les forêts publiques, sont englobés dans des unités d'exploitation de plus de 3 000 ha ; dans l'IFN3, cela ne concernait que 5 % de la surface forestière.**

→ **Sur 13 % de la surface forestière, en majorité dans la forêt privée, les unités d'exploitation ne dépassent pas 3 ha.**

→ **Les exploitations et la mortalité couvrent 90 % de l'accroissement dans la forêt privée, mais seulement 83 % dans la forêt publique. Les volumes ont légèrement augmenté, pour la première fois un peu moins dans la forêt privée que publique.**

WSL/LFI4

Conditions de propriété

La forêt suisse appartient à un grand nombre de propriétaires, dont environ 246 000 privés et 3400 publics (OFS 2018).

Les conditions de propriété sont relevées dans le cadre de l'enquête de l'IFN auprès des services forestiers pour chaque placette. Cette approche ne fournit pas le nombre de propriétaires, mais la surface forestière par type de propriétaire. Sur l'ensemble de la Suisse, 69 % de la forêt sont en mains publiques (905 600 ha) et 31 % en mains privées (411 000 ha ; tab. **231** et **232**). On constate de grandes différences entre les régions : alors que le Sud des Alpes n'a que relativement peu de forêts privées (18 %), elles sont comparativement nombreuses sur le Plateau avec 41 % et les Préalpes avec 51 %.

La forêt publique appartient principalement à des bourgeoisies (y compris les communes bourgeoises, *patriziati* et *tagwen* ; 33 % de la forêt suisse), des communes politiques (23 %), mais aussi des corporations (8 %), des cantons (forêts domaniales 5 %) et la Confédération (1 %). La forêt privée appartient majoritairement à des propriétaires individuels (y compris les communautés héréditaires et les indivisions). Certaines associations, coopératives ou sociétés anonymes possèdent également de la forêt. Ces deux catégories de propriétaires privés représentent 26 %, respectivement 6 % de la forêt suisse (tab. **231**).

231 **Surface forestière selon la catégorie de propriétaires**

en % par région de production
ensemble analysé : forêt

Catégorie de propriétaires	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
Confédération	0,5	0,2	1,0	0,3	0,9	0,3	0,8	0,2	1,1	0,3	0,8	0,1
canton	7,5	0,8	7,6	0,8	6,1	0,7	2,2	0,3	2,0	0,5	4,6	0,3
commune politique	39,2	1,5	20,6	1,2	10,5	0,9	30,1	1,0	6,8	0,8	23,0	0,5
bourgeoisie	25,9	1,4	24,8	1,3	10,3	0,9	34,6	1,0	70,9	1,4	32,6	0,5
corporation	1,8	0,4	5,4	0,7	21,0	1,2	7,8	0,6	0,9	0,3	7,8	0,3
forêts publiques	**75,0**	**1,4**	**59,4**	**1,4**	**48,8**	**1,5**	**75,4**	**0,9**	**81,7**	**1,2**	**68,8**	**0,6**
propriété individuelle	23,3	1,3	37,6	1,4	42,1	1,4	16,1	0,8	17,1	1,2	25,7	0,5
société	1,7	0,4	3,0	0,5	9,0	0,8	8,5	0,6	1,2	0,4	5,5	0,3
forêts privées	**25,0**	**1,4**	**40,6**	**1,4**	**51,2**	**1,5**	**24,6**	**0,9**	**18,3**	**1,2**	**31,2**	**0,6**
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	



Les grandes entreprises forestières disposent en général d'un centre d'entretien ; Ermatingen TG.



Propriétaires privés rassemblés à l'occasion d'une visite en forêt à Wohlen AG.

Taille des unités d'exploitation

Dans l'IFN, toutes les surfaces forestières soumises à la même gestion sont considérées comme une unité d'exploitation, respectivement une entreprise forestière. Dans la forêt privée, une unité d'exploitation englobe souvent une seule parcelle. Pour déterminer la surface d'une telle unité, on prend en compte l'ensemble des parcelles, qu'il s'agisse de plusieurs parcelles d'un seul propriétaire ou de celles de plusieurs propriétaires qui ont rassemblé leurs parcelles pour les gérer en commun.

14 % de la surface forestière sont gérées par des entreprises avec plus de 3000 ha et 24 % par des entreprises entre 1000 et 3000 ha. 30 % de la surface forestière sont inclus dans des entreprises d'une taille entre 100 et 1000 ha. Le reste de la surface est géré dans des petites (entre 3 et 100 ha ; 19 %), voire très petites unités (≤ à 3 ha ; 13 % ; tab. **233**). En comparaison avec l'IFN3 (Ulmer *et al.* 2010), on relève une proportion accrue de surface forestière gérée par des entreprises d'une taille supérieure à 3000 ha. Cette augmentation est de 9 points, principalement du fait des unités d'exploitation de 100 à 1000 ha. Elle est la plus marquée dans les Alpes, où 24 % de la surface forestière sont désormais gérés par des entreprises de plus de 3000 ha de forêt. C'est une évolution favorable, car l'agrandissement des surfaces des entreprises est une des mesures pour améliorer la capacité et la situation économique des entreprises forestières (cf. p. ex. Bürgi *et al.* 2018).

Comparaison entre forêt publique et forêt privée

La grande différence du nombre de propriétaires entre la forêt publique et la forêt privée se manifeste directement dans la **taille des unités d'exploitation.** 19 % des forêts publiques sont gérés par des entreprises de plus de 3000 ha et 34 % par des entreprises d'une surface comprise entre 1000 et 3000 ha. Seuls 6 % de la forêt publique sont soumis à la gestion d'unités de moins de 100 ha (tab. **234**). Dans la forêt privée, par contraste, 89 % de la forêt sont gérés par des unités de moins de 100 ha (catégorie jusqu'à 3 ha : 42 % ; de 3,1 à 100 ha : 47 %). On trouve cependant aussi dans la forêt privée quelques unités d'exploitation couvrant plus de 3000 ha de forêt, en majorité dans le canton du Valais (non représenté).

La forêt publique et la forêt privée ne se distinguent pas que par la taille des unités d'exploitation, mais aussi par le volume, l'accroissement et l'exploitation. Dans la forêt privée, le **volume** est de 419 m^3/ha,

232 Surface forestière selon la catégorie de propriétaires

en milliers d'ha par région de production
ensemble analysé: forêt

Catégorie de propriétaires	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %	1000 ha	± %
Confédération	1,0	45	2,3	29	2,0	32	3,5	23	2,2	30	11,0	13
canton	15,2	11	17,4	10	14,2	12	10,1	14	3,9	23	60,7	6
commune politique	78,9	4	47,2	6	24,4	9	139,0	3	13,0	12	302,5	2
bourgeoisie	52,0	5	57,1	5	23,8	9	160,0	3	136,2	2	429,0	2
corporation	3,7	23	12,5	12	48,8	6	36,0	7	1,8	33	102,7	4
forêts publiques	**150,8**	**2**	**136,5**	**2**	**113,2**	**3**	**348,4**	**2**	**157,0**	**2**	**905,9**	**1**
propriété individuelle	46,9	6	86,4	4	97,7	4	74,4	5	32,9	7	338,3	2
société	3,4	24	6,9	17	20,9	9	39,2	7	2,3	30	72,7	5
forêts privées	**50,3**	**6**	**93,3**	**4**	**118,7**	**3**	**113,6**	**4**	**35,1**	**7**	**411,0**	**2**
total	**201,1**	**1**	**229,8**	**1**	**231,9**	**1**	**462,0**	**1**	**192,1**	**1**	**1316,9**	**0**

233 Surface forestière selon la taille de l'unité d'exploitation

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Taille de l'unité d'exploitation	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 3 ha	8,0	0,8	23,3	1,2	14,3	1,0	9,6	0,6	15,3	1,1	13,4	0,4
3,1-100 ha	20,0	1,3	24,8	1,3	36,8	1,4	11,6	0,7	4,6	0,7	18,6	0,5
100,1-1000 ha	45,7	1,6	33,9	1,4	28,9	1,3	24,5	0,9	26,8	1,4	30,5	0,6
1000,1-3000 ha	23,8	1,3	12,3	1,0	13,2	1,0	30,1	0,9	36,0	1,5	23,9	0,5
plus de 3000 ha	2,5	0,5	5,6	0,7	6,8	0,7	24,2	0,9	17,2	1,2	13,6	0,4
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

234 **Surface forestière selon les conditions de propriété et la taille de l'unité d'exploitation**

en %
ensemble analysé: forêt

Taille de l'unité d'exploitation	Conditions de propriété					
	forêts publiques		forêts privées		total	
	%	±	%	±	%	±
jusqu'à 3 ha	0,2	0,1	42,4	1,1	13,4	0,4
3,1-100 ha	6,0	0,3	46,5	1,1	18,6	0,5
100,1-1000 ha	40,2	0,7	9,1	0,6	30,5	0,6
1000,1-3000 ha	34,3	0,7	1,1	0,2	23,9	0,5
plus de 3000 ha	19,3	0,6	0,9	0,2	13,6	0,4
total	**100**		**100**		**100**	

235 **Surface forestière, volume, évolution du volume, accroissement, exploitations et mortalité selon les conditions de propriété**

ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante*
resp. forêt accessible commune IFN2/IFN3/IFN4 sans la forêt buissonnante**

		Conditions de propriété					
		forêts publiques		forêts privées		toutes les catégories	
			± %		± %		± %
surface forestière*	1000 ha	810,7	1	391,5	2	1202,2	1
surface forestière*	%	67,4	±0,6	32,6	±0,6	100	
volume absolu*	1000 m^3	257071	1	163841	2	420912	1
volume par ha*	m^3/ha	317,1	1	418,5	2	350,1	1
évolution du volume**	1000 m^3	9042	24	2662	77	11704	22
évolution du volume**	%	3,7	±0,9	1,7	±1,3	2,9	±0,7
accroissement**	1000 m^3/an	6717	2	4100	3	10811	1
accroissement**	m^3/ha/an	8,6	2	10,8	2	9,3	1
exploitations et mortalité**	1000 m^3/an	5582	4	3687	5	9261	3
exploitations et mortalité**	m^3/ha/an	7,2	4	9,7	5	8,0	3
exploitations**	1000 m^3/an	4520	4	3074	6	7587	3
exploitations**	m^3/ha/an	5,8	4	8,1	6	6,5	3

soit environ 100 m^3/ha de plus que dans la forêt publique (tab.**235**). L'**accroissement** est également plus élevé dans la forêt privée (10,8 m^3/ha/an) que dans la forêt publique, où il n'atteint que 8,6 m^3/ha/an. Ces différences tant pour le volume que pour l'accroissement ont déjà été constatées lors des précédents inventaires. Elles s'expliquent entre autres par l'implantation des forêts privées sur des stations plus productives (non représenté). Par exemple, à peine 18% de la forêt privées se trouvent au-dessus de 1400 m d'altitude, contre 32% de forêt publique (non représenté). À cette altitude, non seulement les volumes, mais aussi les accroissements sont plus faibles (non représenté).

Depuis l'IFN3, les **exploitations** ont augmenté en forêt privée, passant de 7,1 à 8,1 m^3/ha/an, alors qu'elles ont diminué en forêt publique, de 6,2 à 5,8 m^3/ha/an. La mortalité se situe dans les deux catégories de propriétaires à environ 15% de l'accroissement, à savoir 1,6 respectivement 1,4 m^3/ha/an. Les exploitations et la mortalité cumulées représentent 90% de l'accroissement dans la forêt privée et 83% dans la forêt publique (tab. **235**). Le volume a ainsi, pour la première fois, augmenté plus fortement dans la forêt publique que dans la forêt privée (tab. **235**), l'augmentation de volume restant comme dans l'IFN3 globalement modeste (Ulmer *et al.* 2010).

7.2 Récréation en forêt

- La Suisse compte en moyenne tout juste 1600 m^2 de forêt par habitant, avec de grandes différences régionales : sur le Plateau, cela représente à peine 400 m^2 par personne alors que dans les Alpes, cette surface atteint environ 6100 m^2.
- Environ 10 % des forêts ont une fonction récréative spécifique ; sur 1,4 % de la surface forestière, cette fonction récréative a priorité sur les autres fonctions de la forêt.
- L'utilisation pour des activités de loisirs n'est pas répartie régulièrement dans la forêt suisse. Sur près de 3 % des placettes, ces activités sont intenses, voire très intenses, alors que sur 30 %, elles sont pratiquement inexistantes.
- Sur presque 1 % des placettes, les activités de loisirs entraînent des perturbations ou des dégâts au peuplement, à la végétation herbacée ou au sol forestier.
- Par comparaison avec l'IFN3, le nombre de placettes sans activités de loisirs a diminué, alors que sur un nombre grandissant de placettes, plusieurs types de loisirs entraînent des utilisations simultanées. Par ailleurs, les installations destinées aux loisirs ont fortement augmenté dans les forêts très fréquentées. En contrepartie, le nombre de placettes enregistrant des impacts très intenses dus aux activités de loisirs a diminué.

WSL/LFI4



L'offre de loisirs en forêt s'est étoffée en de nombreux endroits au cours des dernières années. Parcours d'accrobranche à Scuol GR.

Surface forestière par habitant

Si l'on rapportait la surface forestière de la Suisse à la population, chaque habitant et chaque habitante disposerait de 1600 m^2 de forêt (tab. **236**). Les différences régionales sont toutefois très marquées. Alors que dans les Alpes, chaque personne obtiendrait 6100 m^2, cette surface ne serait plus que de 400 m^2 sur le Plateau densément peuplé. Si l'on ne considère pas la surface forestière totale, mais seulement la surface desservie par des routes forestières et donc facilement accessible pour la population, la surface disponible se réduit à 800 m^2 en moyenne suisse. Dans les Alpes, où la densité de desserte est relativement faible (chap. 2, tab. **044**), la surface forestière par personne diminue nettement plus, passant de 6100 m^2 à 1900 m^2. Sur le Plateau, la surface reste en revanche identique avec 400 m^2 par personne.

Depuis l'IFN3, la surface forestière par personne a légèrement diminué en moyenne suisse. La réduction est cependant très marquée sur le Plateau ; du fait d'une croissance démographique de quelque 1,3 million de personnes, cette surface est passée en 17 ans de 600 à tout juste 400 m^2 par personne (tab. **236** et Ulmer *et al.* 2010). Cette évolution laisse supposer que les personnes

236 **Surface forestière par habitant selon l'accessibilité et la desserte**

en ha par personne et région de production

	Jura ha/personne	Plateau ha/personne	Préalpes ha/personne	Alpes ha/personne	Sud des Alpes ha/personne	Suisse ha/personne
forêt	0,18	0,04	0,34	0,61	0,54	0,16
forêt accessible	0,18	0,04	0,33	0,58	0,50	0,15
forêt accessible sans la forêt buissonnante	0,18	0,04	0,32	0,52	0,44	0,14
forêt desservie[1] sans la forêt buissonnante	0,14	0,04	0,16	0,19	0,09	0,08
forêt bien desservie[2] sans la forêt buissonnante	0,04	0,01	0,04	0,04	0,01	0,02
population[3]	1 118 105	5 500 173	687 289	756 305	356 013	8 417 885

[1] distance à la prochaine route forestière inférieure ou égale à 200 m
[2] distance à la prochaine route forestière inférieure ou égale à 30 m
[3] selon swissBOUNDARIES3D 2018 (swisstopo)

en quête de détente en forêt se « dérangent » mutuellement plus fréquemment aujourd'hui. Dans le cadre de la deuxième enquête « Monitoring socioculturel des forêts » en 2010, 27 % des personnes interrogées ont déclaré qu'elles se sentaient dérangées au moins partiellement par les autres personnes en forêt. Lors de la première enquête en 1997, cette proportion était nettement plus faible (18 % ; Hunziker *et al.* 2012). Lors de cette deuxième enquête, le plus fort dérangement mentionné par les personnes interrogées était causé par les cyclistes et les VVTistes, suivis des chiens (Hunziker *et al.* 2012).

La surface forestière par personne ne fournit qu'une première approche des activités potentielles de loisirs. Depuis l'IFN3, plusieurs critères spécifiques sont relevés pour appréhender réellement les activités de loisirs dans les forêts suisses.

Forêts à fonction récréative

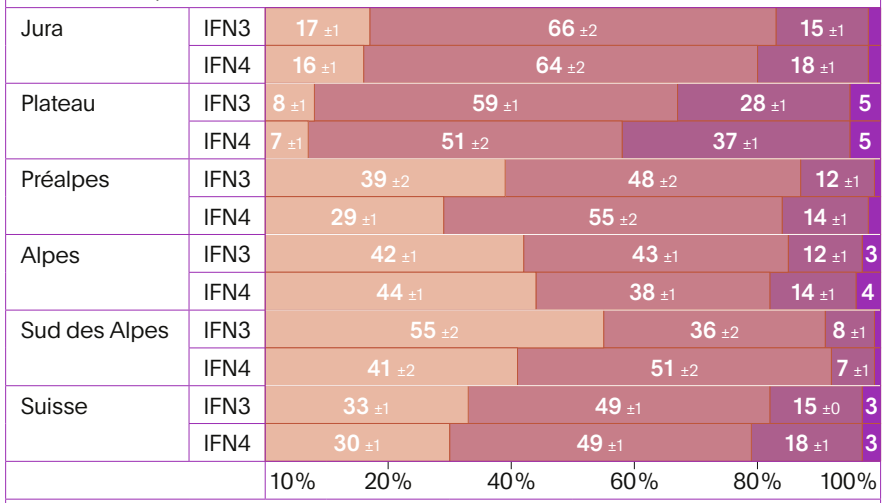
Les fonctions forestières sont relevées dans l'IFN lors de l'enquête auprès des services forestiers. Pour fournir les données relatives, les gardes forestiers se basent sur les documents de planification existants comme les plans de développement forestier. Lorsqu'aucune fonction n'a été attribuée à une placette, la décision est prise de manière raisonnée par le garde forestier.

10 % de la forêt suisse ont une fonction de récréation (chap. 2, tab. **029**), soit la même proportion que lors de l'IFN3 (Cioldi *et al.* 2010). Sur 1,4 % de la surface forestière, la fonction récréative a priorité sur toutes les autres fonctions de la forêt (chap. 2, tab. **030**). Cette proportion est la plus élevée sur le Plateau (2,9 %) et la plus basse dans le Jura et dans les Alpes (0,9 %). Par comparaison avec l'IFN3, la proportion de surface forestière avec fonction récréative prioritaire a diminué d'environ un point, avec une diminution plus marquée dans les Alpes et au Sud des Alpes (non représenté). Cette diminution provient du fait que la Confédération et les cantons ont harmonisé les périmètres des forêts protectrices (Losey et Wehrli 2013), ce qui a élargi les surfaces avec fonction prioritaire de protection contre les dangers naturels (pour le canton des Grisons, cf. Wilhelm *et al.* 2011).

WSL/LFI4

237 **Proportion de placettes selon l'intensité des activités de loisirs**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt selon l'inventaire considéré[2]



[1] moins de 10 personnes par an
[2] sur le réseau de base (réseau de 1,4 km)

Intensité, saisonnalité et types d'activités de loisirs

Les informations relatives à l'intensité, la saisonnalité et le type d'activités de loisirs ont également été relevées auprès des gardes forestiers. Leur estimation se rapporte à une surface de 100 m de rayon autour du centre de chaque placette.

La fréquence des visiteurs permet d'évaluer l'**intensité des activités de loisirs.** Elle est considérée comme forte à très forte si une surface est visitée par plus de 100 personnes par jour, ce qui est le cas pour à peine 3 % des placettes (tab. **238**). Sur 51 % des placettes, cette intensité est au contraire estimée comme faible, voire nulle, avec cependant des différences régionales importantes: sur le Plateau on enregistre 7 % de placettes sans activités de loisirs alors qu'au Sud des Alpes cela concerne 41 % et dans les Alpes 45 % des placettes. Sans surprise, la proportion de placettes avec une intensité d'activités de loisirs forte à très forte est la plus élevée sur le Plateau, avec tout juste 5 %, suivi des Alpes avec à peine 4 %. Depuis l'IFN3, la proportion de placettes sans activités de loisirs a diminué de 3 points (fig. **237**). La diminution était nettement plus forte au Sud des Alpes (–14) et dans les Préalpes (–10 points).

238 **Placettes selon l'intensité des activités de loisirs**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Intensité des activités de loisirs	Fréquentation (personnes/jour)	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
		%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
aucune[1]	–	15,8	1,2	6,7	0,7	29,0	1,3	44,5	1,0	41,3	1,6	30,3	0,5
très faible	moins de 1	27,2	1,4	14,5	1,0	24,7	1,3	16,4	0,8	26,4	1,4	20,6	0,5
faible	1-10	36,7	1,5	37,4	1,4	30,3	1,4	21,9	0,9	25,0	1,4	28,8	0,6
moyenne	11-100	18,3	1,2	36,7	1,4	14,3	1,0	13,7	0,7	6,7	0,8	17,5	0,5
forte	101-500	1,7	0,4	4,3	0,6	1,5	0,4	2,4	0,3	0,6	0,3	2,2	0,2
très forte	plus de 500	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	1,1	0,2	0,0	*	0,5	0,1
total		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

[1] moins de 10 personnes par an
* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable



Les sentiers de randonnée sont une composante importante de l'infrastructure de loisirs; Glarus Nord GL.

Plus de la moitié des placettes d'échantillonnage (57 %) sont utilisées durant toute l'année pour des activités de loisirs. Sur une surface également importante (42 %), les activités se déroulent uniquemet pendant la période de végétation, et seul 1 % des placettes ne se prête à des activités qu'en hiver (tab. **239**). La **saisonnalité des activités de loisirs** varie fortement selon les régions: les activités de loisirs sur toute l'année atteignent leur maximum sur le Plateau (91 %), suivi du Jura avec 75 %. Au Sud des Alpes au contraire, les activités de loisirs se déroulent de préférence durant la période de végétation (84 %). La région de production Alpes enregistre la plus forte de proportion d'activités de loisirs uniquement durant l'hiver, avec 2 %. Depuis l'IFN3 (Ulmer *et al.* 2010), la saisonnalité des activités de loisirs n'a que peu évolué dans l'ensemble de la Suisse et dans les régions de production Plateau, Préalpes et Alpes que pour. Dans le Jura au contraire, la proportion de placettes avec une utilisation durant toute l'année a progressé de 9 points, ce qui peut s'expliquer entre autres par l'augmentation de randonnées en raquettes (tab. **240**).

La randonnée, le vélo et la promenade sont les trois **types d'activités de loisirs** les plus fréquents dans la forêt suisse. Selon les données des gardes forestiers, la randonnée est pratiquée sur 52 % des placettes, le vélo 39 % et la promenade 37 % (tab. **240**). Sur de nombreuses placettes, on enregistre en outre d'autres activités de loisirs comme le jogging, l'équitation ainsi que celles rassemblées pour l'IFN dans la catégorie « autres activités de loisirs ». Cette catégorie, qui englobe aussi la cueillette de champignons ou les courses d'orientation, concerne presque 50 % des placettes. La promenade est le type d'activité de loisirs le plus fréquent sur le Plateau (82 % des placettes), contrairement aux autres régions de la Suisse. Sur le Plateau, une proportion élevée de forêt est aussi uti-

WSL/LFI4

239 **Proportion de placettes selon la saisonnalité des activités de loisirs**

en % par région de production
ensemble analysé: forêt avec activités de loisirs (=69,6 % de la forêt)

Saisonnalité des activités de loisirs	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
toute l'année	74,4	1,5	90,9	0,9	55,1	1,7	36,4	1,3	16,1	1,5	57,0	0,7
période de végétation	25,2	1,5	9,0	0,9	43,9	1,7	61,6	1,3	83,9	1,5	42,2	0,7
hiver (repos de la végétation)	0,4	0,2	0,1	0,1	1,1	0,4	2,0	0,4	0,0	*	0,8	0,1
total	**100**		**100**		**100**		**100**		**100**		**100**	

* calcul de l'erreur d'échantillonnage irréalisable

240 Proportion de placettes selon le type d'activités de loisirs

en % par région de production
ensemble analysé: forêt

Type d'activités de loisirs[1]	Jura		Plateau		Préalpes		Alpes		Sud des Alpes		Suisse	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
aucune[2]	15,8	1,2	6,7	0,7	29,0	1,3	44,5	1,0	41,3	1,6	30,3	0,5
promenade	57,1	1,5	81,8	1,1	29,9	1,3	19,2	0,8	12,3	1,0	36,8	0,5
randonnée	65,8	1,5	59,1	1,4	56,4	1,5	44,7	1,0	42,5	1,6	52,2	0,6
jogging	29,9	1,4	60,2	1,4	15,5	1,1	9,6	0,6	3,5	0,6	21,7	0,5
cyclisme	14,1	1,1	30,2	1,3	8,3	0,8	4,4	0,4	4,0	0,6	11,0	0,4
VTT	56,4	1,6	68,8	1,4	38,1	1,4	26,1	0,9	14,3	1,1	38,6	0,6
ski et snowboard	2,6	0,5	0,3	0,2	7,3	0,8	8,6	0,6	0,8	0,3	4,8	0,3
ski de fond	6,4	0,8	1,9	0,4	0,8	0,3	1,3	0,2	0,1	0,1	1,9	0,2
raquettes	16,4	1,1	4,2	0,6	19,0	1,1	11,2	0,7	2,2	0,5	10,8	0,4
équitation	33,8	1,5	60,8	1,4	10,2	0,9	3,7	0,4	2,1	0,5	19,2	0,4
camping, pique-nique	5,1	0,7	11,8	0,9	3,1	0,5	1,8	0,3	2,9	0,5	4,5	0,2
autres activités de loisirs[3]	56,6	1,6	67,8	1,4	47,8	1,5	34,8	1,0	51,9	1,6	48,7	0,6

[1] plusieurs types d'activités de loisirs peuvent s'exercer sur la même placette
[2] moins de 10 personnes par an
[3] par exemple cueillette de champignons ou courses d'orientation

241 Proportion de placettes selon l'infrastructure de loisirs et l'intensité des activités de loisirs

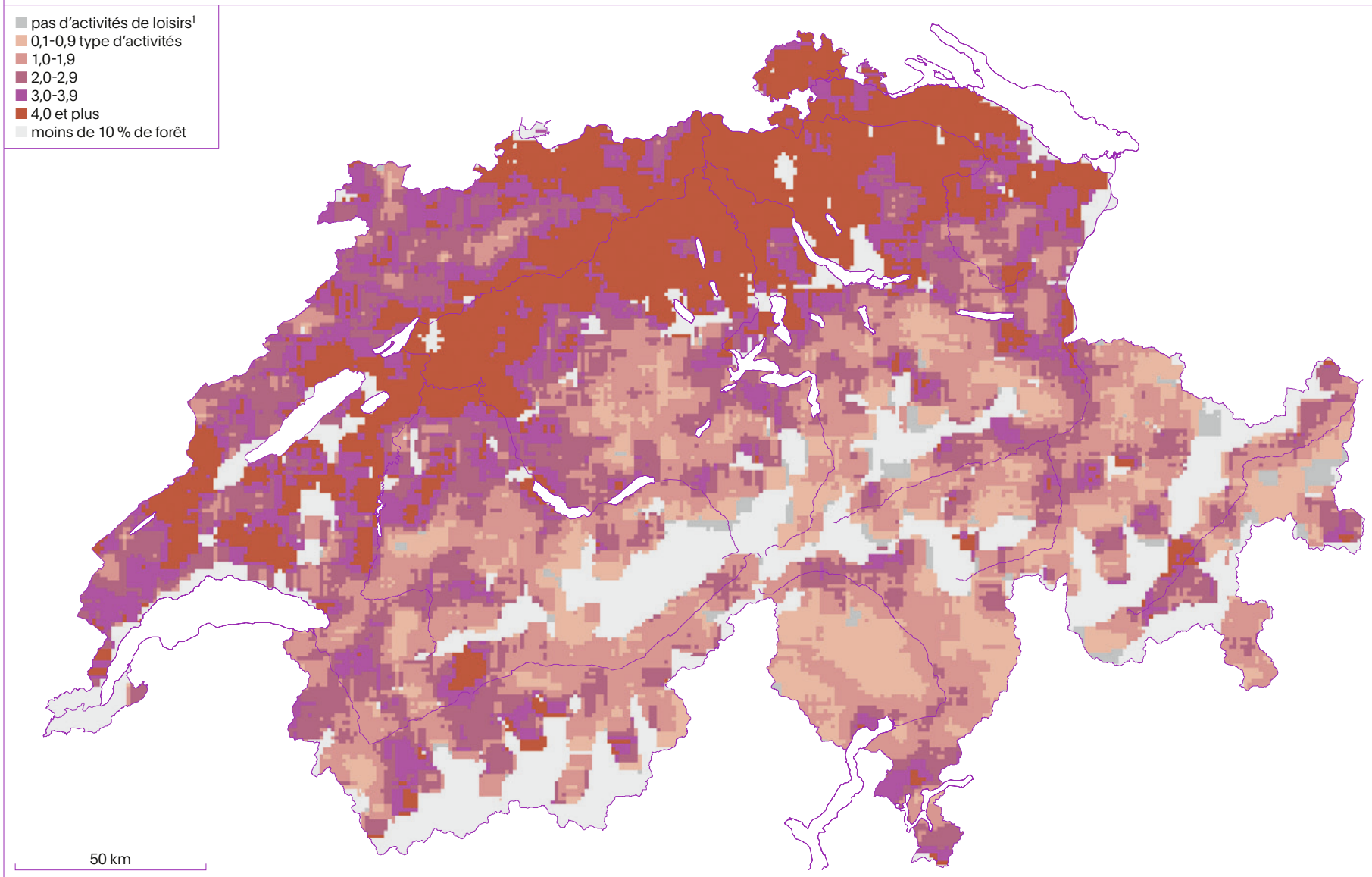
en %
ensemble analysé: forêt accessible sans la forêt buissonnante

Intensité des activités de loisirs	Fréquentation (personnes/jour)	Infrastructures de loisirs						
		aucune		voies d'accès[1]		installations spécifiques[2]		total
		%	±	%	±	%	±	%
aucune[3]	–	94,0	0,6	5,9	0,6	0,1	0,1	100
très faible/faible	jusqu'à 10	62,5	0,9	36,5	0,9	1,0	0,2	100
moyenne	11-100	48,3	1,5	47,3	1,5	4,4	0,6	100
forte/très forte	plus de 100	48,2	3,8	36,3	3,6	15,5	2,7	100
toutes les catégories		**67,7**	**0,6**	**30,5**	**0,6**	**1,8**	**0,2**	**100**

[1] chemins pédestres et de randonnée, pistes cyclables et routes des classes 4 à 6
[2] bancs, foyers, poubelles, pistes finlandaises, parcours Vita, pistes de ski, téléskis, pistes pour VTT, pistes cavalières
[3] moins de 10 personnes par an

242 Nombre de types de loisirs

en %
ensemble analysé : forêt



[1] moins de 10 personnes par an

Pour l'interprétation des cartes avec des moyennes lissées, voir 1.4.

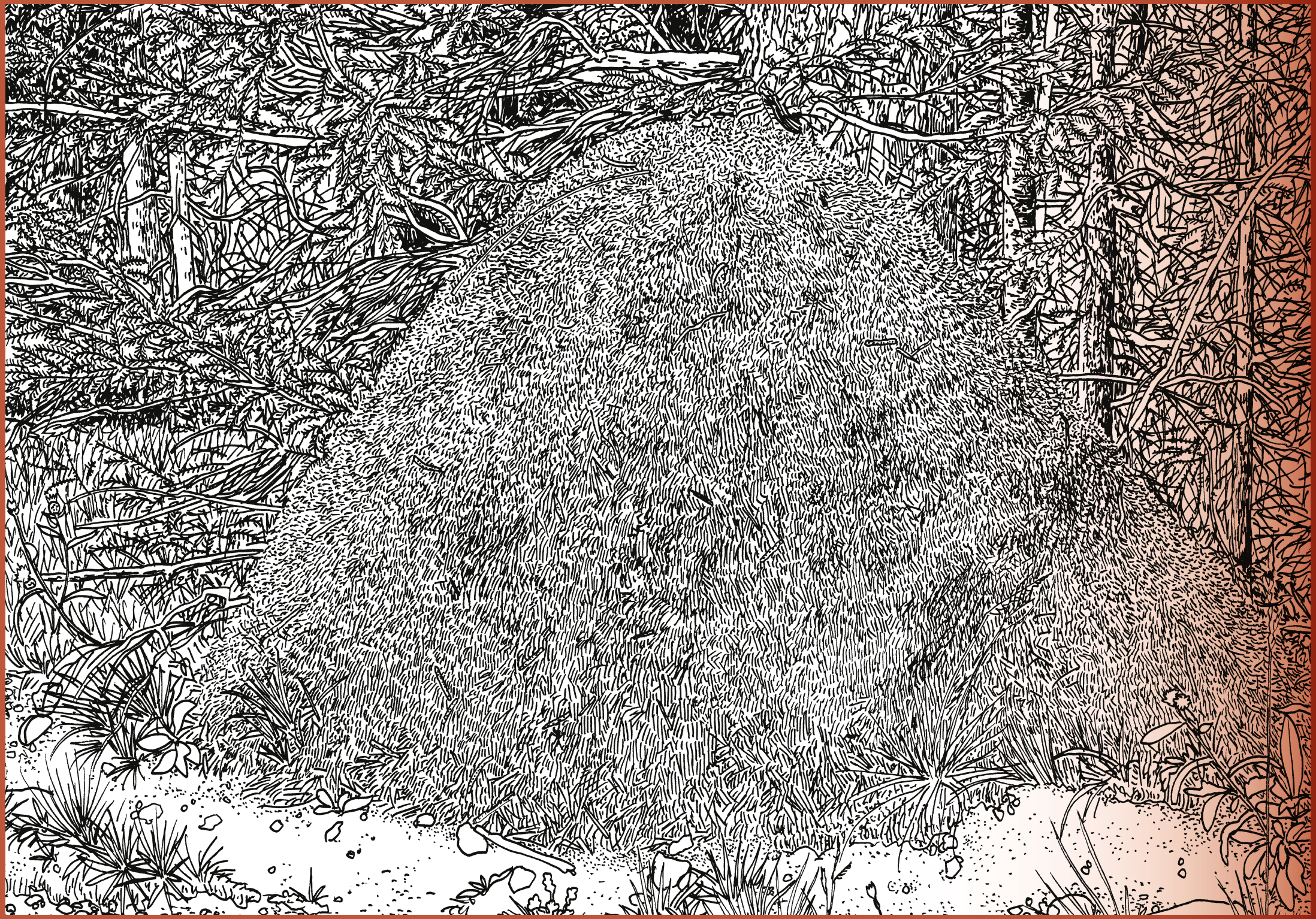
WSL/LFI4

lisée pour pratiquer le cyclisme (69 % des placettes), l'équitation (61 %), le jogging (60 %) et la randonnée (60 %). Parmi les sports hivernaux, la randonnée en raquettes prend de l'importance en Suisse. Elle a fortement progressé, passant de 7 % des placettes dans l'IFN3 (Ulmer *et al.* 2010) à 11 % dans l'IFN4. L'augmentation est particulièrement marquée dans les régions de production Jura (de 8 à 16 % des placettes) et Préalpes (de 11 à 19 %). Et l'augmentation au niveau suisse n'est pas seulement constatée pour les randonnées en raquettes, mais pour pratiquement tous les types de loisirs. Actuellement, on enregistre au moins deux types de loisirs sur 57 % des placettes (fig. **242**). Sur 33 % des placettes, on trouve même au moins quatre activités. Cette proportion est nettement plus élevée dans le Jura et sur le Plateau (51 % et 68%) que dans le reste de la Suisse. Depuis l'IFN3, elle a le plus fortement progressé dans ces deux régions (de 18 points dans le Jura et de 11 points sur le Plateau, non représenté).

Infrastructures de loisirs et contraintes

Les équipes de terrain relèvent dans l'IFN toutes les **infrastructures de loisirs** présentes sur la surface d'interprétation de 50 × 50 m. Il s'agit d'une part des voies d'accès qui se prêtent à une activité de loisirs comme les routes forestières, les sentiers de randonnées ou les pistes cyclables, et d'autre part des installations spécifiques comme les bancs, les foyers, les parcours d'accrobranches et les pistes pour VTT. On trouve des voies d'accès sur 30,5 % des placettes et des installations spécifiques sur 1,8 % (tab. **241**). En comparaison, les installations spécifiques sont dix fois plus nombreuses dans les forêts où l'intensité des activités est forte à très forte (sur 15,5 % des placettes). En revanche, les voies d'accès ne sont que légèrement plus fréquentes (sur 36,3 % des placettes ; tab. **241**). Dans les forêts avec une fonction recréatrice prioritaire, les installations spécifiques sont aussi fréquentes que dans les forêts avec une intensité de loisirs forte à très forte (sur 15,3 % des placettes), les voies d'accès étant toutefois nettement plus fréquentes (sur 49,0 % des placettes ; non représenté). D'importants investissements ont été réalisés dans les infrastructures pour le public au cours des dernières années : dans l'IFN4, on relève la présence d'infrastructures de loisirs sur 1,3 fois plus de placettes que lors de l'IFN3 (non représenté). Ces infrastructures ont été particulièrement érigées dans les forêts où l'intensité de loisirs est forte à très forte. La proportion de placettes avec des installations spécifiques a doublé dans ces forêts, alors que cette proportion est restée inchangées dans les forêts avec une intensité de loisirs moyenne à faible.

Dans l'IFN, on relève les placettes sur lesquelles les activités de loisirs entraînent des dégâts aux arbres (p. ex. bois mis à nu) et à la végétation au sol. Pour l'ensemble de la Suisse, cela représente 0,8 % des placettes (chap. 3, tab. **105**). Cette proportion est deux fois plus élevée sur le Plateau. Par comparaison avec l'IFN3 (1,3 % ; Schwyzer *et al.* 2010), on trouve dans l'IFN4 (0,8 %) moins de surfaces qui montrent des contraintes excessives dues aux activités récréatives, malgré la progression de l'utilisation de la forêt à des fins récréatives.



L'inventaire forestier national constitue un instrument important pour le contrôle de la durabilité en forêt aux niveaux national et international. L'évolution durant la dernière décennie montre que la gestion forestière suisse est devenue encore plus durable dans bien des domaines et se place parmi les plus élevées en comparaison européenne.

8 Bilan de durabilité par l'IFN

Barbara Allgaier Leuch, Meinrad Abegg, Urs-Beat Brändli

Le concept de durabilité remonte à Hans Carl von Carlowitz qui, dans son livre *Sylvicultura Oeconomica* publié en 1713, postulait déjà « une exploitation continuelle, permanente et soutenue » du bois. Cette idée fut ancrée en Suisse dans les législations forestières de 1876 et 1902. Relativement tôt au XXe siècle, le concept de durabilité, traduit en français d'abord par « rendement soutenu », ne se rapportait plus seulement à la production de bois mais était compris de manière plus globale. Lors de la préparation du premier inventaire forestier national, il était déjà prévu d'observer l'évolution de la forêt quant à ses fonctions économiques, écologiques et sociales (Kurt 1967 ; Wullschleger 1982).

En 1987, le concept de durabilité était transféré de la forêt à l'ensemble de l'évolution de la société. La Commission mondiale sur l'environnement et le développement des Nations Unies définissait le développement durable comme un mode de développement qui « s'efforce de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures » (WCED 1987). Cette large acception de la durabilité trouva sa concrétisation dans la déclaration sur les forêts adoptée lors de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio en 1992. Par sa signature, la Suisse s'est engagée au plan international à appliquer une gestion durable des forêts. Les chambres fédérales avaient adopté l'année précédente l'actuelle loi sur les forêts (LFo) qui formulait pour la première fois explicitement le principe d'une gestion forestière garantissant que les forêts puissent remplir durablement et intégralement leurs fonctions. Cette loi confiait aussi à la Confédération et aux cantons la tâche de rendre compte périodiquement sur l'état et l'évolution de la forêt.

Lors de diverses conférences ministérielles pour la protection des forêts en Europe (en anglais Ministerial Conferences on the Protection of Forests in Europe [MCPFE], aujourd'hui Forest Europe), la Suisse s'est engagée à gérer ses forêts de manière durable et à rapporter régulièrement les résultats obtenus. Pour évaluer la durabilité, un panel d'experts a développé les critères et indicateurs paneuropéens (MCPFE 1998) qui ont depuis fait l'objet de deux mises à jour (MCPFE 2002 ; Forest Europe 2015a). Pour être compatible avec le rapport le plus récent sur l'état des forêts en Europe (Forest Europe 2015b), le rapport IFN4 se base encore sur le jeu d'indicateurs de 2002 (MCPFE 2002). Ce jeu est constitué de 35 indicateurs quantitatifs (en plus de 10 indicateurs qualitatifs) qui sont attribués chacun à un des six critères définis (tab. **243**).

Les critères et les indicateurs de Forest Europe sont reconnus aux niveaux international et national. C'est par rapport à eux que s'orientent non seulement l'IFN, le programme d'observation des forêts suisses (cf. Rigling et Schaffer 2015 : 16-19) mais aussi les rapports forestiers nationaux et cantonaux (OFEFP et WSL 2005 ; Rigling et Schaffer 2015 ; OFEFP 2003 ; Rosset *et al.* 2012).

L'IFN est le plus important instrument pour évaluer la durabilité en forêt sur le plan national. Il ne couvre toutefois pas tous les domaines (cf. tab. **243**). Il fournit des informations globales concernant les ressources forestières, la production de bois, la protection contre les dangers naturels et l'adéquation de la forêt en tant qu'habitat pour la faune et la flore (Brändli *et al.* 2007). Pour l'évaluation des fonctions socio-économiques de la forêt, de sa santé et de la biodiversité, d'autres sources d'information sont nécessaires, par exemple la statistique forestière, le monitoring socio-culturel des forêts (WaMos), la recherche à long terme sur les écosystèmes forestiers de la Confédération (LWF) et de divers cantons (IAP) et le monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). La liste des sources d'informations figure dans le rapport forestier 2015 (Rigling et Schaffer 2015).

Le présent chapitre fournit des indications relatives aux indicateurs de Forest Europe (MCPFE 2002), pour autant que l'IFN les relève. Il est important de savoir que pour garder une vue d'ensemble, aussi bien dans cet ouvrage que dans les rapports européens (Forest Europe 2015b), chaque indicateur

n'est attribué qu'à un seul critère (thème) et n'est ainsi en général interprété que dans cette perspective, même si de nombreux indicateurs pourraient être interprétés en relation avec d'autres critères.

Le jeu d'indicateurs de Forest Europe (MCPFE 2002) présente certaines lacunes dans des domaines importants pour la Suisse. C'est pourquoi l'IFN oriente ses indicateurs aussi en fonction des lois nationales, programmes (p. ex. OFEV 2013) et directives (p. ex. Frehner *et al.* 2005). Certains indicateurs sont par ailleurs complétés par des indicateurs spécifiques de l'IFN (p. ex. sous-indicateurs plus détaillés sur les dégâts aux arbres) ou agrégés pour une évaluation globale (p. ex. valeur de biotope). Les éléments suivants ont été retenus pour choisir ces indicateurs supplémentaires : ils doivent fournir des indications pertinentes sur la durabilité, disposer de longues séries de données, se baser sur des données reproductibles, et pouvoir se compléter réciproquement lors de l'analyse. Le tableau **244** indique si un indicateur est un indicateur paneuropéen (MCPFE 2002), un indicateur national supplémentaire, ou un indicateur IFN complémentaire.

Les indicateurs doivent permettre d'évaluer de manière pertinente la durabilité des prestations forestières et de la gestion forestière. Pour la majorité des indicateurs, il n'existe cependant pas de valeurs de référence reconnues permettant de mesurer l'état actuel. Il est par contre relativement facile d'évaluer pour la majorité des indicateurs si la tendance est positive ou négative pour la durabilité. C'est pourquoi ces tendances sont présentées pour tous les indicateurs, pour autant qu'il existe des informations fiables issues des inventaires précédents ; on précise par ailleurs si une augmentation ou une diminution est souhaitable dans l'esprit de la durabilité (tab. **244**). Ceci constitue une évaluation au sens du critère supérieur. L'importance de ces tendances et l'éventuelle nécessité politique d'agir qui en découle n'est pas évaluée ici, car l'interprétation des résultats de l'IFN pour la politique forestière est du ressort de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Un bilan de la durabilité dans la forêt suisse est proposé dans 8.1 sur la base des données de l'IFN et à l'aide des indicateurs relatifs aux six critères de Forest Europe (MCPFE 2002). En premier lieu, chaque critère est expliqué, ensuite les résultats de l'IFN sont évalués sous forme synthétique par critère, puis par indicateur. Pour chaque indicateur, les évolutions sont présentées dans la plus longue série temporelle possible (tab. **244**). Pour certains indicateurs, ces séries remontent jusqu'à l'IFN1, pour d'autres seulement jusqu'à l'IFN3 (tab. **244**), selon le moment où le critère concerné a été introduit. Les valeurs indiquées dans ce rapport peuvent donc légèrement diverger des données présentées dans les chapitres 2 à 7 ainsi que dans les rapports précédents, à cause du choix d'un autre réseau ou d'autres placettes ; les tendances restent cependant identiques. La majorité des indications dans 8.1 se réfèrent à la forêt accessible sans la forêt buissonnante, c'est-à-dire à 91 % de la forêt suisse (chap. 1, tab. **011**).

Dans 8.2, la Suisse est comparée sur la base de différents critères avec les pays voisins, et si les données le permettent, aussi avec l'Europe, composée des pays signataires de Forest Europe, sans la Russie. Cette comparaison est établie à partir du rapport sur l'état des forêts en Europe de 2015 (Forest Europe 2015b) pour les pays européens, et des données de l'IFN4 pour la Suisse.

243 **Indicateurs quantitatifs de Forest Europe (MCPFE 2002) et chapitres correspondants dans le rapport (avec les indicateurs supplémentaires)**

Critères et indicateurs de Forest Europe		Chapitre du rapport		page
Critère 1:				
Conservation et amélioration appropriée des ressources forestières et de leur contribution aux cycles mondiaux du carbone		**2**	**Ressources forestières**	
1.1	Surface forestière	2.1	Surface forestière et fonctions forestières	37
		2.2	Station et desserte	53
1.2	Volume de bois	2.3	Volume, nombre de tiges et essences	70
1.3	Structure par classes d'âge et/ou classes de diamètre	2.4	Types de forêts, structure et répartition des âges	94
1.4	Stock de carbone	2.5	Biomasse et stock de carbone	116
Critère 2:				
Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers		**3**	**Santé et vitalité**	
2.1	Dépôts de polluants atmosphériques		–	
2.2	État des sols	3.1	État des sols	123
2.3	Défoliation	3.2	Dégâts aux arbres	127
2.4	Dégâts aux forêts	3.3	Dégâts aux forêts	138
		3.4	Exploitations forcées	140
		3.5	Stabilité	143
Critère 3:				
Maintien et encouragement des fonctions de production des forêts (bois et non bois)		**4**	**Production de bois**	
3.1	Accroissement et exploitations	4.4	Accroissement, exploitations et mortalité	172
3.2	Bois ronds	4.5	Assortiments de bois ronds et exploitations de bois fort	183
3.3	Produits non ligneux		–	
3.4	Prestations		–	
3.5	Forêts avec planification	4.1	Planification et certification	149
		4.2	Gestion forestière	154
		4.3	Récolte des bois	164

243 (suite)

Critères et indicateurs de Forest Europe		Chapitre du rapport		page
Critère 4:				
Maintien, conservation et amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers		**5**	**Diversité biologique**	
4.1	Mélange d'essences	5.1	Diversité des essences	191
4.2	Régénération	5.3	Régénération	207
4.3	Degré de naturalité	5.6	Caractère naturel et valeur de biotope	225
4.4	Essences introduites	5.4	Essences introduites	212
4.5	Bois mort	5.5	Bois mort	217
4.6	Ressources génétiques		–	
4.7	Organisation du paysage		–	
4.8	Espèces forestières menacées		–	
4.9	Forêts protégées	5.7	Forêts protégées	232
		5.2	Diversité structurelle	196
Critère 5:				
Maintien et amélioration appropriée des fonctions de protection dans la gestion des forêts (notamment sols et eau)		**6**	**Forêt protectrice**	
5.1	Forêts protectrices – sols, eau et autres fonctions écosystémiques	6.1	Protection des eaux potables	241
5.2	Forêts protectrices – infrastructures et ressources naturelles gérées	6.2	Protection contre les dangers naturels	246
Critère 6:				
Maintien d'autres bénéfices et conditions socio-économiques		**7**	**Socio-économie**	
6.1	Entreprises forestières	7.1	Conditions de propriété et unités d'exploitation	267
6.2	Contribution du secteur forestier au produit intérieur brut (PIB)		–	
6.3	Revenu net		–	
6.4	Dépenses pour les prestations		–	
6.5	Main-d'œuvre du secteur forestier		–	
6.6	Sécurité et santé au travail		–	
6.7	Utilisation du bois		–	
6.8	Commerce du bois		–	
6.9	Bois-énergie		–	
6.10	Accessibilité à des fins récréatives	7.2	Récréation en forêt	271
6.11	Valeurs culturelles et spirituelles		–	

244 Tendances des indicateurs pour la durabilité dans la forêt suisse

en %/an
ensemble analysé : ensemble de la forêt ou forêt commune aux inventaires pour lesquels l'indicateur est disponible

Type d'indicateur
A indicateur intenational (MCPFE 2002)
B indicateur national (sur la base des lois nationales, des ordonnances, des politiques ou des directives)
C indicateur IFN

Interprétation
P l'augmentation est interprétée positivement
P* avec la sous-exploitation actuelle, l'augmentation est interprétée positivement
N l'augmentation est interprétée négativement

Tendances
gras valeurs significatives
italiques les valeurs reflètent la tendance IFN2-IFN4
(…) non assuré pour des raisons méthodologiques

Évaluation
● la tendance est évaluée positivement
● pas d'évaluation possible, tendance non significative
● la tendance est évaluée négativement

Critère	Indicateur				Suisse				Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes
	N°	Type	Nom	Interprétation	IFN1-IFN2	IFN2-IFN3	IFN3-IFN4		IFN3-IFN4				
					%/an	%/an	%/an	Tendance	%/an	%/an	%/an	%/an	%/an
1	1.1.1	B	Surface forestière (y c. forêt buissonnante)	P	**0,33**	**0,43**	**0,30**	●	0,05	0,02	**0,24**	**0,62**	**0,27**
	1.1.2	C	Taux de boisement (y c. forêt buissonnante) rapporté à la surface totale	P	**0,33**	**0,43**	**0,30**	●	0,05	0,02	**0,24**	**0,62**	**0,27**
	1.1.3	A	Surface forestière sans la forêt buissonnante	P	**0,33**	**0,39**	**0,28**	●	0,05	0,01	**0,22**	**0,56**	**0,41**
	1.1.4	A	Surface de la forêt buissonnante	P	0,16	**1,03**	**0,61**	●	0,00	0,00	1,57	**1,14**	**–0,75**
	1.2.1	A	Volume de bois (volume des arbres vifs en forêt de l'inventaire considéré)	P	**1,00**	**0,22**	**0,42**	●	0,32	**–0,50**	0,25	**1,11**	**1,63**
	1.3.1	A	Proportion de jeunes peuplements (âge ≤ 60 ans) dans la forêt équienne	P	**–0,26**	**0,16**	**0,62**	●	**0,33**	**0,83**	**1,01**	**0,57**	–0,17
	1.4.1	A	Stock de carbone	P			**0,48**	●	0,33	–0,29	0,28	**1,09**	**1,50**
2	2.2.1	C	Placettes avec pacage intensif et récent	N		**–1,52**	**1,11**	●	**3,76**	1,31	**–2,98**	**3,18**	**–4,26**
	2.2.2	C	Placettes avec dépôts de matériaux non forestiers	N		**–1,79**	–1,30	●	**–3,80**	–0,09	–1,53	–2,67	1,21
	2.2.3	C	Placettes avec une charge récréative intense	N		**12,44**	**–5,51**	●	**–9,25**	**–2,66**	**–5,78**	**–5,77**	49,80
	2.2.4	B	Proportion d'ornières hors des layons de débardage et des pistes à machines	N			**–4,07**	●	–3,58	**–4,19**	–4,57		
	2.3.1	C	Intensité d'abroutissement (de l'année précédente) pour toutes les espèces	N			*(–1,09)*	●	*(–1,32)*	*(–1,71)*	*(–1,44)*	*0,00*	***3,12***
	2.3.2	C	Intensité d'abroutissement (de l'année précédente) pour le sapin	N			***2,93***	●	*(–0,33)*	***4,43***	***4,00***	*3,79*	*(–4,02)*
	2.3.3	C	Arbres sans dégâts visibles	P		**–0,10**	0,01	●	–0,13	**–0,43**	0,13	**0,45**	**–0,27**
	2.3.4	C	Arbres morts	N		**5,09**	**2,32**	●	**3,88**	**1,38**	**0,91**	**2,39**	**3,98**
	2.3.5	C	Arbres morts et fortement endommagés	N		**3,78**	**1,97**	●	**2,65**	**0,80**	**0,73**	**2,02**	**4,04**
	2.3.6	C	Arbres avec dégâts de récolte	N		**–4,74**	**–2,37**	●	**–1,80**	**–4,22**	–0,34	–0,79	–2,34

244 **(suite)**

Critère	Indicateur				Suisse				Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes
	N°	Type	Nom	Interprétation	IFN1-IFN2	IFN2-IFN3	IFN3-IFN4		IFN3-IFN4				
					%/an	%/an	%/an	Tendance	%/an	%/an	%/an	%/an	%/an
2	2.4.1	A	Surface forestière avec des peuplements fortement à très fortement endommagés	N		**4,55**	**0,97**	●	–1,76	**2,82**	–0,55	0,39	**5,28**
	2.4.2	C	Surface forestière avec exploitations forcées	N		0,16	**–6,19**	●	**–4,59**	**–5,99**	**–7,88**	**–6,27**	4,17
	2.4.3	C	Peuplements avec une stabilité critique	N	**1,76**	**–2,09**	–0,88	●	**–8,29**	**–7,30**	0,42	**7,19**	**19,09**
3	3.1.1	A	Accroissement du bois	P		**–0,71**	**1,27**	●	**1,59**	0,14	–0,01	**1,95**	**3,02**
	3.1.2	C	Accroissement par hectare	P		**–0,71**	**1,27**	●	**1,59**	0,14	–0,01	**1,95**	**3,02**
	3.1.3	A	Exploitations	P			0,80	●	0,51	–0,68	0,49	–0,32	**8,25**
	3.1.4	A/C	Ratio des exploitations et de la mortalité par rapport à l'accroissement	P*		**2,79**	**–0,87**	●	–0,92	**–1,15**	–1,15	–0,89	**4,06**
	3.1.5	C	Densité de desserte avec des routes à camions (largeur ≥ 2,5m)	P			**0,06**	●	**0,01**	**0,00**	**0,08**	**0,36**	**–0,10**
	3.1.6	C	Surface forestière avec des interventions sylvicoles dans la dernière décennie	P	**–1,68**	**0,62**	**–0,67**	●	–0,20	**–0,26**	**–1,44**	**–1,36**	0,91
	3.5.1	A	Surface forestière avec une planification forestière cantonale ou locale	P			**3,05**	●	**0,59**	**3,36**	**2,82**	**–0,21**	**48,87**
	3.5.2	C	Surface forestière avec un plan forestier local	P		**–0,63**	**0,45**	●	**0,21**	**0,82**	0,32	–0,16	**5,71**
	3.5.3	B	Surface forestière avec un plan forestier cantonal	P			**8,58**	●	**4,21**	**7,30**	**6,19**	**3,07**	**244,95**
	3.5.4	C	Surface forestière certifiée	P			**1,33**	●	**2,91**	**1,52**	**1,90**	**0,51**	**–11,33**
4	4.1.1	A	Placettes avec plus d'une essence (> 12 cm DHP)	P	**0,33**	**0,16**	**0,19**	●	0,09	0,00	**0,20**	**0,47**	0,19
	4.1.2	A	Surface forestière avec au moins 4 essences dans la strate supérieure	P			**3,55**	●	**4,49**	**3,83**	**3,68**	**2,62**	**1,90**
	4.1.3	C	Lisières avec plus de 10 espèces ligneuses	P		0,19	0,55	●	0,67	0,38	1,00	–1,03	2,50
	4.1.4	C	Indice de densité du peuplement	N	**0,44**	**0,14**	0,03	●	**–0,16**	**–0,57**	–0,06	**0,45**	**0,61**

244 **(suite)**

en %/an
ensemble analysé : ensemble de la forêt ou forêt commune aux inventaires pour lesquels l'indicateur est disponible

Type d'indicateur
A indicateur intenational (MCPFE 2002)
B indicateur national (sur la base des lois nationales, des ordonnances, des politiques ou des directives)
C indicateur IFN

Interprétation
P l'augmentation est interprétée positivement
P* avec la sous-exploitation actuelle, l'augmentation est interprétée positivement
N l'augmentation est interprétée négativement

Tendances
gras valeurs significatives
italiques les valeurs reflètent la tendance IFN2-IFN4
(…) non assuré pour des raisons méthodologiques

Évaluation
● la tendance est évaluée positivement
● pas d'évaluation possible, tendance non significative
● la tendance est évaluée négativement

Critère	Indicateur				Suisse				Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes
	N°	Type	Nom	Interprétation	IFN1-IFN2	IFN2-IFN3	IFN3-IFN4		IFN3-IFN4				
					%/an	%/an	%/an	Tendance	%/an	%/an	%/an	%/an	%/an
4	4.2.1	A	Régénération naturelle pure dans les peuplements de régénération	P		**1,21**	–0,10	●	0,13	**–1,13**	0,43	**0,36**	–0,02
	4.2.2	A	Plantations pures dans les peuplements de régénération	N		**–6,94**	6,76	●	13,09	0,11	17,80	1,55	0,00
	4.2.3	C	Régénération naturelle pure dans les recrûs/fourrés	P	**0,96**	**2,52**	0,13	●	1,01	**–1,88**	1,39	**1,08**	0,87
	4.3.1	C	Surface forestière sans interventions sylvicoles depuis plus de 50 ans	P	**0,48**	**2,41**	**0,96**	●	**5,46**	2,04	0,54	**1,05**	**0,33**
	4.3.2	A	Surface forestière des cultures d'arbres	N	–2,29	0,29	–3,14	●	0,00	–0,71	0,00	**–8,24**	0,00
	4.3.3	B	Surface forestière avec un caractère naturel de la part de résineux (dans l'aire des feuillus)	P	0,38	**0,48**	0,11	●	–0,17	0,48	0,35	0,09	–0,12
	4.3.4	C	Peuplements de gros bois (DHP_{dom} > 50 cm)	P	**2,69**	**1,77**	**0,74**	●	**1,18**	0,13	**0,60**	**0,49**	**2,85**
	4.3.5	B	Nombre de géants (arbres avec DHP > 80 cm)	P	**3,40**	**3,51**	**3,36**	●	1,82	**8,04**	**3,25**	**2,99**	**2,07**
	4.3.6	C	Lisières avec une grande diversité structurelle (sans l'ourlet herbeux)	P		0,16	–0,26	●	–0,28	0,13	–0,35	–0,43	**–1,61**
	4.3.7	C	Surface forestière avec une valeur de biotope moyenne à élevée	P		**0,65**	**0,23**	●	**0,43**	**0,77**	0,12	–0,04	–0,08
	4.4.1	A	Surface forestière dominée par des essences introduites	N	1,37	**2,87**	–0,01	●	–1,01	1,39	0,00	**–6,08**	4,71
	4.5.1	A	Volume de bois mort sur pied et à terre	P		**9,17**	**2,27**	●	**4,66**	**1,62**	0,53	**2,63**	**4,30**
	4.5.2	B	Volume de bois mort sur pied	P	**10,17**	**13,22**	**4,43**	●	**13,94**	**3,92**	**1,30**	**3,96**	**11,03**
	4.9.1	A	Surface forestière avec fonction prioritaire protection de la nature	P			**2,15**	●	0,01	1,47	1,70	**6,67**	–0,45
	4.9.2	C	Surface forestière avec fonction prioritaire protection du paysage ou de la faune	P			**–4,55**	●	**–6,30**	0,93	–2,75	**–4,21**	**–7,13**

244 (suite)

Critère	Indicateur				Suisse				Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes
	N°	Type	Nom	Interprétation	IFN1-IFN2	IFN2-IFN3	IFN3-IFN4		IFN3-IFN4				
					%/an	%/an	%/an	Tendance	%/an	%/an	%/an	%/an	%/an
5	5.1.1	A	Surface forestière dans les zones de protection des eaux souterraines	P	**0,48**	**0,33**	**0,27**	●	0,00	0,00	0,38	**0,98**	0,20
	5.1.3	C	Peuplements purs de résineux dans les zones de protection des eaux souterraines	N	**–0,58**	**–0,54**	**–0,65**	●	–0,36	**–2,48**	**–1,70**	0,00	**–0,53**
	5.2.1	A	Surface forestière dans le périmètre des forêts protectrices	P	**0,27**	**0,23**	0,00	●	–0,07	0,00	**–0,13**	**0,07**	0,00
	5.2.2	B	Forêt protectrice IFN4 avec une densité de peuplement suffisante	P	**0,39**	**0,48**	**0,17**	●	0,15	–0,51	–0,16	**0,22**	**0,68**
	5.2.3	B	Forêt protectrice IFN4 sans trouées critiques (≥ 600 m^2)	P			**0,27**	●	0,30	**0,67**	–0,12	**0,49**	0,20
	5.2.4	C	Forêt protectrice IFN4 avec des peuplements stables et de stabilité amoindrie	P	0,04	**0,49**	**–0,21**	●	**0,50**	**0,44**	0,09	**–0,44**	**–0,53**
	5.2.5	B	Forêt protectrice IFN4 avec plus de 10% de régénération	P	**0,34**	**0,46**	**–1,68**	●	0,34	–0,39	**–0,57**	**–2,07**	**–3,97**
	5.2.6	C	Forêt protectrice IFN4 avec des exploitations forcées au cours de la dernière décennie	N		**–1,27**	**–6,32**	●	**–4,72**	**–4,58**	**–8,16**	**–5,24**	1,56
	5.2.7	C	Forêt protectrice IFN4 avec une distance de transport inférieure à 500 m (distance oblique)	P		**0,25**	**0,11**	●	0,00	**–0,34**	**–0,17**	**0,51**	–0,26
	5.2.8	C	Forêt protectrice IFN4 avec intervention sylvicole au cours de la dernière décennie	P	**–1,81**	**0,48**	**–0,79**	●	–0,49	0,22	**–1,55**	**–0,91**	**2,34**
6	6.1.1	A	Forêts privées	P		0,06	0,08	●	0,04	–0,08	**0,26**	**0,38**	**–0,70**
	6.1.2	A	Surface forestière des unités d'exploitation jusqu'à 3 ha	N			**–1,46**	●	**–2,91**	–0,26	**–1,87**	**–2,16**	**–1,16**
	6.1.3	C	Surface forestière des unités d'exploitation de plus de 3000 ha	P			**22,47**	●	253,81	**21,37**	**3,29**	**81,11**	0,05
	6.10.1	A	Surface forestière avec fonction récréative prioritaire	P			**–4,98**	●	–4,98	–1,83	–1,71	**–7,60**	**–8,04**
	6.10.2	A	Surface forestière par habitant	P		**–0,09**	**–1,42**	●	0,03	**–2,83**	**5,59**	**–0,55**	**–1,20**
	6.10.3	C	Surface forestière desservie par habitant	P		**–0,20**	**–1,66**	●	–0,19	**–2,90**	**5,00**	–0,51	**–1,91**

WSL/LFI4

8.1 Durabilité dans la forêt suisse

La durabilité dans la forêt suisse est évaluée selon les indicateurs de Forest Europe (MCPFE 2002), articulés en six critères (thèmes), pour autant que l'IFN puisse fournir des informations pertinentes pour ces indicateurs. Ces indicateurs paneuropéens sont en partie complétés par des indicateurs suisses nationaux et par ceux de l'IFN. Le bilan qui en ressort est que de nombreux indicateurs évoluent dans la direction souhaitée.

Les ressources forestières (surface forestière, volume de bois, stock de carbone) ont poursuivi leur augmentation entre l'IFN3 et l'IFN4. Sur le Plateau, le volume a encore diminué.

La santé et la vitalité de la forêt montrent des évolutions contraires : la surface forestière avec exploitations forcées a fortement diminué, alors que la surface forestière avec des arbres fortement endommagés ainsi que le nombre d'arbres morts ont encore augmenté. En outre, l'abroutissement de la pousse terminale des sapins par les ongulés sauvages a également augmenté.

L'image de la production de bois est nuancée. L'accroissement a repris après l'effondrement dû aux tempêtes entre l'IFN2 et l'IFN3. Les exploitations sont restées constantes ou en légère progression. Dans les Alpes et au Sud des Alpes, elles ont été nettement inférieures à l'accroissement, et sur le Plateau légèrement supérieures. La surface forestière avec une intervention sylvicole durant la dernière décennie a diminué dans presque toutes les régions de production. La densité de la desserte est restée pratiquement inchangée ; à peine la moitié de la forêt suisse peut être considérée comme bien desservie.

La valeur des forêts pour la biodiversité a progressé dans de nombreux domaines, notamment pour ce qui est de la diversité des essences, le nombre de gros arbres et le volume de bois mort ; les forêts se rajeunissent le plus souvent naturellement.

Il faut signaler des évolutions favorables concernant la protection des eaux potables : la surface forestière augmente dans les zones de protection des eaux souterraines et les peuplements de résineux purs ont diminué dans ces mêmes zones. Dans les forêts protectrices contre les dangers naturels, on enregistre beaucoup moins d'exploitations forcées, alors que les problèmes de régénération et les dégâts de gibier ont nettement augmenté.

La forêt suisse est facilement accessible pour les personnes en quête de détente. Comme la population a augmenté plus fortement que la surface forestière, chaque personne dispose toutefois d'une surface réduite pour les activités récréatives.

Ressources forestières

Critère 1 de Forest Europe

Ce critère est formulé ainsi : « Conservation et amélioration appropriée des ressources forestières et de leur contribution aux cycles globaux du carbone ». Sont considérés la surface forestière, le volume, le stock de carbone et la structure par classe d'âge et/ou classe de diamètre. Pour ce dernier indicateur, l'IFN n'évalue que l'évolution des jeunes peuplements dans la forêt équienne. On constate une évolution positive pour l'ensemble de la Suisse pour tous les indicateurs relatifs au critère « ressources forestières ».



WSL/LFI4

Pour les indicateurs concernant la **surface forestière** (indicateurs 1.1.1 à 1.1.4, tab. **244**), on enregistre des augmentations significatives entre l'IFN3 et l'IFN4, plus faibles cependant que durant la période précédente. Ainsi la surface forestière (indicateur 1.1.1) a progressé de 31 000 ha durant les huit ans entre l'IFN3 et l'IFN4, soit 0,30 % par an, alors que durant les onze ans entre l'IFN2 et l'IFN3, l'augmentation de surface forestière fut de 60 000 ha, soit 0,43 % par an. Depuis l'IFN1, la surface forestière s'est agrandie globalement de 130 000 ha (chap. 2, tab. **021** ; 0,37 %/an). Cette augmentation se concentre pour 60 % dans la région de production Alpes. Sur le Plateau densément peuplé et intensément cultivé, la surface forestière n'a évolué significativement dans aucune période d'inventaire (chap. 2, tab. **021**).

La poursuite de l'extension de la surface forestière a aussi entraîné une augmentation du **taux de boisement** (indicateur 1.1.2), à savoir de la proportion de surface du pays couverte de forêt, qui passe de 31 % dans l'IFN3 à 32 % dans l'IFN4 (chap. 2, tab. **015**).

En ce qui concerne le critère « ressources forestières » et la majorité des fonctions forestières, l'augmentation de la surface forestière est positive, mais elle peut aussi réduire la valeur récréative d'un paysage et diminuer la surface occupée par des biotopes des milieux ouverts.

Le **volume** (indicateur 1.2.1 ; bois de tige en écorce des arbres et arbustes vifs à partir de 12 cm DHP) se chiffre dans la forêt accessible sans la forêt buissonnante à 421 millions de m^3 ou 350 m^3/ha (chap. 2, tab. **055** et **056**). En tenant compte de l'apport des nouvelles surfaces de forêts, cet indicateur a augmenté de 13 millions de m^3 (non représenté) ou 0,42 % par an (tab. **244**). L'augmentation du volume était légèrement inférieure entre l'IFN2 et l'IFN3 avec 0,22 % par an et nettement supérieure entre l'FN1 et l'IFN2 avec 1,00 %. L'évolution présente des variations dans les diverses régions de production, particulièrement depuis l'IFN2 : depuis cet inventaire, les volumes diminuent sur le Plateau, où les conditions de récolte des bois sont favorables, tandis qu'ils restent constants dans les Préalpes et augmentent au Jura, dans les Alpes et particulièrement au Sud des Alpes (tab. **244** et Cioldi *et al.* 2010). Alors que les augmentations de volume étaient jusqu'alors toujours plus marquées dans les forêts privées, elles ont pour la première fois été moins fortes que dans les forêts publiques entre l'IFN3 et l'IFN4 (chap. 2, tab. **060**). Dans la perspective de la durabilité des ressources forestières, une diminution du volume est considérée comme critique alors qu'une augmentation est jugée favorable. Des volumes moyens très élevés peuvent cependant aussi faire ressortir un vieillissement de la forêt au sens économique et menacer une production durable de bois (critère 3).

La **part de jeunes peuplements** de 60 ans au plus (indicateur 1.3.1) ne peut s'évaluer que pour les forêts avec des peuplements équiennes, ce qui représente dans l'IFN4 75 % de la forêt accessible sans la forêt buissonnante (chap. 2, tab. **093**). Alors que la proportion de jeunes peuplements avait diminué entre l'IFN1 et l'IFN2, elle a progressé toujours plus fortement entre l'IFN2 et l'IFN4. Elle représente entre temps presque la valeur idéale de 40 % pour une forêt suisse avec une répartition durable des âges (chap. 2, tab. **096**).

En parallèle à l'augmentation de la surface forestière, du volume de bois et de celui de bois mort, le **stock de carbone** (indicateur 1.4.1) contenu dans les parties aériennes et souterraines des arbres a progressé entre l'IFN3 et l'IFN4. Cette augmentation est de 4 %, une proportion considérée comme favorable du point de vue du cycle du carbone. Le stock de carbone est estimé dans l'IFN4 à 155 millions de tonnes ou 129 tonnes de carbone/ha (chap. 2.5).

Santé et vitalité

Critère 2 de Forest Europe

Ce critère est formulé ainsi : « Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers ». L'IFN fournit les données pour l'indicateur « dégâts aux forêts », pour les atteintes physiques au sol, pour les dégâts aux arbres, et pour les dégâts au peuplement. Les indicateurs « dépôts de polluants atmosphériques », « état (chimique) des sols » et « défoliation » de Forest Europe ne sont pas couverts par l'IFN.

L'évolution des divers indicateurs doit être évaluée de manière différenciée. Les aspects positifs sont la forte diminution de la surface forestière avec exploitations forcées, celle des dégâts de récolte des bois ainsi que celle du nombre de placettes avec une charge récréative intense. Les évolutions négatives pour la santé et la vitalité de la forêt sont la forte augmentation de l'abroutissement des pousses terminales chez le sapin, et l'augmentation des arbres morts et des peuplements fortement à très fortement endommagés. Du point de vue de la biodiversité, il faut cependant considérer l'augmentation des arbres morts comme une évolution positive.



WSL/LFI4

Le nombre de **placettes avec un pacage** intensif et récent (indicateur 2.2.1, tab. **244**) a légèrement augmenté entre l'IFN3 et l'IFN4, alors qu'il avait diminué entre l'IFN2 et l'IFN3. Des traces de pacage intensif sont signalées sur 8 % des placettes dans l'IFN4 (chap. 3, tab. **104**). Contrairement au pacage occasionnel ou moyen, le pacage intensif empêche la régénération de la forêt, cause des dégâts aux racines et n'est donc pas souhaité. Pour le critère « santé de la forêt », l'augmentation constatée est donc négative.

La proportion de **placettes avec des dépôts de matériaux non forestiers** (indicateur 2.2.2), par exemple des déchets de jardin et de construction ou des déchets ménagers, a été en recul entre l'IFN3 et l'IFN4, avec une part actuelle de 1 % (chap. 3, tab. **105**). Ces dépôts sauvages peuvent dégrader le sol et les eaux et contribuer à la propagation de néophytes invasives ; ils sont donc interdits.

Alors que la **proportion de placettes avec une charge récréative intense** (indicateur 2.2.3) avait fortement augmenté entre l'IFN2 et l'IFN3, elle a diminué entre l'IFN3 et l'IFN4 pour se situer actuellement à 1 % (chap. 3, tab. **105**). Sur le Plateau densément peuplé, cette proportion est presque deux fois plus élevée mais a aussi diminué entre l'IFN3 et l'IFN4. Dans les forêts avec une utilisation récréative intense, la diversité en espèces et la régénération naturelle sont influencées négativement. Cette diminution est donc positive, d'autant plus que la forêt est aujourd'hui nettement plus fortement utilisée pour les loisirs et la détente (cf. 7.2).

La proportion de **placettes avec des ornières en dehors des layons de débardage et des pistes à machines** (indicateur 2.2.4) a baissé de 21 % dans l'IFN3 (non représenté) à 14 % dans l'IFN4, ce qui constitue une évolution positive. Le principe de ménager les sols en ne circulant que sur la desserte fine établie de manière systématique, semble commencer à s'imposer.

En raison d'un changement fondamental de méthode, il n'est pas possible de comparer entre l'IFN3 et l'IFN4 l'intensité d'abroutissement, à savoir la proportion de petits arbres mesurant au plus 1,3 m de haut avec une pousse terminale abroutie l'année précédente. La comparaison entre l'IFN2 et l'IFN4 est possible, mais également de manière limitée. En effet, comme l'ont montré Schwyzer et Zinggeler (2000), l'intensité d'abroutissement a été surestimée dans l'IFN2. En conséquence, il faut interpréter avec précaution la diminution de **l'intensité d'abroutissement de toutes les essences** (indicateur 2.3.1) entre l'IFN2 et l'IFN4 (tab. **244**) et plutôt tabler sur une intensité d'abroutissement constante, voire accrue. En tout état de cause, il est clair que l'intensité d'abroutissement a fortement augmenté au Sud des Alpes entre l'IFN2 et l'IFN4. Même si les bourgeons et les pousses constituent une source de nourriture indispensable pour les ongulés sauvages, une augmentation de l'intensité d'abroutissement est globalement plutôt négative. À partir d'un seuil dépendant de l'essence, l'abroutissement persistant a en effet un impact négatif sur la régénération naturelle.

Les ongulés sauvages s'attaquent volontiers au sapin, et cette essence est par ailleurs très sensible à l'abroutissement. **L'intensité d'abroutissement pour le sapin** (indicateur 2.3.2) a clairement augmenté depuis l'IFN2 pour atteindre 21 % dans l'IFN4 (chap. 2, tab. **107**). Cette valeur est nettement supérieure à la limite de 9 % fixée par Eiberle et Zehnder (1985), à partir de laquelle on doit s'attendre à une disparition de cette essence, entraînant un problème pour la sylviculture. La forte intensité de l'abroutissement du sapin est une évolution négative, car il n'est souvent plus possible de rajeunir naturellement cette essence sans mesures de protection coûteuses (et difficiles à réaliser en forêt de montagne). La situation est semblable pour les espèces de chênes, dont la part devrait augmenter pour des motifs liés à la protection de la nature et au changement climatique.

Le nombre de tiges **d'arbres** (vifs) relevés **sans dégâts visibles** (indicateur 2.3.3) avait légèrement diminué entre l'IFN2 et l'IFN3 ; il n'a pas évolué entre l'IFN3 et l'IFN4 et se maintient à 331 tiges/ha (non représenté). En considérant les différentes régions

de production, on constate moins d'arbres sans dégâts visibles sur le Plateau et au Sud des Alpes, mais au contraire un plus grand nombre dans les Alpes. L'évolution négative sur le Plateau et au Sud des Alpes est principalement due à la diminution du nombre de tiges sans dégâts d'épicéas, de pins et de chênes sur le Plateau et de châtaigniers au Sud des Alpes (non représenté).

Les proportions **d'arbres morts** (indicateur 2.3.4) ou **d'arbres morts ou très fortement endommagés** (indicateur 2.3.5) ont constamment augmenté entre l'IFN2 et l'IFN4 et se chiffrent maintenant à 11 %, resp. 13 % (chap. 3, tab. **114**). Ce constat est le reflet d'une même évolution des deux indicateurs, puisque seule la proportion d'arbres morts a augmenté et non celle des arbres très fortement endommagés (chap. 3, fig. **115**). Cela signifie que les arbres morts restent souvent en forêt et ne sont pas exploités, soit en raison de problèmes de capacités et d'effondrement du prix du bois suite à la tempête Lothar, et de plus en plus aussi pour des considérations économiques ou liées à la protection de la nature. La forte proportion d'arbres morts peut s'évaluer de deux manières : pour la production de bois, cette évolution est indésirable car la diminution de quantité récoltée entraîne des baisses de revenus, alors qu'au plan de la biodiversité, l'augmentation du volume de bois mort (indicateur 4.5.1) est souhaitée.

La proportion **d'arbres avec dégâts de récolte** (indicateur 2.3.6) a fortement diminué entre l'IFN2 et l'IFN3 et à nouveau entre l'IFN3 et l'IFN4, particulièrement sur le Plateau, pour atteindre maintenant encore 1,6 % (chap. 3, tab. **113**). C'est une évolution positive qui témoigne du soin apporté au bûcheronnage.

La gravité des dégâts dans un peuplement est calculée comme la moyenne pondérée par la surface terrière de la gravité des dégâts de tous les arbres d'une placette. La proportion de **surface forestière avec des peuplements fortement à très fortement endommagés** (indicateur 2.4.1) a fortement progressé de l'IFN2 à l'IFN3 des suites de la tempête Lothar. Elle n'a ensuite pas diminué mais a continué sa progression pour atteindre 8 % dans l'IFN4 (chap. 3, tab. **116**). Cette évolution est considérée comme négative pour l'indicateur vitalité de la forêt.

La **surface forestière avec exploitations forcées** (indicateur 2.4.2) se situait au même niveau pour les placettes communes de l'IFN2 et l'IFN3. Entre l'IFN3 et l'IFN4, elle a fortement diminué (pratiquement de moitié) pour se chiffrer à 12 900 ha par an (chap. 3, tab. **117**). Les exploitations forcées ne fournissent pas directement des éléments relatifs aux dégâts en forêt, mais peuvent servir d'indicateur, car le bois des arbres touchés par des dégâts en forêt est en grande partie exploité. Sur les surfaces forestières avec exploitations forcées, les interventions ne sont pas le fruit d'une planification. Les exploitations forcées limitent la marge de manœuvre des propriétaires forestiers et réduisent souvent la qualité des produits et prestations de la forêt. Il faut donc considérer comme positive cette forte diminution des surfaces forestière avec exploitations forcées.

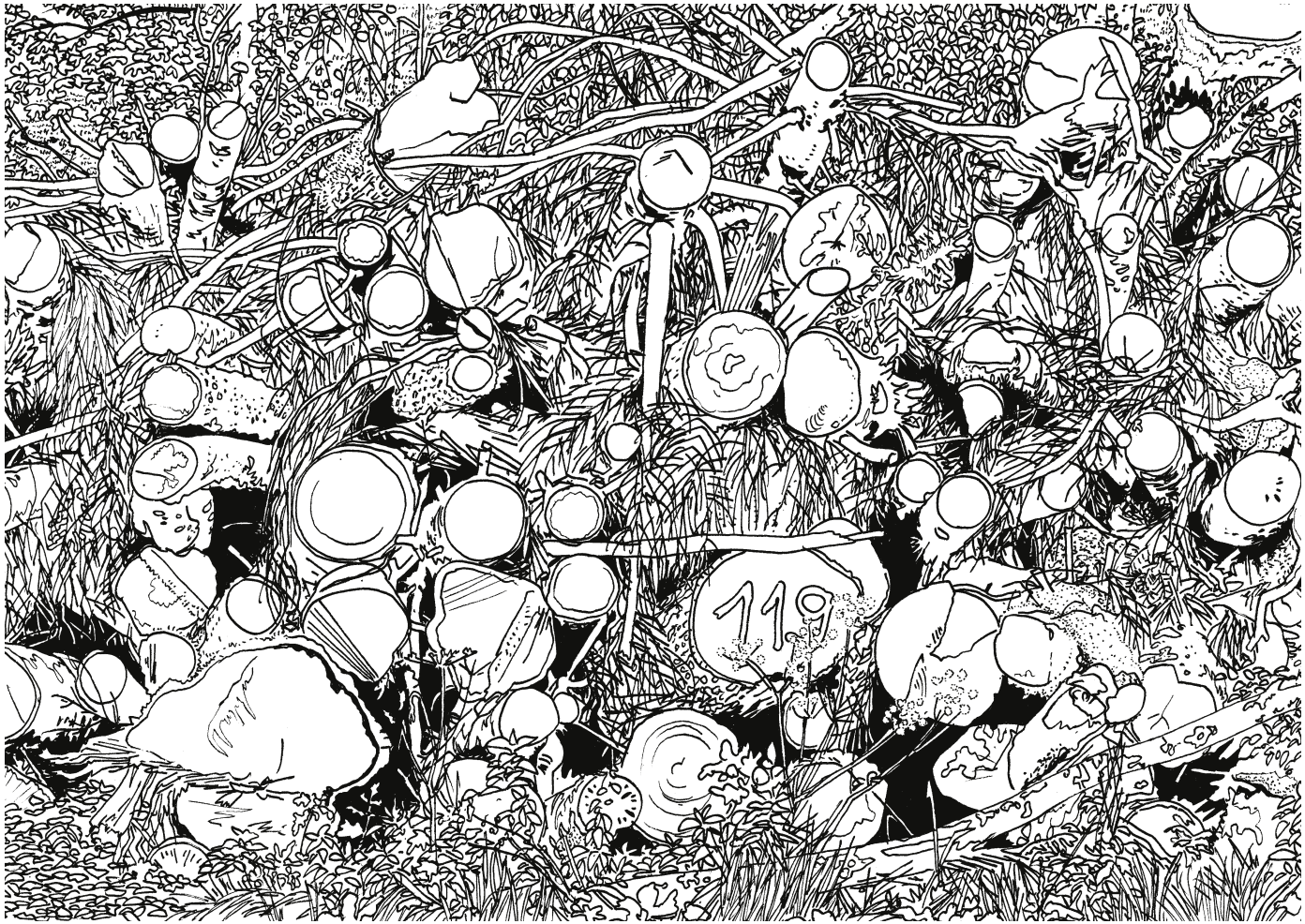
La proportion de **peuplements avec une stabilité critique** (indicateur 2.4.3) a augmenté entre l'IFN1 et l'IFN2, mais a clairement diminué entre l'IFN2 et l'IFN3 pour se situer maintenant à quelque 7 % (chap. 3, tab. **121**). On observe des évolutions différentes selon les régions de production : ces peuplements ont diminué dans le Jura et sur le Plateau, alors qu'ils ont fortement augmenté dans les Alpes et plus particulièrement au Sud des Alpes. L'évolution constatée dans ces deux dernières régions est considérée comme négative, car un plus grand nombre de peuplements avec une stabilité critique augmente le risque d'occurrence de dégâts étendus en forêt.

Production de bois

Critère 3 de Forest Europe

Ce critère est formulé ainsi : « Maintien et encouragement des fonctions de production des forêts » et comprend cinq indicateurs. L'IFN fournit des informations pertinentes pour les indicateurs « accroissement et exploitations » et « forêts avec planification », mais pas en revanche pour les indicateurs « produits non ligneux », « bois ronds » commercialisés et « prestations ».

Pour ce critère aussi, il faut considérer les évolutions de manière différenciée : l'augmentation entre l'IFN3 et l'IFN4 des surfaces forestières dotées de documents de planification cantonale ou locale ainsi que des forêts certifiées est positive. Sont également positifs le rétablissement de l'accroissement qui avait chuté entre l'IFN2 et l'IFN3 suite à la tempête Lothar, ainsi que le maintien à un niveau élevé, voire une tendance à l'augmentation des exploitations. Il faut cependant considérer négativement la diminution de la surface forestière ayant subi une intervention dans la dernière décennie et le fait que les exploitations sont nettement inférieures à l'accroissement dans deux régions sur cinq et légèrement supérieures dans une région. La densité de desserte n'a connu qu'une augmentation minime depuis l'IFN3 et seuls 46 % de la surface forestière suisse restent bien desservis.



WSL/LFI14

L'accroissement est calculé dans l'IFN pour les placettes communes à deux inventaires et présenté comme accroissement brut. Entre l'IFN3 et l'IFN4, cet accroissement est de 10,8 millions de m^3/an (indicateur 3.1.1 ; chap. 4, tab. **146**) ou 9,0 m^3/ha/an (indicateur 3.1.2 ; chap. 4, tab. **147**). Alors qu'il avait diminué entre l'IFN2 et l'IFN3 suite à l'augmentation de la mortalité (tempête Lothar) et aux exploitations (forcées), il a de nouveau augmenté entre l'IFN3 et l'IFN4 (tab. **244**). L'accroissement par hectare se situe ainsi à peu près au niveau enregistré entre l'IFN1 et l'IFN2 (Kaufmann et Brassel 1999). L'augmentation de l'accroissement est positive au plan de la production de bois.

Depuis l'IFN4, l'indicateur 3.1.3 considère exclusivement les exploitations sans la mortalité. Les **exploitations** font référence à la quantité de bois effectivement récoltée, indépendamment du caractère normal ou forcé de ces exploitations. Elles s'élevaient à 7,2 millions de m^3/an dans l'IFN3 (Duc *et al.* 2010b), avec une forte influence des exploitations forcées dues à Lothar. Entre l'IFN3 et l'IFN4, les exploitations ont pu se maintenir et ont même eu tendance à augmenter (à 7,6 millions de m^3/an ; chap. 4, tab. **150**). Cette évolution est à mettre sur le compte des efforts pour mieux prélever le potentiel d'exploitation, cette période n'ayant pas connu de calamités avec des conséquences telles que celles de Lothar.

Le contenu de l'indicateur 3.1.4 ne change pas et considère comme auparavant la **proportion des exploitations et de la mortalité rapportée à l'accroissement.** Cet indicateur permet d'évaluer si la ressource bois est gérée de manière économe. Dans une forêt définie par une structure des âges et un volume idéals, la proportion souhaitée serait de 100 %, car les exploitations et la mortalité seraient alors identiques à l'accroissement. Entre l'IFN1 et l'IFN2, cette proportion était de 73 % ; elle a ensuite augmenté entre l'IFN2 et l'IFN3 à 95 % pour retomber entre l'IFN3 et l'IFN4 à 88 % (chap. 4, tab. **156**). Les différences régionales sont toutefois très grandes. Dans les Alpes, les exploitations et la mortalité ne représentaient entre l'IFN3 et l'IFN4 que 63 % de l'accroissement et même 46 % au Sud des Alpes. Dans le Jura (92 %) et les Préalpes (94 %), l'accroissement a presque été entièrement épuisé. Sur le Plateau, la part des exploitations et de la mortalité est toujours supérieure à l'accroissement (111 %), mais nettement moins qu'entre l'IFN2 et l'IFN3, lorsqu'elle atteignait 123 %. Il n'est pas durable que les exploitations et la mortalité restent longtemps supérieures à l'accroissement. Lors des réflexions sur la production de bois, il faut cependant toujours mesurer les prélèvements à l'aune des objectifs favorables en matière économique. Dans ce sens, on peut même envisager d'augmenter fortement les exploitations durant quelques années, notamment lorsque la forêt devient trop vieille au sens économique ou que des volumes élevés risquent de favoriser les chablis. Il faut cependant considérer toutes les fonctions forestières, y compris celle de stockage de CO_2.

Une desserte suffisante de la forêt est une condition élémentaire pour l'exploitation des bois. La **densité de desserte avec des routes à camions** selon la définition de l'IFN (largeur de chaussée d'au moins 2,5 m, charge par essieu d'au moins 10 t ; indicateur 3.1.5) est de 25,7 m/ha dans l'IFN4 (chap. 2, tab. **044**). Elle est restée pratiquement identique depuis l'IFN3. Si l'on ne considère que les routes carrossables pour des véhicules à 4 essieux avec un poids total de 28 tonnes, la densité de desserte se chiffre actuellement à 21,5 m/ha (chap. 2, tab. **044**). Cette densité n'est cependant pas une caractéristique pertinente pour évaluer la qualité de la desserte. Le degré de desserte, défini en fonction de la distance oblique entre le centre de la placette et la prochaine route forestière, d'une part, et du procédé de récolte utilisé, d'autre part, est mieux adapté. Selon cette caractéristique, seuls 46 % de la forêt suisse sont actuellement bien desservis, un chiffre pouvant varier

de 16 % (Sud des Alpes) à 80 % (Plateau) suivant les régions (chap. 2, fig. **047**).

La **surface forestière avec interventions sylvicoles** au cours de le dernière décennie (indicateur 3.1.6) a fortement diminué entre l'IFN1 et l'IFN2 (de 53 à 44 %) ; elle a ensuite quelque peu augmenté entre l'IFN2 et l'IFN3 pour redescendre dans l'IFN4 au niveau de l'IFN2 (chap. 4, fig. **132**). Pour le critère « production de bois », le recul des surfaces avec interventions sylvicoles est négatif, alors que ce recul est considéré comme positif pour le critère « biodiversité », en raison de l'augmentation des surfaces présentant une évolution naturelle de la forêt.

Il existe au stade de l'IFN4 une **planification forestière cantonale ou locale** en vigueur pour 89 % de la surface forestière, soit sous la forme d'un plan de développement forestier ou d'un plan de gestion ou des deux (indicateur 3.5.1 ; chap. 4, tab. **127**). Cette proportion a augmenté entre l'IFN3 et l'IFN4, ce qui est positif, puisque les documents de planification forestière contribuent à une gestion durable des forêts.

Les propriétaires de forêts publiques étaient autrefois obligés d'élaborer des plans de gestion. L'entrée en vigueur de la Loi sur les forêts en 1993 a donné aux cantons la compétence de déterminer qui doit élaborer une planification. Six cantons ne prévoient pas d'obligation de plans de gestion. Dans les autres cantons, cette obligation est le plus souvent liée à une surface minimale (10 à 50 ha) ou ne concerne pas tous les propriétaires (Gollut et Rosset 2018), ce qui ne permet pas d'atteindre une couverture à 100 % de la Suisse avec des plans de gestion. Alors que la proportion de **surface forestière avec un plan forestier local** (indicateur 3.5.2) avait légèrement diminué entre l'IFN2 et l'IFN3, elle a de nouveau un peu progressé entre l'IFN3 et l'IFN4 pour atteindre 59 % (chap. 4, tab. **125**). Cette évolution est positive depuis l'IFN3.

Les planifications forestières cantonales (plans régionaux de développement, plans directeurs forestiers) sont élaborées en consultation avec la population et sont contraignantes pour les autorités. Les premiers plans de ce type ont été élaborés avant l'IFN2. Entre l'IFN3 et l'IFN4, la **surface forestière avec un plan forestier cantonal** (indicateur 3.5.3 ; y compris les plans directeurs des cantons de Soleure et d'Argovie) a fortement augmenté. Dans l'IFN4, 74 % de la surface forestière sont couverts par un plan forestier cantonal (chap. 4, tab. **123**), ce qui est positif.

La **surface forestière certifiée** (indicateur 3.5.4) a été relevée pour la première fois dans l'IFN3. À travers la certification, le propriétaire forestier s'engage à respecter certains standards de durabilité dans le cadre de sa gestion. La proportion de surface forestière certifiée a augmenté entre l'IFN3 et l'IFN4. Actuellement, ce sont 51 % de la surface forestière qui sont certifiés selon les labels FSC et/ou PEFC (chap. 4, tab. **128**). Ce critère connaît donc une évolution positive, même si en Suisse les standards de certification ne dépassent que de très peu les déterminations légales (p. ex. pour la gestion des forêts).

Diversité biologique

Critère 4 de Forest Europe

Ce critère est formulé ainsi : « Maintien, conservation et amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers » et comprend neuf indicateurs. L'IFN fournit des informations pertinentes pour six indicateurs, mais pas pour les indicateurs « ressources génétiques », « organisation du paysage » et « espèces forestières menacées ».

Comme la diversité biologique recouvre de nombreux aspects, le nombre d'indicateurs est élevé. Pour de nombreux indicateurs, l'état est réjouissant et souvent l'évolution est elle aussi positive. La diversité des espèces a augmenté, les placettes avec une seule essence ont diminué, les gros arbres sont plus nombreux, le volume de bois mort augmente et la surface forestière sans intervention sylvicole depuis plus de 50 ans a aussi poursuivi sa progression.



WSL/LFI4

La proportion de **placettes avec plus d'une essence** (DHP d'au moins 12 cm ; indicateur 4.1.1 ; tab. **244**) a continuellement augmenté entre l'IFN1 et l'IFN4 et se monte actuellement à 71 % (chap. 5, tab. **165**). Cette évolution est positive.

Lorsqu'une essence représente sur la surface d'interprétation au moins 5 % du degré de recouvrement de la strate supérieure, elle est dénombrée dans cette strate. Cette donnée est utilisée pour l'indicateur **surface forestière avec 4 essences au moins dans la strate supérieure** (indicateur 4.1.2). Entre l'IFN3 et l'IFN4, cette proportion a augmenté pour atteindre maintenant 34 % (chap. 5, tab. **163**). Cette évolution est positive.

La proportion de **lisières avec plus de 10 espèces ligneuses** (indicateur 4.1.3) a augmenté continuellement entre l'IFN2 et l'IFN4 pour atteindre désormais 73 % (chap. 5, tab. **167**). L'évolution entre ces deux stades d'inventaires est statistiquement assurée (mais pas entre l'IFN2 et l'IFN3, resp. l'IFN3 et l'IFN4). Cette évolution est positive pour la diversité biologique.

L'indice de densité du peuplement (indicateur 4.1.4) a fortement progressé entre l'IFN1 et l'IFN2. Par la suite, cette progression s'est infléchie et elle ne se chiffre plus qu'à 1 % entre l'IFN3 et l'IFN4 (chap. 5, tab. **171**). En général, l'indice de densité du peuplement entre l'IFN3 et l'IFN4 a augmenté dans les zones supérieures et diminué dans les zones inférieures. Cette évolution persistante sur de grandes surfaces n'est pas souhaitée au plan de la biodiversité, car elle conduit à des forêts toujours plus sombres et ainsi à des habitats monotones peu favorables aux espèces héliophiles et thermophiles.

Les forêts qui se situent dans une phase de régénération sont considérées comme des peuplements de régénération (cf. 5.3). Il s'agit de quelque 20 % de la forêt suisse. La proportion de **peuplements de régénération avec une régénération naturelle pure** (indicateur 4.2.1) a nettement augmenté entre l'IFN2 et l'IFN3. Elle se maintient depuis à un niveau élevé en moyenne suisse avec 92 % (chap. 5, tab. **181**). Sur le Plateau au contraire, cette proportion a régressé entre l'IFN3 et l'IFN4. Du point de vue de la biodiversité et dans l'optique de permettre les processus naturels, la forte proportion de régénération naturelle est positive alors que la diminution de cette proportion sur le Plateau est négative. Si les plantations servent à promouvoir la diversité des espèces, l'adaptation de la composition en espèces aux conditions de stations ou au changement climatique, l'évolution sur le Plateau peut aussi être considérée comme positive.

Les surfaces forestières avec des **plantations pures dans les peuplements de régénération** (indicateur 4.2.2) ont fortement diminué entre l'IFN2 et l'IFN3. Depuis lors, cette proportion est restée presque constante à 2 % (non représenté).

Pour permettre des comparaisons avec l'IFN1, l'IFN a utilisé en plus l'indicateur **« régénération naturelle pure dans les recrûs/fourrés »** (indicateur 4.2.3). Les recrûs/fourrés constituent la part des peuplements de régénération dans lesquels le changement de génération est terminé. La proportion de peuplements de régénération dans les recrûs/fourrés a fortement progressé de l'IFN1 jusqu'à l'IFN3 (de 55 % à 77 % ; chap. 5, tab. **182**). Au plan suisse, cette proportion n'a plus évolué significativement entre l'IFN3 et l'IFN4. En revanche, elle a poursuivi sa progression dans les Alpes, alors qu'elle a diminué sur le Plateau en faveur des recrûs/fourrés mélangés. Globalement, il faut considérer l'état de cet indicateur comme positif.

Les **forêts sans interventions sylvicoles depuis plus de 50 ans** (indicateur 4.3.1) ont continuellement progressé depuis l'IFN1, notamment au Sud des Alpes et dans les zones supérieures. La progression était particulièrement forte entre l'IFN2 et l'IFN3. La proportion de forêts sans interventions sylvicoles depuis plus de 50 ans est de 18 % dans l'IFN4 (chap. 5, tab. **198**). La nature sauvage peut à nouveau se développer dans ces forêts, ce qui est positif sur le plan de la biodiversité.

Les cultures d'arbres exploitées intensément sont extrêmement rares en Suisse, la proportion de **surface forestière des cultures d'arbres** (indicateur 4.3.2 ; tab. **244**) se chiffrant aussi dans l'IFN4 à moins de 0,1 % (cf. 2.4). Une diminution n'est pratiquement plus possible.

La proportion de **surface forestière avec un caractère naturel de la part de résineux dans l'aire des feuillus** (indicateur 4.3.3) a légèrement augmenté entre l'IFN1 et l'IFN3. Elle n'a plus fondamentalement augmenté dans l'IFN4 et se chiffre à 30 % (non représenté). Une augmentation serait positive pour la biodiversité.

Dans les **peuplements de gros bois** (indicateur 4.3.4), les cinq plus gros arbres par placette IFN ont par définition un DHP moyen supérieur à 50 cm. La proportion de ces peuplements a augmenté fortement entre l'IFN1 et l'IFN3 et encore légèrement entre l'IFN3 et l'IFN4 pour atteindre 31 % (chap. 5, tab. **174**). Les gros bois sont importants pour des organismes tributaires de la pérennité des habitats sur de très longues périodes. L'augmentation des peuplements de gros bois est donc saluée positivement au plan de la biodiversité.

Les vieux, gros arbres constituent des habitats importants pour de nombreuses espèces d'animaux et de champignons. Le **nombre de géants,** à savoir les arbres avec un DHP supérieur à 80 cm (indicateur 4.3.5), a plus que doublé depuis l'IFN1 et cela à tous les étages altitudinaux. Dans l'IFN4, il atteint 1,9 tige/ha (chap. 5, tab. **175**). C'est également une tendance positive pour la biodiversité.

La proportion de **lisières avec une grande diversité structurelle** (sans l'ourlet herbeux, indicateur 4.3.6) ne s'est pas modifiée de manière significative entre l'IFN2 et l'IFN4 et se chiffre actuellement à 11 % (chap. 5, fig. **180**). La proportion de lisières avec une faible diversité structurelle a quant à elle continué à baisser, ce qui est une tendance positive.

La proportion de **surface forestière avec une valeur de biotope moyenne à élevée** (indicateur 4.3.7) a nettement augmenté de l'IFN2 à l'IFN4 et atteint maintenant 87 % (chap. 5, tab. **202**), ce qui est positif.

La **surface forestière dominée par des essences introduites** (indicateur 4.4.1) est majoritairement marquée par le douglas, le chêne rouge et le robinier. Cette surface a augmenté de l'IFN1 à l'IFN3, mais n'a ensuite plus évolué de manière significative et se situe dans l'IFN4 toujours en dessous de 0,5 % (chap. 5, tab. **189**).

Le **volume de bois mort sur pied et à terre** à partir de 12 cm DHP (indicateur 4.5.1) a doublé entre l'IFN2 et l'IFN3. Il a poursuivi une progression moins forte entre l'IFN3 et l'IFN4 pour se chiffrer maintenant à 25,7 m^3/ha sur les placettes communes des trois inventaires (chap. 5, tab. **195**), respectivement à 24,2 m^3/ha sur les placettes de l'IFN4 (chap. 5, tab. **190**). Si l'on prend en compte les autres morceaux de bois mort à terre à partir de 7 cm de diamètre, on obtient une quantité de bois mort de 34,3 m^3/ha (cf. 5.5). L'augmentation constante du volume de bois mort est positive au plan de la biodiversité. Le volume de bois mort satisfait aux valeurs minimales visées par la politique forestière 2020 (OFEV 2013) de 20 à 25 m^3/ha dans trois régions sur cinq.

Le **volume de bois mort sur pied** uniquement (indicateur 4.5.2) a augmenté de manière statistiquement assurée de l'IFN1 à l'IFN4, mais un peu moins fortement que le volume de bois mort sur pied et à terre combiné (indicateur 4.5.1). Le volume de bois mort sur pied est de 12,6 m^3/ha dans l'IFN4 (chap. 5, tab. **195**).

La **surface forestière avec fonction prioritaire de protection de la nature** (indicateur 4.9.1) a fait l'objet d'un premier relevé au cours de l'IFN3. Sa proportion a progressé entre l'IFN3 et l'IFN4 à 9,1 % (chap. 2, tab. **030**). La proportion de réserves forestières rapportée à la surface forestière a aussi augmenté et atteint 5,8 % (chap. 5, tab. **206**), ce qui est une évolution positive. L'objectif de 10 % en 2030 (Bolliger *et al.* 2012) convenu en 2001 par les directeurs forestiers cantonaux et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage de l'époque (OFEFP) n'est donc pas encore atteint.

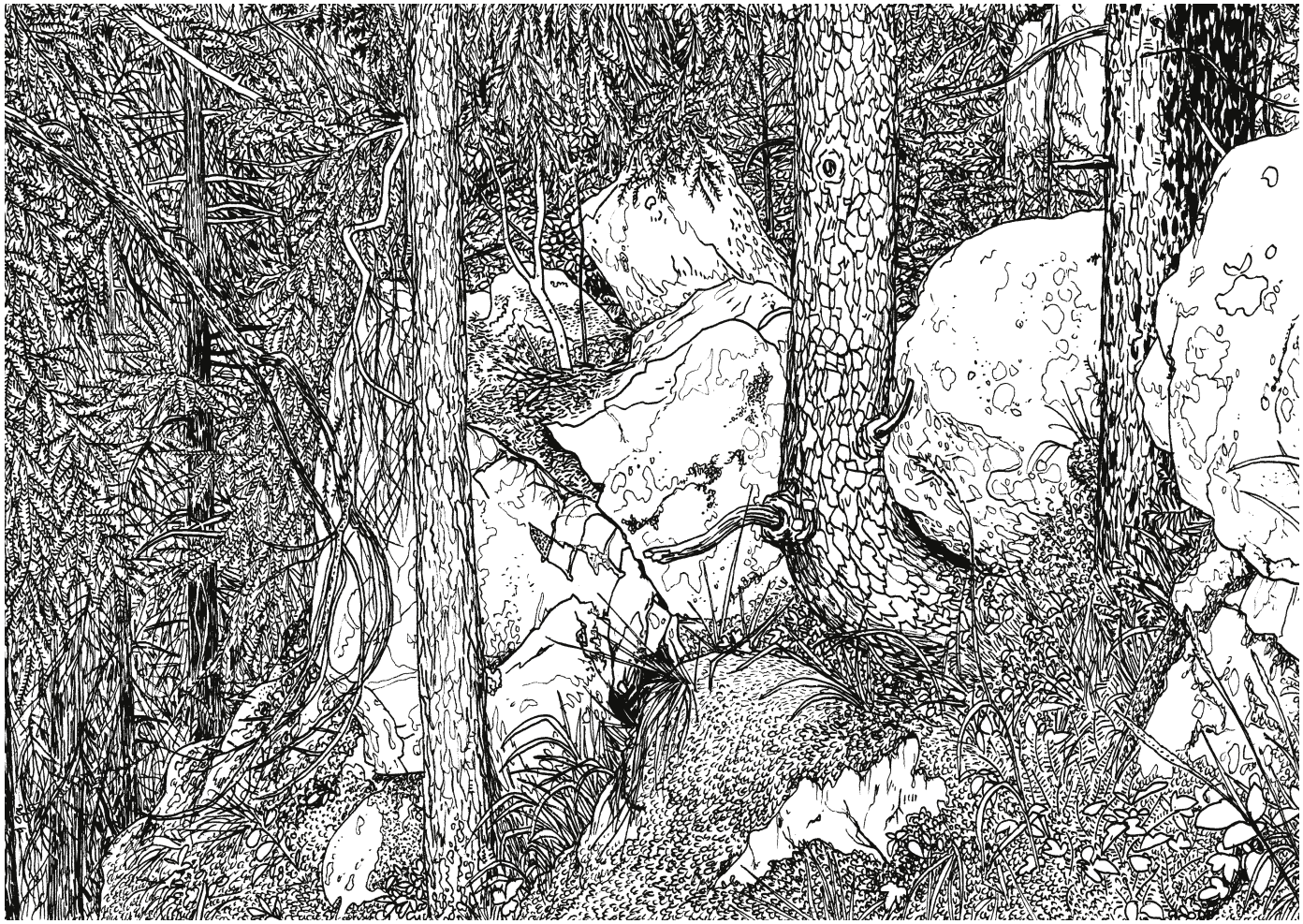
La **surface forestière avec une fonction prioritaire de protection du paysage ou de la faune** (indicateur 4.9.2) a aussi été relevée pour la première fois dans l'IFN3. De l'IFN3 à l'IFN4, sa proportion a diminué de presque un point de pourcentage et atteint 2,5 % (chap. 2, tab. **030**). Cette évolution est considérée comme négative dans l'optique du critère « biodiversité ».

Forêt de protection

Critère 5 de Forest Europe

Ce critère est formulé ainsi : « Maintien et amélioration appropriée des fonctions de protection dans la gestion des forêts ». En Suisse, on n'englobe généralement dans la forêt protectrice que la forêt qui protège la population et les biens matériels contre les dangers naturels ; selon Forest Europe, la forêt protectrice comprend aussi par exemple les forêts qui protègent l'eau potable par leur fonction de filtration. L'IFN fournit des informations pertinentes pour ces deux fonctions de protection.

Les indicateurs concernant la protection de l'eau potable « surface forestière dans les zones de protection des eaux souterraines » et « peuplements purs de résineux dans les zones de protection des eaux souterraines » montrent des améliorations. Pour la protection contre les dangers naturels, le recul marquant de la part de surfaces concernée par les exploitations forcées est un élément positif. En revanche, l'augmentation des surfaces présentant une régénération lacunaire et la légère diminution de la stabilité des peuplements sont considérées comme négatives. Le degré de desserte des forêts protectrices s'est légèrement amélioré, mais il reste dans bien des endroits insuffisants pour une gestion efficiente.



Lorsqu'une forêt se situe dans une zone de protection des eaux souterraines, une attention particulière doit être accordée à cette protection lors de la gestion. Entre l'IFN1 et l'IFN4, la **surface forestière dans les zones de protection des eaux** (indicateur 5.1.1, tab. **244**) a augmenté de 123 600 ha (non représenté) à 137 500 ha (chap. 6, tab. **209**). Cette évolution est positive pour la protection des ressources en eau.

Dans les zones de protection des eaux souterraines, les peuplements purs de résineux sont doublement défavorables. Premièrement, ils retiennent plus de polluants atmosphériques que les peuplements de feuillus, et deuxièmement, ils sont plus sensibles aux perturbations, ce qui augmente le risque d'un apport plus élevé en nitrates dans l'eau potable. Dans ce sens, le fait que la proportion de **peuplements de résineux purs dans les zones de protection des eaux souterraines** (indicateur 5.1.3) ait baissé entre l'IFN1 et l'IFN4 de 40 à 34 % (chap. 6, tab. **211**) peut être considérée comme une amélioration qualitative de forêts de protection de l'eau potable.

La **surface forestière dans le périmètre des forêts protectrices** (indicateur 5.2.1) est déterminée par les périmètres de processus permanents en termes de dommages définis dans le projet SilvaProtect-CH (Losey et Wehrli 2013). Selon cette approche, on relève aujourd'hui 42 % de la surface forestière IFN ou 553 800 ha dans ce périmètre qui forment la forêt protectrice IFN4. Entre l'IFN1 et l'IFN3, la surface forestière dans le périmètre des forêts protectrices a augmenté de 5,4 % au total (non représenté), ce qui est évalué positivement. Cette surface n'a plus évolué depuis.

Dans les forêts de protection contre les chutes de pierres, la surface terrière – mesure de la densité du peuplement – devrait être d'au moins 25 m^2/ha pour une protection suffisante (Gaugelin et Courbaud ; Volkwein *et al.* 2011). La proportion de **forêt protectrice IFN4 avec une densité de peuplement suffisante** (indicateur 5.2.2) a augmenté continuellement de l'IFN1 à l'IFN4 de 57 % à 66 % (chap. 6, fig. **219**). Cette augmentation est certes positive, car la proportion de forêt protectrice IFN4 avec une densité de peuplement critique, voire insuffisante a diminué ; toutefois, des surfaces terrières trop élevées (à partir de 45 m^2/ha environ) remettent en question la pérennité de la régénération de la forêt et ainsi la protection à long terme (cf. indicateur 5.2.5, forêt protectrice IFN4 avec plus de 10 % de régénération).

Depuis l'IFN3, les trouées sont relevées sur les photos aériennes, ce qui permet, avec l'indicateur 5.2.3, de délimiter la **forêt protectrice IFN4 sans trouées critiques** (≥ 600 m^2 ; Frehner *et al.* 2005). Cette proportion a fortement augmenté entre l'IFN3 etl'IFN4 et se situe désormais à 63 % (chap. 6, tab. **218**), ce qui est positif du point de vue de la protection contre les dangers naturels.

La proportion de **forêt protectrice IFN4 avec des peuplements stables et de stabilité amoindrie** (indicateur 5.2.4) a augmenté de l'IFN1 à l'IFN3. Elle a légèrement diminué de l'IFN3 à l'IFN4 et se monte actuellement à 93 % (chap. 6, tab. **221**). La faible diminution depuis le dernier inventaire (environ 2 points de pourcentage ; non représenté) est à évaluer négativement mais prudemment, en raison d'une certaine subjectivité lors de l'appréciation de la stabilité.

Selon la directive Gestion durable des forêts de protection (NaiS ; Frehner *et al.* 2005), un degré de recouvrement de la régénération de 3 à 6 % selon la station constitue un minimum absolu. Dans l'IFN, un degré de recouvrement de la régénération inférieur à 5 % est considéré comme insuffisant, entre 5 et 9 % comme critique et comme suffisant lorsqu'il atteint au moins 10 %. La proportion de **forêt protectrice IFN4 avec plus de 10 % de régénération** (degré de recouvrement, indicateur 5.2.5) a augmenté entre l'IFN1 et l'IFN3. Elle a depuis fortement diminué pour se situer dans l'IFN4 à 57 % seulement (chap. 6, fig. **222**), soit une valeur inférieure à l'IFN1 (non représenté). Cette évolution est négative.

La proportion de **forêt protectrice IFN4 avec des exploitations forcées au cours de la dernière décennie** (indicateur 5.2.6) est passée de 58 % dans l'IFN2 à 45 % dans l'IFN3 et finalement à 29 % dans l'IFN4 (chap. 6, fig. **228**). Les valeurs élevées relevées dans

l'IFN2 et l'IFN3 sont principalement dues aux tempêtes Vivian (1990) et Lothar (1999) qui ont ravagé de nombreuses forêts protectrices. Ce recul est positif.

La distance de transport, la distance oblique jusqu'à la prochaine route est un indicateur pour la desserte forestière et pour déterminer les coûts de l'entretien des forêts, aussi dans la forêt protectrice. La proportion de **forêt protectrice IFN4 avec une distance de transport inférieure à 500 m** à la prochaine route (route à camions selon l'IFN, à savoir chaussée d'au moins 2,50 m de largeur [indicateur 5.2.7]) a augmenté entre l'IFN2 et l'IFN4 pour se situer actuellement à 71 % (non représenté). Cette augmentation est positive pour la fonction de protection, mais de nombreuses forêts protectrices ne sont pas encore suffisamment desservies pour permettre des entretiens efficaces.

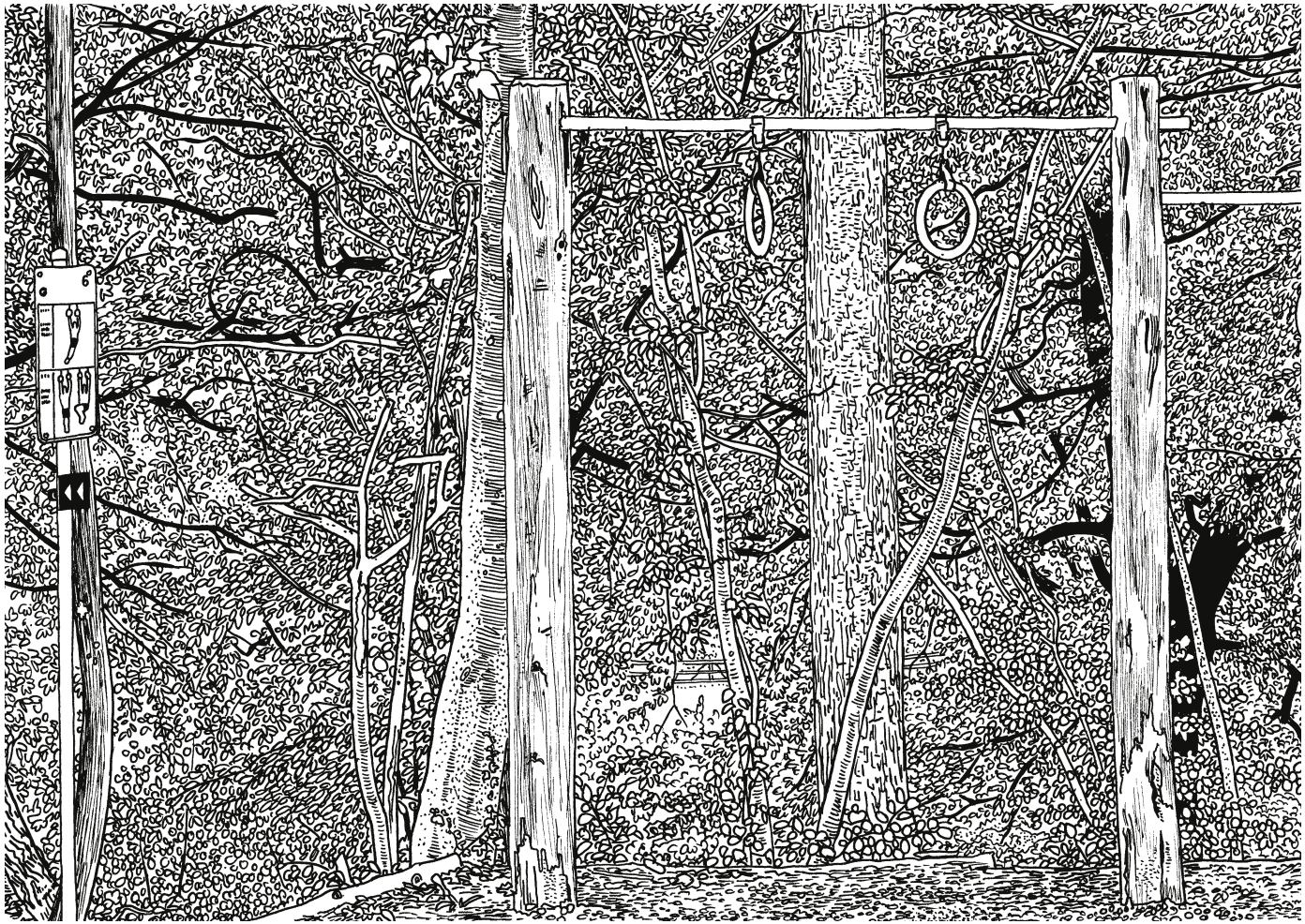
L'entretien des forêts protectrices sert plus particulièrement à promouvoir la stabilité et la régénération permanente. La proportion de **forêt protectrice avec une intervention sylvicole dans la dernière décennie** (indicateur 5.2.8) a fortement diminué entre l'IFN1 et l'IFN2. Elle a ensuite légèrement augmenté entre l'IFN2 et l'IFN3 et a de nouveau diminué entre l'IFN3 et l'IFN4. La proportion actuelle de forêt protectrice avec une intervention sylvicole dans la dernière décennie est de 29 % (chap. 6, tab. **225**). En parallèle, la forêt protectrice IFN4 sans intervention au cours des 50 dernières années augmente fortement depuis l'IFN1 et se monte dans l'IFN4 également à 29 % (chap. 6, tab. **225**). Depuis l'introduction couvrante du projet NaiS en 2008, l'entretien des forêts protectrices vise à garantir durablement l'effet protecteur avec des interventions minimales. Il n'existe pas encore de données consolidées au niveau suisse pour déterminer à quelle fréquence il faut procéder à ces interventions, selon la structure du peuplement et le type de station. Il n'est donc pas possible de calculer quelle proportion de forêt protectrice devrait être entretenue dans les dix ans. Étant donné qu'on ne peut pas déterminer à quelle hauteur placer la barre, on ne peut pas non plus évaluer les évolutions observées pour cet indicateur 5.2.8.

Socio-économie

Critère 6 de Forest Europe

Ce critère 6 de Forest Europe est formulé ainsi : « Maintien d'autres bénéfices et conditions socio-économiques ». L'IFN ne fournit des informations pertinentes que pour deux des onze indicateurs de Forest Europe.

Les unités d'exploitation sont souvent très petites dans la forêt suisse, surtout dans les forêts privées, ce qui est négatif du point de vue de l'économie d'entreprise. La proportion des unités d'exploitation de 3 ha au plus a diminué, et celle des unités d'exploitation couvrant plus de 3000 ha a augmenté. Ces deux évolutions sont évaluées comme étant positives. Pour les personnes en quête de détente, la forêt suisse est facile d'accès. La surface forestière par habitant a toutefois diminué en raison de l'augmentation de la population.



WSL/LFI4

La **forêt privée** (indicateur 6.1.1, tab. **244**) couvre dans l'IFN4 une proportion de surface de 31 % en moyenne (chap. 7, tab. **232**), avec des différences régionales considérables. Cet indicateur ne permet pas d'évaluer la durabilité mais fournit plutôt des informations sur le contexte social.

La **surface forestière des unités de gestion de 3 ha au plus** (indicateur 6.1.2) a été relevée pour la première fois lors de l'IFN3. Sa proportion est passée de 15 % dans l'IFN3 (Ulmer *et al.* 2010) à 13 % dans l'IFN4 (chap. 7, tab. **233**). Ces surfaces de gestion de 3 ha au plus appartiennent à quelque 245 000 propriétaires forestiers (Walker et Artho 2018). Cette multitude d'acteurs est désavantageuse pour la poursuite des objectifs de la politique forestière et pour la capacité de l'économie forestière. La diminution de la proportion occupée par les petites unités d'exploitation est donc positive. Il faut également considérer comme positive l'augmentation durant la même période de 9 points de pourcentage (cf. 7.1) de la **surface forestière des unités d'exploitation de plus de 3000 ha** (indicateur 6.1.3) qui se situe maintenant à 14 % (chap. 7, tab. **233**).

Dans les forêts avec une fonction récréative prioritaire, les autres fonctions de la forêt passent à l'arrière-plan et la gestion (forestière) est orientée vers l'utilisation pour la détente et les loisirs. La **surface de forêt avec une fonction récréative prioritaire** (indicateur 6.10.1) a diminué de moitié entre l'IFN3 et l'IFN4 et ne couvre plus que quelque 18 000 ha (non représenté). Cette diminution était nettement plus forte dans les Alpes et au Sud des Alpes. Ceci s'explique moins par les modifications des habitudes liées à la détente et aux loisirs que par une appréciation différente des fonctions prioritaires, dans le cadre de l'harmonisation de la délimitation des forêts protectrices par les cantons (cf. indicateurs pour la forêt protectrice). Il est donc difficile d'évaluer ce critère en matière de durabilité. Il faut de toute façon admettre que les activités de détente et de loisirs se pratiquent essentiellement dans des forêts proches des agglomérations avec d'autres fonctions prioritaires.

La **surface forestière par habitant** (indicateur 6.10.2) a significativement baissé entre l'IFN2 et l'IFN4 et se monte pour l'ensemble du pays à 0,16 ha (chap. 7, tab. **236**). La diminution provient du fait que la population a augmenté plus rapidement que la surface forestière. Cette diminution est négative du point de vue des personnes en quête de détente.

La majorité des personnes en quête de détente se déplacent en forêt sur les routes forestières. Une bonne desserte est donc une condition préalable pour la pratique des loisirs. Les zones boisées sont considérées comme desservies si elles ne se situent pas à plus de 200 m de la prochaine route forestière. Dans l'IFN4, la **surface forestière desservie par habitant** (indicateur 6.10.3) est de 0,08 ha en moyenne (chap. 7, tab. **236**), soit nettement moins que lors des IFN2 et IFN3. Cette diminution, qui est forte dans les régions urbaines à cause de l'augmentation de la population, est considérée comme négative pour l'utilisation récréative.

8.2 La forêt suisse en comparaison internationale

Ce chapitre présente une comparaison de la durabilité de la gestion forestière en Suisse avec des pays européens, tous alpins, présentant des conditions stationnelles analogues. Il s'appuie sur les indicateurs Forest Europe couverts par l'IFN.

En raison des différences de méthodes, les données des différents pays ne sont que partiellement comparables. Une évaluation qualitative est toutefois possible.

Les ressources forestières ont une évolution semblable dans les pays comparés et en Suisse : la surface forestière, le volume de bois et le stock de carbone ont légèrement augmenté.

Les comparaisons internationales relatives à la santé et à la vitalité ne sont pas possibles pour des questions de méthode. Durant cette période, la proportion de forêts endommagées est restée faible partout.

Les exploitations rapportées à l'accroissement se situent en Suisse à un niveau aussi élevé qu'en Tchéquie et en Allemagne, mais plus bas qu'en Autriche, où l'accroissement est exploité à 94 %.

Les indicateurs relatifs à la diversité biologique des forêts enregistrent en Suisse des valeurs élevées, plus particulièrement pour le volume de bois mort. La proportion de forêts protégées est cependant plus basse en comparaison européenne.

La proportion de forêts qui protègent contre les dangers naturels est élevée en Suisse et dépasse la moyenne européenne.

La Suisse a une part relativement faible de forêts privées. La surface forestière par habitant est plutôt petite et comparable à celle de nos voisins allemands et italiens.

WSL/LFI4

Base de données

Les données comparées proviennent du quatrième rapport sur l'état des forêts en Europe (*State of Europe's Forests*) publié conjointement par Forest Europe, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Institut européen de la forêt (EFI) en 2015 (Forest Europe 2015b). Le rapport présente dans sa partie principale une image globale des pays européens participants sans la Russie. Les nombreux tableaux en annexe énumèrent les données de l'ensemble des 46 pays participants (y compris la Russie et toutes les villes-états). La majorité des données reprises dans ce rapport proviennent de deux questionnaires complétés par les correspondants nationaux. Pour certains pays, les données sont rassemblées par la section Foresterie et bois de la CEE-ONU et de la FAO sur la base du rapport Global Forest Assessment 2015 de la FAO. Les données pour la Russie proviennent du précédent rapport (MCPFE 2011), raison pour laquelle elles n'apparaissent que dans les tableaux en annexe.

Le tableau **245** permet une comparaison des données de l'IFN4 avec l'**Autriche** (AT), la **Tchéquie** (CZ), l'**Allemagne** (DE), la **France** (FR) l'**Italie** (IT), la **Slovénie** (SL) et la **Slovaquie** (SK). Elles sont présentées comme dans les tableaux annexés du rapport de Forest Europe (2015b) pour l'année 2015 (parfois aussi 2010). Ces pays de l'espace alpin ont été choisis pour la comparaison car leurs conditions climatiques et stationnelles sont semblables à celles de la Suisse. Pour l'Autriche, l'Allemagne, la France et l'Italie, les résultats proviennent pour l'essentiel des inventaires nationaux par échantillonnage ; pour la Tchéquie, la Slovaquie et la Slovénie, les résultats sont issus majoritairement, voire exclusivement de banques de données forestières basées sur les peuplements. Les relevés pour ces données ont été réalisés dans les différents pays à des dates différentes.

Comparabilité

De nombreux facteurs limitent la comparabilité des inventaires et doivent être considérés lors de l'interprétation des résultats.

Premièrement, les indicateurs se réfèrent toujours à la surface forestière totale du pays ; il s'agit donc de valeurs moyennes relatives à des stations forestières différentes.

Deuxièmement, les indicateurs sont interprétés différemment dans chaque pays bien qu'ils soient décrits de manière détaillée dans les définitions de référence. Ces différences sont par ailleurs en lien avec la diversité des définitions et méthodes de relevés. L'harmonisation des données d'inventaires nationaux est relativement récente et se base pour l'essentiel sur les contributions volontaires des pays au sein de commissions d'experts. Dans ce cadre, la création en 2003 du European National Forestry Network (ENFIN), un regroupement informel des inventaires nationaux en Europe, joue un rôle important. Les membres de l'ENFIN sont représentés dans le *UNECE/FAO Team of Specialists on monitoring sustainable forest management* et travaillent en permanence à améliorer les indicateurs et leurs définitions. La Suisse s'engage également dans ces deux instances avec des représentants de l'IFN.

Troisièmement, les indicateurs doivent être fournis pour des dates précises. À cet effet, les inventaires existants doivent être interpolés ou extrapolés.

Quatrièmement, les données nationales pour divers indicateurs sont incomplètes. Pour permettre une estimation de la fiabilité des données, le nombre de pays dont sont issues les données est indiqué dans les comparaisons ci-dessous. Pour certains indicateurs, le taux de réponse était si faible qu'on a dû renoncer à présenter une valeur moyenne pour l'Europe.

Malgré ces difficultés, le rapport de Forest Europe (2015b) permet d'évaluer la durabilité de la forêt en Europe et d'identifier les différences régionales de situations et d'évolutions.

Critère 1 : Ressources forestières

Dans les statistiques internationales et pour Forest Europe, on distingue deux formes de forêt : la forêt (forest) et les autres terres boisées (other wooded land, OWL). Par ailleurs, certains indicateurs ne figurent que pour la forêt disponible pour la production de bois (forest available for wood supply, FAWS). Les désignations internationales utilisées sont interprétées ainsi dans l'IFN :

- forêt (forest) = forêt sans la forêt buissonnante
- autres terres boisées (OWL) = forêt buissonnante
- forêt disponible pour la production de bois (FAWS) = forêt accessible sans la forêt buissonnante

L'Europe (sans la Russie) compte 215 millions d'ha de **forêt** et 36 millions d'ha d'**autres terres boisées** (OWL) (données sur les 45 pays, 2015). La proportion de forêt est donc de 33 %, celle des OWL de 6 %. De 2005 à 2015, la **surface forestière** – sans OWL – a augmenté de quelque 6,3 millions d'ha, soit 0,3 % par an. Cette augmentation correspond environ à 1,5 fois la surface de la Suisse. La Suisse se situe assez précisément dans la moyenne européenne pour la proportion de forêt (forêt sans la forêt buissonnante : 30 %, forêt buissonnante 2 %) et l'évolution de la surface forestière (0,3 % par an). Dans les pays comparés, la proportion de forêt est nettement plus élevée qu'en Suisse en Slovénie, Autriche et Slovaquie (tab. **245**). En Allemagne, Autriche, Slovénie et Tchéquie, la surface forestière a moins augmenté qu'en Suisse alors qu'en France et en Italie elle a au contraire augmenté plus fortement.

Le **volume de bois** dans les forêts européennes se chiffre à 35 milliards de m^3 (43 pays, 2015), dont 84 % issus de surfaces disponibles pour l'exploitation. Les deux régions d'Europe centrale (la Suisse appartient à la région centrale de l'ouest de l'Europe) ont des volumes à l'hectare de 237 et 238 m^3/ha. Par comparaison, les volumes au nord de l'Europe (Scandinavie, 116 m^3/ha), du sud-ouest de l'Europe (péninsule ibérique et Italie, 90 m^3/ha) et du sud-est de l'Europe (Balkans et Turquie, 42 m^3/ha) sont nettement plus faibles. Parmi les pays comparés, la Suisse détient le record de volume avec 350 m^3/ha, suivie de la Slovénie (346 m^3/ha) et l'Allemagne (321 m^3/ha ; tab. **245**). Le volume par hectare de forêt a augmenté dans presque tous les pays d'Europe. Le taux d'augmentation annuel se situe en moyenne européenne à 1,3 %. Le taux d'augmentation du volume par ha et par an est le plus fort en Italie, en France et en Slovénie (entre 1,3 et 1,7 %), et le plus faible en Suisse (0,4 %), en Allemagne et en Autriche (chacune 0,5%) détiennent les taux les plus faibles. Ceci est principalement dû au fait que dans ces trois pays, l'accroissement net est en grande partie exploité (cf. critère 3).

La biomasse et ainsi le **stock de carbone** sont pour l'essentiel dérivés du volume total. Pour l'ensemble de la forêt d'Europe, 12,5 milliards de tonnes de carbone sont stockés (43 pays, 2015), dont 80 % dans la biomasse aérienne et 20 % dans la biomasse souterraine (racines). Entre 2005 et 2015, le stock de carbone a augmenté de 167 millions de tonnes en Europe, soit une hausse de 1,5 % par an. En Suisse comme en Autriche, cette hausse est nettement inférieure avec 0,4 %.

Pour évaluer la structure d'âge, la forêt équienne a été divisée en 2015 par Forest Europe en trois classes : **« jeunes peuplements »** (le premier cinquième de la période de révolution), « phase de transition » et « phase de maturité ». On considère ici la proportion

de jeunes peuplements dans la forêt disponible pour la production de bois, pour laquelle seuls trois pays possèdent des données (tab. **245**). Les valeurs se situent entre 8,2 % (Slovénie) et 16,9 % (Tchéquie). En Suisse, la proportion de jeunes peuplements selon la définition de Forest Europe se chiffre à 10 % dans la forêt équienne. Sur le plan national, l'IFN utilise l'indicateur 1.3.1 « proportion de jeunes peuplements (âge ≤ 60 ans) dans la forêt équienne », car cet indicateur se laisse directement comparer avec la valeur idéale du modèle des classes d'âge et que pour l'IFN4, cette proportion optimale de jeunes forêts est déjà presque atteinte.

Critère 2 : Santé et vitalité

Pour l'indicateur « **proportion de forêts avec dégâts** », seuls trois pays ont fourni des données (tab. **245**). En Tchéquie et en Suisse, près de 3 % de la forêt sont touchés par des dégâts d'origine abiotique (tempête, feu, neige, sécheresse) ou biotique (insectes, maladies, ongulés sauvages, êtres humains). En Slovaquie (1,3 %) et en Slovénie (0,1 %), les proportions selon le rapport de Forest Europe (2015b) sont nettement plus faibles.

Critère 3 : Production de bois

La production de bois en Europe est dominée par quelques pays. L'Allemagne, la Finlande et la France montrent nettement le plus fort accroissement annuel (accroissement net). En Allemagne, cela n'est pas seulement dû à la taille de la surface forestière, mais aussi à la productivité des forêts supérieure à la moyenne. Avec l'Irlande et le Danemark, l'Allemagne fait partie des trois pays avec un **accroissement net** supérieur à 10 m^3/ha/an. En Suisse, cet **accroissement** net se situe, comme en Autriche et en Slovaquie, à quelque 7,5 m^3/ha/an (chap. 7, tab. **245**). En France et en Italie, il est beaucoup plus faible, avec 5,3 et 4, 1 m^3/ha/an.

Dans la moyenne des pays européens, 65 % de l'accroissement net sont exploités dans la forêt disponible pour la production de bois (35 pays, année de référence 2010). Le **rapport entre les exploitations et l'accroissement** est nettement plus élevé en Suisse avec 83 %. Parmi les pays comparés, ce rapport est semblable en Allemagne (80 %) et en Tchéquie (85 %). Il est nettement supérieur en Autriche (94 %) et très inférieur en France (47 %), en Italie (39 %) et en Slovénie (37 %).

La **proportion de forêts dotées d'une planification** (plan de gestion, plan de développement forestier, autres bases de planification forestière) se situe en Europe en 2010 à environ 70 % (35 pays). En Autriche, Tchéquie, Slovénie et Slovaquie, 100 % de la surface forestière disposaient en 2010 de bases de planification, contre seulement 45 % en France et 66 % en Allemagne. La Suisse se situe au milieu avec 89 %. En Europe et aussi en Suisse, la proportion de forêts dotées de bases de planification a augmenté au cours de la dernière décennie.

Critère 4 : Diversité biologique

La Suisse se distingue positivement dans la comparaison pour de nombreux indicateurs relatifs à la diversité biologique. Ceci est en partie lié à la pratique, depuis des décennies déjà, d'une sylviculture proche de la nature.

La **proportion de forêts avec au moins 4 essences** dans la strate supérieure atteint 18 % en Europe (33 pays, 2010). En Suisse, cette proportion est nettement plus élevée (34 %). Cinq des sept pays comparés disposent de données pour cet indicateur (tab. **245**). Parmi ces pays, la Slovaquie (35 %) a une proportion de surface forestière avec au moins 4 essences comparable à la Suisse et la Tchéquie même un peu plus (39 %). En Slovénie (24 %), en France (19 %) et plus particulièrement en Autriche (6 %), elle est nettement plus faible. En Autriche on trouve même sur 44 % de la surface forestière des **peuplements purs** (tab. **245**). En Suisse, comme en Slovénie, en Tchéquie et en Slovaquie, cette proportion est de 16 %. En moyenne européenne, les peuplements purs ont diminué entre 1990 et 2010 et les peuplements mélangés ont augmenté, ce qui était aussi le cas en Suisse (cf. chap. 5, Nombre d'essences ligneuses).

La **proportion de régénération naturelle** et la **proportion de plantations par rapport à la surface de régénération** sont de bons indicateurs pour la pratique sylvicole des différents pays. Comparée à ses voisins, la Suisse présente la plus forte proportion de régénération naturelle (95 %; tab. **245**), suivie par l'Autriche (90 %) et l'Allemagne (87 %). En Tchéquie au contraire, plus de 80 % des surfaces de régénération sont des plantations.

La **proportion de cultures d'arbres par rapport à la surface forestière** en Europe est d'environ 9 % (40 pays, 2015). Cette proportion est élevée en Autriche (7 %), en Italie (7 %) et en France (12 %) alors qu'elle est très faible en Suisse comme en Allemagne et en Tchéquie avec moins de 0,1 % (tab. **245**).

La **proportion de surface forestière dominée par des essences introduites** se situe en moyenne européenne à 4,4 % (32 pays, 2015). Elle varie de 0 % (Lettonie, Estonie) jusqu'à presque 70 % (Irlande) dans les divers pays. En Suisse, cette proportion est inférieure à 0,5 % (tab. **245**). Elle est partout supérieure dans les pays comparés: légèrement en Tchéquie (0,9 %), en Autriche (1,2 %) et en Allemagne (1,9 %), et fortement en France (7,5 %). La proportion de surface forestière dominée par des essences introduites n'a pas évolué au cours de la dernière décennie, ni en moyenne européenne, ni en Suisse.

Il existe des données relatives au **volume de bois mort sur pied et à terre** (volume de bois mort) pour 28 des 45 pays (année 2010). La moyenne se situe à 11,5 m^3/ha et la Suisse avec 24,2 m^3/ha de volume de bois mort détient une valeur parmi les plus élevées (tab. **245**). Parmi les pays comparés, la Suisse n'est devancée que par la Slovaquie, qui détient le record absolu en Europe avec 40,6 m^3/ha. Il faut cependant considérer pour ces comparaisons que le volume de bois mort recensé dépend fortement du seuil à partir duquel le bois mort est relevé (Böhl et Brändli 2007) et que ce seuil varie selon les pays. Dans tous les pays comparés avec des données disponibles, le volume de bois mort a augmenté entre 2000 et 2010. Cette augmentation varie entre 0,9 m^3/ha (Italie) et 9,1 m^3/ha (Allemagne). La Suisse se situe au milieu avec son augmentation de 4,0 m^3/ha entre l'IFN3 et l'IFN4.

En Europe, on différencie trois catégories de forêts protégées strictement: 1.1, «pas d'intervention active», 1.2, «interventions minimales» et 1.3 «protection par une gestion dirigée». Les deux premières catégories 1.1 et 1.2 sont regroupées pour ce rapport dans la catégorie «forêts protégées sans interventions sylvicoles», qui comprend en Suisse les réserves forestières naturelles et le parc national. Les réserves forestières spéciales sont rattachées à la catégorie 1.3. Tous les pays ne pratiquent pas de la même manière. L'Allemagne et l'Espagne ont par exemple attribué en partie à la catégorie 1.3 aussi des zones Natura 2000. En Europe (22 pays, année 2015), la proportion de **forêts protégées** globalement (catégories 1.1 à 1.3) se chiffre à 12,2 %, alors qu'en Suisse cette proportion est nettement plus faible (5,8 %; tab. **245**). Parmi les pays comparés, seule la Slovaquie a une proportion encore plus faible (3,6 %). En Italie, cette proportion est la plus élevée (32,8 %), mais plus de la moitié (17,5 %) est rattachée aux forêts sans interventions sylvicoles (catégories 1.1 et 1.2). En Suisse, la proportion de réserves naturelles sans interventions sylvicoles n'est que de 3,7 %; l'Allemagne (1,9 %) et l'Autriche (0,7 %) détiennent une proportion encore plus basse, alors que la France n'a carrément pas de forêts dans les catégories de protection 1.1 et 1.2. Au cours des dernières années, la proportion de forêts protégées a progressé en Europe comme en Suisse.

Critère 5: Forêts de protection

La proportion de forêt et autres terres boisées qui joue un rôle particulier pour la **protection des sols, de l'eau potable et d'autres fonctions écosystémiques** varie selon les données obtenues (27 pays, 2015) entre 0 % (Chypre, Danemark, Grande-Bretagne) et 87 % (Italie) et laisse supposer que les attributions ne se sont pas faites selon les mêmes bases. En Suisse, cet indicateur recense à partir de l'IFN4 exclusivement les forêts qui se situent dans une zone de protection des eaux

en vigueur. La proportion de ces forêts a augmenté depuis l'IFN3 et se situe actuellement à 10 % (tab. **245**). L'évolution européenne ne peut pas être évaluée.

Seuls 23 pays ont pu transmettre des données concernant l'indicateur **« forêts de protection – infrastructures et ressources naturelles gérées »**. Ceux qui ont répondu avaient de la difficulté à différencier la fonction de protection en faveur de la population, des biens réels contre les dangers naturels (indicateur 5.2) et la protection des sols, de l'eau potable et des autres prestations écosystémiques (indicateur 5.1). Par conséquent, l'affirmation selon laquelle seulement 1,5 % des forêts européenne sont censées protéger contre les dangers naturels semble peu fiable. En Suisse, on prend en compte depuis l'IFN4 la forêt selon la définition IFN qui se situe dans le périmètre des forêts de protection selon SilvaProtect-CH (Losey et Wehrli 2013), soit 42 % de la surface forestière (tab. **245**)

Critère 6 : Socio-économie

La **proportion de forêts privées** se situe à tout juste 50 % en Europe et, dans les pays comparés, même en majorité en dessus de 60 % (tab. **245**). En comparaison, la proportion en Suisse est modeste avec 31 %. Si l'on considérait que les forêts publiques sans pouvoir d'imposition (forêts de bourgeoisies et de corporations) sont des forêts privées, comme le pratique la FAO (2015) dans son Global Forest Resources Assessment, la proportion de forêts privées en Suisse serait de 72 % (chap. 7, tab. **231**), soit nettement au-dessus de la moyenne européenne. Dans les pays comparés, seule la Tchéquie (23 %) a une proportion de forêts privées encore plus faible que la Suisse.

En Europe, 82 % des forêts sont accessibles pour des activités récréatives (32 pays, année 2010). Sur la base du libre accès garanti (art. 699 CC), toutes les forêts sont en principe accessibles en Suisse pour des activités récréatives, exception faite de quelques zones protégées, comme le parc national, dans lequel il n'est pas permis de quitter les sentiers balisés. Près de 6 % des forêts en Europe ont une **fonction prioritaire récréative** (25 pays, 2010). Dans les pays comparés, cette proportion est plus faible et se situe, comme pour la Suisse, entre 1 et 2 %.

La **surface forestière par habitant** est de 0,16 ha par habitant en Suisse. Cette valeur est similaire en Allemagne et en Italie et nettement plus élevée dans les pays riches en forêts comme la Slovaquie (0,36 ha), l'Autriche (0,47 ha) et la Slovénie (0,62 ha).

245 Indicateurs de Forest Europe choisis pour la comparaison internationale

Sources: pays voisins: Forest Europe (2015): états pour les années 2015 ou 2010, évolutions pour les périodes 2005-2015 ou 2000-2010
Suisse: états pour l'IFN4, évolutions pour la période IFN3-IFN4

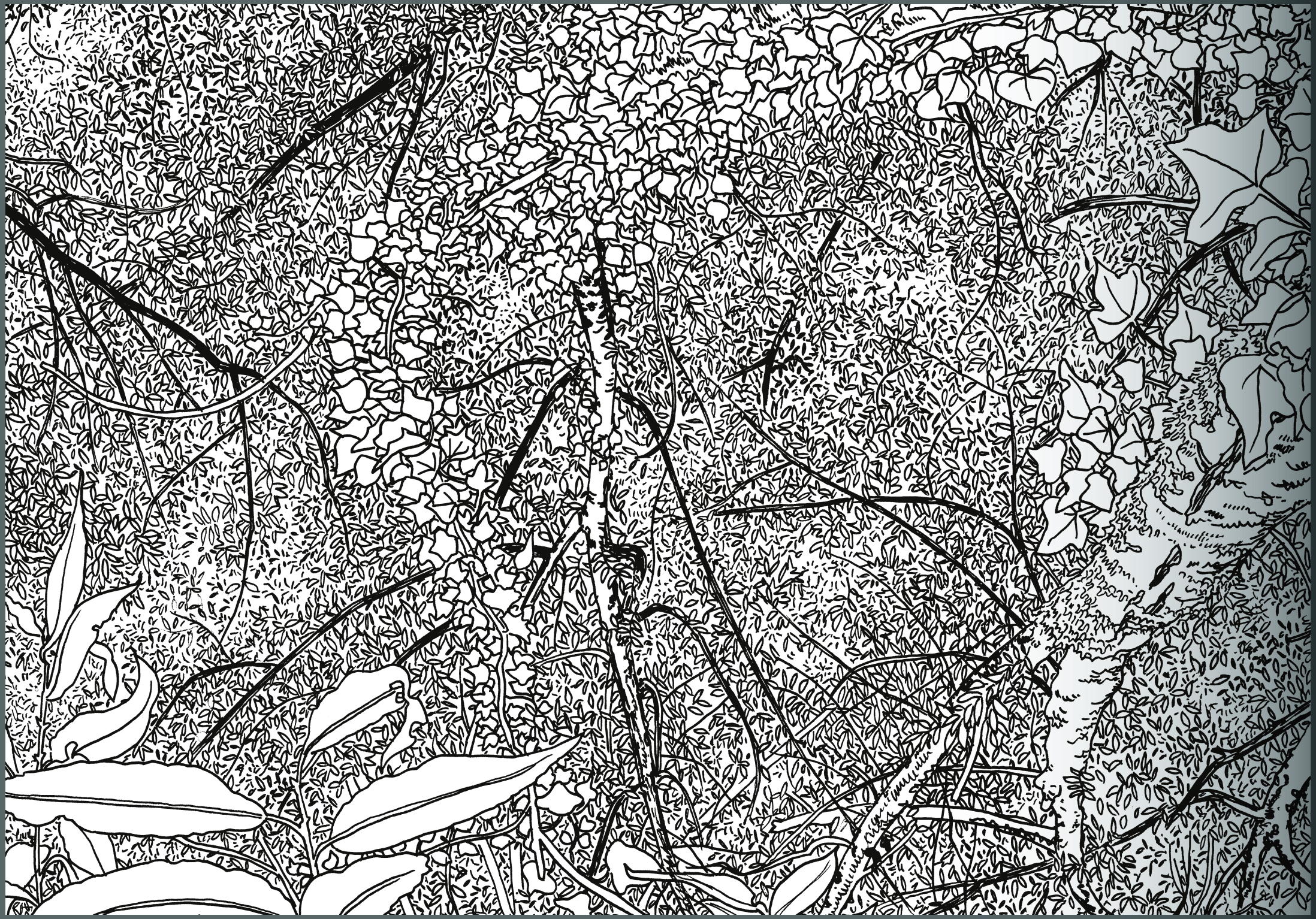
N°	Indicateur (désignation selon Forest Europe)	Unité	Pays							
			Suisse	AT	CZ	DE	FR	IT	SK	SL
	Superficie des terres*	1000 ha	4128	8244	7722	34861	54766	29414	4810	2014
	Population	1000 hab.	8417,9	8473,8	10521,5	80621,8	66028,5	59831,1	5414,1	2060,5
1.1	Forêt et autres terres boisées**									
	Surface	1000 ha	1317	4022	2667	11419	17579	11110	1940	1271
	Proportion de la surface du pays	%	31,9	48,8	34,5	32,8	32,1	37,8	40,3	63,1
	Évolution, taux annuels	%/an	0,3	0,1	0,1	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0
	Forêt**									
	Surface	1000 ha	1245	3869	2667	11419	16989	9297	1940	1248
	Proportion de la surface du pays	%	30,2	46,9	34,5	32,8	31,0	31,6	40,3	62,0
	Évolution	%/an	0,3	0,0	0,1	0,0	0,7	0,6	0,0	0,0
	Autres terres boisées**									
	Surface	1000 ha	72	153	0	0	590	1813	0	23
	Proportion de la surface du pays	%	1,7	1,9	0,0	0,0	1,1	6,2	0,0	1,1
	Évolution, taux annuels	%/an	0,6	2,0	0,0	0,0	–3,3	0,6	0,0	–2,1
	Forêt disponible pour la production de bois**									
	Surface	1000 ha	1202,2	3339,0	2300,8	10888,0	16018,0	8216,5	1785,0	1139,0
	Proportion de la surface du pays	%	29,1	40,5	29,8	31,2	29,2	27,9	37,1	56,6
	Évolution, taux annuels	%/an	0,3	0,0	-0,9	0,0	0,5	0,6	0,2	-0,2
1.2	Volume									
	Absolu	millions m^3	421	1155	791	3663	2860	1385	532	432
	Par hectare	m^3/ha	350	299	297	321	168	149	274	346
	Évolution, taux annuels	%	0,4	0,5	0,7	0,5	1,3	1,7	0,7	1,4
1.3	Jeunes peuplements dans la forêt équienne***	%	10,0	14,1	16,9	n.d.	n.d.	n.d.	8,2	n.d.
1.4	Carbone (dans la biomasse et le bois mort)									
	Stock	millions t	155	398	383	1218	1364	670	234	146
	Évolution, taux annuels	%/an	0,4	0,4	0,8	0,9	1,7	1,8	0,7	1,1
2.4	Proportion de forêts avec dégâts	%	2,4	n.d.	2,8	n.d.	n.d.	n.d.	1,3	0,1

* Suisse: surface nationale y compris les eaux intérieures
** pour une explication des différentes formes de forêts et de leur interprétation dans l'IFN, voir page 306 (Critère 1: Ressources forestières)
*** 20e percentile du temps de révolution
**** sans enforestement/reboisement
pays: AT: Autriche, CZ: Tchéquie, DE: Allemagne, FR: France, IT: Italie, SK: Slovaquie, SL: Slovénie n.d.: non déterminé

245 **(suite)**

N°	Indicateur (désignation selon Forest Europe)	Unité	Pays							
			Suisse	AT	CZ	DE	FR	IT	SK	SL
3.1	Accroissement net									
	Absolu	1000 m^3/an	9136	25136	20463	118590	82871	32543	13465	9165
	Par hectare	m^3/ha/an	7,6	7,5	8,9	10,9	5,3	4,1	7,6	n.d.
	Exploitations									
	Absolu	1000 m^3/an	7587	23511	17436	95171	39172	12755	10427	3401
	Par hectare	m^3/ha/an	6,5	7,0	7,5	8,7	2,5	1,6	5,9	n.d.
	Rapport entre exploitations et accroissement net	%	83	94	85	80	47	39	77	37
3.5	Proportion de forêts avec planification	%	89	100	100	66	45	91	100	100
4.1	Proportion de forêts avec 1 essence (peuplements purs)	%	16,5	43,5	16,5	n.d.	27,4	n.d.	16,6	14,6
	Proportion de forêts avec 4 essences et plus	%	33,8	6,1	39,4	n.d.	19,3	n.d.	35,4	24,1
4.2	Proportion de régénération naturelle par rapport à la surface de régénération****	%	92,8	90,2	18,6	86,5	n.d.	52,6	35,4	75,6
	Proportion de plantations par rapport à la surface de régénération****	%	7,2	9,8	81,4	13,5	n.d.	47,4	64,6	24,4
4.3	Proportion de cultures d'arbres	%	0,1	7,2	0,0	0,0	11,6	6,9	1,0	2,7
4.4	Proportion de surface forestière dominée par des essences introduites	%	0,5	1,2	0,9	1,9	7,5	3,7	2,9	n.d.
4.5	Volume de bois mort (sur pied et à terre)									
	État	m^3/ha	24,2	20,3	11,6	20,6	n.d.	9,2	40,6	19,8
	Évolution	m^3/ha/an	0,5	0,7	n.d.	0,9	n.d.	0,1	n.d.	0,5
4.9	Forêts protégées									
	Proportion des catégories 1.1 et 1.2 (en CH, réserves forestières naturelles)	%	3,1	0,7	4,9	1,9	0,0	17,5	3,6	8,5
	Proportion de la catégorie 1.3 (en CH, réserves forestières spéciales)	%	2,7	11,7	1,2	27,0	n.d.	15,3	0,0	6,1
	Total	%	5,8	12,5	6,1	29,0	n.d.	32,8	3,6	14,6
5.1	Proportion de forêt protectrice – sols, eau et autres fonctions écosystémiques (en CH, zones de protection des eaux)	%	10,4	20,7	10,4	48,2	n.d.	83,6	18,1	n.d.
5.2	Proportion de forêt protectrice – infrastructures et ressources naturelles gérées (en CH, forêt IFN4 dans le périmètre SilvaProtect-CH)	%	42,1	9,6	11,7	n.d.	n.d.	0,5	0,2	n.d.
6.1	Proportion de forêts privées	%	31,2	65,5	23,4	48,0	75,3	66,4	40,5	74,7
6.10	Proportion de forêts avec fonction récréative prioritaire	%	1,4	1,1	1,1	2,0	n.d.	n.d.	1,3	2,2
	Surface forestière par habitant	ha	0,16	0,47	0,25	0,14	0,27	0,19	0,36	0,62

WSL/LFI4



9 Annexes

Barbara Allgaier Leuch, Urs-Beat Brändli,
Sandra Gurzeler, Simon Speich

9.1 Bibliographie

Allgaier Leuch, B.; Streit, K.; Brang, P., 2017: Sylviculture proche de la nature sous le signe des changements climatiques. Not. prat. 59.1. 8 p.

Altwegg J.; Schoop A.; Hofer P., 2010: Klären von Differenzen zwischen Holznutzungsmengen nach Forststatistik und nach LFI. Technischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Zürich, GEO-Partner AG. 82 p.

Badoux, E., 1983: Ertragstafeln. Tables de production. Buche. Hêtre (3e ed.). Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen.

BAFU (Bundesamt für Umwelt), 2013: Geodatensatz zu Grundwasserschutzzonen, Stand April 2013. Bern, Bundesamt für Umwelt. Non publié.

Bässler, C.; Müller, J., 2010: Importance of natural disturbance for recovery of the rare polypore Antrodiella citrinella Niemelä & Ryvarden. Fungal Biol. 114: 129-133.

Bättig, C.; Bächtiger, C.; Bernasconi, A.; Brändli, U.-B.; Brassel, P., 2002: Landesforstinventar. Wirkungsanalyse zu LFI1 und 2 und Bedarfsanalyse für das LFI3. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Umweltmaterialien Nr. 143. 89 p.

Bauerhansl, C.; Berger, F.; Dorren, L.; Duc, P.; Ginzler, C.; Kleemayr, K.; Koch, V.; Koukal, T.; Mattiuzzi, M.; Perzl, F.; Prskawetz, M.; Schadauer, K.; Schneider, W.; Seebach, L., 2010: Development of Harmonized Indicators and Estimation Procedures for Forests with Protective Functions against Natural Hazards in the Alpine Space. Luxembourg, Publications Office of the European Union 24127 EN: 181 p.

Bernath, K.; Kissling, I.; von Felten, N.; Salathé, M.; Hallenbarter, D., 2013: Evaluation Landesforstinventar 3. Schlussbericht 21. März 2013. Im Auftrag von WSL und BAFU. Zollikofen, Ernst Basler + Partner AG. 62 p. Non publié.

Bischof, S.; Stüdeli-Fey, E.; Meile, R., 2019: Raw data collection software in the Swiss NFI. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 377-401. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_23

Böhl, J.; Brändli, U.-B., 2007: Deadwood volume assessment in the third Swiss National Forest Inventory: methods and first results. Eur. J. For. Res. 126: 449-457.

Bolliger, M.; Imesch, N.; Schnidrig, R., 2012: Waldreservatspolitik der Schweiz: Zwischenbilanz und Perspektiven aus Sicht des Bundes (Essay). Schweiz. Z. Forstwes. 163: 199-209. doi: 10.3188/szf.2012.0199

Bollmann, K.; Bergamini, A.; Senn-Irlet, B.; Nobis, M.; Duelli, P.; Scheidegger, C., 2009: Konzepte, Instrumente und Herausforderungen bei der Förderung der Biodiversität im Wald. Schweiz. Z. Forstwes. 160, 3: 53-67. doi: 10.3188/szf.2009.0053

Brändli, U.-B, 1996: Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983-85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee und Landsch. 342 (2e ed.). 278 p.

Brändli, U.-B, 2000: Waldzunahme in der Schweiz – gestern und morgen. Inf.bl. Forsch.bereich Landsch. 45: 1-4.

Brändli, U.-B., 2001: Nature Protection Function. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 265-282.

Brändli, U.-B., 2005a: Bois mort. In: WSL, OFEFP (éds) Rapport forestier 2005. Faits et chiffres sur l'état de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement,des forêts et du paysage OFEFP; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 84-85.

Brändli, U.-B., 2005b: Totholzaufnahme. In: Keller, M. (Red.) Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 2004-2007. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 127-134.

Brändli, U.-B., 2006: LFI Umsetzung. LFI Info 6: 1-4.

Brändli, U.-B. (Réd.) 2010: Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 312 p.

Brändli, U.-B., 2017: Vorkommen der Eibe *(Taxus baccata)* in der Schweiz, Ergebnisse aus dem Landesforstinventar (LFI). Der Eibenfreund, 23: 16-26.

Brändli, U.-B.; Brang, P., 2015: Caractère naturel. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 76-77.

Brändli, U.-B.; Cioldi, F., 2015: Structure d'âge et structure du peuplement. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 34-37.

Brändli, U.; Hägeli, M., 2019: Swiss NFI at a Glance. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 3-35. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_1

Brändli, U.-B., Herold, A., 2001: Protection against Natural Hazards. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 231-253.

Brändli, U.-B.; Herold, A., 2001: Protection against Natural Hazards. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 231-253.

Brändli, U.-B.; Imesch, N., 2015: Régénération. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL.

Brändli, U.-B.; Keller, W., 1985: Die Vegetationshöhenstufen im LFI. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, LFI. Non publié.

Brändli, U.-B.; Ulmer, U., 1999: Protection de la nature et loisirs. In: Brassel, P.; Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du deuxième inventaire 1993-1995. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement; Berne, Haupt. 279-329.

Brändli, U.-B.; Bühler, C.; Zangger, A., 2007a: Waldindikatoren zur Artenvielfalt – Erkenntnisse aus LFI und BDM Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 158, 8: 243-254.

Brändli, U.-B.; Bühler, C.; Zangger, A., 2007b: Biodiversität und Waldinventuren. LFI Info 7: 1-6.

Brändli, U.-B.; Abegg, M.; Duc, P.; Ginzler, C., 2010: Diversité biologique. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 187-228.

Brändli, U.-B.; Abegg, M.; Beranova, J., 2011a: Forest age. In: Chirici, G.; Winter, S.; McRoberts R.E. (eds) National forest inventories: Contributions to forest biodiversity assessments. Berlin, Springer. 145-160.

Brändli, U.-B.; Abegg, M.; Bütler, R., 2011b: Lebensraum-Hotspots für saproxylische Arten mittels LFI-Daten erkennen. Schweiz. Z. Forstwes. 162, 9: 312-325. doi: 10.3188/szf.2011.0312

Brändli, U.-B.; Fischer, C.; Camin, P., 2016: Stand der Walderschliessung mit Lastwagenstrassen in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 167, 3: 143-151. doi: 10.3188/szf.2016.0143

Brang, P.; Bolliger, M., 2015: Réserves forestières. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 88-89.

Brang, P.; Heiri, C.; Bugmann, H. (Red.), 2011: Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich, ETH Zürich; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 271 p.

Brang, P.; Küchli, C.; Schwitter, R.; Bugmann, H.; Ammann, P., 2016a: Stratégies sylvicoles et changements climatiques. In: Pluess, A.R.; Augustin, S.; Brang P. (éds) Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation. Berne, Office fédéral de l'environnement OFEV; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt. 341-365.

Brang, P.; Pluess, A.R.; Bürgi, A.; Born, J.; 2016b: Potentiel des essences exotiques dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques. In: Pluess, A.R; Augustin, S.; Brang, P. (Réd.) Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation. Berne, Office fédéral de l'environnement OFEV; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt. 385-405.

Brassel, P.; Brändli, U.-B. (Réd.) 1999: Inventaire forestier national suisse. Résultats du deuxième inventaire 1993-1995. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement; Berne, Haupt. 442 p.

Brassel, P.; Lischke, H. (eds) 2001: Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 336 p.

Broggi, M.F.; Schlegel, H., 1989: Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Dargestellt am Beispiel des schweizerischen Mittellandes. Liebefeld-Bern, Nationales Forschungsprogramm «Boden», Bericht 31. 180 p.

Buholzer, S.; Nobis, M.; Schoenenberger, N.; Rometsch, S., 2014: Listes des espèces exotiques envahissantes. Août 2014. Berne, Info Flora. (15.3.2019)

Bürgi, P.; Pauli, B.; Auer, N., 2018: Réseau d'exploitations forestières de la Suisse. Résultats pour la période 2014-2016. Berne, Office fédéral de l'environnement; Neuchâtel, Office fédéral de la statistique; Berne, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires; Soleure, ForêtSuisse. 48 p.

Burnand, J.; Keller, F.; Rutishauser, U.; Stocker, R.; Wohlgemuth, T., 2007: Ein Werkzeug zur ökologischen Bewertung der Wirtschaftswälder im Mittelland. Projektbericht. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 109 p.

Bütler, R.; Lachat, T.; Schlaepfer, R., 2005: Alt- und totholzstrategie für die Schweiz: wissenschaftliche Grundlagen und Vorschlag. Lausanne, EPFL, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. Non publié.

Bütler, R.; Lachat, T.; Larrieu, L.; Paillet, Y., 2013: Habitatbäume: Schlüsselkomponenten der Waldbiodiversität. In: Kraus, D.; Krumm, F., (Hrsg.) Integrative Ansätze als Chance für die Erhaltung der Artenvielfalt in Wäldern. Freiburg i.Br., European Forest Institute. 86-94.

Bütler, R.; Bolliger, M.; Commarmot B., 2015: Die Suche nach altem Wald in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 166, 2: 67-74. doi:10.3188/szf.2015.0067

BUWAL (Hrsg.), 2003: Kontrolle der Nachhaltigkeit im Wald. Praxishilfe, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 65 p.

Carlowitz, von, H. C., 1713: Sylvicultura oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmässige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Leipzig, Braun.

Cioldi, F.; Keller, M., 2019: Planning and organisation of the terrestrial inventory and interview survey. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 145-156. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_8

Cioldi, F.; Baltensweiler, A.; Brändli, U.-B.; Duc, P.; Ginzler, C.; Herold Bonardi, A.; Thürig, E.; Ulmer, U., 2010: Les ressources forestières. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 31-113.

Commarmot, B.; Brang, P., 2011: Was sind Naturwälder, was Urwälder? In: Brang, P., Heiri, C.; Bugmann, H., (Red.) Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich, ETH Zürich; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 12-25.

Commarmot, B.; Brändli, U.-B.; Hamor, F.; Lavnyy, V. (Red.) 2013: Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL; L'viv, Ukrainian National Forestry University; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve. 69 p.

Conedera, M.; Brändli, U.-B., 2015: Essences exotiques. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 78-79.

Daniel, W.; Sterba, H., 1980: Zur Ansprache der Bestandesdichte. Allg. Forstztg. 91: 155-157.

Didion, M.; Herold, A.; Thürig, E., 2019: Whole tree biomass and carbon stock. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 243-248. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_14

Dobbertin, M., 2004: Sanasilva-Inventur. Spezialauswertung der Zweitaufnahme 1993-1995. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. Veröffentlicht in: BUWAL, WSL 2005.

Duc, P.; Abegg, M.; Brändli, U.-B., 2010a: Forêt protectrice. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 231-251.

Duc, P.; Brändli, U.-B.; Herold Bonardi, A.; Rösler, E.; Thürig, E.; Ulmer, U.; Frutig, F.; Rosset, C.; Kaufmann, E., 2010b: : Production de bois. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement.143-184.

Duc, P.; Brändli, U.; Cioldi, F.; Lanz, A.; Ulmer, U., 2011: Entwicklung der Baumarten im Schweizer Wald – methodische Überlegungen. Schweiz. Z. Forstw. 162, 9: 326-336.

Duelli, P., 1995: Biodiversität erhalten und fördern: Was sagt die ökologische Forschung dazu? Forum für Wissen 1995: 13-21.

Duelli, P.; Chumak, V.; Obrist, M.K.; Wirz, P., 2005: The biodiversity values of European virgin forests. For. Snow Landsc. Res. 79, 1/2: 91-99.

Düggelin, C. (Red.) 2020: Schweizerisches Landesforstinventar. Feldaufnahme-Anleitung 2020. WSL Ber. 90.

Düggelin, C.; Keller, M. (Red.) 2017: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 2017. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 220 p.

Düggelin, C.; Cioldi, F.; Keller, M., 2019: Field assessment. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 159-186. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_9

Économie forestière Suisse, Industrie du bois Suisse, Holzbau Schweiz, Lignum, 2010: Usages suisses du commerce du bois brut. Zurich, Lignum. 110 p.

EDI (Eidgenössisches Departement des Innern), 1965: Aus der Tätigkeit der Eidgenössischen Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei, 1939-1963. Bern, Eidgenössisches Departement des Innern. 96 p.

Eiberle, K.; Nigg, H., 1987: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstw. 138: 747-785. doi: 10.5169/seals-766065

Eiberle, K.; Zehnder, U., 1985: Kriterien zur Beurteilung des Wild-verbisses bei der Weisstanne. Schweiz. Z. Forstwes. 136: 399-414. doi: 10.3188/szf.2015.0420

Ellenberg, H.; Klötzli, F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 48, 4: 589-930.

Etzold, S.; Wunder, J.; Braun, S.; Rohner, B.; Bigler, C.; Abegg, M.; Rigling, A., 2016:). Mortalité des arbres forestiers: causes et tendances. In: Pluess, A.R; Augustin, S.; Brang, P. (Réd.) Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation. Berne, Office fédéral de l'environnement OFEV; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt. 177-196.

FAO (Food and Agricolture Organization of the United Nations), 2006: Global forest resources assessment 2005. Progress towards sustainable forest management. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Forestry Paper 147: 349 p.

FAO (Food and Agricolture Organization of the United Nations), 2015: Global Forest Resources Assessment 2015 – Desk Reference. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 253 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimenation et l'agriculture), 2018: Évaluations des ressources forestières mondiales 2020 – Termes et définitions, Document de travail n° 188. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 27 p.

Fischer, C.; Camin, P., 2013: Umfrage und Erschliessungserhebung im Landesforstinventar 4. Zür. Wald 1: 28-30.

Fischer, C.; Camin, P., 2015: Exploitation du bois et accroissement. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 60-61.

Fischer, C.; Fraefel, M., 2019: Conducting Interview survey with the local forest service. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 187-195. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_10

Forest Europe, 2015a: State of Europe's Forests 2015. Madrid, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Forest Europe Liaison Unit Madrid. 314 p.

Forest Europe, 2015b: Updated Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the Forest Europe Expert Level Meeting 30 June-2 July 2015, Madrid, Spain. In: Forest Europe (ed.) 25 years together promoting Sustainable Forest Management in Europe. Madrid Ministerial Declaration. Madrid, Forest Europe, Madrid Liaison Unit. 5-8.

Forest Europe, UNECE, FAO, 2011: State of Europe's forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Forest Europe Liaison Unit Oslo, Norway. 337 p.

Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R., 2005: Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques. (L'environnement pratique). Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 564 p.

Freiburghaus, M., 2012: Les résultats statistiques 2010 sur les distributeurs d'eau suisses. Aqua & Gas 3: 54-59.

Gaugelin, X.; Courbaud, B., 2006: Guide des sylvicultures de montagne. Alpes du Nord françaises. Cemagref de Grenoble, Centre Régional de la Propriété Forestière Rhône-Alpes, Office National des Forêts. 289 p.

Gehrig-Fasel, J.; Zimmermann, N.; Guisan, A.; Brändli, U.-B., 2005: Climate change or land abandonment? Analysis of treeline change in the Swiss Alps. 90th ESA Annual Meeting / IX International Congress of Ecology, Montreal, Canada.

Ginzler, C., 2019: Remote sensing data sources. In: Fischer, C.; Traub, B. (Red.) Swiss National Forest Inventory – Methods and Models of the Fourth Assessment. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 95-100. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_3

Ginzler, C.; Hobi, M.L., 2015: Countrywide Stereo-Image Matching for Updating Digital Surface Models in the Framework of the Swiss National Forest Inventory. Remote Sens. 7: 4343-4370.

Ginzler, C.; Hobi, M., 2016: Das aktuelle Vegetationshöhenmodell der Schweiz: spezifische Anwendungen im Waldbereich. Schweiz. Z. Forstwes. 167, 3: 128-135.

Ginzler, C.; Bärtschi, H.; Bedolla, A.; Brassel, P.; Hägeli, M.; Hauser, M.; Kamphues, M.; Laranjeiro, L.; Mathys, L.; Uebersax, D.; Weber, E.; Wicki, P.; Zulliger, D., 2005: Luftbildinterpretation LFI3 – Interpretationsanleitung zum dritten Landesforstinventar. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 85 p.

Ginzler, C.; Brändli, U.-B.; Hägeli, M., 2011a: Waldflächenentwicklung der letzten 120 Jahre in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 162, 9: 337-343. doi: 10.3188/szf.2011.0337

Ginzler, C.; Mathys, L.; Thürig, E., 2011b: Die Baumbedeckung in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 162, 9: 344-349.

Gollut, C.; Rosset, C., 2018: État de la planification forestière dans les cantons en 2017. Rapport final sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Berne, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL). 93 p.

Hahn, P.; Heynen, D.; Indermühle, M.; Mollet, P.; Birrer, S., 2005: Exploitation des bois et protection de la nature. Guide pratique avec notices sylvicoles. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage et Station ornithologique suisse, Berne et Sempach. 113 p.

Hanewinkel, M.; Kuhn, T.; Bugmann, H.; Lanz, A.; Brang, P., 2014: Vulnerability of uneven-aged forests to storm damage. Forestry 87, 4: 525-534. doi: 10.1093/forestry/cpu008

Hegg, C.; Jeisy, M.; Waldner, P., 2004: Wald und Trinkwasser. Eine Literaturstudie. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 60 p.

Heinimann, H.R., 2012: Unterlagen zur Vorlesung 701-1542-00L an der ETH Zürich. «Erschliessungs- und Erntesysteme der Landnutzung». Zürich, Eidgenöss. Techn. Hochschule.

Heiri, C.; Brändli, U.-B.; Bugmann, H.; Brang, P., 2012: Sind Naturwaldreservate naturnäher als der Schweizer Wald? Schweiz. Z. Forstwes. 163, 6: 210-221. doi: 10.3188/szf.2012.0210

Herold, A., Stierli, H.R., 1999: Waldzustand. In: Brassel, P.; Brändli, U.-B. (Red.) Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. Bern, Haupt. 185-231.

Herold, A., Ulmer, U., 2001. Stand stability in the Swiss National Forest Inventory: assessment technique, reproducibility and relevance. For. Ecol. Manage. 145: 29-42.

Herold, A.; Zell, J.; Rohner, B.; Didion, M.; Thürig, E.; Rösler, E., 2019: State and change of forest resources. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 205-230. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_12

Herrmann, S.; Conder, M.; Brang, P., 2012: Totholzvolumen und -qualität in ausgewählten Schweizer Naturwaldreservaten. Schweiz. Z. Forstwes. 163, 6: 222-231. doi: 10.3188/szf.2012.0222

Heydemann, B., 1982: Der Einfluss der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. In: Deutscher Rat für Landschaftspflege (Hrsg.) Waldwirtschaft und Naturhaushalt. Schr.reihe Dtsch. Rat Landespfl. 40: 926-944.

Huber M.; Brang, P.; Sandri, A., 2015: Protection contre les dangers naturels. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 94-97.

Hunziker, M.; von Lindern, E.; Bauer, N.; Frick, J.; 2012: Das Verhältnis der Schweizer Bevölkerung zum Wald. Waldmonitoring Soziokulturell: Weiterentwicklung und zweite Erhebung – WaMos 2. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 180 p.

Imesch, N.; Stadler, B.; Bolliger, M.; Schneider, O., 2015: Biodiversité en forêt: objectifs et mesures. Aide à l'exécution pour la conservation de la diversité biologique dans la forêt suisse. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. L'environnement pratique n° 1503: 190 p.

IFRF (Institut fédéral de recherches forestières) (éd.) 1990: Inventaire forestier national suisse. Résultats du premier inventaire 1982-1986. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 305. 375 p.

Kaufmann, E., 2001: Estimation of standing timber, growth and cut. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 162-196.

Kaufmann, E.; Brassel, P., 1999: Volume, accroissement et exploitations. In: Brassel, P., Brändli, U.-B. (éds) Inventaire forestier national suisse. Résultats du deuxième inventaire 1993-1995. Berne, Haupt. 73-100.

Kaufmann, S., Hauck, M., Leuschner, C., 2017: Comparing the plant diversity of paired beech primeval and production forests: management reduces cryptogam, but not vascular plant species richness. For. Ecol. Manage. 400: 58-67.

Keller, M. (Red.), 2005: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 2004-2007. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 393 p.

Keller, M. (Red.), 2013a: Schweizerisches Landesforstinventar. Feldaufnahme-Anleitung 2013. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 214 p.

Keller M. (Red.), 2013b: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Umfrage- und Erschliessungserhebung 2013. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 40 p.

Keller, W., 1978: Einfacher ertragskundlicher Bonitätsschlüssel für Waldbestände in der Schweiz. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 54, 1: 96 p.

Kienast, F.; Brzeziecki, B.; Wildi, O., 1994: Computergestützte Simulation der räumlichen Verbreitung naturnaher Waldgesellschaften in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 145, 4: 293-309. doi: 10.5169/seals-766591

Klaus, G., 2002: Espèces animales et végétales invasives. Hotspot 5: 3-5.

Köhl, M., 1994: Statistisches Design für das zweite Schweizerische Landesforstinventar: Ein Folgeinventurkonzept unter Verwendung von Luftbildern und terrestrischen Aufnahmen. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 69, 1: 141 p.

Köhl, M., 2001: Error Sources and Their Influence on the NFI Inventory Results. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds), 2001: Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 297-305.

Küchler, M., 2009: Predictive modelling of Swiss forest types on topografic, climatic and vegetation data. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, LFI. Non publié.

Kupferschmid, A.D.; Heiri, C.; Huber, M.; Fehr, M.; Frei, M.; Gmür, P.; Imesch, N.; Zinggeler, J.; Brang, P.; Clivaz, J.-C.; Odermatt, O., 2015: Einfluss wildlebender Huftiere auf die Waldverjüngung: ein Überblick für die Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 166, 6: 420-431. doi: 10.3188/szf.2015.0420

Kupferschmid, A.D.; Brang, P.; Bugmann, H., 2019: Abschätzung des Einflusses von Verbiss durch wildlebende Huftiere auf die Baumverjüngung. Schweiz. Z. Forstwes. 170: 3, 125-134. doi: 10.3188/szf.2019.0125

Kurt, A., 1957: Die Produktionsmöglichkeiten im Schweizer Wald. Beih. Schweiz. Z. Forstwes. 28: 31-39.

Kurt, A., 1967: Ein forstliches Landesinventar als Grundlage schweizerischer Forstpolitik. Wald Holz 49: 94-99.

Kuusela, K., 1994: Forest ressources in Europe 1950-1990. European Forest Institute, Research Report 1. Cambridge, Cambridge University Press. 154 p.

Lachat, T.; Brang, P.; Bolliger, M.; Bollmann, K.; Brändli, U.-B.; Bütler, R.; Herrmann, S.; Schneider, O.; Wermelinger, B., 2014: Bois mort en forêt. Formation, importance et conservation. Not. prat. 52: 12 p.

Landolt, E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Institut ETH, Stiftung Rübel, Zürich 64: 208 p.

Landolt, E., 1991: Liste rouge, Plantes vasculaires menacées en Suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP). 183 p.

Landolt, E.; Bäumler, B.; Erhardt, A.; Hegg, O.; Klötzli, F.; Lämmler, W.; Nobis, M.; Rudmann-Maurer, K.; Schweingruber, F.; Theurillat, J.-P.; Urmi, E.; Vust, M.; Wohlgemuth, T., 2010: Flora Indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Bern, Haupt. 376 p.

Lanz, A.; Abegg, M.; Fischer, C., 2019: Sampling design and estimation procedures. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 39-92. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_2

Lauber, K.; Wagner, G.; Gygax, A., 2012: Flora Helvetica – Flore illustrée de Suisse. Berne, Haupt. 1656 p.

Leibundgut, H., 1982: Europäische Urwälder der Bergwaldstufe. Berne, Stuttgart, Haupt. 308 p.

Lischke, H., 2001: Propagation of Data Uncertainty through Models. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Research Institute WSL. 306-320.

Losey, S.; Wehrli, A.; 2013: Forêt protectrice en Suisse. Du projet SilvaProtect-CH à la forêt protectrice harmonisée. Berne, Office fédéral de l'environnement. 29 p. + ann.

Lüscher, P.; Frutig, F.; Thees, O., 2016: 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. 160 p.

Mahrer, F., 1976: Abgrenzungsformen zur Erfassung der Waldfläche im Schweizerischen Landesforstinventar (LFI). Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 167: 29-53.

Mahrer F.; Vollenweider, C., 1983: Das Landesforstinventar der Schweiz. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 247: 26 p.

MBD (Bureau de coordination du Monitoring de la biodiversité en Suisse) 2009: État de la biodiversité en Suisse. Synthèse des résultats du Monitoring de la biodiversité en Suisse (MBD). État: mai 2009. État de l'environnement nº 0911. Berne, Office fédéral de l'environnement. 112 p.

MCPFE, 1998: Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. Annex 1 of the resolution L2. In: Third Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2-4 June 1998, Lisbon/Portugal. Resolution L2 Pan-European Criteria, Indicators and Operational Level Guidelines for Sustainable Forest Management. 4-14.

MCPFE, 2002: Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management. Adopted by the MCPFE Expert Level Meeting, 7-8 October 2002, Vienna, Austria. Vienna: Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Liaison Unit Vienna. 6 p.

MCPFE, 2007: State of Europe's Forests 2007. The MCPFE Report on Sustainable Forest management in Europe. Warsaw, Ministerial Conference on the protection of Forests in Europe. 247 p.

MCPFE, UNECE, FAO, 2011: State of Europe's Forests 2011. Status & Trends in Sustainable Forest Management in Europe. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 344 p.

Meier, F.; Forster, B.; Odermatt, O.; Hölling, D.; Meyer, J.; Dubach, V.; Schneider, S.; Wasem, U.; Queloz, V., 2017: Protection des forêts – vue d'ensemble 2016. WSL Ber. 58. 36 p.

Meyer, D.; Debrot, S., 1989: Insel-Biogeographie und Artenschutz in Wäldern. Schweiz. Z. Forstwes. 140, 11: 977-985. doi: 10.5169/seals-764270

Mokany, K.; Raison, R.J.; Prokushkin, A.S., 2006: Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. Glob. Chang. Biol. 12: 84-96.

Moning, C., 2013: Wie viel ist nötig? Ökologische Schwellenwerte für den Bergmischwald. Ornis 2/13: 7-11.

Moning, C.; Müller, J., 2009: Critical forest age thresholds for the diversity of lichens, molluscs and birds in beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated forests. Ecol. Indic. 9: 922-932. doi: 10.1016/j.ecolind.2008.11.002

Monnerat, C.; Barbalat, S.; Lachat, T.; Gonseth, Y., 2016: Liste rouge des Coléoptères Buprestidés, Cérambycidés, Cétoniidés et Lucanidés. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne; Info Fauna – CSCF, Neuchâtel; Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf. L'environnement pratique nº 1622: 118 p.

Müller, J.; Bütler, R., 2010: A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. Eur. J. For. Res. 129: 981-992.

Müller, K.; Fraefel, M.; Cioldi, F.; Camin, P.; Fischer, C., 2016: Der Datensatz «Walderschliessungsstrassen 2013» des Schweizerischen Landesforstinventars. Schweiz. Z. Forstwes. 167, 3: 136-142. doi: 10.3188/szf.2016.0136

Müller, W., 1991: Biotop-Pflege am Beispiel waldbewohnender Vogelarten. Forum für Wissen 1991: 51-62.

Nilsson, S.G.; Niklasson, M.; Hedin, J.; Aronsson, G.; Gutowski, J.M.; Linder, P.; Ljungberg, H.; Mukusinski, G.; Ranius, T., 2002: Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. For. Ecol. Manage. 161: 189-204.

Odermatt, O., 2018: Le pourcentage d'abroutissement – valeur de référence pour la gestion du gibier. Not. Prat. 62: 8 p.

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

OFEV; WSL (éd..) 2005: Rapport forestier 2005 – État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 152 p.

OFEV (Office fédéral de l'environnement), 2019: État et évolution des eaux souterraines en Suisse. Résultats de l'Observation nationale des eaux souterraines NAQUA, état 2016. État de l'environnement 1901. 142 p.

OFS (Office fédéral de la statistique), 2009: Données de la statistique de la superficie 2004/09. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique.

OFS (Office fédéral de la statistique), 2013: L'utilisation du sol en Suisse. Résultats de la statistique de la superficie. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique. 24 p.

OFS (Office fédéral de la statistique), 2016: Statistique forestière suisse. Fiche signalétique. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique. 2 p. https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/agriculture-sylviculture/enquetes/fs.assetdetail.7017.html (12.4.2019)

OFS (Office fédéral de la statistique), 2018. L'économie forestière en Suisse. Statistique de poche 2018. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique. 7 p.

OFS (Office fédéral de la statistique), 2019a: Statistique forestière suisse. www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/agriculture-sylviculture/enquetes/fs.assetdetail.7021.html. (14.8.2019)

OFS (Office fédéral de la statistique), 2019b: Réseau d'exploitations forestières (REF). Fiche signalétique. Neuchâtel, Office fédéral de la statistique. https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/erhebungen/tbn.assetdetail.7166708.html. (12.4.2019)

Ott, E., 1972: Erhebungen über den gegenwärtigen Zustand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen. Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 48: 193 p.

Perruchoud, D.; Kienast, F.; Kaufmann, E.; Bräker, O.U., 1999: 20th century carbon budget of forest soils in the Alps. Ecosystems 2: 320-337.

Priewasser, K., 2013: Factors influencing tree regeneration after windthrow in Swiss forests. Doktorarbeit, Zurich, ETH Zurich. 151 p.

Pulkkinen, M.; Ginzler, C.; Traub, B.; Lanz, A., 2018: Stereo-imagery-based post-stratification by regression-tree modelling in Swiss National Forest Inventory. Remote Sens. Environ. 213: 182-194. doi: 10.1016/j.rse.2018.04.052

Quarteroni, A.; Brändli, U.-B., 2017: Les dendromicrohabitats dans l'Inventaire Forestier National suisse. Infobl. Arbeitsgr. Waldplan. -manage. 1: 10-14.

Queloz, V.; Dubach, V., 2018:: Protection des forêts – vue d'ensemble 2017. WSL Ber. 68. 35 p.

Rademacher, C.; Neuert, C.; Grundmann, V.; Wissel, C.; Grimm, V., 2001: Was charakterisiert Buchenurwälder? Untersuchungen der Altersstruktur des Kronendachs und der räumlichen Verteilung der Baumriesen in einem Modellwald mit Hilfe des Simulationsmodells BEFORE. Forstwiss. Cent.bl. 120: 288-302.

Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.), 2015: Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 143 p.

Rigling, D.; Hilfiker, S.; Schöbel, C.; Meier, F.; Engesser, R.; Scheidegger, C.; Stofer, S.; Senn-Irlet, B.; Queloz, V., 2016: Le dépérissement des pousses du frêne. Biologie, symptômes et recommandations pour la gestion. Not. prat. 57: 8 p.

Rohner, B.; Fischer, C.; Herold, A.; Rösler, E., 2019: Assortments. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 231-241. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_13

Rosset, C.; Bernasconi, A.; Hasspacher, B.; Gollut, C., 2012: Nachhaltigkeitskontrolle Wald. Projekt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Schlussbericht. Zollikofen, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften. 69 p.

Rothe, A.; Kölling, C.; Moritz, K., 1998: Waldbewirtschaftung und Grundwasserschutz – Der aktuelle Kenntnisstand. AFZ/Wald 53, 6: 291-295.

SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) 1989: Thesen für mehr Natur im Wald. Beitr. Nat. schutz Schweiz 11: 74 p.

SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) 1992: Naturwald. Schweiz. Nat.schutz 5: 23 p.

Scheidegger, C.; Stofer, S.; Senn-Irlet, B., 2015: Espèces menacées. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 86-87.

Schiegg Pasinelli, K.; Suter, W., 2002: Le bois mort – un habitat. Not. prat. 33: 6 p.

Schwyzer, A.; Zinggeler, J., 2000: Eine neue Methode zur Quantifizierung des Wildverbisses. Schweiz. Z. Forstwes. 151: 107-116. doi: 10.3188/szf.2000.0107

Schwyzer, A.; Abegg, M.; Keller, M.; Brang, P., 2010: Santé et vitalité. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 115-141.

Stadelmann, G.; Didion, M.; Herold, A.; Rösler, E.; Temperli, C.; Thürig, E., 2019: Forest development model MASSIMO. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 265-278. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_17

Stierlin, H.R.; Brändli, U.-B.; Herold, A.; Zinggeler, J., 1994: Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Feldaufnahmen 1993-1995. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 204 p.

SVGW (Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches), 2017: Statistische Erhebungen der Wasserversorgung in der Schweiz für das Betriebsjahr 2016. Zürich, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches. 87 p.

Thees, O.; Schmid, S.; 2015. Économie sociale. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 99-125.

Stadelmann, G.; Didion, M.; Thürig, E., 2019: Scenario simulations. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 285-296. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_19

Traub, B., 2001: Representativeness of the Sample Grid. In: Brassel, P.; Lischke, H. (eds) Swiss National Forest Inventory: Methods and Models of the Second Assessment. Birmensdorf, Swiss Federal Institute WSL. 132-149.

Traub, B.; Meile, R.; Speich, S.; Rösler, E., 2019a: The Swiss National Forest Inventory Data Analysis System. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 299-336. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_20

Traub, B.; Cioldi, F.; Düggelin, C.; Keller, M.; Ginzler, C., 2019b: Quality in aerial-image interpretation and field survey. In: Fischer, C.; Traub, B. (eds) Swiss National Forest Inventory – Methods and models of the fourth assessment. Cham, Springer. 339-365. doi: 10.1007/978-3-030-19293-8_21

Traub, B.; Meile, R.; Speich, S.; Rösler, E., 2017: The data storage and analysis system of the Swiss National Forest Inventory. Comp. Electr. Agric. 132: 97-107. doi: 10.1016/j.compag.2016.11.016

Ulmer, U.; Bischof, S.; Brändli, U.-B.; Cioldi, F.; 2010: Socio-économie. In: Brändli, U.-B. (Réd.) Inventaire forestier national suisse. Résultats du troisième inventaire 2004-2006. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL; Berne, Office fédéral de l'environnement. 253-263.

van der Plas, F.; Manning, P.; Allan, E.; Scherer-Lorenzen, M.; Verheyen, K.; Wirth, C., … Fischer, M., 2016: Jack-of-all-trades effects drive biodiversity-ecosystem multifunctionality relationships in European forests. Nat. Commun. 7, 11109. 11 pp. doi: 10.1038/ncomms11109

Vandegehuchte, M.L.; Wermelinger, B.; Fraefel, M.; Baltensweiler, A.; Düggelin, C.; Brändli, U.-B.; Freitag, A.; Bernasconi, C.; Cherix, D.; Risch, A.C., 2017: Distribution and habitat requirements of red wood ants in Switzerland: implications for conservation. Biol. Conserv. 212, A: 366-375. doi: 10.1016/j.biocon.2017.06.008

Vítková, M.; Conedera, M.; Sádlo, J.; Pergl, J.; Pyšek, P., 2018: Gefährlich und nützlich zugleich: Strategien zum Management der invasiven Robinie. Schweiz. Z. Forstwes. 169, 2: 77-85. doi: 10.3188/szf.2018. 0077

Volkwein, A.; Schellenberg, K.; Labiouse, V.; Agliardi, F.; Berger, F.; Bourrier, F.; Dorren, L.K.A.; Gerber, W.; Jaboyedoff, M., 2011: Rockfall characterisation and structural protection – a review. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 11: 2617-2651.

von Büren, D.; Diez, C.; Bader, L.; Budde, A.; Kaufmann, G., 1995: Waldrand – Artenreiches Grenzland. Basel, Schweizerischer Bund für Naturschutz. SBN-Merkbl. 14: 39 p.

von Lerchenfeld, L., 2008: Heinersreuth setzt auf die Douglasie. Ber. Bayer. Landesanst. Wald Forstwirtsch. LWF Wissen 59: 88-91.

Wald und Holz NRW (Hrsg.), 2014: Biotopholzstrategie «Xylobius». Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Bearbeiter: Burkhard Herzig, Münster, 48 p.

Waldner, P.; Huber, M.; Graf Pannatier, E.; Reinhardt, M.; Braun, S., 2015: Eau potable. In: Rigling, A.; Schaffer, H.P. (Réd.) Rapport forestier 2015. État et utilisation de la forêt suisse. Berne, Office fédéral de l'environnement; Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 92-93.

Walker, D.; Artho, J., 2018: Les propriétaires forestiers en Suisse. Étude sur les relations des propriétaires publics et privés avec leur forêt. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1814 : 63 p.

Waser, L.; Fischer, C.; Wang, Z.; Ginzler, C., 2015: Wall-to-Wall Forest Mapping Based on Digital Surface Models from Image-Based Point Clouds and NFI Forest Definition. Forest 6, 12: 4510-4528. doi: 10.3390/ f6124386

Waser, L.T.; Ginzler, C.; Rehush, N., 2017: Wall-to-wall tree type mapping from countrywide airborne remote sensing surveys. Remote Sens. 9, 8: 766 . doi: 10.3390/rs9080766

WCED (World Commission on Environment and Development) 1987: Our Common Future. Oxford, Oxford University Press. 383 p.

Weber, E.; Köhler, B.; Gelpke, G.; Perrenoud, A.; Gigon, A., 2005: Schlüssel zur Einteilung von Neophyten in der Schweiz in die Schwarze Liste oder Watch-Liste. Bot. Helv. 115:169-173.

Weggler, M.; Aschwanden. B., 1999: Angebot und Besetzung natürlicher Nisthöhlen in einem Buchenmischwald. Ornithol. Beob. 96: 83-94.

Wermelinger, B.; Duelli, P., 2002: Die Insekten im Ökosystem Wald. Bedeutung, Ansprüche, Schutz. In: Werdenberger Jahrbuch 2003 (16. Jg). Buchs, BuchsMedien. 104-112.

Wermelinger, B.; Flückiger, P.; Obrist, M.; Duelli, P., 2007: Horizontal and vertical distribution of saproxylic beetles (Col., Buprestidae, Cerambycidae, Scolytidae) across sections of forest edges. J. Appl. Entomol. 131, 2: 104-114. doi: 10.1111/j.1439-0418.2006.01128.x

Wermelinger, B.; Risch, A.; Düggelin, C.; Vandegehuchte, M., 2018: Premier recensement de fourmis à l'échelle nationale. La Forêt 70, 1: 11-13.

Wilhelm, C.; Meier, A.; Kalberer, M., 2011: Neuer Schutzwald Graubünden 2012. Bündnerwald 64, 1: 88-95.

Wohlgemuth, T.; Moser, B.; Brändli, U.-B.; Kull, P.; Schütz, M., 2008: Diversity of forest plant species at the community and landscape scales in Switzerland. Plant Biosyst. 142, 3: 604-613.

WSL (Eidg. Forschungsanstalt WSL), 2016: Holzernte-Produktivitätsmodell HeProMo, Version 2.3.

Wullschleger, E. 1982: Die Erfassung der Waldfunktionen. Birmensdorf: Eidgenöss. Anst. forstl. Vers.wes., Ber. Nr. 238. 81 p.

Wunder, J.; Knüsel, S.; Dorren, L.; Schwarz, M.; Bourrier, F.; Conedera, M., 2018: Götterbaum und Paulownie: die «neuen Wilden» im Schweizer Wald? Schweiz. Z. Forstwes. 169, 2: 69–76. doi: 10.3188/szf.2018.0069

Zellweger, F.; Braunisch, V.; Baltensweiler, A.; Bollmann, K., 2013: Remotely sensed forest structural complexity predicts multi species occurrence at the landscape scale. For. Ecol. Manage. 307, 303–312. doi: 10.1016/j.foreco.2013.07.023

9.2 Glossaire

Les *termes définis* dans le glossaire ainsi que les noms latins des espèces citées sont en italiques.

Abroutissement Trace laissée par les *ongulés sauvages* lorsqu'ils broutent les bourgeons ou les jeunes rameaux des *arbres* et *arbustes*. Dans l'IFN, seul est relevé l'abroutissement de la *pousse terminale* des *arbres* de la *jeune forêt* jusqu'à 130 cm de haut.

Accroissement (accroissement brut) Augmentation du volume de bois. Dans l'IFN, on entend par accroissement l'accroissement brut. Il comprend l'augmentation du volume du *bois de tige* en écorce de tous les *arbres* et *arbustes* avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm ayant survécu entre deux inventaires, le volume du *bois de tige* en écorce du *passage à la futaie*, et l'augmentation modélisée du volume du *bois de tige* en écorce des *pertes* durant la moitié de la période d'inventaire. Voir *Accroissement net*.

Accroissement brut Voir Accroissement.

Accroissement net *Accroissement* (accroissement brut) après déduction du volume de la *mortalité*.

Acidité (du sol) Degré d'acidité du sol, exprimé par la valeur du pH (concentration en ions hydrogènes).

Âge dominant ($Âge_{dom}$) Âge moyen par hectare des 100 plus gros *arbres* et *arbustes*.

Âge du peuplement Dans l'IFN, âge du *peuplement principal* dans le *peuplement déterminant*, établi par estimation de l'âge ou par comptage des cernes ou des verticilles. Voir aussi *Âge d'un arbre*.

Appréciation Estimation raisonnée d'un critère, dans l'IFN en considérant les définitions du *manuel d'instruction IFN*.

Arbre Plante présentant un *tronc* lignifié et vertical, et qui peut mesurer plus de 5 m de haut si sa croissance n'est pas perturbée.

Arbre échantillon Arbre faisant partie de l'échantillon d'un inventaire. Dans l'IFN, arbre ou arbuste sur pied ou à terre, vif ou mort, avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm, et situé sur une *placette d'échantillonnage* de l'inventaire forestier national.

Arbre échantillon de tarif *Arbre échantillon* sur lequel des mesures supplémentaires (p. ex. hauteur de l'arbre, diamètre à 7 m de hauteur [d7]) sont effectuées pour le calcul du *tarif* et la correction du biais de l'estimation du *volume*.

Arbre entier Arbre transporté avec les branches hors du *peuplement* et façonné (ébranché et débité en *assortiments*) à la machine une fois sur la route forestière. En plus du *bois de tige*, on exploite aussi les chutes de tronçonnage, les branches, l'écorce et éventuellement les aiguilles.

Arbre sec sur pied Arbre mort sur pied, dans l'IFN arbre ou arbuste mort à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*.

Arbuste Plante ligneuse vivace, au *tronc* ramifié dès sa base et qui ne dépasse pas 5 m de hauteur.

Association forestière *Association végétale* dominée par des *arbres*.

Association végétale Unité du classement de la végétation, définie sur la base de la flore et caractérisée par la présence de certaines espèces végétales.

Assortiment Produit ligneux de dimensions et / ou de qualité définies par des conventions dans le commerce des bois. Dans l'IFN, les *assortiments* de *bois ronds* potentiellement exploitables sont calculés sur la base de dimensions du *tronc* modélisées (*diamètre moyen*, *diamètre au petit bout*, longueur).

Billon Terme courant pour désigner les *bois courts*.

Biocénose Communauté de végétaux et d'animaux qui vivent et se reproduisent dans un habitat particulier (*biotope*) en raison d'exigences environnementales similaires et de dépendances unilatérales ou mutuelles.

Biodiversité (diversité biologique) Diversité des végétaux, des animaux et des autres organismes dans toutes leurs formes d'organisation, comprenant donc la diversité génétique, la diversité des espèces et celle des *écosystèmes* ainsi que les processus qui interagissent.

Biomasse Masse vive et morte des végétaux, aérienne et souterraine.

Biotope Habitat homogène qui se différencie des alentours et dans lequel on rencontre une communauté adaptée de végétaux et d'animaux (*biocénose*).

Bois courts Selon les Usages suisses du commerce du bois brut (Économie forestière Suisse *et al.* 2010), *assortiment* de bois de 3 à 6 m de long. Aussi appelés billons. Voir aussi *Bois longs*, *Bois mi-longs*, *Bois ronds*.

Bois de tige Bois de la *tige* d'un arbre en écorce, de l'*empattement* jusqu'à la cime (sans les branches). Il se divise en *bois fort de tige* et *menu bois de tige*, dans l'IFN mesuré sans écorce. Voir aussi fig. **049.**

Bois des branches Bois formé des ramifications latérales de la *tige*, qui se classe en *bois fort des branches* et *menu bois des branches*. Voir aussi fig. **049.**

Bois fort Bois de la *tige* et des branches d'un diamètre d'au moins 7 cm, dans l'IFN en principe en écorce.

Bois fort de tige *Bois de tige* d'un diamètre d'au moins 7 cm. Dans l'IFN, généralement en écorce. Voir aussi fig. **049.**

Bois fort des branches *Bois des branches* avec un diamètre minimum de 7 cm, dans l'IFN en écorce. Voir aussi fig. **049.**

Bois longs Selon les *Usages suisses du commerce du bois brut* (Économie forestière Suisse *et al.* 2010), *assortiment* de bois de 15 à 22 m de long. Voir aussi *Bois courts*, *Bois mi-longs*, *Bois ronds*.

Bois mi-longs Selon les *Usages suisses du commerce du bois brut* (Économie forestière Suisse *et al.* 2010), *assortiment* de bois de 6,5 à 14,5 m de long. Voir aussi *Bois longs*, *Bois courts*, *Bois ronds*.

Bois mort *Arbres* et *arbustes* morts à terre ou sur pied. Voir *Arbre sec sur pied*, *Surface terrière du bois mort, Volume de bois mort*.

Bois mort LIS Dans l'IFN, *bois mort* à terre d'au moins 7 cm de diamètre qui ne peut être attribué à aucun *arbre échantillon*.

Bois ronds Dans l'IFN, selon les *Usages suisses du commerce du bois brut* (Économie forestière Suisse *et al.* 2010), *assortiment* de *bois de tige* sans écorce et sans *souche* qui peuvent être répartis en *assortiments*. Voir aussi *Bois courts*, *Bois mi-longs, Bois longs*.

Boisement Terme général désignant un *peuplement* d'*arbres* ou d'*arbustes* sur une *surface forestière*. L'IFN relève également les *boisements* à l'extérieur de la surface forestière.

Bosquet *Boisement* situé hors de la surface forestière définie, comprenant dans l'IFN les haies et bosquets champêtres, les boisés des rives et des cours d'eau, les rideaux-abris, les boisés d'altitude, les bosquets dans les parcs et les bandes boisées.

Branche gourmande Rameau pluriannuel issu d'un bourgeon dormant le long du *tronc*, souvent en réaction après une mise en lumière brusque, des blessures ou une forte réduction latérale du *houppier*. Les *chênes*, les peupliers, les ormes, les érables, les frênes, les mélèzes et les sapins ont tendance à former des gourmands, dont certains se développent en branches gourmandes.

Bûcheronnage Abattage et façonnage d'un arbre. Le façonnage consiste à ébrancher un arbre et à le débiter en *assortiments*.

Caractère naturel de la proportion de résineux Concordance de la proportion actuelle de *résineux* d'un *boisement* avec la proportion naturelle postulée de la végétation naturelle potentielle (VNP). Dans l'IFN, le caractère naturel est évalué uniquement pour les *boisements* situés dans l'aire des *forêts* de *feuillus*.

Câblage *Débardage* du bois avec des outils manuels en utilisant la gravitation.

Charge par essieu Partie de la masse totale (masse nette et masse du chargement) d'un véhicule attribuable à un essieu ou à un ensemble de roues de ce véhicule. Les routes (forestières) sont généralement dimensionnées en fonction de la charge par essieu des véhicules utilisés.

Chêne (essence principale) Toutes les espèces du genre *Quercus : Q. petraea, Q. robur, Q. cerris, Q. pubescens, Q. rubra.*

Cime (d'un arbre) Partie la plus haute d'un arbre ou d'un arbuste.

Classe d'âge Agrégation de tous les *peuplements* d'âges semblables (équiennes) d'une entreprise ou d'une région forestière en classes de 10 ou 20 ans, comme base pour le contrôle de la *durabilité* forestière dans la *futaie* traitée par coupe.

Collectif Communauté d'*arbres* comprimés sur une petite surface, avec des hauteurs différentes et un *houppier* formant un long manteau commun. Voir aussi Structure par collectifs.

Compas forestier Instrument permettant de mesurer le *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* dans le cadre d'un inventaire. Synonymes *:* calibre forestier, pince. Voir *Seuil d'inventaire*.

Constitution de la forêt Description quantitative de l'état de la *forêt*, selon le *nombre de tiges*, le *volume*, les essences, la *structure du peuplement*, le *stade de développement*, le *degré de fermeture*, etc.

Conversion Changement de *régime* d'un *peuplement* à l'aide d'*éclaircies* en utilisant le *boisement* existant. La conversion la plus fréquente est celle du taillis ou du *taillis-sous-futaie* en *futaie* ; on rencontre aussi celle des *futaies* uniformes en *futaies* étagées (éclaircie jardinatoire).

Cordon de buissons Bordure constituée de plantes ligneuses (à l'exclusion des *arbustes* nains) d'un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* inférieur à 12 cm, et située à l'avant du *manteau forestier*.

Coupe de mise en lumière Prélèvement d'une partie des *arbres* dans la *strate supérieure* d'un *peuplement de régénération* en vue d'amorcer ou de favoriser la *régénération naturelle*.

Coupe définitive Voir *Réalisation*.

Coupe sanitaire Intervention sylvicole consistant à éliminer les *arbres* renversés, endommagés, malades ou secs.

Coûts potentiels de récolte Estimation des coûts pour la mise à disposition du bois, calculés à l'aide de *modèles* basés sur les caractéristiques des *arbres*, du *peuplement* et de la *station* ainsi que sur des critères spécifiques de récolte et des coûts unitaires.

Critère (de Forest Europe) Élément du système d'objectifs défini par Forest Europe, la Conférence ministérielle sur la protection des *forêts* en Europe, pour évaluer la gestion durable des *forêts*. Le système d'objectifs comprend six critères ; l'évaluation de la réalisation des objectifs est basée sur des *indicateurs*. L'IFN rend compte selon ce système, c'est pourquoi les résultats de l'IFN sont structurés selon les six critères « ressources forestières », « santé et vitalité », « production de bois », « diversité biologique », « *forêt* de protection » et « socio-économie ».

Culture d'arbres, ligniculture *Boisement* composé d'une seule essence (monoculture), cultivé selon des méthodes agricoles (travail du sol, *plantation* mécanisée, fumure), entretenu par des *éclaircies* schématiques et exploité avec des temps de *révolution* assez courts.

Danger naturel Processus naturel susceptible de mettre en danger la population ou les biens matériels. La gestion des *forêts* protectrices se concentre sur les dangers naturels suivants *:* les avalanches, les chutes de pierres, les glissements de terrain, les coulées de boue, les processus d'écoulement liés aux eaux courantes (laves torrentielles, débordements avec dépôts, *érosion* des berges). Voir aussi *Forêt protectrice*.

Débardage Transport hors route du bois abattu, sous forme d'*arbre entier* ou d'*assortiments*, du lieu d'abattage à la route à camions la plus proche, à partir de laquelle le transport se poursuit par camions.

Définition de la forêt Base de décision pour délimiter la *forêt* et les surfaces hors *forêt*. Dans l'IFN, les critères suivants sont déterminants *: degré de recouvrement* minimal de 20 %, *largeur minimale* (25 à 50 m de largeur de *forêt*, selon le degré de recouvrement). Voir aussi 1.2.

Défrichement Changement durable ou temporaire de l'affectation du sol sur l'aire forestière, même s'il s'agit de surfaces non boisées.

Dégât d'écorçage Dégât causé par les cerfs lorsqu'ils dénudent le bois d'*arbres* et d'*arbustes* en arrachant leur écorce.

Dégât de frayure Dégât à l'écorce causé par les chevreuils ou les cerfs lorsqu'ils frottent leurs bois nouvellement formés contre des *arbres* ou des *arbustes* pour les débarrasser du velours.

Dégât de gibier *Dégâts aux arbres* causés par les *ongulés sauvages : dégâts d'écorçage*, de *frayure*, d'estocade ou d'*abroutissement*.

Dégâts à la jeune forêt Perturbation de la *jeune forêt* causée par des facteurs biotiques ou abiotiques. Dans l'IFN, les dégâts dus par exemple à l'*abroutissement*, aux maladies fongiques, à la reptation de la neige ou à la *récolte des bois* sont enregistrés dans le cadre du relevé de la *jeune forêt*.

Dégâts aux arbres Blessure ou maladie qui portent atteinte aux processus physiologiques d'un arbre ou diminuent la valeur de son bois. Dans l'IFN, sont relevés les dégâts aux *arbres échantillons* tels que blessures corticales, bris de tronc, nécroses de l'écorce et écoulements de résine.

Dégâts aux forêts Perturbation de la *forêt* causée par des facteurs biotiques ou abiotiques, entraînant la mort ou la perte massive de vitalité, de productivité ou de valeur des *arbres* ou d'autres composants de l'*écosystème forestier*. Dans l'IFN, les dégâts aux *forêts* sont évalués en fonction des caractéristiques Gravité des dégâts au peuplement et *Dégâts étendus*.

Dégâts étendus Destruction d'une surface de *peuplements* forestiers. Dans l'IFN, il s'agit de surfaces sur lesquelles des *arbres* sont morts ou ont été très fortement endommagés par un événement sur au moins 10 % de la *surface d'interprétation* depuis l'inventaire précédent.

Degré de fermeture Expression de la concurrence entre les *houppiers* dans les *peuplements* réguliers. Dans l'IFN, on distingue les degrés comprimé, normal, lâche, aéré, clairiéré, en *collectifs* serrés, en *collectifs* normaux et à fermeture étagée.

Degré de mélange (photos aériennes) Proportions des *espèces ligneuses* feuillues et résineuses composant la *forêt*. Dans l'IFN, le degré de mélange déterminé au moyen des photos aériennes indique la proportion de *feuillus* dans la surface de *houppiers* des plantes ligneuses à partir d'une hauteur de 3 m. Voir aussi *Degré de mélange (terrestre)*.

Degré de mélange (terrestre) Proportions des essences feuillues et résineuses composant le *peuplement*. Dans l'IFN, le degré de mélange déterminé au niveau terrestre est basé sur les proportions de la *surface terrière* des deux groupes d'essences. L'IFN distingue quatre classes *: résineux* purs (91-100 % *résineux*), *résineux* mélangés (51-90 % *résineux*), *feuillus* mélangés (11-50 % *résineux*), *feuillus* purs (0-10 % *résineux*). Voir *Degré de mélange (photos aériennes)*.

Degré de recouvrement Rapport de la surface des projections des *houppiers* (sans tenir compte des recouvrements multiples) à la surface totale d'un *peuplement* ou d'une surface à évaluer. Contrairement au degré de couverture, il ne peut pas dépasser 100 %.

Densité de la desserte Quotient de la longueur des *routes à camions* et de la *surface forestière*. La densité de la desserte est un critère habituel pour définir l'intensité de la *desserte forestière* d'un territoire.

Desserte forestière Installations et équipements qui servent principalement au transport des *arbres* abattus du lieu d'abattage au lieu de vente, c.-à-d. routes forestières et téléphériques (desserte principale), *pistes à machines*, *layons de débardage*, tranchées pour câbles et câbles (desserte fine).

Diamètre à 7 m de hauteur (d7) Diamètre du *tronc* d'un arbre, mesuré à 7 m du sol. Le d7 sert à calculer la *fonction de volume*.

Diamètre à hauteur de poitrine (DHP) Diamètre du *tronc*, mesuré à 1,3 m du sol.

Diamètre au petit bout Diamètre du fin bout d'un *bois rond*.

Diamètre dominant (DHP_{dom}) *Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* moyen des 100 plus gros *arbres* par hectare, dans l'IFN des *arbres* et des *arbustes* à partir de 12 cm DHP.

Diamètre moyen (Dg) Moyenne des *diamètres à hauteur de poitrine (DHP)* de tous les *arbres* et *arbustes* mesurés d'un *peuplement*, dans l'IFN, des *arbres* et *arbustes* à partir de 12 cm DHP.

Disparitions naturelles *Arbres* qui ont disparu naturellement entre deux inventaires consécutifs, par exemple en raison d'avalanches, de glissements de terrain ou d'incendies de *forêt* ; dans l'IFN, *arbres* et *arbustes* avec un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) d'au moins 12 cm. Les disparitions naturelles sont une des composantes de la *mortalité*. Voir aussi *Mortalité résiduelle*.

Distance de débardage Distance totale sur laquelle le bois abattu doit être transporté à l'aide d'un ou de plusieurs moyens de *débardage*, de la *placette d'échantillonnage* jusqu'à la *route à camions*, à partir de laquelle le transport se poursuit par camions.

Diversité biologique Voir *Biodiversité*.

Diversité des espèces ligneuses (lisière) Dans l'IFN, *indicateur* écologique pour évaluer les *lisières* forestières en fonction du nombre d'*espèces ligneuses*, la proportion pondérée d'*arbustes* épineux et de bois blancs héliophiles à brève durée de vie (bouleaux, aulnes, peupliers, saules) ainsi que d'autres *espèces ligneuses* écologiquement précieuses (p. ex. *chênes*, sorbier des oiseleurs).

Diversité des espèces ligneuses (peuplement) Dans l'IFN, *indicateur* écologique pour évaluer les *peuplements* forestiers en fonction du nombre d'*espèces ligneuses* et de la présence, dans la *strate supérieure* du *peuplement*, d'*espèces ligneuses* avec une signification écologique particulière (saules, bouleaux, aulnes, peupliers indigènes, *chênes*, châtaignier, merisier, fruitiers sauvages et espèces de *Sorbus*).

Diversité structurelle de la lisière *Indicateur* servant à caractériser la structure verticale et horizontale de la *lisière* à partir des critères suivants *:* structure, tracé et densité de la lisière et largeur du *manteau forestier*, du *cordon de buissons* et de l'*ourlet herbeux*.

Diversité structurelle du peuplement *Indicateur* servant à caractériser le *peuplement* en tant qu'habitat à partir des paramètres suivants *: stade de développement*, *degré de fermeture*, *structure du peuplement*, proportion de *gros bois*, gravité des dégâts au peuplement, présence de *lisière* forestière ou de limite de peuplement, présence et type de trouées dans le *peuplement*, *degré de recouvrement* de la *strate arbustive*, *degré de recouvrement* des *arbustes* à baies, ainsi que présence de *souches*, de *bois mort* à terre, d'*arbres secs sur pied* et de tas de branches.

Drageon Pousse issue d'une *racine* (drageon racinaire) ou d'un rhizome.

Durabilité (forestière) Principe visant à maintenir la pérennité de la *forêt* et de toutes ses fonctions. Idée fondamentale de la *gestion forestière durable*.

Écart-type Racine carrée de la moyenne des carrés des différences entre les valeurs individuelles et leur moyenne. L'écart-type sert à mesurer la dispersion de la population étudiée.

Échantillon Élément d'une population qui est choisi et relevé systématiquement ou au hasard. L'échantillon permet d'estimer des critères métriques ou catégorisés d'une population.

Éclaircie Mesure de soins et d'exploitation consistant à prélever certains *arbres* pour améliorer la structure, la *stabilité* et/ou la qualité du peuplement restant.

Éclaircie en forêt de montagne Intervention dans les *forêts de montagne* destinée à maintenir et améliorer la structure et la *stabilité des peuplements* et à promouvoir la *régénération*.

Éclaircie en forêt permanente Intervention dans les *forêts* permanentes destinée à maintenir et améliorer leur structure et à promouvoir une *régénération* pérenne.

Éclaircie sélective Méthode d'éclaircie qui vise à favoriser les *arbres* présentant les caractéristiques désirées en éliminant leurs plus forts concurrents.

Écosystème Communauté fonctionnelle de végétaux, d'animaux et de microorganismes (*biocénose*) qui interagissent entre eux et avec leur environnement abiotique (*biotope*). Voir aussi *Écosystème forestier*.

Écosystème forestier *Écosystème* marqué par la présence d'*arbres*.

Écotone Zone située entre différentes associations végétales ou *biotopes* (biotope de *lisière* ou de transition). Les écotones constituent un habitat pour les espèces des *biotopes* voisins et pour les espèces spécialisées de l'écotone lui-même. Voir aussi *Valeur d'écotone de la lisière*.

Effet protecteur (contre les dangers naturels) Capacité d'un *boisement* d'empêcher la formation d'un ou de plusieurs *dangers naturels* ou d'en atténuer les impacts. Voir aussi *Effets de la forêt*, *Forêt protectrice*.

Effets de la forêt Effets déployés par la *forêt* en tant que forme végétale sur l'environnement abiotique (sol, air, etc.) et biotique (faune, flore, population humaine). Les effets d'une *forêt* dépendent de l'étendue de celle-ci, de sa répartition, de sa structure et de son mélange d'essences.

Empattement Dans l'IFN, partie du *tronc* entre la surface du sol et 0,5 m de hauteur.

Enquête Collecte de données au moyen d'un questionnaire. Pour les placettes de l'IFN4, des informations concernant les *fonctions forestières*, la desserte, l'origine de la *forêt*, l'*utilisation de la forêt*, les coûts de récolte et de *débardage*, la *méthode de récolte* et les moyens de *débardage* utilisés ont été recueillies auprès des services forestiers

Ensemble analysé Dans l'IFN, part de la *surface forestière* qui satisfait à certains critères et pour laquelle on désire formuler une interprétation statistique, par exemple « *forêt accessible sans la forêt buissonnante* ».

Épicéa (essence principale) Toutes les espèces du genre *Picea : P. abies, P.* sp.

Érable Toutes les espèces du genre *Acer : A. pseudoplatanus, A. platanoides, A. campestre, A. opalus*.

Érosion Abrasion des sols par l'action de l'eau ou du vent. Dans l'IFN, seules les surfaces érodées supérieures à 100 m^2 sont relevées.

Erreur d'échantillonnage Différence aléatoire entre les valeurs estimées de l'échantillon (p. ex. la moyenne) et les valeurs réelles d'une population. On l'évalue au moyen de l'*erreur standard*.

Erreur standard *Écart-type* de grandeurs statistiques (p. ex. la moyenne). L'erreur standard est généralement estimée à partir de la variance des valeurs observées.

Espèce arbustive Dans l'IFN, espèce figurant en tant qu'*arbuste* dans la liste des *espèces ligneuses* de l'inventaire concerné.

Espèce envahissante Voir *Espèce introduite envahissante*.

Espèce exotique *Espèce introduite* suite à une intervention humaine (délibérée ou non) dans des habitats situés en dehors de son aire de répartition naturelle. L'appellation « exotique » selon l'ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement, ODE ; RS 814.911) se réfère aux espèces qui ne proviennent pas des pays de la zone UE/AELE. Voir aussi *Espèce introduite*, *Néophyte*.

Espèce introduite Espèce introduite suite à une intervention humaine (délibérée ou non) dans des habitats hors de son aire de répartition naturelle. Voir aussi *Espèce exotique*, *Néophyte*.

Espèce introduite envahissante *Espèce introduite* dont on sait ou dont on peut raisonnablement supposer qu'elle se propage en Suisse, et qui est susceptible de former des populations si denses qu'elle pourrait nuire à la *biodiversité* et à son utilisation durable, ou mettre en danger les êtres humains, les animaux ou l'environnement.

Espèce ligneuse Espèce végétale avec un axe lignifié, c.-à-d. espèce d'*arbre* ou d'*arbuste*. Dans l'IFN, toutes les espèces indigènes d'*arbres* ou d'*arbustes* (sans les arbustes nains), ainsi que quelques espèces ou genres introduits sont relevés. Dans les analyses, les *espèces ligneuses* sont souvent regroupées en *essences principales*, les espèces d'*arbres* plus rares et les espèces d'*arbustes* étant regroupées dans les catégories « autres *résineux* » et « autres *feuillus* ».

Espèce menacée Espèce reconnue par un procédé objectif (établissement de listes rouges nationales) comme étant « fortement menacée » ou « menacée ».

Essence Dans l'IFN, espèce végétale figurant sur la liste des *espèces ligneuses*. Cette liste comprend tous les *arbres* et *arbustes* indigènes (sans les arbustes nains) ainsi que certaines espèces ou genres introduits. Pour l'interprétation des données, les essences sont généralement regroupées dans les dix genres les plus importants (*essences principales*).

Essence dominante Dans l'IFN, essence qui présente la plus grande *surface terrière* sur une placette.

Essence indigène Essence naturellement présente dans une région depuis des millénaires.

Essence introduite Essence introduite suite à une intervention humaine (délibérée ou non) dans des habitats hors de son aire de répartition naturelle. Voir aussi *Espèce exotique*, *Néophyte*.

Essence pionnière Essence souvent présente dans les premiers stades de succession et ayant les caractéristiques suivantes : fructification annuelle, formation de nombreuses graines qui se dispersent facilement, faible tolérance à l'ombre, grande tolérance aux conditions climatiques extrêmes (gel, sécheresse, vent, insolation), croissance rapide en jeunesse, courte durée de vie.

Essence principale Dans l'IFN, un des dix plus importants genres ou *essences indigènes :* épicéa (*Picea* sp.), sapin (*Abies* sp.), pin *(Pinus sylvestris, Pinus nigra, Pinus mugo),* mélèze (*Larix* sp.), arole *(Pinus cembra),* hêtre *(Fagus sylvatica),* érable (*Acer* sp.), frêne (*Fraxinus* sp.), chêne (*Quercus* sp.) et châtaignier *(Castanea sativa).* Toutes les autres essences sont agrégées sous la dénomination « autres *résineux* » ou « autres *feuillus* ».

Étage (du peuplement) Voir *Strate (du peuplement*).

Étage de végétation Ensemble des *stations* ayant des conditions phytosociologiques semblables en considérant les *facteurs stationnels* déterminants, notamment l'altitude.

Exigences de stabilité Paramètres structurels utilisés dans les *forêts protectrices* comme objectifs pour réduire suffisamment les effets des *dangers naturels*. Ils se basent sur les conceptions relatives à la structure et la stabilité des *forêts naturelles* et sont différenciés selon les types de *stations* (*associations forestières*) et les *dangers naturels*. Dans l'IFN, les exigences de stabilité ont servi à définir des critères qualitatifs pour la *structure du peuplement* en fonction de ces objectifs. Ces critères sont appliqués pour évaluer la conservation des effets protecteurs à moyen et long terme.

Exploitation accessoire Prélèvement de *produits forestiers non ligneux (PFNL),* p. ex. litière, résine, baies, champignons, gibier, gravier.

Exploitation forcée Exploitation non planifiée causée par des dégâts abiotiques (neige, tempête) ou biotiques (p. ex. scolytes). Voir *Coupe sanitaire*.

Exploitation forestière Prélèvement de bois et d'*arbres* (par des *interventions sylvicoles*) ou d'autres ressources forestières (p. ex. résine, graines).

Exploitations Dans l'IFN, volume du *bois de tige* de tous les *arbres* et *arbustes* avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm qui ont été exploités lors d'*interventions sylvicoles* entre deux inventaires consécutifs. Les *exploitations* sont calculées à partir du volume de *bois de tige* en écorce des *arbres* et *arbustes* exploités au moment du premier inventaire et de l'augmentation modélisée du volume de *bois de tige* en écorce pendant la moitié de la période d'inventaire.

Exploitations de bois fort *Volume* de bois fort exploité. Dans l'IFN, les *exploitations* de bois fort – comme celles de bois rond – sont calculées selon une méthode différente de celle utilisée pour l'*accroissement*, les *exploitations* et la *mortalité*. Elles correspondent au *bois fort de tige* (sans écorce ni *souche*) et au *bois fort des branches* (en écorce) des *arbres* et *arbustes* d'un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de 12 cm ou plus exploités entre deux inventaires. Les *exploitations* de bois fort sont une estimation de la quantité de bois valorisable. Elles se rapprochent le plus des *exploitations* selon la statistique forestière.

Facteur stationnel Agent extérieur de l'environnement vivant (biotique) ou inerte (abiotique) exerçant une influence sur les végétaux. Les *facteurs stationnels* primaires (eau, chaleur, lumière, facteurs chimiques et mécaniques) agissent directement sur les végétaux, les facteurs secondaires (climatiques, orographiques, pédologiques, biotiques) agissent indirectement.

Fertilité de la station Capacité de production d'une *station*, indépendante du *boisement* existant. Dans l'IFN, la fertilité de la station est regroupée en quatre classes de *production totale* (PT).

Feuillus Ensemble de toutes les *espèces ligneuses* de *feuillus*, c'est-à-dire les *arbres* et *arbustes feuillus*. Par conséquent, les analyses de l'IFN se réfèrent aux *espèces ligneuses* feuillues et résineuses et non aux *arbres feuillus* et *résineux*.

Fonction de protection Voir *Fonctions forestières*, *Forêt protectrice*.

Fonction de volume Formule pour cuber un arbre à l'aide de plusieurs grandeurs mesurées. Dans l'IFN, on utilise le diamètre à hauteur de poitrine, le diamètre à 7 m de hauteur et la hauteur de l'arbre. Les fonctions de volume sont développées à partir d'*arbres échantillons* mesurés à terre sur des placettes d'essais de productivité forestière. À l'aide des trois grandeurs relevées, les fonctions de volume permettent de déterminer assez précisément le volume du *bois de tige* d'un arbre.

Fonction récréative Voir *Fonctions forestières*.

Fonctions forestières Dans l'IFN, exigences de la société que la *forêt* satisfait ou peut satisfaire. Les principales fonctions forestières sont la protection contre les *dangers naturels*, la production de bois, la protection de l'eau potable, la protection de la nature et la récréation.

Forêt *Écosystème* couvert en permanence d'*arbres*. L'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) parle de *forêt* lorsque le degré de recouvrement est d'au moins 10 % et la superficie de plus de 0,5 ha, et que les *arbres* peuvent atteindre au moins 5 m de hauteur. Dans l'IFN, sont considérées comme *forêts* les surfaces qui répondent à la définition de l'IFN.

Forêt accessible sans la forêt buissonnante *Placettes d'échantillonnage* forestières accessibles et couvertes à moins de deux tiers par des *arbustes*. *Ensemble analysé* le plus important pour évaluer les états dans l'IFN.

Forêt accessible sans la forêt buissonnante IFN3/IFN4 *Placettes d'échantillonnage* forestières accessibles et couvertes à moins de deux tiers par des *arbustes*, et qui ont été relevées à la fois dans l'IFN3 et l'IFN4. *Ensemble analysé* le plus important pour évaluer les modifications dans l'IFN4.

Forêt buissonnante *Surface forestière* dont le *peuplement* déterminant est couvert à plus de deux tiers d'*arbustes*. Il s'agit en particulier des *forêts* d'aulnes verts et de pins rampants, mais aussi des *forêts* de noisetiers et de *boisements* similaires.

Forêt de montagne Dans l'IFN, *forêt* des *zones supérieures* (étages de végétation montagnard supérieur et subalpin).

Forêt jardinée *Forêt* à structure étagée dans laquelle des *arbres* de toutes les classes de diamètre se côtoient, et où l'on pratique toujours le même type d'intervention, à savoir le *jardinage*.

Forêt naturelle *Forêt* issue de la *régénération naturelle* et qui se développe librement depuis longtemps sans intervention humaine. Dans l'IFN, *forêt* qui n'a pas été gérée ou pâturée par du bétail depuis plus de 100 ans, qui est issue d'une *régénération naturelle* pure et qui contient une proportion de *résineux* proche de l'état naturel.

Forêt primaire *Forêt* dont les utilisations humaines antérieures ne sont ni connues ni reconnaissables ou étaient si insignifiantes et si anciennes qu'elles n'ont aucune influence identifiable sur le mélange d'essences, la structure, la *quantité de bois mort* et la dynamique actuelles de la *forêt*.

Forêt privée *Forêt* appartenant à des particuliers ou à des collectivités de droit privé.

Forêt protectrice *Forêt* qui assure une *fonction de protection*, indépendamment d'éventuelles autres *fonctions forestières*. L'*effet protecteur* englobe généralement la protection contre les *dangers naturels*, la protection de l'eau potable et des sols, la protection contre le vent et le bruit, et la protection visuelle. Dans l'IFN, le terme fait référence à la protection de l'eau potable et à la protection contre les *dangers naturels*.

Forêt protectrice IFN4 (protection contre les dangers naturels) Surface répondant à la *définition de la forêt* de l'IFN et qui est située dans le périmètre des *forêts protectrices* selon SilvaProtect-CH (état 2013). Les *forêts* situées dans le périmètre des *forêts protectrices* selon SilvaProtect-CH peuvent protéger un enjeu reconnu contre un *danger naturel* ou réduire les risques que ce dernier implique (Losey et Wehrli 2013).

Forêt publique *Forêt* qui appartient à un organisme de droit public, c.-à-d. *forêt* de la Confédération, des cantons, des communes politiques, des bourgeoisies ou des corporations de droit public. Voir *Forêt privée*.

Formation forestière Dans l'IFN, désigne un ensemble de types de *stations* ou d'associations forestières regroupées en une unité plus large, p. ex. les hêtraies.

Forme de forêt Les formes fondamentales sont la *futaie* (*régulière, irrégulière, d'aspect jardiné*), le *taillis-sous-futaie*, le *taillis* et, comme formes spéciales, la *selve* et les *cultures d'arbres*. Dans l'IFN, ces formes servent à définir les *types de forêt*.

Franc-pied Arbre issu d'une graine (multiplication générative).

Frêne (essence principale) Toutes les espèces du genre *Fraxinus : F. excelsior, F. ornus*.

Futaie *Stade de développement* dans la *futaie régulière*. Dans l'IFN, *peuplement* avec un *diamètre dominant (DHP$_{dom}$)* supérieur à 30 cm. On distingue la jeune futaie (31-40 cm DHP$_{dom}$), la futaie moyenne (41-50 cm DHP$_{dom}$) et la vieille futaie (>50 cm DHP$_{dom}$).

Futaie *Forme de forêt* dans laquelle les *arbres* sont principalement issus de *francs-pieds*, c'est-à-dire qu'ils résultent d'une multiplication générative (à partir de graines).

Futaie d'aspect jardiné *Futaie* à structure étagée, sans *stade de développement* dominant (*stade de développement* mélangé) ou *futaie* à une ou plusieurs *strates* avec une structure par *collectifs* d'*arbres*.

Futaie irrégulière *Futaie* à une ou plusieurs *strates*, avec un *stade de développement* mélangé. Forme intermédiaire entre la *futaie régulière* et la *futaie d'aspect jardiné*.

Futaie régulière *Futaie* composée de *peuplements* homogènes, de surfaces délimitées, avec une structure en *strates*, dans laquelle les *arbres* formant le *peuplement* (*peuplement principal*) présentent des diamètres à hauteur de poitrine (DHP) similaires et peuvent donc être classés dans le même *stade de développement*.

Géant Arbre particulièrement imposant. Dans l'IFN, arbre avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* de plus de 80 cm.

Gestion forestière durable La gestion durable des *forêts* signifie la gestion et l'utilisation des *forêts* d'une manière et avec une intensité telles qu'elles maintiennent leur diversité biologique, leur productivité, leur capacité de *régénération*, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et à l'avenir, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes, sans porter préjudice à d'autres éco systèmes (selon Forest Europe).

Gravité des dégâts *Indicateur* pour évaluer les *dégâts aux arbres* isolés ou aux *peuplements*, dans l'IFN, dérivé des dégâts aux *arbres échantillons*.

Gros bois Arbre d'un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur à 50 cm.

Hauteur dominante (h_{dom}) Hauteur moyenne des 100 plus gros *arbres* par hectare. Rapportée à l'*âge du peuplement* de 50 ans, la hauteur dominante représente, dans les *tables de production* suisses, l'*indice de fertilité*.

Houppier Partie de l'arbre couverte d'aiguilles ou de feuilles, allant de la première branche verte (branches gourmandes non comprises) à la *cime* (*pousse terminale* de l'arbre). Aussi appelé couronne.

Indicateur Grandeur simple et mesurable (grandeur test) pour des systèmes, des processus ou des états complexes. Dans l'IFN, les indicateurs sont des caractéristiques avec un contenu informatif particulier en relation avec les critères spécifiques utilisés pour le contrôle de la gestion durable.

Indice de densité du peuplement (Stand Density Index SDI) Mesure de la densité d'un *boisement* calculée à partir du *nombre de tiges* par hectare (dans l'IFN, *arbres* et *arbustes* à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine [DHP]*) et du *diamètre moyen* (Dg). Pour un seuil d'inventaire fixé à 0 cm, le SDI est largement indépendant de la *fertilité de la station*, du mélange d'essences et de l'*âge du peuplement*.

Indice de fertilité Mesure de la production d'un *peuplement*, établie dans des *tables de production* à l'aide de l'*âge du peuplement* et de sa hauteur. Dans les *tables de production* suisses, cet indice correspond à la *hauteur dominante* d'une essence à 50 ans.

Intensité critique d'abroutissement *Intensité d'abroutissement* au-dessus de laquelle il faut s'attendre à des *pertes* d'*arbres*.

Intensité d'abroutissement Proportion d'*arbres* et d'*arbustes* dont la *pousse terminale* ou le bourgeon terminal ont été abroutis par les *ongulés sauvages* au cours de l'année précédente.

Intervention (sylvicole) Terme regroupant les mesures sylvicoles dans le *peuplement*, principalement les *soins* à la *jeune forêt*, les *éclaircies* et la *régénération*.

Inventaire forestier Relevé périodique de caractéristiques d'*arbres* et de *peuplements* servant de base pour le suivi des *forêts* et la planification forestière à l'échelle de l'entreprise, du canton ou du pays.

Jardinage Intervention sylvicole dans la *forêt jardinée*. Exploitation pied par pied qui vise simultanément les objectifs suivants : *récolte des bois* mûrs, sélection des *arbres* de valeur, conservation de la structure étagée du *peuplement* sur de petites surfaces, et *régénération*.

Jeune forêt *Peuplement* dans les stades de développement *recrû/fourré* et bas-*perchis*. Dans l'IFN, tous les *peuplements* avec un *diamètre dominant* (DHP_{dom}) inférieur à 12 cm sont comptabilisés comme jeunes forêts.

Largeur minimale (pour la définition de la forêt) Limite inférieure de la largeur d'un *boisement* considéré comme *forêt*. Dans l'IFN, cette largeur dépend du *degré de recouvrement*.

Layon de débardage Tranchée non boisée, aménagée sans travaux de terrassement dans les terrains accessibles aux tracteurs pour le transport de bois jusqu'à la route forestière la plus proche.

Limite de la *forêt* Zone séparant la *forêt* fermée des *collectifs* d'*arbres* dispersés ou des *arbres* isolés, et dont l'emplacement dépend des conditions stationnelles.

Line-intersect sampling (LIS) Méthode de relevé, appliquée dans l'IFN au *bois mort* à terre. Voir aussi *Bois mort LIS*.

Lisière Domaine de transition ou limite entre la *forêt* et d'autres éléments du paysage. La lisière comprend le *manteau forestier*, le *cordon de buissons* et l'*ourlet herbeux*. Voir *Écotone*.

Manteau forestier Partie de la *lisière* constituée d'*arbres* isolés ou de lignées étagées d'*arbres* typiques de bordure (*houppier* déséquilibré et plutôt long) à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*, y compris la *strate arbustive* située en dessous.

Manuel d'instruction IFN Description détaillée du relevé sur le terrain des placettes avec les définitions des critères inventoriés ; pour l'IFN4, voir Keller (2013).

Masse de bois Volume de bois multiplié par la densité spécifique moyenne de l'essence.

Mélèze (essence principale) Toutes les essences du genre *Larix : L. decidua, L. kaempferi*.

Menu bois *Bois des branches* ou de la *tige* avec un diamètre inférieur à 7 cm en écorce. Voir aussi fig. **049.**

Menu bois de tige Partie de la *tige* avec un diamètre inférieur à 7 cm en écorce. Voir aussi fig. **049.**

Menu bois des branches *Bois des branches* avec un diamètre inférieur à 7 cm en écorce, aussi appelé ramilles. Voir aussi fig. **049**.

Méthode de récolte Méthode employée lors de la *récolte des bois*. Elle caractérise d'un point de vue organisationnel et technique l'ensemble de la chaîne de travail – de l'abattage et du façonnage jusqu'au *débardage*.

Mode de régénération Type de création de *peuplement*. On distingue la *régénération naturelle* et la *régénération artificielle*.

Modèle Image de la réalité réduite aux composantes jugées essentielles. Dans l'IFN, description, sous forme de formule mathématique ou de liaison logique, de la relation entre les critères relevés et ceux déduits (p. ex. *fonction de volume*), ou entre les critères relevés et leur évolution (p. ex. *accroissement*).

Mortalité Dans l'IFN, volume du *bois de tige* de tous les *arbres* et *arbustes* avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm qui, entre deux inventaires successifs, sont morts naturellement (p. ex. chablis ou insectes) ou ont disparu (p. ex. avalanches), mais n'ont pas été exploités lors d'*interventions sylvicoles*. La mortalité est la somme des *disparitions naturelles* et de la *mortalité résiduelle*.

Mortalité résiduelle Dans l'IFN, volume du *bois de tige* des *arbres* et *arbustes* avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm, morts depuis l'inventaire précédent, et laissés sur la *placette d'échantillonnage* sous forme de *bois mort*. La mortalité résiduelle est une des composantes de la *mortalité*.

Néophyte Espèce végétale introduite intentionnellement ou non après 1492 (découverte de l'Amérique par Christophe Colomb) dans un habitat situé en dehors de son aire de répartition naturelle. Les espèces végétales qui ont été introduites avant cette date, dans certains cas des siècles auparavant (p. ex. le châtaignier ou le noyer) sont appelées archéophytes. Voir aussi *Espèce introduite*, *Espèce exotique*.

Nombre de tiges Nombre d'*arbres* d'un *peuplement*, absolu ou par unité de surface, généralement nombre de tiges par hectare. Dans l'IFN, seuls les *arbres* et *arbustes* vifs (sur pied et à terre) avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* de 12 cm ou plus sont pris en compte. Voir aussi *Nombre de tiges de bois mort*, *Nombre total de tiges*.

Nombre de tiges de bois mort Dans l'IFN, nombre de tiges d'*arbres* et d'*arbustes* morts (sur pied et à terre) à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*. Voir aussi *Nombre de tiges, Nombre total de tiges*.

Nombre de tiges de la jeune forêt Dans l'IFN, *nombre de tiges* des *arbres* vifs d'au moins 10 cm de haut et jusqu'à un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* de 11,9 cm, en valeur absolue ou par unité de surface (généralement par hectare).

Nombre total de tiges Dans l'IFN, *nombre de tiges* de tous les *arbres* et *arbustes* vifs et morts (sur pied et à terre) à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*, en valeur absolue ou par unité de surface (généralement par hectare). Le nombre total de tiges est la somme du *nombre de tiges* et du *nombre de tiges de bois mort*.

Ongulés sauvages Terme regroupant les artiodactyles sauvages, et désignant dans l'IFN les cerfs, les chevreuils et les chamois.

Ourlet herbeux Bande non exploitée ou seulement de manière extensive, située en avant du *manteau forestier* et du *cordon de buissons*, qui fait la transition avec les zones de cultures intensives.

Pacage en forêt Patûrage de la *forêt* par le bétail (vaches, génisses, chevaux, porcs, moutons ou chèvres). Le pacage constitue une exploitation agroforestière.

Passage à la futaie Total du *nombre de tiges* ou du *volume* de tous les *arbres* et *arbustes* dont le *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* a franchi le *seuil d'inventaire* entre deux inventaires successifs.

Pâturage boisé Pâturage comportant des *arbres* forestiers et soumis à la législation forestière fédérale.

Perchis *Stade de développement* dans la *futaie régulière*. Dans l'IFN, *peuplement* avec un *diamètre dominant* (DHP_{dom}) compris entre 12 et 30 cm.

Pertes *Arbres* qui, entre deux inventaires successifs, ont été exploités, sont morts ou ont disparu. Dans l'IFN, *arbres* et *arbustes* avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm.

Petit bois Dans l'IFN, *bois fort de tige* qui ne peut être attribué à une des six classes de *bois ronds*, au sens des Usages suisses du commerce du bois brut (Économie forestière Suisse *et al.* 2010).

Peuplement Ensemble d'*arbres* se distinguant nettement du voisinage par le mélange d'essences, l'âge ou la structure et mesurant, dans l'IFN, au moins 5 ares.

Peuplement accessoire *Strate du peuplement* qui ne sert pas en premier lieu à la production de bois. Les *arbres* dominés et surcimés sont souvent comptés dans cette *strate*.

Peuplement clairsemé Dans l'IFN, *boisement* présentant en permanence un *degré de recouvrement* compris entre 20 et 60 % en raison des conditions stationnelles ou à cause du type de gestion, p. ex. les *pâturages boisés* et *boisements* à la limite supérieure de la *forêt*.

Peuplement de gros bois Dans l'IFN, *peuplement* avec un diamètre dominant (DHP_{dom}) supérieur à 50 cm ; correspond dans la *futaie régulière* au *stade de développement* de la vieille futaie.

Peuplement de régénération (peuplement en phase de régénération) *Peuplement* dans lequel la *régénération* présente est d'une grande importance parce qu'elle formera très vraisemblablement le futur *peuplement principal*. Dans l'IFN, ce terme recouvre les *recrûs/fourrés*, la *régénération sous abri* et la *futaie d'aspect jardiné*.

Peuplement déterminant Dans l'IFN, *peuplement* à l'intérieur de la *surface d'interprétation* dans lequel se situe le centre de la placette. Il est déterminant pour le relevé des caractéristiques du *peuplement* dans l'IFN.

Peuplement mélangé Dans l'IFN, peuplement dans lequel la proportion de *feuillus* et celle de *résineux* sont chacune d'au moins 10 % de la *surface terrière*. Voir aussi *Degré de mélange*, *Peuplement pur*.

Peuplement principal *Strate* qui caractérise le *peuplement* et sur laquelle repose l'essentiel de la production de bois. À l'exception de la *forêt buissonnante*, le peuplement principal est généralement formé des *arbres* dominants et codominants.

Peuplement pur *Peuplement* composé d'une seule essence ou avec une proportion écologiquement insignifiante d'autres essences.

Peuplement pur de feuillus Dans l'IFN, *peuplement* avec une proportion de *feuillus* (en *surface terrière*) de 91 à 100 %.

Peuplement pur de résineux Dans l'IFN, *peuplement* avec une proportion de *résineux* (en *surface terrière*) de 91 à 100 %.

Pin (essence principale) Toutes les espèces du genre *Pinus* (hormis *P. cembra*) : *P. sylvestris, P. strobus, P. mugo, P. nigra.*

Piste à machines Chemin non fondé, aménagé par des engins de chantier dans les terrains pentus (plus de 25 %) et qui sert pour le transport des bois du *peuplement* jusqu'à la *route à camions*.

Placette d'échantillonnage Dans l'IFN, partie de la *surface forestière* choisie de manière aléatoire ou systématique sur laquelle les caractéristiques des *arbres*, du *peuplement* et de la surface sont relevées. Les placettes de l'IFN4 se composent d'une *surface d'interprétation* de 50 m x 50 m pour l'*appréciation* des critères du *peuplement*, de deux cercles concentriques de 2 et 5 ares pour le relevé des *arbres échantillons*, de quatre cercles de taille variable pour le relevé des jeunes *arbres*, et de trois transects de 10 m de long chacun pour le relevé du *bois mort LIS*. Voir fig. **004.**

Placette permanente Placette installée pour des relevés périodiques.

Plan de gestion Instrument de planification des *exploitations* forestières avec une période de validité de 10 à 20 ans. Il comprend une description de la *forêt*, une planification des *interventions sylvicoles* et des quantités d'utilisation future (possibilité).

Plantation Activité consistant à mettre en terre, à leur emplacement définitif, des jeunes *arbres* ou *arbustes* issus de graines ou de boutures de manière à assurer leur croissance. Par extension, surface issue de cette activité.

Plante de la jeune forêt Dans l'IFN, arbre ou arbuste d'au moins 10 cm de haut et jusqu'à un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* de 11,9 cm.

Possibilité *Exploitations* prévues définies dans un document de planification forestière locale (par exemple le *plan de gestion*), exprimées en termes de quantité de bois exploitable et/ou de surface à traiter.

Pousse Axe d'un *tronc* ou d'une branche portant des feuilles ou des aiguilles.

Pousse terminale Partie la plus élevée de l'axe du tronc portant des feuilles ou des aiguilles.

Pré-transport Transport de bois sur des routes d'accès limité pour les camions, à partir du point final du *débardage* (prochaine *route à camions* selon le réseau IFN) jusqu'au lieu de vente (place de dépôt, gare des chemins de fer).

Production totale (PT) Dans la *futaie régulière*, total du bois produit depuis la création du *peuplement* (somme des accroissements annuels en *volume*) ; correspond à la somme des *exploitations* préalables et du *volume* actuel. La production totale maximale de matière sèche (kg/ha/an) est un critère pour la capacité de production d'une *station*, largement indépendant du mélange d'essences actuel.

Produits forestiers non ligneux (PFNL) Tous les produits de la *forêt* à l'exception du bois, à savoir les champignons, les animaux et les végétaux. Ils ont principalement utilisés pour l'alimentation humaine ou animale, ou comme plantes médicinales.

Protocole de Kyoto Protocole conclu en 1997 qui fixe pour chaque État industrialisé des valeurs maximales contraignantes pour l'émission de gaz à effet de serre. Pour la période après 2020, un nouvel accord a été adopté lors de la Conférence de Paris de 2015 sur les changements climatiques, qui engage tous les États signataires à réduire ces émissions.

Quantité de bois mort Dans l'IFN, somme du *volume de bois mort* et du *bois mort LIS*.

Racine Partie souterraine de l'arbre avec un diamètre d'au moins 2 mm.

Rajeunissement Au sens strict, ensemble des jeunes *arbres* résultant d'un processus de *régénération*. Dans la pratique, rajeunissement et *régénération* s'emploient souvent indifféremment l'un pour l'autre. Voir *Régénération*.

Ramille Voir *Menu bois des branches*.

Rapport racine/pousse Rapport de la *biomasse* souterraine à la *biomasse* aérienne.

Réalisation Exploitation complète du *peuplement* restant. La réalisation permet de récolter les bois et de dégager une *régénération* déjà présente ou de créer une *jeune forêt*. Aussi appelée coupe définitive.

Reboisement *Plantation* d'*arbres* ou semis de graines dans le but de reboiser des surfaces hors *forêt* (non boisées ou insuffisamment boisées).

Récolte des bois Prélèvement des *arbres*. La récolte des bois comprend le *bûcheronnage* (abattage et façonnage) et le *débardage* (transport jusqu'à une route).

Recrû/fourré Voir *Stade de développement*.

Recrutement Rajeunissement dans la *forêt jardinée* ou la *forêt* permanente. Dans l'IFN, tous les *arbres* en dessous du *seuil d'inventaire* de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*.

Régénération Dans l'IFN, ce terme désigne généralement l'ensemble des *arbres* et *arbustes* à partir de 10 cm de haut et jusqu'à un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* de 11,9 cm.

Régénération (processus) Renouvellement de la *forêt* par des mesures sylvicoles dans le *vieux peuplement* (coupe secondaire ou *réalisation*) ou sur des surfaces réalisées. On distingue la *régénération naturelle* et la *régénération artificielle*. Les jeunes *arbres* résultant de ces mesures sont appelés rajeunissement.

Régénération artificielle Renouvellement de la *forêt* par semis ou *plantation*.

Régénération naturelle *Collectif* de jeunes *arbres* formé naturellement par ensemencement ou multiplication végétative.

Régénération naturelle (processus) Renouvellement de la *forêt* par ensemencement naturel ou multiplication végétative.

Régénération sous abri *Régénération* située sous le couvert des *houppiers* d'un *vieux peuplement* et qui doit former le futur *peuplement principal*. Dans l'IFN, *ensemble analysé* qui englobe tous les *peuplements* uniformes dans lesquels on a entrepris, au cours des 10 dernières années, des mesures pour engager ou encourager la *régénération*.

Régime Concept sylvicole de *soins*, de récolte et de *régénération* des *peuplements* qui débouche sur les formes fondamentales de *forêt* (*futaie*, *taillis-sous-futaie* et *taillis*), caractérisées par leur mode spécifique de multiplication (génératif ou végétatif).

Région de forêt protectrice *Unité d'interprétation* permettant une analyse statistiquement pertinente pour les *forêts protectrices*. Les 6 régions de *forêts protectrices* sont formées à partir des 14 *régions économiques*. Voir fig. 009 et tab. 212.

Région de production Région présentant des conditions de croissance et de production du bois relativement homogènes. Dans l'IFN, la Suisse est divisée en cinq régions de production *:* Jura, Plateau, Préalpes, Alpes et Sud des Alpes. Voir aussi *Unité d'interprétation*.

Région économique Unité d'interprétation qui permet une analyse statistiquement pertinente et différenciée par région des données de l'IFN. À cet effet, les 5 *régions de production* de l'IFN ont été divisées en 14 régions sur une base géographique et économique. Voir fig. **009.**

Rejet de souche Pousse issue d'une *souche* après la coupe de l'arbre qu'elle supportait. Chez certaines essences, les rejets de souche peuvent être utilisés pour rajeunir le *peuplement*.

Relevé de contrôle Dans l'IFN, vérification, par la direction opérationnelle, du premier relevé sur une partie des *placettes d'échantillonnage* pour contrôler la qualité des données (utilisation et interprétation correctes des instructions). Voir aussi *Répétition du relevé*.

Répétition du relevé Dans l'IFN, second relevé d'une partie des placettes, indépendant du premier, pour vérifier la qualité des données (reproductibilité). Voir aussi *Relevé de contrôle*.

Réserve naturelle Zone gérée selon des objectifs de protection en vue de protéger des habitats, des espèces animales ou végétales.

Résineux Ensemble de toutes les espèces ligneuses de résineux, c.-à-d. les *arbres* et *arbustes* résineux. Par conséquent, les analyses de l'IFN se réfèrent aux *espèces ligneuses* feuillues et résineuses et non aux *arbres feuillus* et résineux.

Révolution Nombre planifié d'années entre la création d'un *peuplement* forestier et sa *réalisation* dans la *futaie* traitée par coupes.

Route à camions Route accessible aux camions. Les routes à camions selon la définition de l'IFN ont une largeur de chaussée minimale de 2,5 m et sont dimensionnées pour une charge par essieu de 10 t. Dans l'IFN4, les routes à camions ont été classées pour la première fois en fonction de leur accessibilité pour différents types de camions. Les routes à camions selon la définition de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) doivent avoir une largeur de chaussée d'au moins 3 m et être accessibles pour des camions à 3 essieux d'un poids total d'au moins 26 t.

Sapin Toutes les espèces du genre *Abies : A. alba Mill., autres A.* sp.

Selve Pâturage avec des châtaigniers ou des noyers dispersés comme dans un parc, utilisé à la fois pour produire aussi bien du bois et des fruits que du foin ou pour servir de pâturage. En Suisse, les selves sont surtout répandues au Sud des Alpes.

Senior Dans l'IFN, arbre âgé d'au moins 200 ans.

Seuil d'inventaire Diamètre à hauteur de poitrine (DHP) minimum à partir duquel les *arbres* et *arbustes* sont inventoriés. Dans l'IFN, le seuil d'inventaire est fixé à 12 cm DHP pour les *arbres échantillons*, mais à 0 cm pour les relevés dans la *jeune forêt*.

Soins Ensemble des mesures sylvicoles entre la création du *peuplement* et le début de la *régénération*. Dans l'IFN, intervention sylvicole dans la *jeune forêt* (soins culturaux).

Sol forestier Sol boisé avec des *arbres* forestiers et dont la pédogénèse est ainsi influencée.

Souche Partie aérienne de l'arbre située en dessous du trait de coupe et d'une hauteur maximale de 1,3 m à partir du sol. Pour définir les composantes de l'arbre (fig. **049**), on se base dans l'IFN sur une hauteur de *souche* de 0,3 m.

Stabilité du peuplement Résistance d'un *peuplement* aux perturbations. Dans l'IFN, estimation raisonnée de la stabilité mécanique à l'égard des contraintes abiotiques et biotiques au cours des 10 à 20 prochaines années.

Stade de développement Étape dans l'évolution du *peuplement*, définie d'après les grandeurs moyennes ou dominantes (diamètre ou hauteur). En fonction du *diamètre dominant* (DHP_{dom}), l'IFN distingue les stades de développement suivants *:* le *recrû/fourré* (< 12 cm), le *perchis* (12-30 cm), la jeune futaie (31-40 cm), la futaie moyenne (41-50 cm) et la vieille futaie (> 50 cm).

Stand Density Index (SDI) Voir *Indice de densité du peuplement (SDI)*.

Station Ensemble de toutes les influences auxquelles les organismes vivants sont soumis à un endroit donné.

Statistique de la superficie Relevé de l'utilisation et de l'occupation des sols en Suisse réalisé tous les 12 ans par l'Office fédéral de topographie sur la base de photographies aériennes. Les informations sont saisies d'une manière couvrante sur un réseau de 100 x 100 m et sont disponibles comme données de base pour les systèmes d'informations géographiques (SIG) de la Confédération, des cantons, des instituts de recherches et des hautes écoles. Depuis 1983, la statistique de la superficie utilise la même *définition de la forêt* et les mêmes *types de forêt* (*forêt*, *forêt buissonnante* et *bosquets* hors *forêt*) que l'IFN.

Statistique forestière suisse Données sur la gestion des *forêts* recueillies chaque année par l'Office fédéral de la statistique au moyen d'*enquêtes* et interprétées par la division *Forêts* de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Stock de carbone Quantité absolue de carbone présente à un moment donné dans un réservoir de carbone, par exemple dans les végétaux, dans la couche organique (litière) ou dans le sol. Dans l'IFN, on détermine le carbone stocké au-dessus et en dessous du sol dans les *arbres échantillons* ainsi que le carbone stocké dans le *bois mort LIS*.

Strate (du peuplement) Étage bien délimité, constitué par les *houppiers* situés à une certaine hauteur du *peuplement*. Dans l'IFN, on divise l'espace vertical des *troncs* et des *houppiers* en trois strates en fonction de la *hauteur dominante* (h_{dom}) : supérieure (ou dominante), intermédiaire et inférieure (aussi sous-étage).

Strate arbustive (ou buissonnante) En phytosociologie, *strate* formée primairement d'*arbustes*, avec une hauteur maximale de 5 m. Dans l'IFN, toutes les plantes ligneuses situées entre 0,5 m et 3,0 m de hauteur ainsi que les branches des *arbres* et *arbustes* plus grands comprises dans cette fourchette de hauteur.

Strate inférieure (sous-étage) *Strate du peuplement*, dans l'IFN, ensemble des *arbres* et du groupe A des *arbustes* selon la liste des *espèces ligneuses* du manuel d'instruction IFN (espèces typiques de la *forêt buissonnante* comme le pin rampant ou l'aulne vert), qui atteignent au maximum un tiers de la *hauteur dominante* et dont les *houppiers* forment une *strate* bien distincte avec un *degré de recouvrement* d'au moins 20 %.

Strate intermédiaire *Strate du peuplement*, dans l'IFN, ensemble des *arbres* et du groupe A des *arbustes* selon la liste des *espèces ligneuses* du *manuel d'instruction IFN* (espèces typiques de la *forêt buissonnante* comme le pin rampant ou l'aulne vert), dont les *houppiers* forment une strate bien distincte, entre un et deux tiers de la *hauteur dominante*, avec un *degré de recouvrement* d'au moins 20 %.

Strate supérieure *Strate du peuplement*, dans l'IFN, ensemble des *arbres* et du groupe A des *arbustes* selon la liste des *espèces ligneuses* du *manuel d'instruction IFN* (espèces typiques de la *forêt buissonnante* comme le pin rampant ou l'aulne vert), dont les *houppiers*, atteignant au moins les deux tiers de la *hauteur dominante*, forment une strate bien distincte avec un *degré de recouvrement* d'au moins 20 %.

Structure du peuplement Stratification verticale d'un *peuplement*. L'IFN distingue les structures à une ou plusieurs *strates*, étagées et par *collectifs*.

Structure par collectifs Structure de *peuplement* caractérisée par des petits groupes distincts d'*arbres* comprimés (*collectifs*). On rencontre la structure par collectifs principalement à l'étage subalpin en raison de variations à petite échelle des conditions stationnelles.

Surface d'interprétation Dans l'IFN, carré de 50 x 50 m dont l'intersection des diagonales coïncide avec le centre de la *placette d'échantillonnage*. Les critères relatifs au *peuplement* et à la *station* sont relevés sur la surface d'interprétation.

Surface forestière Ensemble de toutes les surfaces qui sont désignées comme *forêt* selon la *définition de la forêt* de l'IFN. Comprend la *forêt* et la *forêt buissonnante*.

Surface forestière en permanence non boisée Surface classée en *forêt* selon la *définition de la forêt* de l'IFN et durablement non boisée, p. ex. route forestière, ruisseau, couloir d'avalanches en *forêt*, autres vides. La largeur maximale d'une surface non boisée dans l'IFN est de 25 m.

Surface forestière inaccessible Surface classée en *forêt* selon la définition de l'IFN mais qui n'a pas fait l'objet de relevé pour des raisons de sécurité.

Surface forestière temporairement non boisée Surface non boisée au moment du relevé de la placette (avec un *degré de recouvrement* inférieur à 20 %), mais destinée à être reboisée, p. ex. surface de coupe ou de chablis, ou surface incendiée.

Surface forestière totale Somme de toutes les surfaces qui satisfont à la *définition de la forêt* selon l'IFN *: forêt* et *forêt buissonnante*, indépendamment de l'accessibilité.

Surface hors forêt Surface qui ne satisfait pas à la définition IFN de la *forêt*.

Surface terrière Somme des sections transversales à 1,3 m de hauteur des *arbres* d'un *peuplement*, dans l'IFN, des *arbres* et *arbustes* vifs (sur pied et à terre) avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm. Voir aussi *Surface terrière totale, Surface terrière du bois mort*.

Surface terrière du bois mort Dans l'IFN, somme des sections transversales du *tronc* à 1,3 m de hauteur (point de mesure du *diamètre à hauteur de poitrine [DHP]*) des *arbres* et *arbustes* morts (sur pied et à terre) d'un *peuplement* avec un DHP d'au moins 12 cm. Voir aussi *Surface terrière, Surface terrière totale*.

Surface terrière totale Dans l'IFN, somme des sections transversales du *tronc* à 1,3 m de hauteur (point de mesure du *diamètre à hauteur de poitrine [DHP]*) de tous les *arbres* et *arbustes* vifs et morts (sur pied et à terre) d'un *peuplement* à partir de 12 cm DHP. La surface terrière totale est la somme de la *surface terrière* et de la *surface terrière du bois mort*.

Système d'information géographique (SIG) Outil informatique permettant de saisir, stocker, mettre à jour, analyser, modéliser et représenter des informations géoréférencées liées à de nombreuses variables. Grâce à ses fonctions d'analyse et de représentation, il est utilisé comme aide à la décision pour résoudre des questions d'ordre géographique.

Table de production Représentation d'un *modèle* d'évolution de la *hauteur dominante*, du *nombre de tiges*, du *volume*, de l'*accroissement* et des *exploitations* pour des *peuplements* soumis à un certain traitement sylvicole, en fonction de l'essence, de l'*âge du peuplement* et de l'*indice de fertilité*.

Taillis *Forêt* issue de *rejets de souche* ou de drageons et exploitée à courte rotation (10 à 30 ans).

Taillis-sous-futaie *Forme de forêt* présentant des éléments du *taillis* et de la *futaie*, composée d'une *strate inférieure* (sous-étage) de *rejets de souche* et d'une *strate supérieure* de *francs-pieds* et en partie de *rejets de souche* réservés.

Tarif Fonction mathématique servant à déterminer le volume d'un arbre à partir d'une seule grandeur mesurée, le plus souvent le *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*.

Taux de *boisement* Proportion de la surface forestière rapportée à la surface totale d'un *ensemble analysé*.

Tige Axe principal d'un arbre, de la surface du sol à la *cime* de l'arbre. Voir aussi fig. **049.**

Tranchée (laie) Bande de *forêt* dont la hauteur est limitée, p. ex. par la présence de lignes électriques aériennes ou de téléphériques. Les hauteurs maximales des *arbres* et donc la production forestière sont limitées.

Transformation Changement de *régime* ou d'essence par la *réalisation* du *boisement* existant, suivie de la création d'un nouveau peuplement par *plantation* ou semis.

Tronc Axe principal lignifié de l'arbre, dans l'IFN jusqu'à la première branche verte (sans *branches gourmandes*).

Type d'intervention Dans l'IFN, type d'intervention sylvicole réalisée ou planifiée.

Type de forêt Ensemble des *forêts* qui présentent une certaine similitude en termes d'origine, de structure et de mélange d'essences. Dans l'IFN, on distingue les *types de forêt* à l'aide des critères suivants *:* catégories d'exploitation, type de *forêt* selon le *manuel d'instruction IFN*, *forme de forêt*, *structure du peuplement* et *stade de développement*.

Type de station Regroupement de *stations* ayant des caractéristiques écologiques identiques ou similaires. Le système des types de *stations* est utilisé dans les instructions pratiques *Gestion durable des forêts de protection* (Frehner *et al.* 2005) pour classer les *stations* forestières suisses non seulement en fonction des caractéristiques floristiques (voir *Association forestière*) mais aussi des caractéristiques stationnelles (par exemple la géologie, la topographie, le sol).

Unité d'interprétation Dans l'IFN, région de la Suisse à laquelle s'appliquent les interprétations et les résultats *: régions de production*, *régions économiques*, *régions de forêts protectrices*, cantons.

Urgence de l'intervention Délai fixé par le garde forestier pour la prochaine *intervention*, en tenant compte des planifications et *fonctions forestières* locales.

Utilisation de la forêt Usage anthropique d'*effets de la forêt*, p. ex. prélèvement de matières premières, jouissance de prestations de protection ou de récréation.

Valeur d'écotone de la lisière *Indicateur* écologique pour évaluer la *lisière* en tant qu'habitat pour la faune et la flore. Le *modèle* utilisé dans l'IFN s'appuie sur les *critères* « *diversité des Espèces ligneuses* » et « *diversité structurelle de la lisière* ».

Valeur de biotope *Indicateur* écologique pour évaluer les *peuplements* forestiers comme habitats pour la faune et la flore. Le *modèle* de valeur de biotope de l'IFN se base sur les trois critères de diversité suivants *:* le caractère naturel de la proportion de *résineux*, la *diversité des espèces ligneuses* et la diversité structurelle.

Valeur cible Valeur calculée à partir d'un *échantillon*, sous forme de somme (total), moyenne ou proportion des critères d'une population.

Végétation naturelle potentielle (VNP) État naturel supposé de la végétation que l'on peut concevoir aujourd'hui si l'on supprimait l'impact humain sur la végétation dans les conditions de vie actuelles et que la végétation naturelle s'établissait en quelque sorte soudainement dans le nouvel état d'équilibre.

Vieux bois Voir Vieux peuplement.

Vieux peuplement Généralement, *peuplement* âgé au sens économique du terme. Dans l'IFN, un *peuplement* de plus de 120 ans est considéré comme un vieux peuplement. D'un point de vue écologique, un tel *peuplement* est encore jeune.

Volume Volume du *bois de tige* en écorce de tous les *arbres* et les *arbustes* vivants (sur pied ou à terre) avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm. Voir aussi *Volume total.*

Volume à l'hectare Volume de bois par hectare, dans l'IFN *volume* du *bois de tige* des *arbres* et *arbustes* vifs en écorce (sur pied et à terre) avec un *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)* d'au moins 12 cm.

Volume de bois mort Dans l'IFN4, *volume* de *bois de tige* en écorce de tous les *arbres* et *arbustes* morts (sur pied et à terre) à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*. Jusqu'à l'IFN3 inclus, ce terme désignait le volume du *bois de tige* en écorce des *arbres* et *arbustes* morts dont l'espèce pouvait encore être déterminée (IFN1, IFN2, IFN3) et qui pouvaient au moins encore être utilisés comme bois de chauffage (IFN1). De plus, dans l'IFN1, les *arbres* verts à terre ont aussi été comptés comme du *bois mort*. En raison de ces changements méthodologiques, le volume de bois mort de l'IFN1 ne peut pas être directement comparé à celui des inventaires ultérieurs de l'IFN. Le volume de bois mort est un des composants du *volume total*.

Volume total Dans l'IFN, volume du *bois de tige* en écorce de tous les *arbres* et *arbustes* vifs et morts (sur pied et à terre) à partir de 12 cm de *diamètre à hauteur de poitrine (DHP)*. Le volume total est la somme du *volume* et du *volume de bois mort*.

Zone de protection des eaux souterraines Le plus important instrument de planification pour la protection de l'eau potable. Les zones de protection des eaux souterraines doivent être délimitées par les cantons autour de tous les captages d'eaux souterraines d'intérêt public.

Zones inférieures Régions situées à des altitudes inférieures. Dans l'IFN, ce terme englobe les étages de végétation collinéen/montagnard et montagnard inférieur. Voir aussi *Zones supérieures*.

Zones supérieures Régions situées à des altitudes supérieures. Dans l'IFN, ce terme englobe les étages de végétation montagnard supérieur, subalpin, alpin et nival. Voir aussi *Zones inférieures*.

9.3 Textes de loi, abréviations et symboles

Textes de loi cités

RS 0.814.011	Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques du 11 décembre 1997
RS 210	Code civil suisse du 10 décembre 1907 (CC)
RS 814.01	Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (LPE)
RS 814.12	Ordonnance sur les atteintes portées aux sols du 1er juillet 1998 (OSol)
RS 814.20	Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 (LEaux)
RS 814.201	Ordonnance sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux)
RS 814.911	Ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement du 10 septembre 2008 (ODE)
RS 921.0	Loi fédérale sur les forêts du 4 octobre 1991 (LFo) (et son prédécesseur, la Loi fédérale concernant la haute surveillance de la Confédération sur la police des forêts du 11 octobre 1902)
RS 921.01	Ordonnance sur les forêts du 30 novembre 1992 (OFo)
RS 921.552.1	Ordonnance sur le matériel forestier de reproduction du 29 novembre 1994

Abréviations

CCNUCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CEE-ONU	United Nations Economic Commission for Europe (Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe)
DFI	Département fédéral de l'intérieur
DHP	Diamètre à hauteur de poitrine
ENFIN	European National Forest Inventory Network
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (en français : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)
FAWS	forest available for wood supply (en Suisse : forêt accessible sans la forêt buissonnante)
FRA	Global Forest Resources Assessment
FSC	Forest Stewardship Council
GNSS	réseau global de satellites de navigation (Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites)
IFN	Inventaire forestier national
IFRF	Institut fédéral de recherches forestières (aujourd'hui Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL)
IGS	Inventaire des gaz à effet de serre
LIS	Line Intersect Sampling
LSPN	Ligue suisse pour la protection de la nature
MBD	Monitoring de la biodiversité Suisse
MCPFE	Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (en français : Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe, aujourd'hui Forest Europe)
NaiS	Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques (Frehner *et al.* 2005)
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (aujourd'hui Office fédéral de l'environnement OFEV)
OFEV	Office fédéral del'environnement
OFPP	Office fédéral des forêts et de la protection du paysage (prédécesseur de l'OFEFP puis de l'OFEV)
OFS	Office fédéral de la statistique
OWL	other wooded land (en Suisse : forêt buissonnante)
PDF	plan de développement forestier
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PEB	potentiel d'exploitation de bois
PT	production totale
SDI	Stand Density Index (Indice de densité du peuplement)
SIG	Système d'information géographique
SOeF	State of Europe's Forests
SSIGE	Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux
Swisstopo	Office fédéral de topographie
VNP	végétation naturelle potentielle
WSL	Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage

Cantons suisses

AG	Argovie
AI	Appenzell Rhodes-Intérieures
AR	Appenzell Rhodes-Extérieures
BE	Berne
BL	Bâle-Campagne
BS	Bâle-Ville
FR	Fribourg
GE	Genève
GL	Glaris
GR	Grisons
JU	Jura
LU	Lucerne
NE	Neuchâtel
NW	Nidwald
OW	Obwald
SG	Saint-Gall
SH	Schaffhouse
SZ	Schwyz
SO	Soleure
TG	Thurgovie
TI	Tessin
UR	Uri
VD	Vaud
VS	Valais
ZG	Zoug
ZH	Zurich

Unités et symboles

ha	hectare (100 m × 100 m = 10000 m^2 = 0,01 km^2)
m^3/ha/an	mètre cube par hectare et par an
<	inférieur à
>	supérieur à
≤	inférieur ou égal à
≥	supérieur ou égal à

9.4 Index

Les chiffres en **gras** renvoient à des pages où le mot fait l'objet d'une mention importante, les chiffres en italiques à des mots qui sont expliqués dans le glossaire (9.2).
s. signifie page suivante, ss. pages suivantes.

A

Abies alba Mill. voir Sapin
Abroutissement (de la pousse terminale) 83, 104, 121s., 127ss., 195, 208, 239, 246, 257, 284, 288, 292, *322*
Accès aux données 27
Accessibilité 94, 112, 272
Accroissement 14, 20, 33, 61, 70, 85ss., 100ss., 147, **172ss., 179ss.,** 270, 282, 285, 294s., 306s., 311, *322*
Accroissement brut voir Accroissement
Accroissement net 172s., 175, 179ss., 306s., 311, *322*
Acer L. voir Érable
Acidité (du sol) 56, 61, *322*
Activités récréatives 122, **273ss.**
Âge d'un arbre 16, 110s., 199, 201, 244, *322*
Âge dominant ($Âge_{dom}$) 199, *322*
Âge du peuplement 111ss., 198ss., 323
Ailante globuleux – *Ailanthus altissima* Mill. 214s.
Ailanthus altissima Mill. voir Ailanthe globuleux
Aire des forêts de feuillus 59ss., 221, 225, 227, 229, 235, 286, 299
Aire des forêts de résineux 59ss., 228s., 235
Aire forestière (voir aussi Surface forestière) 21, 32s., 52s., 55, 209s., 305
Alpes 13, 20s., **30ss.**
Altitude 23, 39s., 44, **53ss.,** 61, 95, 102, 104, 107s., 112, 172, 174, 176ss., 204, 233, 248s., 270
Analyse (des données) 19s., **26s.**
Analyse des besoins 15
Analyse des effets 15
Année de l'intervention **159s.**
Année de relevés de données 23, 25
Année du survol 23, 25
Appréciation *322*
Arbre 322
Arbre échantillon 22, 110, 121, 133s., 138, 145, 199, 201, 218, *322*
Arbre échantillon de tarif *322*
Arbre entier 166s., *322*
Arbre sec sur pied 202, **217ss.,** 222s., 324
Arbres de 200 ans et plus voir Senior
Arbres morts 70s., 80, **116ss.,** 121s., 127, **132ss.,** 138f, 172, 175, **219ss.,** 258, 284, 288, 291s.
Arbres vifs 35, **70s., 80ss., 116ss.,** 127, 133, 234, 290, 292
Arbuste 21, 37, 70, 80, 85, 87, 94, 189, 191s., 195, 202s., 205s., 214s., 233, 290, *322*
Arbustes à baies 202
Arbustes nains 322, 324, *322*
Armée 49ss., 126, 139, 163
Arole – *Pinus cembra* L. 47, 59ss., **76, 78ss., 82ss., 88ss.**, 107ss., 113, 117, 128, 130, 137, 174, 177, 179, 199f., 220, 222, 258
Arrondissement forestier 31, 220
Association forestière 15, 218, 220, 227, 229, 254, 259, *322*
Association végétale 213, *322*
Assortiment (en bois) 29, 109, 113s., 166s., **182ss.,** 282, *322*
Augmentation de la surface forestière 37, 40ss., 56, 70s., 119
Aulne vert – *Alnus viridis* (Chaix) DC. 21, 37, 86, 95
Avalanche 19, 35, 42, 95ss., 139, 246, 248ss., 263

B

Banque de données **24, 26s.**
Bassin versant (de sources d'eau potable) 241ss.
Billon voir Bois courts
Biocénose *322*
Biodiversité 15s., 133, **189ss.,** 280, 283, 288, 291, **296ss.,** 305, **307,** *322*
Biomasse 20, **116ss.,** 244, 282, 306, 310, *322*
Biomasse du bois fort de tige 117s.
Biotope 232, *322*
Bois courts (billons) 182ss., 326
Bois de tige 70s., 116, 118, 172, 185, 290, *322*
Bois des branches 70, 116ss., 172, *322*
Bois en décomposition (qualité du bois mort) 224
Bois fort 71, 116ss., **182ss.,** 282, *322*
Bois fort de tige 71, 116, 182ss., *322*
Bois fort des branches 71, 116ss., 184s., *322*
Bois frais (qualité du bois mort) 224
Bois longs 182ss., *322*
Bois mi-longs 182f., *322*
Bois mort 22, 24, 70ss., 80, **116s.,** 119, 132ss., 136, 175, 189, 202s., **217ss., 232,** 234, 236, 283, 286, 288, 290, 292, 297, 299, 305, 308, 310s., *322*
Bois mort à terre 22, 24, 70, 117, 119, 132, 134, 202s., 218ss., 286, 299, 308, 311
Bois mort encore dur (qualité du bois mort) 223s.
Bois mort LIS 119, 218, *322*
Bois mort sur pied 117, 119, 218s., 222, 224, 286, 299, 308, 311
Bois pourri (qualité du bois mort) 224
Bois ronds **182ss.,** 282, 294, *322*
Bois vermoulu (qualité du bois mort) 223s.
Boisement 21s., 37, 52, 95ss., 193, 198, 204s., 208ss., 228, 230, 248, *322*
Bosquet 15s., 22ss., **52, 85ss.** 95, 97ss., 191ss., 204, 213, 225, 230ss., 285, 298, 308, *323*
Bosquets en dehors de l'aire forestière 15s., 22ss., **52,** 95, 97ss., 204, 286, 298, 308
Bourgeoisie 267, 269, 309
Branche gourmande 326
Bûcheronnage **164,** 166ss., *323*

C

Canton 15, 29, 31, 37, 149s., 155, 160, 162, 185, 187, 211, 220, 232, 239, 242s., 246s., 265, 267ss., 272, 280, 296, 304
Caractère naturel (notamment de la proportion de résineux) 92, 193, 208, **225ss.,** 235, 237, 283, 286, 299, 307, *323*
Caractéristique 14, 17, 20, 22, 24, 27, 29ss., 33, 94, 101s., 106s., 114, 127s., 134, 143, 169, 191, 205s., 230, 248, 257, 272, 281, 295s.
Caractéristique du peuplement 22, 70, 101s., 114, 248
Carte 24s., **30ss.,** 38, 45, 51, 55, 60, 62s., 156, 170, 204, 210, 242, 276
Cassure de la tige 132ss., 219
Castanea sativa Mill. voir Châtaignier
Catalogue des données 15s.
Catégorie de propriété 172, 176, 267ss.
Cause de l'exploitation forcée **140ss.,** 260s.
Cause des dégâts 134s., 139
Certification 149, **152s.,** 282, 285, 294, 296
Câblage 165, *323*
Chablis 42, 77, 140ss., 193, 197s., 207s., 250, 255, 259f, 295
Champignons 83, 128f., 132, 134s., 140, 190, 199, 202, 217, 224, 274s., 299
Chandelle voir Arbre sec sur pied
Charge par essieu 62, 164, 261, 295, *323*
Châtaignier – *Castanea sativa* Mill. 47, **76, 78ss., 82ss., 88ss., 93**, 97, 101, 107, 109f., 112f., 117, 129f., 134, 136ss., 173f., 177, 179, 193f., 200, 202, 221f., 258, 293
Chêne – *Quercus* L. 20f., 47, **76, 78ss., 82ss., 87ss., 93**, 107ss., 112f., 117, 121, 127, 129f., 137, 174, 177, 179f., 193ss., 200, 207f., 214f., 222, 237, 258, 292f., 299, *323*
Chêne rouge – *Quercus rubra* L. 87, 212, 214s., 237, 299
Chutes de pierres 35, 83, 127s., 134ss., 138, 143, 246, 248ss., 301
Cime (d'un arbre) 172, *323*
Cime sèche 127, 132ss.
Classe d'âge 112ss., 307, *323*
Classes de diamètre **107ss.,** 184
Classes de diamètre de la jeune forêt 82ss.
Classes de hauteur de la jeune forêt 22, 82ss., 128, 130s., 257
Classes de la jeune forêt 22, **82ss.,** 128ss., 195, 257
Collecte des données 13ss., 17ss., 23f.

Collectif 101, *323*
Commune politique (catégorie de propriété) 267, 269
Comparabilité (des données) **29,** 305
Comparaison des états 19, 30, 33, 40ss., 44, 72s, 104, 106, 108s., 112, 114s., 135, 137, 157, 159, 181, 193s., 198, 201, 203, 206, 209, 214s, 222, 224, 226, 231, 245, 251, 253, 256, 261
Composantes d'un arbre 71, 116ss., 182
Concept de desserte **64ss.,** 261
Confédération (catégorie de propriété) 265, 267, 269
Constitution de la forêt 113, 243s., *323*
Construction (de bâtiments) 123, 125s., 242
Contrôle de plausibilité 24
Conversion *323*
Cordon de buissons 196, 205s., *323*
Corporation 265, 267, 269, 309
Coulée de boue 248s.
Couche d'usure 64s.
Coupe en forêt permanente 160ss., 260s., 323
Coupe sanitaire 154, 159ss., 245, 260s., *323*
Couronne voir Houppier
Coûts de débardage 169
Coûts potentiels de récolte 147, 164, **169ss.,** *323*
Couverture des coûts 160ss.
Création du peuplement **209s.**
Critères (de Forest Europe) 15, **280ss.,** *323*
Culture d'arbres, ligniculture 95, **97ss.,** 103, 207, 286, 299, 308, 311, *323*

D
Dangers naturels 31, 35, 37, 46, **48ss.,** 55, 138, **161ss.,** 187, 217, 220, 239, **246ss.,** 272, 280, 283, 288, 300s., 305, 309, *323*
Date de la dernière intervention **154ss.,** 258ss.
Débardage 164ss., *323*
Débardeur forestier (moyen de débadage) 164s.
Décharge (de déchets) 125s., 284, 292
Décision forêt/hors forêt 21, 37, 52, 204
Définition de la forêt 16, **21s.,** 32, 37, 52, 96, 247, *323*
Définition des objectifs 13, 16, 18,27
Défrichement 42, 211, *323*
Dégât de frayure 128, *323*
Dégât de gibier (voir aussi Dégâts à la jeune forêt) 288, *323*
Dégâts (à la jeune forêt / aux plantes de la jeune forêt) 121s., 127ss., 257, 282, 284, 292
Dégâts à l'écorce 121, 127, 133
Dégâts au sol 121, **124,** 284, 292
Dégâts aux arbres 121s., **127ss.,** 281s., 284, 291, 293, *324*
Dégâts aux forêts (Dégâts au peuplement) **138s.,** 271, 282, 285, 291ss., 307, 310
Dégâts d'écorçage 128, 134, *324*
Dégâts de récolte 127s., 135, 284, 292, 293
Dégâts dus aux insectes 142
Dégâts étendus 24, 121, **138s.,** 143s., *324*
Degré de desserte **68s., 261ss.,** 295, 300
Degré de fermeture **104ss., 196ss.,** 202, 253ss., *324*
Degré de gravité des dégâts (au peuplement) **138,** 144s., 202, 285, 293, *324*
Degré de gravité des dégâts (aux arbres) 134, 136s., 284, 293, *324*
Degré de mécanisation 166s.
Degré de mélange 16, 23
Degré de mélange (photos aériennes) 16, 23, 32, 43, 52, *324*
Degré de mélange (terrestre) **43ss.,** 52, 253ss., 326
Degré de recouvrement (des houppiers) 21s., 39, 43, 52, 96, 102s., 107, 138s., 191, 202, 204, 207, 239, 246, 248, 250, 298, 323
Degré de recouvrement de la régénération 84, **114s.,** 245, 256s., 301
Densité de la desserte 64, **66s.,** 285, 288, 294s., *324*
Densité du peuplement 106, **196ss.,** 234, 236, 239, 246, **249ss.,** 256, 285, 298, 301
Dépérissement des pousses du frêne 92, 127s., 136, 191, 194
Dernière intervention 154ss., 258
Desserte (forestière) 26, 35, **53, 62ss.,** 164, 169, **259ss.,** 272, 282, 285, 295, 300, 302, 304, *324*
Détente (loisirs en forêt) 24, 35, 46, **49ss.,** 96, 122ss., 134, 139, 161ss., 220, 225, 235, 237, 265s., **271ss.,** 283s., 287s., 291s., 303f., 309, 311
Diamètre à 7 m de hauteur (d7) 70, *324*
Diamètre à hauteur de poitrine (DHP) 23, 70, *324*
Diamètre au petit bout 182, 232, *324*
Diamètre dominant (DHP_{dom}) *324*
Diamètre moyen 106, 198
Dimensionnement (des routes forestières) 62ss., 66
Disparitions naturelles 42, 175, *324*
Distance de débardage **164ss.,** *324*
Distance de transport 287, 302
Distance horizontale placette-route **67,** 165
Distance oblique placette-route 68s., 261s., 287, 295, 302
Diversité biologique voir Biodiversité
Diversité des espèces 189ss., 202, 217, 219, 225, 227, 297
Diversité des espèces ligneuses (lisière) 191, 194s., 225, 231, *324*
Diversité des espèces ligneuses (peuplement) **193s.,** 225, 230s., 233, 298, *324*
Diversité des essences **191ss.,** 283, 288, 298, 307s.
Diversité structurelle de la lisière 189, 196, 206, 225, 231, 283, 286, 299, *324*
Diversité structurelle du peuplement 189, **196, 202s.,** 225, 230s., 234, 236, 283, 286, *324*
Documents de planification Voir Planification forestière
Dominance, voir aussi Essence dominante **43ss., 85ss.,** 90, 95, 112, 198, **216**
Données brutes 26s.
Données IFN 16, 24, **26s.**
Douglas – *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco 86, 213ss., 237, 299
Drageon *324*
Drainage 125s.
Durabilité (forestière) 21, 59, 113, 149, 172, 179, 246, **279ss., 288ss.,** 305ss., *324*

E
Eau potable 35, 46, 48ss., 163, 239, 241ss., 283, 300s., 308s.
Eaux 32, 41, 242, 246
Eaux souterraines 47s., **241ss.,** 287s., 300s., 309, 311
Écart-type *324*
Échantillon, échantillonnage 13ss., 27ss., 32, 204, 232, 248, 305, *325*
Échantillonnage par photo aérienne 20, 22
Échantillonnage systématique 18ss.
Éclaircie 100, 140, 159ss., 208, 245, 260s., *325*
Coupe de conversion 160ss.
Éclaircie (coupe d'éclaircie) 99, 159ss., 208, 245, 260s., *325*
Éclaircie en forêt de montagne 160ss., 208, 260s., *325*
Éclaircie sélective *325*
Écorce 70s., 116, 121, 127, 132ss., 172, 182ss., 221s., 290
Écosystème 122s., 127, 189, 217, 225, 282s., 291, 297, *325*
Écosystème forestier 122, 123, 127, 217, 225, 282s., 291, *325*
Écotone 203, 228, 231, *325*
Effet protecteur (contre les dangers naturels) 14, 239, 246, **248ss.,** 256, 287, 300ss., 307, 311, *325*
Effets de la forêt *325*
Empattement 172, *325*
Engagement d'entreprises forestières 168s.
Enquête 13ss., **24,** 26, 32, *325*
Ensemble analysé 20, 30, **32s.,** *325*
Entretien des lisières 160ss.

Épicéa – *Picea abies* (L.) Karst 35, 44, 46f., 53, 59ss., **70, 72, 76, 78ss., 82ss., 88ss**., 95, 107ss., 116s., 130s., 133, 136s., 173s., 177, 179s., 189, 191, 199s., 202, 208, 214, 218, 220, 222s., 225, 227s., 258s., 293, *324*
Épuisement de l'accroissement 147, 172, 180ss., 285, 294s., 307, 311
Érable – *Acer* L. 44, 46f., **70, 76, 78ss., 82ss., 88ss.**, 95, 107, 109f., 112f., 117, 129ff., 137, 174, 177, 179, 200, 221f., 258f., *322*
Érosion 83, 96, 127s., 135, 246, 248, 250, *325*
Erreur d'estimation (erreur standard de l'estimation) 20s., 28ss., *325*
Erreur d'échantillonnage 18, 20, 28, *325*
Erreur de modèle 29
Erreur statistique voir Erreur d'échantillonnage
Erreur systématique 29
Espèce arbustive 189, 191s., 213ss., 233, *325*
Espèce arbustive introduite 189, 212ss.
Espèce envahissante voir Espèce introduite envahissante
Espèce exotique 213, *325*
Espèce forestière 111, 190, 198, 217, 283, 297
Espèce introduite (voir aussi Essence introduite) 195, **212ss.,** *325*
Espèce introduite envahissante 215s., 322
Espèce menacée 190, 198, 217s., 232s., 283, 297, *325*
Espèces ligneuses, voir aussi Essence, Essence principale 85ss., 95, 97, 191ss., 207, 213s., 232ss., 285, 298, *324*
Essence, voir aussi Essence principale 21, 35, 43s., 46s., 70, 72, **84ss**., 95, 101, 108, 112s., 116, 119, 121, 128ss., 133s., 136, 138, 173, 177, 189, 191, **193ss**., 198, 200, 207, **212ss**., 221, 232, 235, 237, 239, 246, 257, 259, 282s., 285s., 292, 297ss., 307s., 311, *322*
Essence dominante 43s., 46s., 112s., 200, *325*
Essence envahissante 212ss.
Essence indigène 85, 212s., *325*
Essence introduite 189, **212ss.,** 232, 235, 237, 283, 286, 299, 308, 311, *325*
Essence pionnière 136, 193, 207, 213, *325*
Essence principale 44, **76, 78ss., 82ss., 88ss**., 107ss., 117, 127s., 130, 137, 174, 177, 179, 221s., 258, *325*
Estimation 17s., 20, 28
Étage de végétation 31, **56ss.,** 100, 104, 107, 111, 115, 191s., 195, 197ss., 201s., 204, 208, 226, 232ss., 248, 299, *326*
État des arbres 72ss., 81, 218, 222, 224
État du sol **123ss.,** 282, 291
Europe 16, 75, 119, 127, 191s., 199, 202, 207, 210, 212, 216ss., 225, 280s., **305ss.**
Évolution (des chiffres relatifs à la forêt) 13s., **40ss.,** 54, **70ss., 76ss.,** 83, 85ss., 106, 129, 134, 159, 165, 192, 195, 198s., 205, 221ss., 255, 257, 259, 270, 306, 310s.
Évolution (évaluation de l'évolution) 19s., 28, **30,** 33, 70, 172
Évolution de la surface forestière 14, 35, **40ss.**, 54, 70, 306, 310
Évolution du nombre de tiges 85ss.
Évolution du volume 35, 70, 77, 85ss., 270
Exigences de stabilité *326*
Exploitation (forestière) voir Unité d'exploitation
Exploitation accessoire *326*
Exploitation du bois fort de tige **182ss.**
Exploitation forcée **140ss.**, 175, 246, 260s., 282, 285, 287s., 291, 293, 295, 300s., *326*
Exploitation forestière (voir aussi Exploitations) *326*
Exploitations (de bois) 14, 16, 24, 26, 33, 42, 49ss., 76s., 85ss., 96ss., 125, 138, 140ss., 147, 163, **171s., 175ss., 184ss.,** 198, 221, 236, 260s., 270, 282, 285, 288, 294s., 306s., 311, *326*
Exploitations de bois fort 182ss., 282, *326*
Exposition 56s., 61, 94

F
Facteur de conversion de la biomasse 117s.
Facteur stationnel 55, 143, 228, *326*
Fagus sylvatica L. voir Hêtre
Fertilité de la station 24, 29, 53, **61s.,** 114, 158, 172, *326*
Feu (cause de dégâts) 133ss., 307
Feu de forêt 141, 207, 217
Feuilles/aiguilles 71, 116ss.
Feuillus 47, 72ss., 77, 80ss., 107ss., 112ss., 116ss., 129s., 137, 145, 173s., 176s., 179, 182, 184s., 200, 212ss., 222, 244s., 258, 301, *326*
Fonction allométrique 116
Fonction de production de bois 46ss.
Fonction de protection 31, **46ss.,** 220, **232ss.,** 239, **241ss., 246ss.,** 283, 286, 300ss., 308s., 311, *326*
Fonction de volume 70, *326*
Fonction forestière 14, 24, 32, 35, **37, 46ss.,** 94, 104, 114, 159, 163, 220, **241s., 246, 271s.,** 282, 290, 304, *326*
Fonction prioritaire 31, 37, 47ss., 161ss., 220, 233, 247, 272, 277, 286s., 299, 304, 309, 311
Fonction récréative **46ss.,** 161, 272, *326*
Forêt (voir aussi Surface forestière) *326*
Forêt accessible 25
Forêt accessible sans la forêt buissonnante 18, 20, 32s., *326*
Forêt accessible sans la forêt buissonnante IFN3/IFN4 33, *326*
Forêt ayant une fonction de protection de la nature **232ss.,** 308s., 311
Forêt buissonnante 15, 18ss., 32s., **37s.,** 41s., **94ss.,** 210, 233, 284, 306, 310, *326*
Forêt de feuillus 37, 43s., 46, 53, 59ss., 100, 202, 220s., 225, 227ss., 235, 244, 254, 258s., 286, 299
Forêt de montagne 31, 56, 106s., 111s., 160ss., 208, 217, 248, 250, 260s., 292, *326*
Forêt de protection des eaux potables **242ss.,** 301
Forêt de résineux 37, 43s., 46, 59ss., 197, 202, 220s., 228s., 235, 237, 244, 254s.
Forêt inaccessible (Surface forestière inaccessible) **94s.,** 98, 210, 225, *326*
Forêt jardinée 101, *326*
Forêt naturelle 48, 50, 202, 219, 223, **225ss.,** 232ss., 308, 311, *326*
Forêt permanente 101, 160ss., 245, 260s.
Forêt primaire 114, 202, 218, 224s., 233, 236, 330
Forêt privée 13, 20s., 73ss., 77ss., 147, 150, 169., 172s., 176, 178, 180s., 184ss., 265, **267ss.,** 287, 290, 303ss., 309, 311, *327*
Forêt protectrice 15s., 30s., 47ss., 106, 114s., 208, 211, **239, 241ss., 246ss.,** 283, **286ss., 299ss.,** 304, 308s., 311, *327*
Forêt protectrice IFN4 (protection contre les dangers naturels) 31, 46ss., 106, 163, 239, **246ss.,** 283, 287s., 301s., 309, 311, *327*
Forêt publique 13, 73ss., 77ss., 147, 150, 169, 172s., 176, 178, 180ss., 184s., 265, **267ss.,** 290, 296, 309, *327*
Forêt sans la forêt buissonnante 18s., 37
Forêts feuillues d'aspect naturel 235, 237
Forêts intactes **225,** 237
Forêts protégées 48, **232ss.**, 283, 305, 308, 311
Forêts résineuses d'aspect naturel 235, 237
Formation forestière 59, 61, 220, 258s., 332
Forme de forêt 94, 138, 258, 259, 306, *327*
Forwarder voir Porteur forestier
Fourmilière 196s., 235, 237
Fourré voir Recrû/fourré
Franc-pied 94, 100s., *327*
Fraxinus L. voir Frêne
Frayure 127s.
Frêne – *Fraxinus* L. 47, 76, **78ss., 82ss., 88ss**., 107, 109s., 113, 117, 127ss., 136s., 139, 174, 177, 179, 191, 194, 200, 222, 258s., *324*
Futaie 94ss., **101ss.,** 129, 208, *327*
Futaie (stade de développement) 46, 98s., 103ss., 245, *327*
Futaie d'aspect jardiné 94ss., **101,** *327*
Futaie irrégulière 94ss., **101s.,** *327*
Futaie régulière 46, 94ss., **102ss.,** 114, *327*

G

Géant 196, **198,** 201s., 232, 234, 236, 286, 299, *327*
Gestion forestière 154ss., 172, 187, 193, 225, 228, 243s., 296, 300
Gestion forestière durable 15, 75, 113, 147, 149, 152, 172, 179s., 253, 255, 265s., **279ss.,** *327*
Glissement de terrain 35, 83, 127s., 135, 198, 248s.
Gros bois 94, 108ss., **198,** 201ss., 286, 299, *327*
Grue à câble conventionnelle 164ss. , 171, 261
Grue à câble mobile 164ss., 169

H

Habitat 15, 35, 46, 50, 107, 190, 193, 196, 198, 201ss., 207, 217, 227, 232s., 280, 299
Haie 52
Hauteur d'un arbre 70, 96, 182
Hauteur dominante (h_{dom}) 21, *327*
Hélicoptère 164ss., 259, 261
Hêtre – *Fagus sylvatica* L. 35, 44, 47, 53, 59ss., **70, 72, 76, 78ss., 82ss., 88ss**., 107, 109s., 112s., 117, 130, 137, 173s., 177, 179, 191, 198, 200, 202, 208, 218, 220ss., 228, 258s.
Houppier 39, 43, 52, 104, 132, 134s., 185, 191, 196s., 204, 220, 248, 250, *327*

I

If – *Taxus baccata* L. 86, 88, 191, 194
Illustration **30,** 32
Impact anthropique voir Influence anthropique
Indicateur 15, 21, 75, 90, 129, **190ss.,** 195, 197, 202ss., 216, 228ss., 233ss., 244, **248ss., 279ss., 288ss.,** 305ss., *327*
Indice de densité du peuplement (Stand Density Index, SDI) 106, 198s., 234, 253, 285, 298, *327*
Indice de fertilité 61, 323
Influence anthropique **123ss.,** 225ss., 271, 284, 291s., 299
Infrastructures 96, 246, 277, 283, 309, 311
Infrastructures de loisirs 271, 275, 277
Insectes 132ss., 138s., 140ss., 190, 195s., 202, 217, 232, 307
Intensité critique d'abroutissement 129s., 331
Intensité d'abroutissement 121, 127, 129ss., 246, 257, 284, 292, *327*
Intensité de la gestion forestière **158s.,** 259
Intensité de pacage 126
Intensité des activités de loisirs 266, 273ss.
Internet 23, 27, **30s.**
Interprétation de photos aériennes 13ss., 20, **22ss.,** 26, 39, 251
Interprétation des résultats 16, 24, **27ss,** 133, 208, 250, 281, 284s., 305
Intervalle de confiance 28s.
Intervention (sylvicole) 50, 69, 99, 140, **154ss., 258ss.,** 285ss., 294, 296, 298, 302, 308, *327*
Inventaire *327*
Inventaire cartographique 24
Inventaire (forestier) 13, 190, 201, 305, *327*
Inventaire forestier national **11ss.,** 279ss.
Inventaire national 23, 305
Inventaire par échantillonnage **17s.,** 22, 27s.
Inventaire Sanasilva 221
Inventaire terrestre (relevé terrestre) 13ss., **22ss.,** 26, 95, 138, 154, 159

J

Jardinage (éclaircie jardinatoire) 160ss., 260s., *327*
Jeune forêt 21ss., 44, 70, **82ss.,** 89ss., 121, **127ss.,** 136, 159ss., 195, 207s., 257, 260s., 307, *328*
Jeunes peuplements 112, 284, 289s., 307, 310
Jura 13, **30ss.**

L

Largeur de l'ourlet herbeux 206
Largeur de la forêt voir Largeur minimale (largeur de la forêt, pour la définition de la forêt)
Largeur du cordon de buissons 205s.
Largeur minimale (largeur de la forêt, pour la définition de la forêt) 21, *328*
Lave torrentielle 35, 136, 246, 248, 250
Layon de débardage 64ss., 121, 123s., 261, 284, 292, *328*
Ligne de câbles 65s., 261
Limite de la forêt 96, 204, *328*
Line Intersect Sampling (LIS) 218, *328*
Lisière 22, 24, 32s., 85, 96, 189, 191, **194s.,** 196s., **203ss.,** 225, 231, 285s., 298s., *328*
Logiciel d'analyse **26s.**
Loi sur les forêts (LFo) 14, 21, 149, 246, 280, 296
Loisirs voir Activités récréatives
Longueur de lisière de forêt 22, **203s.**
Longueur des routes forestières **63s.,** 261

M

Maladie 83, **127ss., 133ss.,** 140, 143, 200, 232, 242, 307
Manteau forestier 205s., *328*
Manuel d'instruction IFN 24, *328*
Masse de bois *328*
Mélange d'essences **43ss.,** 94, 100, 112, 129, 191, 207, 226ss., 253ss. 257, 259, 283, 298
Mélèze – *Larix* Mill. 44, 46s., 59ss., **70, 76, 78ss., 82ss., 88ss**., 95, 107ss., 117, 128, 130, 137, 173s., 177, 179s., 199s., 220, 222, 258, *326*
Menu bois 70s., 116, 118, *328*
Menu bois de tige 70s., 116, *328*
Menu bois des branches (ramilles) 71, 116ss., *328*
Méthode 13, 15, **17ss.,** 26s., 70, 129, 143, 184, 218, 228, 253
Méthode d'inventaire 13, 15, **17ss.,** 26s., 29, 31, 83, 119, 129, 143, 185, 218, 257
Méthode de récolte 35, 68s., 164, **166ss.,** 262, 296, *328*
Méthode de relevé **17ss.,** 83, 119, 185, 218, 305
Mise en oeuvre (des résultats) **27,** 266
Mode de régénération 208s., 331
Modèle 24, 29, 59, 113s., 143, 169, 202, 206, 227s., 230s., 247, 254, 290, *328*
Modèle de hauteur de végétation 16, 18, 20, 23, 29
Monitoring de la biodiversité Suisse (MBD) 190, 280
Mortalité 33, 85ss., 97, 100ss., 129, 136, 141, 147, **172, 175ss.,** 182, 221, 267, 270, 282, 285, 295, *328*
Mortalité résiduelle 175, *328*
Moyens de bûcheronnage 164
Moyens de débardage **164ss.,** 169, 171

N

Naturalité voir Caractère naturel
Néophyte 212ss., *328*
Néophyte arbustive 215
Néophyte envahissante 212, 215
Nombre d'espèces **191ss.,** 198, 308
Nombre d'espèces ligneuses 191ss., 234, 308
Nombre d'essences 191
Nombre de tiges **70, 80ss.,** 96s., 100ss., 104ss., 127, 130ss., 134ss., 194, 198, 200ss., 214s., 224, 234, 257, 282, 292, 299, *328*
Nombre de tiges de bois mort 224, *328*
Nombre de tiges de la jeune forêt 70, **82ss.,** 89, 91ss., 130, *328*
Nombre total de tiges 70, 80s., 127, 132, 134ss., 201, 234, *328*
Non forêt (surface hors forêt) 18, 20ss., 24, 32, 37, 39, 42s., 52, 204, 207, 242s., *328*

O
Occurrence des dégâts 132
Ongulés sauvages 83, 127, 129, 246, 257, 288, 291s., 307, *328*
Organisation des données **26s.**
Origine de la forêt 24, 42, **209ss.**
Orme – *Ulmus* sp. 87, 136, 191, 194
Ornières 123s., 284, 292
Ourlet herbeux 205s., 231, 286, 299, *328*

P
Pacage en forêt 24, 122s., **125s.,** 196, 284, 292, *328*
Passage à la futaie 172, *328*
Pâturage boisé 96, *328*
Pente 55s., 94, 248s., 261
Perchis 46, 94, 98s., 103ss., *328*
Périmètre des forêts protectrices SilvaProtect-CH 47s., 246s., 272, 287, 301, 309, 311
Période d'inventaire 41s., 110, 158, 172, 175, 198, 290
Pertes *328*
Perturbation 83, 121ss., 140, 225, 254s., 259, 301
Perturbation anthropique 123, 125, 271, 277
Petit bois 96, 182s., 186, *328*
Peuplement (forestier) 43ss., 94ss., 121ss., 140, 143ss., 154, 161, 175s., 189ss., 196, 207ss., 216, 218, 221s., 225ss., 232ss., 239, 241, 244ss., 271, 284ss., 288ss., 305ss., *329*
Peuplement accessoire *329*
Peuplement clairsemé en permanence **95ss.,** *329*
Peuplement de gros bois 201, 203, 286, 299, *329*
Peuplement de régénération 129, 208, 286, 298, *329*
Peuplement déterminant 43, 94, 96, 101, 114, *329*
Peuplement mélangé 72, 191ss., 255, 307, *329*
Peuplement principal *329*
Peuplement pur 191ss., 208, 255, 307, 311, *329*
Peuplement pur de feuillus *329*
Peuplement pur de résineux *329*
Peuplier de culture 214s.
Photographie aérienne 13ss., 20ss., 26, 32, 37, 39, 43, 52, 94, 204, 250ss., 301
Picea abies (L.) Karst voir Épicéa
Pin – *Pinus* L. 21, 37, 47, 59ss., **76, 78ss., 82ss., 88ss.**, 95, 107ss., 112s., 117, 130, 136s., 174, 177, 179s., 193s., 200, 207, 214s., 220, 222, 258s., 293, *329*
Pin de montagne – *Pinus mugo* Turra 86, 88, 95
Pin de Weymouth – *Pinus strobus* L. 86, 214s.
Pin noir – *Pinus nigra* J.F. Arnold 86, 214s.
Pin rampant – Pinus mugo prostrataTurra 21, 37, 86, 88, 95
Pinus cembra L. voir Arole
Pinus L. voir Pin
Pinus nigra J.F. Arnold voir Pin noir
Pinus strobus L. voir Pin de Weymouth
Piste à machines 65s., 121, 123s., 261, 284, *329*
Placette d'échantillonnage 13ss., **30,** 32s., *329*
Placette permanente 13, *329*
Placettes communes (à deux inventaires) 33
Plan de développement forestier 149s., 272, 296
Plan de gestion 147, 149ss., 296, 307, *329*
Planification forestière 13, 24, 47s., **147ss.,** 242s., 246, 272, 282, 285, 294ss., 307, 311
Planification forestière cantonale 149s., 242s., 246, 282, 285, 294, 296, 307, 311
Planification forestière locale 149ss., 282, 285, 294, 296, 307, 311
Plantation 160ss., 191, 208ss., 286, 298, 308, 311, *329*
Plante de la jeune forêt **82ss.,** 89ss., **127ss.,** 136, 257, *329*
Plante de la jeune forêt abroutie 127ss., 257, 284, 291s.
Plateau 13, **30ss.**
Point de repère 19
Polygonale de la lisière 22, 204
Population étudiée 17, 21
Porteur (forestier) (moyen de débardage) 166ss.
Possibilité *329*
Pousse 129, 292, *329*
Pousse terminale 83, 127ss., 257, 284, 291, *329*
Préalpes 13, **30,** 32
Prestations (de l'IFN) **27**
Pré-transport 165, 169
Procédure d'estimation 14, 18, 20s., 29
Processeur (moyen de débardage) 166ss.
Processus d'écoulement 246, 248s.
Prochaine intervention 69, **159ss.,** 261s.
Production de bois 16, 35, 37, 49ss., 94, 97, 114, **147ss.,** 161ss., 214, 220, 280, 282, 288, 290, **294ss.,** 306s., 310
Production totale (PT) 61s., 325
Produits forestiers non ligneux (PFNL) 282, 294, *329*
Projet sylvicole 149, 151s.
Proportion d'exploitations forcées 140s., 260s.
Proportion de forêt (Proportion de surface forestière, Taux de boisement) 35, 37, **39ss.,** 59, 284, 290, 306, 310
Proportion de résineux **44s.,** 79s., 225, **227ss.,** 245, 299
Proportion de résineux proche de l'état naturel 228, 286, 299
Proportion de surface forestière (Proportion de forêt, Taux de boisement) 37, 39ss., 59, 284, 290, 306, 310
Proportion de surface forestière sans intervention depuis plus de 50 ans 154, 226, 234, 260, 286, 297s.
Proportion du nombre de tiges 89s., 92s., 110, 132, 135, 214
Propriétaire forestier 151s., 160s., 168, 265s., 268, 293, 296, 304
Propriété 24, 74s., 78, 94, 172s., 176, 178, 181, 184s., **265ss.,** 283
Protection contre les dangers naturels 31, 35, 37, 48ss., 55, 162s., 187, 217, 220, 246ss., 272, 280, 283, 300, 309, 311
Protection contre le vent (fonction forestière) 49ss., 140, 163
Protection de la faune sauvage (fonction forestière) 49ss., 163, 233, 286, 299
Protection de la nature 49ss., 100, 149, 162s., 190, 205, 217, 220, 228, 233, 286, 292, 299
Protection des eaux potables 48ss., 163, 239, 241ss., 283, 288, 300s.
Protection du paysage 46ss., 233, 286, 299
Protocole de Kyoto 16, 119, *329*
Pseudotsuga menziesii [Mirb.] Franco voir Douglas

Q
Qualité de la forêt comme habitat 189ss., 196ss., 217ss., 225ss.
Qualité de la forêt pour la protection contre les dangers naturels 248ss.
Qualité (de la lisière 204, 228, 231
Qualité de l'eau potable 241, 243, 245
Qualité des données 24
Qualité du bois mort 217, **221ss.**
Quantité de bois mort 119, 217s., 220s., 299, *329*
Quercus voir Chêne
Quercus rubra L. voir Chêne rouge

R
Racines 71, 116ss., 124, 242, 292, 306, *329*
Rajeunissement voir Régénération
Ramilles voir Menu bois de branches
Rapport des exploitations résineux/feuillus 52, 77, 80, 109, 117, 179
Rapport exploitations et mortalité/accroissement **179ss.**
Rapport exploitations/accroissement net 180s., 305, 307, 311
Rapport racine/pousse *329*
Rapports nationaux et internationaux 15s., 23, 179, 280
Réalisation 99, 104, 140, 159ss., 245, 260s., *329*
Reboisement 21, 42, 207, 210s., 214, 310, *329*
Récolte des bois 24, 55, 68s., 83, 109, 122ss., 127s., 134s., 147, **164ss.,** 186s., 217, 259, 261s., 282, 284, 291s., 296, *330*
Récolteuse 164, 166ss.

Recrû/fourré 44, 46, 94, 98s., 103ss., 129, 207ss., 286, 298, *330*
Recrutement *330*
Régénération (forestière) 21, 82f, 92, 94, 102, 104, **114s.,** 124s., 127ss., 191, **207ss.,** 215, 224, 226, 236s., 244, 250, 253, 256s., 283, 286s., 292, 298, 300ss., 308, 311, *330*
Régénération artificielle (plantation) 208, 210, 286, 298, 308, 311
Régénération étendue **207**
Régénération naturelle 102, **207ss.,** 226, 235, 237, 256, 286, 298, 308, 311, *330*
Régénération sous abri 129, 208, 245, *330*
Régime *330*
Région 13, 20, **30s.**
Région de forêts protectrices **30s.,** 247ss., *330*
Région de production 13, 18, **30ss.**, *330*
Région économique **30s.,** 75ss., 130s., 142, 216, 219, 221, 226, 228, 231, 247, *330*
Rejet de souche 99s., 136, *330*
Relevé de contrôle 24, *330*
Relevé terrestre voir Inventaire terrestre
Relief 56, 59, 61, 169
Répartition de la forêt 41
Répartition des âges **94, 110ss.**, 199ss., 245, 282, 284, 289s., 295, 307, 310
Répartition des diamètres (répartition du nombre de tiges dans les classes de diamètre) **108s.,** 282, 289
Répétition du relevé 24, *330*
Représentativité 19
Reproductibilité 27
Reptation de la neige 127s.
Réseau complémentaire 18s.
Réseau (d'échantillonnage) 13ss., **18ss.,** 22ss., 30, 37, 70ss., 232, 248, 273, 281
Réseau de photographie aérienne 18
Réseau (terrestre) de base 18s., 23, 71
Réserve forestière 47s., 189, 223, 225, **232s.,** 299
Réserve forestière naturelle 48, 50, 202, 219, 223, 232ss., 308, 311
Réserve forestière spéciale 48, 232ss., 308, 311
Réserve naturelle 50, 149, *330*
Réserve totale voir Réserve forestière
Réserves forestières en comparaison avec le reste de la forêt 233ss.
Résineux 44s., 47, 52, 70, 72ss., 77, 80ss., 107ss., 113, 116ss., 130, 137, 173s., 176s., 179, 182, 184s., 200, 212ss., 222, 225, 227ss., 244s., 258, 286ss., 299ss., *330*
Résistance du bois 224
Ressources forestières 13, **35ss.**, 53, 71, 109, 280, 282s., 288ss., 297, 305s., 309, 311
Révolution 99, 113s., 307, 310, *330*
Robinier – *Robinia pseudoacacia* L. 87s., 212ss., 299
Route à camions 53, 164s., 261, 285, 295, 326
Route forestière 16, 24, **62ss.,** 95ss., 125ss., 169, 227, 261ss., 271s., 277, 294, 296, 304, *330*

S
Saisonnalité des activités de loisirs 273ss.
Santé **121ss.,** 282s., 288, 291, 305, **307**
Sapin (blanc) – *Abies alba* Mill. 35, 44, 46s., 53, 59ss., **70, 72, 76, 78ss., 82ss., 88ss**., 107, 109s., 112s., 117, 121, 127, 130s., 137, 173s., 177, 179, 200, 202, 208, 220, 222s., 227, 239, 246, 257ss., 284, 288, 291s., *330*
Sapin rouge voir Épicéa
Scolyte 77, 139, 159, 255, 259s.
Selve 95, **97ss.,** 200, 202, *330*
Senior **198,** 200s., *330*
Seuil d'inventaire 82, 172, 193, 218, 223, 256, *330*
Signification (statistique) 28
SilvaProtect-CH voir Périmètre des forêts protectrices SilvaProtect-CH
Société (catégorie de propriété) 267, 269
Socio-économie **265ss.,** 283, **303, 309**
Soins (à la forêt) 106, 203, 236s., 245s., *330*
Soins à la jeune forêt 159ss., 260s.
Soins sylvicoles 154, 250, 302
Sol forestier 119, 121ss., 242, 256, 271, 291s., *330*
Souche 70s., 110s., 116, 136, 172, 182ss., 202s., 220s., *330*
Sources d'eau potable 243
Stabilité du peuplement 26, 122, **143ss., 253ss.,** 282, 285, 293, 300ss., *330*
Stade de développement 44, 46, 94, 98s., **101ss.,** 111, 143, 202, 245, *330*
Stand Density Index (SDI) voir Densité du peuplement
Station 14, 17, 24, 29, 50, **53ss.,** 70, 75, 83, 88, 110, 112ss., **125s.,** 136, 143, 158, 172, 196, 198, 207s., 213s., 228, 230, 237, 253ss., 259, 270, 282, 298, 301s., 305, *330*
Statistique de la superficie 32, 39, 41, *331*
Statistique forestière 180, 185, 266, 280, *331*
Stock de carbone **116ss.,** 218, 282, 284, 288ss., 305s., 310, *331*
Stockage du CO_2 (prestation) 35, 50, 119, 284, 290
Strate arbustive (ou buissonnante) 202s., 205, *331*
Strate du peuplement 94, 101, 107, 241, *331*
Strate inférieure (sous-étage) *331*
Strate intermédiaire *331*
Strate supérieure 100s., 191, 196, 257, 285, 298, 307, *331*
Structure des âges voir Répartition des âges
Structure du peuplement **94,** 101s., **106s.,** 124, 189s., 196, 199, 201ss., 205s., 225s., 230s., 234, 236, 246, 253s., 282s., 286, 299, *331*
Structure par collectifs 101, 106ss., *331*
Sud des Alpes 13, 20s., **30ss.**
Surcharge voir Influence anthropique
Surface apte au boisement 39, 41
Surface boisée 21, 37, 39, 46, 83
Surface d'intervention 154, 164, 246
Surface d'interprétation 22, 24, 94, 114, 125, 138s., 191, 250, 256, 277, 298, *331*
Surface de coupe 98ss., 102ss., 197s.
Surface de la forêt protectrice IFN 239, 246, 248ss.
Surface de régénération 207, 308, 311
Surface des dégâts 21, 98s., 102ss., 111s., 139, 203, 208
Surface forestière 20s., 30, 35, **37ss.,** 53, 59, 61s., 65ss., 94, 111ss., 115, 138, 140s., 143ss., 147, 149ss., 154ss., 164ss., 189, 191ss., 196ss., 207ss., 212, 216, 225ss., 232ss., 239, 241ss., 246ss., 267ss., 271s., 279ss., 288, *331*
Surface forestière en permanence non boisée **95ss.,** 232, *331*
Surface forestière exploitée voir Intensité de la gestion forestière
Surface forestière inaccessible siehe Wald, unzugänglicher
Surface forestière inapte au boisement 96
Surface forestière par habitant **271s.,** 287, 303ss., 309, 311
Surface forestière pâturée voir Pacage en forêt
Surface forestière temporairement non boisée 98s., 102ss., 111, 197, 207, *331*
Surface forestière totale 33, 94, 210, *331*
Surface improductive 32, 42
Surface terrière 43ss., 52, 97, 104s.,,138, 224, 227s., 235, 237, 245, 251ss., 258s., 293, 301, *331*
Surface terrière du bois mort 224, *331*
Surface terrière totale 258, *331*
Surface totale 18, 32, 37, 39, 41, 43, 52
Système d'information géographique (SIG) 27, *331*

T
Table de production 61, *332*
Tableau des résultats 27, 29, **30,** 32
Taille de l'unité d'exploitation 268ss.
Taille des trouées 239, 246, 250ss.
Taillis 95, **97ss.,** 138, *332*
Taillis-sous-futaie 88, 95, **97ss.,** 160ss., 202, *332*
Talus **95ss.**
Tarif (fonction de tarif) 70, *332*
Tas de branches 202
Taux de boisement (voir aussi Proportion de surface forestière [syn.]) 39, 284, 290, *332*
Tige 116, 172, 182, 184, *332*

Topographie 35, **55s.,** 164
Tracteur agricole 164s., 169
Tranchée (laie) 95ss., 198, *332*
Transformation 160ss., 208, *332*
Tronc 116, 121s., 132ss., *332*
Tronçonneuse 164
Trouée 39, **196ss.,** 202, 207, 239, 246, **250ss.,** 287, 301
Types d'activités de loisirs 271, 273ss.
Type d'intervention 159ss., *332*
Types de camions 62
Type de dégât 128f, 132ss.
Type de forêt **94ss.,** 202, 218, 282, *332*
Type de réserve forestière **232ss.**
Type de revêtement 65
Type de station 59, 253s., 259, 302, *332*
Type de trouée 198, 251

U
Unité d'exploitation 117, 150ss., 168, **265ss.,** 283, 287, 303s.
Unité d'interprétation 13, **29ss.,** *332*
Urgence de la prochaine intervention 69, 106, 159, 162, 260ss., *332*
Utilisation à des fins récréatives 24, 125, 235, 237, 266, **271ss.,** 304
Utilisation agricole 49ss., 53, 59, 97, 163, 241, 243, 290
Utilisation de la forêt 24, 32, 39ss., **46ss.,** 53s., 76ss., 97ss., 125, 139, 158ss., 178, 193, 198s., 201, 206, 209, 220ss., 226ss., 230, 232ss., 241ss., 246ss., 267s., 270ss., 305ss., *332*
Utilisation des données 26s.
Utilisation du sol 32, 39

V
Valeur d'écotone de la lisière **228,** 231, *332*
Valeur de biotope (du peuplement forestier) 189, 225, **228ss.,** 235, 237, 281, 283, 286, 299, *332*
Valeur estimée 27ss.
Valeur moyenne 30, 45, 102, 156, 170, 219
Valeurs cibles 17s., 20, 27, **30s.,** 33, 232, *332*
Végétation au sol 104, 125
Végétation naturelle potentielle (VNP) 24, 32, **59ss.,** 220, 227, 254, 258s., *332*
Vieux peuplement 44, 112, **198f.,** *322*
Vitalité **121ss.,** 140s., 143, 282, 288, **291,** 293, 305, **307**
Volume 29, 70ss., 91, 116ss., 172, 175, 182ss., 202, 218ss., 224, 234, 236, 286, 290, 297, 299, 308
Volume (de bois) 13, 20s., 30, 33, 35, **70ss., 75ss.,** 85ss., 94, 96s., 99ss., 109s., 116ss., 169, 171, 173, 180, 182, 184, 216, 220, 267, 270, 282, 284, 288ss., 292, 295, 305s., 310, *332*
Volume à l'hectare 75ss., 325
Volume de bois mort 70ss., 117, **217ss.,** 232, 234, 236, 286, 288, 290, 297, 299, 305, 308, 311, *332*
Volume du bois fort de tige 182s.
Volume du bois de tige 70, 118, 175, 218
Volume total **70ss.,** 116, 221s., 306, *332*

Z
Zone de captage (des eaux souterraines) 48, 242s.
Zone de croissance 56s., 61
Zone de protection 47ss., 308
Zone de protection des eaux souterraines 47s., 239, 241ss., 287s., 300s., 309, 311, *332*
Zones inférieures **31,** 44, 46, 56ss., 64, 83, 94, 108, 114, 132s., 136, 138, 144, 191s., 194ss., 221s., 298, *332*
Zones supérieures **31,** 44, 46, 56s., 59, 64, 73, 79, 83, 94, 114s., 132, 138, 144s., 191, 194, 197ss., 222, 226, 298, *332*

9.5 Crédits des illustrations

Dessins

Les dessins de la première de couverture et des pages de titre des chapitres ont été réalisés spécialement pour cet ouvrage par Ingo Giezendanner, www.grrrr.net, Zurich. Toute autre utilisation devra être soumise à l'accord de l'auteur et de l'IFN.
Les droits d'utilisation des autres illustrations sont détenus par l'IFN.

Photos

Nous remercions les auteurs suivants pour avoir mis leurs photographies à notre disposition :
Beni Basler, www.fotobasler.ch, Aarau : 164
Christoph Laib, www.still-sein.ch, Lippoldswilen (Kemmental) : 187
Paul Rienth, www.proforst.ch, Kreuzlingen : 94, 100, 101 mg, 102 d, 141, 152, 161, 206, 212, 271
Simon Speich, photo.speich.net, Bâle : 43, 46, 53, 75, 80, 93, 128, 133, 145, 155, 186, 192, 196, 207, 241, 259

Photos de collaboratrices et collaborateurs de l'Institut fédéral de recherches WSL :
Barbara Allgaier Leuch : 256
Hansheinrich Bachofen : 96 mgb, 101 md
Urs-Beat Brändli : 108, 116, 143, 175, 194, 195, 215, 217, 219, 221, 223, 225, 236, 237 b
Peter Brang : 91
Anton Bürgi : 268 b
Fritz Frutig : 67, 168
Christian Rickli : 252
Paul Scherrer : 95, 96 mgh, 96 d, 97 g, 97 d, 102 mg
Simon Speich : 14, 17, 19, 23, 26, 29, 33, 39, 49, 56, 63, 72, 76, 85, 88, 92, 111, 112, 123, 139, 149, 158, 169, 176, 180, 184, 198, 199, 209, 210, 227, 230, 237 h, 244, 250, 255, 263, 268 h, 274
Ulrich Wasem : 213
Beat Wermelinger : 125, 197
WSL : 97 md
Andreas Zingg : 96 md, 99, 103

d = gauche (1re colonne), mg = au milieu à gauche (2e colonne), md = au milieu à droite (3e colonne), d = à droite (4e colonne), h = en haut, o = en bas

© Toutes les photos sont protégées par les droits d'auteur. Toute utilisation nécessite l'autorisation expresse de l'auteur.

Géodonnées dans les cartes

Limites administratives et lacs : Office fédéral de la statistique (OFS) 1998 : Limites administratives GZG1998 ; GEOSTAT, Neuchâtel
Réseau hydrographique généralisé : © 2020 swisstopo (5704000000) – Autorisation de reproduction : JA100118

Inventaire forestier national suisse

Résultats du quatrième inventaire 2009-2017

Les relevés du quatrième inventaire forestier national suisse (IFN) ont eu lieu entre 2009 et 2017, en moyenne huit ans après le troisième inventaire. Les résultats sur l'état et l'évolution de la forêt suisse sont présentés et expliqués en détail. Le rapport est structuré thématiquement selon les critères et indicateurs européens pour la gestion durable des forêts : ressources forestières, santé et vitalité, production de bois, diversité biologique, forêt protectrice et socio-économie. L'ouvrage s'achève par un bilan de la durabilité basé sur les résultats de l'IFN.

WSL
Institut fédéral de recherches
sur la forêt, la neige et le paysage WSL
CH-8903 Birmensdorf

9 783905 621617 >