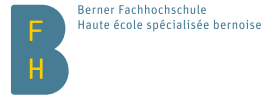




Fachstelle für Gebirgswaldpflege (GWP)
Centre de sylviculture de montagne (CSM)
Centro per la selvicoltura di montagna (CSM)
Bund, Kantone und Fürstentum Liechtenstein



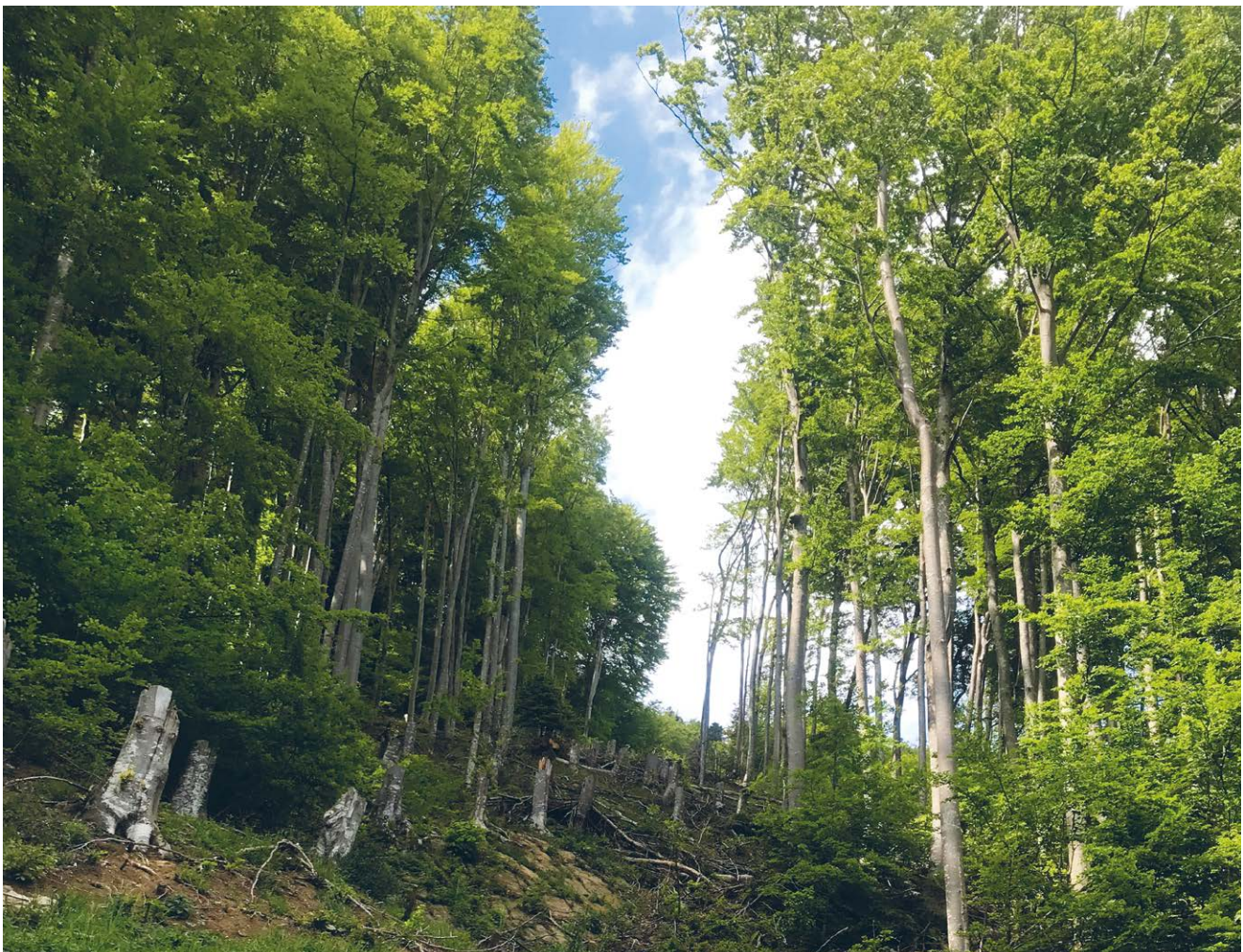
Fachstelle Waldbau
Centre de sylviculture
Centro per la Selvicoltura



Sylviculture dans les forêts de protection dominées par le hêtre

Les forêts dominées par le hêtre s'étendent sur de larges parties de la Suisse et constituent une part importante des forêts de protection. Dans ces forêts, l'objectif est d'offrir durablement un effet protecteur élevé, notamment contre les chutes de pierres, les glissements de terrain et les processus liés aux cours d'eaux. Ces forêts dominées par le hêtre posent aux gestionnaires des défis différents de ceux des forêts de résineux en montagne. Cette aide pratique est conçue comme soutien à l'action sylvicole dans les forêts de protection des étages montagnard inférieur,

submontagnard et, dans une moindre mesure, collinéen. Le hêtre, dominant dans de nombreuses régions, y joue aujourd'hui un rôle central et le jouera aussi à l'avenir. Ce document résume l'état des connaissances actuelles. Il est fondé sur les expériences réalisées dans les forêts feuillues généralement dominées par le hêtre dans le Jura, sur le Plateau, dans les Préalpes et dans la partie nord des Alpes. Les possibilités d'extrapolation vers le Sud des Alpes sont donc limitées.



Contenu

1 Écologie des hêtraies aux étages montagnard inférieur et submontagnard	3
1.1 Observations dans les hêtraies primaires	3
1.2 Propriétés écologiques du hêtre	3
1.3 Changement climatique et diversité des essences	3
2 Vision sylvicole	4
2.1 Objectifs généraux	4
2.2 Objectifs en fonction du danger naturel	4
Chutes de pierres	4
Glissements superficiels, coulées de boue	5
Processus liés aux cours d'eau	6
2.3 Objectifs en fonction de la station	6
Encadré: Courtes zones de transit des chutes de pierres	6
2.4 Formes de gestion adéquates	7
Encadré: Potentiel et limites du bois au sol	7
3 Pistes de solutions sylvicoles	8
3.1 Rajeunissement	8
Les ouvertures de rajeunissement déterminent la structure de la forêt	8
Régulation du mélange des essences	8
Quelle est la taille minimale nécessaire et la taille maximale possible des ouvertures de rajeunissement?	10
Ordre spatiale et rythme de rajeunissement	10
Aspects relevant de la stabilité lors de la régénération	12
3.2 Soins à la jeune forêt	13
Profiter des processus naturels	13
Moment et objectifs de l'intervention	13
Choix et nombre d'arbres de place	14
Interventions en faveur des arbres de place	15
3.3 Éclaircie	15
Encadré: Bandes de sécurité et vecteurs de dangers	15
 Bibliographie / Impressum	 16

1 Écologie des hêtraies aux étages montagnard inférieur et submontagnard

Les forêts naturelles des étages montagnard inférieur et submontagnard sont fortement dominées par le hêtre. L'énorme force concurrentielle du hêtre est due aux facteurs suivants: régénération naturelle très facile, haute vitalité des racines, tolérance à l'ombrage, compétitivité élevée, longue durée du potentiel de réaction, taille de l'arbre pouvant atteindre 45 mètres. Le hêtre croît sur un large éventail de stations, d'acides à basiques. À ces étages de végétation, le hêtre n'est guère limité que par la présence de stations mouillées ou très sèches ou par des conditions stationnelles particulières.

1.1 Observations dans les hêtraies primaires

Selon une étude du WSL [12], les hêtraies primaires d'Uholka-Shyrokyi Luh en Ukraine sont composées à plus de 97 % de hêtres et ne comportent que peu d'érables sycomores, de frênes et d'ormes de montagne. Le nombre de tiges moyen est de 458 par hectare (avec un seuil d'inventaire de 6 cm), la surface terrière de 35.4 m²/ha et le volume sur pied de 584 sylves/ha, auxquels s'ajoutent 26 sylves/ha de bois mort sur pied. L'accroissement annuel de 8 sylves/ha est comparable aux conditions suisses. D'importantes surfaces se situent dans la phase optimale d'évolution, les peuplements sont fermés, même si les arbres ont des âges différents. L'effondrement de vieux arbres a souvent lieu individuellement ou par groupes. Les coups de vent font apparaître de petites trouées, rarement des ouvertures plus grandes. En matière de rajeunissement, il en résulte des structures très diverses, souvent étagées, ou qui rappelle les coupes d'abri ou les coupes progressives par groupes – la nature se montre très créative. Malgré le faible nombre de semenciers, les essences en mélange représentent 64 % de l'ensemencement naturel (jusqu'à 10 cm), mais disparaissent ensuite presque complètement en raison des conditions de lumière et de compétitivité élevée du hêtre. Une hêtraie est en principe un système stable et autonome qui ne risque guère de s'effondrer sur une grande surface.

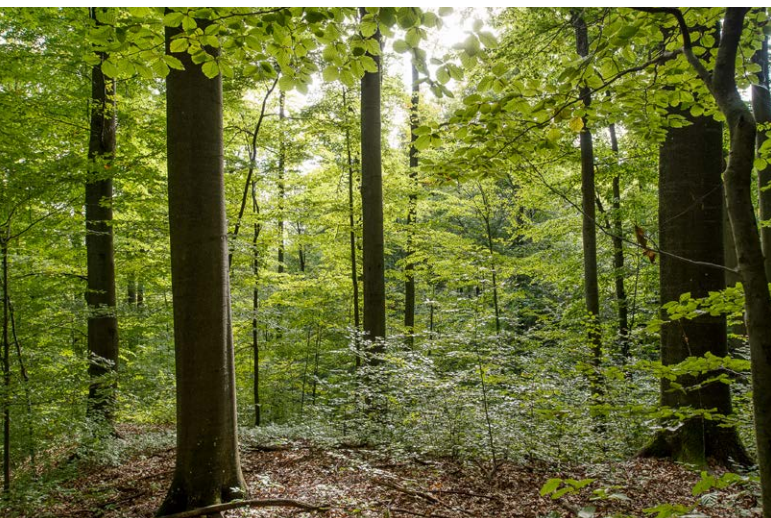


Figure 1: Les hêtraies peuvent offrir des prestations élevées. Mais le hêtre, sur de nombreuses stations, ne tolère guère d'autres essences.

1.2 Propriétés écologiques du hêtre

Les hêtres ne fructifient pas chaque année, les fainées se produisant à intervalles de quelques années. La dissémination de graines par les animaux joue un rôle important pour le rajeunissement. Même pour le rajeunissement du hêtre, la lumière peut se révéler insuffisante dans les hêtraies fermées (hêtraies cathédrales), dans les peuplements résineux denses ou en présence d'un peuplement auxiliaire de hêtres. Une faible augmentation de la lumière peut alors suffire à l'ensemencement. Ce recrû initial peut survivre à l'ombre et réagir à l'arrivée de lumière supplémentaire. La période de résilience dure un peu moins longtemps que chez le sapin. Les peuplements naturels de hêtre poussent serrés, ce qui est favorable à la qualité du bois (qualification). Comparativement aux autres peuplements feuillus, ceux de hêtres présentent un nombre de tiges très élevé, une surface terrière dépassant 60 m²/ha et un volume sur pied pouvant atteindre 1000 sylves/ha.

Sur les versants nord, les hêtres poussent relativement droits, même sans soins, avec des couronnes assez régulières. Sur les expositions sud, la tendance à former des couronnes asymétriques et un port penché est plus prononcée. Cet effet augmente avec la déclivité.

L'excellente réactivité du hêtre lui permet de refermer rapidement de petites trouées. Le processus n'est pas seulement dû à l'allongement des branches, mais aussi à leur capacité de s'abaisser vers l'horizontale. La réactivité du hêtre est encore bonne à cent ans. Des observations dans les hêtraies jardinées de Thuringe indiquent que la capacité de réaction des hêtres faiblit à partir de 150 ans environ. Cela signifie que les couronnes restent alors étroites même après une éclaircie. Sa capacité marquée à former des gourmands aide le hêtre à se protéger ou à utiliser la lumière disponible. En situation de stress (sécheresse, dégagement de l'arbre), le hêtre est capable de faire descendre sa couronne. En cas d'exposition soudaine au soleil, la minceur de son écorce le rend vulnérable aux coups de soleil et au dépérissement rapide qui s'ensuit.

1.3 Changement climatique et diversité des essences

La répartition spatiale et la composition en essences des hêtraies actuelles se modifient sous l'effet du changement climatique. Les modélisations à l'échelle suisse [6] pour la fin du XXI^e siècle indiquent, sur la base des connaissances actuelles, comment les étages de végétation devraient se modifier. Une augmentation des températures et de la durée des périodes de sécheresse sont attendues. Cette évolution est problématique pour le hêtre, notamment sur les stations situées sur des sols peu profonds et aujourd'hui déjà sèches. Jusqu'ici, ce sont surtout les arbres les plus âgés qui ont été touchés, alors que les jeunes ne rencontrent guère de problèmes. Dans certaines régions de Suisse à basse altitude et peu arrosées, il faut s'attendre à ce que



Figure 2: Peuplement de hêtres non traité sur un versant sud à Rüttenen SO. Âgé de 64 ans, avec 2300 tiges par hectare et une surface terrière de 51 m², ce peuplement offre une excellente protection contre les chutes de pierres – son état n'est toutefois pas durable à terme.

les sécheresses entraînent des problèmes touchant le hêtre sur de grandes étendues. L'étage collinéen et ses forêts feuillues pauvres en hêtres vont s'étendre. Ce passage est moins probable ou plus incertain dans les régions un peu moins pauvres en précipitations et situées un peu moins bas. Mais dans une grande part de son aire de répartition actuelle, on peut admettre que le hêtre subsistera à l'étage submontagnard. À ces altitudes, on peut continuer de considérer le hêtre comme essence principale. Cependant, des essences de mélange ayant besoin de chaleur et tolérant la sécheresse devraient devenir plus compétitives face au hêtre et augmenter naturellement leur proportion dans les hêtraies actuelles, si les conditions de rajeunissement le leur permettent. Inversement, le hêtre sera en général plus concurrentiel à la limite supérieure de sa répartition actuelle (étage montagnard supérieur) et pourra se répandre davantage dans la zone des pessières-sapinières actuelles. Nous nous trouvons donc dans une phase de transition permanente, dont le déroulement est également influencé par des aléas climatiques extrêmes. Dans ce contexte, on ne peut guère savoir dans quelle mesure les futures générations d'arbres vont s'adapter au nouveau climat.

2 Vision sylvicole

2.1 Objectifs généraux

L'effet protecteur de la forêt dépend essentiellement de son état. Pour définir les objectifs sylvicoles, la méthode NaiS [7] définit des états de la forêt assurant une protection élevée

et durable – autant que possible sans interruption. Ces profils d'exigences combinent les exigences liées aux dangers naturels à celles de la station forestière en présence. La démarche sylvicole, à l'intérieur de la marge de manœuvre offerte par le profil d'exigences, dépend entre autres de la situation concrète en termes de dangers naturels (fréquence, intensité, biens à protéger), de la desserte, de la récolte de bois et de la période de production souhaitée. Aussi longtemps que l'évolution naturelle de la forêt est conforme aux objectifs NaiS, il n'est pas nécessaire d'intervenir en faveur de l'effet protecteur. Cependant, il est possible d'intervenir en faveur d'autres fonctions forestières dans le cadre défini par NaiS.

Dans une forêt protectrice, les arbres de diverses classes de diamètre doivent être suffisamment proches les uns des autres par petites surfaces, de façon à assurer une protection durable contre les dangers naturels et réduire autant que possible les risques. Dans le même temps, la surface des ouvertures visant à introduire le rajeunissement doit être suffisante pour atteindre le résultat souhaité, notamment en matière de diversité des essences. La marge de manœuvre étant donnée, plus les essences cibles sont gourmandes en lumière, plus les surfaces formées par des tiges de diamètres semblables sont importantes. Cela peut entraîner un conflit d'objectif entre les exigences répondant aux dangers naturels et l'augmentation de la diversité des essences destinée à réduire les risques pour le peuplement et favoriser son adaptation au changement climatique (voir chap. 2.3.). Pour garantir la stabilité du peuplement, on tend à obtenir un nombre élevé d'éléments stabilisateurs, individuellement très stables. Ces derniers complètent la stabilité collective et stabilisent les bordures de peuplements à la limite des surfaces de rajeunissement.

2.2 Objectifs en fonction du danger naturel

Les exigences posées à la forêt en matière de dangers naturels sont en principe indépendantes des associations forestières. Les forêts à prédominance de hêtre apportent cependant divers avantages en termes d'effet protecteur, qui peuvent aussi servir la sylviculture (voir le chapitre suivant).

Les effets de la forêt ainsi que les soins aux forêts protectrices par type de danger naturel sont décrits en détail dans l'annexe 1 de NaiS [7]. Seules les informations les plus importantes sont résumées ci-dessous. Nous renonçons à présenter des exigences posées à la forêt de protection contre les avalanches car la surface de hêtraies concernée est peu importante.

Chutes de pierres

En forêt de protection contre les chutes de pierres, l'enjeu est d'optimiser la probabilité de collision avec un arbre et la réduction d'énergie tout au long de la trajectoire des pierres, à l'aide d'une surface terrière et d'un nombre de tiges aussi élevés que possible. Chez le hêtre, l'énergie de rupture, et

Tableau 1: Extrait simplifié des exigences minimales NaiS, section Dangers naturels (champs vides = pas d'exigences)

	Chutes de pierres	Glissements, érosion, laves torrentielles ¹	Processus liés aux cours d'eau (zone 2)
Longueur des ouvertures dans la ligne de pente (distance de biais)	Ouverture max. 40 m (distance de tronc à tronc), avec souches hautes et troncs en travers		max. 30 m (bord des couronnes)
Surface des ouvertures (à partir du bord des couronnes)		max. 6 a (max. 12 a avec rajeunissement assuré)	max. 12 a
Degré de recouvrement		≥ 40 %	≥ 50 %
Surface terrière, nombre de tiges	Selon l'outil «chutes de pierres» (RockForNET)		

¹ Le profil d'exigences est actuellement en révision

donc la capacité à absorber l'énergie, est presque deux fois plus élevée que chez l'épicéa. Mais en même temps, la structure de la forêt doit être durable et permettre un rajeunissement suffisant. La taille des ouvertures dans la ligne de pente ne doit pas être plus élevée que ne le demande la sylviculture, car les pierres gagnent à nouveau en énergie sur les tronçons sans obstacles. Pour mieux atteindre les objectifs de rajeunissement dans les hêtraies, la marge de manœuvre a été augmentée de 20 à 40 m dans la ligne de pente (voir tab. 1). Les souches hautes et les troncs en travers deviennent alors indispensables (diamètre des troncs ≥ diamètre des pierres) pour compenser la réduction temporaire de l'effet protecteur.

Les exigences dépendent selon les cas de la taille des pierres, de la topographie ou encore du mélange des essences et sont élaborées à l'aide de l'outil «chutes de pierres» sur www.gebirgswald.ch. La taille des pierres, notamment, exerce une influence déterminante sur le profil d'exigences. En présence de petites pierres, le nombre de

tiges doit être maximisé. Cela peut s'obtenir par une période de production courte, autrement dit par un diamètre cible réduit ou même par une gestion en taillis (voir encadré «Zones de transit courtes des chutes de pierres» p. 6). Si les pierres sont d'une certaine taille, des forts diamètres sont nécessaires en plus des petits, afin de «détruire» assez d'énergie lors de l'impact. Les troncs plus minces ont le rôle important d'empêcher la pierre de continuer à rouler après le choc. Le mieux est donc de disposer de différentes classes de diamètres côte à côte sur de petites surfaces. Les forts diamètres, du point de vue sylvicole, engendrent toujours une diminution du nombre de tiges.

Glissements superficiels, coulées de boue

Les exigences posées à la forêt en lien avec les glissements superficiels et les coulées de boue dépendent essentiellement de l'effet stabilisateur des racines. On distingue deux mécanismes principaux de stabilisation des pentes: le renforcement basal et le renforcement latéral par les racines. Le premier déploie son effet dans la mesure où l'épaisseur



Figure 3: Cette pierre a été immobilisée par les arbres et le bois au sol.

Courtes zones de transit des chutes de pierres

Sur les pentes très courtes (en principe < 75 mètres de zone de transit), l'effet protecteur de la forêt est orienté vers les pierres de petite taille puisqu'un effet protecteur suffisant contre les pierres de plus grande taille (forte énergie) ne peut être atteint en raison de la faible distance. On vise alors un nombre de tiges aussi élevé que possible avec une courte période de production, respectivement avec de petits diamètres. Les arbrisseaux tels que le noisetier jouent également un rôle important. Sur les zones de transit courtes, il est conseillé d'utiliser le taillis. Les layons de rajeunissement sont alors disposés de biais ou transversalement sur la pente, la largeur de la bande étant par ailleurs limitée par le profil d'exigences

relatif aux chutes de pierres. Il est recommandé, au moins pour une partie des souches, de recéper bas, afin d'obtenir des rejets plus stables, même si cela diminue momentanément l'effet protecteur. Il faut aussi conserver les francs-pieds d'essences bien adaptées au climat et à croissance lente tels que l'alisier blanc et l'érable champêtre, pour une future fonction d'arbres semenciers. Les expériences faites au Nord des Alpes avec les taillis sont encore peu nombreuses et diverses questions restent ouvertes quant à leur fonctionnement sur le long terme (entre autres concernant la vitalité des rejets après plusieurs recépages) ou en lien avec les risques générés par la clématite et les néophytes.

du glissement ne dépasse pas l'espace racinaire. Celui-ci varie en fonction de la station et peut atteindre 2 mètres chez le hêtre. Le renforcement latéral par les racines permet de stabiliser de petits glissements (max. 300-400 m²), par exemple sur des buttes ou au bas des pentes. Pour qu'un peuplement exerce un effet sur un glissement superficiel, il doit comprendre un nombre de tiges minimal et un diamètre minimal des arbres dominants. Ces minima sont atteints à partir d'un DHP moyen de 20 cm et d'un degré de recouvrement supérieur à 40% [11]. Plus les arbres dominants sont grands et plus l'effet stabilisateur des racines est important (jusqu'à dix fois le minimum). Les arbres de forte dimension ont donc un effet positif, à condition qu'ils ne soient pas menacés par les tempêtes. L'objectif est que les racines puissent coloniser un espace aussi profond et étendu que possible, sans interruptions dans le temps. Les ouvertures – notamment si elles se situent dans la ligne de pente – ne devraient pas être plus grandes que nécessaire et le degré de recouvrement ne devrait pas être trop diminué. Un mélange d'essences favorise une différenciation des profondeurs d'enracinement au sein du peuplement. Comme c'est le cas pour tous les processus de danger, le potentiel de danger n'est pas le même partout. Par exemple, les combes humides sont davantage sujettes aux glissements que les buttes. Les marges de manœuvre existantes permettent des solutions sylvicoles variées [10].

Processus liés aux cours d'eau

Dans les bassins versants, la tâche principale des forêts de protection est de stabiliser les pentes et de réduire la quantité de sédiments dans les eaux. Les principaux processus à considérer ici sont les glissements superficiels. La forêt exerce en outre un effet positif sur les débits d'eau. Elle peut en revanche jouer un rôle négatif lorsque des arbres instables et du bois mort parviennent dans le lit du cours d'eau et deviennent potentiellement du bois flottant. Selon la topographie, la proximité du cours d'eau et la distance jusqu'au point sensible, il faut aussi évacuer les arbres instables et le bois mort.

2.3 Objectifs en fonction de la station

L'objectif dépend du type de danger naturel, mais aussi de la station forestière. Cette dernière détermine notamment le mélange des essences à viser. Les profils d'exigence de NaiS s'orientent fortement d'après le mélange des essences de la forêt naturelle (climax)². Cela débouche généralement sur une très forte proportion de hêtres. Le but est de parvenir entre autres à un haut degré d'autorégulation. Le sapin et l'épicéa, dont le port est droit, peuvent exercer des effets positifs sur la stabilité dans les pentes. Le sapin est favorisé en petites proportions dans les profils d'exigences des stations à hêtraies. Il faut cependant tenir compte du fait qu'avec le réchauffement climatique, la mortalité de l'épicéa et, dans une moindre mesure, celles du sapin vont augmenter.

Lors de l'analyse de la nécessité d'une intervention, il est prévu d'intégrer dans NaiS la station forestière attendue dans le futur à la suite du décalage des étages de végétation (voir aussi [5])³. L'application TreeApp⁴ offre d'ores et déjà un soutien au choix des essences. Outre le déplacement des étages de végétation, il faut aussi s'attendre, selon la station, à un décalage vers davantage de sécheresse. Mais sur ce point, la modélisation est encore insatisfaisante. C'est pour cela et aussi en raison de l'augmentation des risques qu'on préconise une proportion plus élevée de diverses essences aptes au climat futur. Plus le risque de mortalité du hêtre est élevé, plus le besoin en essences de mélange prend de l'importance (voir chap. 2.3). Nous nous trouvons donc dans une phase de transition pendant laquelle il s'agit d'adapter les objectifs de mélange des essences aux nouvelles conditions et connaissances.

Alors que sur les stations les plus hautes et sur les sols bien approvisionnés en eau il est possible, comme jusqu'ici

² Les profils d'exigences NaiS sont actuellement en cours de révision.

³ Dans la version test actuelle du formulaire NaiS 2, utilisé pour l'analyse de la nécessité d'agir, la station forestière dans son état futur est également prise en compte (www.nais-form2-klima.ch).

⁴ <https://tree-app.ch>

sans risques particuliers, de prévoir une forte proportion de hêtres, le risque serait élevé à d'autres endroits. À basse altitude et dans le secteur sec de l'écogramme (sols superficiels; expositions sud), il faut en effet s'attendre dans le futur à une disparition possible du hêtre et à l'apparition de conditions collinéennes. Sur de tels sites, il faut éviter désormais la formation de hêtraies pures. Le hêtre peut rester l'essence la plus fréquente dans les jeunes forêts, à condition que le nombre nécessaire d'arbres et d'essences de mélange aptes à se développer soit présent. Les «remplaçants du hêtre» particulièrement adéquats en forêt de protection sont des essences d'ombre, capables de produire une surface terrière importante et un grand nombre de tiges pour la protection contre les chutes de pierres. On pense en particulier au charme, au tilleul à grandes feuilles et au tilleul à petites feuilles, mais aussi à d'autres essences telles que l'érable plane, l'érable champêtre, l'érable à feuille d'obier, l'alisier torminal, l'alisier blanc ou l'if. Les essences de pleine lumière comme les chênes, le merisier ou le noyer sont elles aussi les bienvenues en forêt de protection. Ces espèces

ne produisent cependant que des surfaces terrières et des nombres de tiges peu élevés, ce qui engendre un conflit d'objectifs dans les forêts protégeant contre les chutes de pierres.

L'augmentation de la diversité des essences en vue de réduire les risques subis par le peuplement et de s'adapter au changement climatique peut mener à des conflits d'objectifs dans le domaine des dangers naturels. En effet, le besoin élevé en lumière de nombreuses essences adaptées au climat futur implique des ouvertures plus importantes dans le peuplement et un rythme de rajeunissement plus soutenu. Le choix de la proportion des essences adaptées au climat futur, de même que le calendrier de leur introduction dépendent entre autres des risques liés à la fonction de protection, de la station et du peuplement initial.

2.4 Formes de gestion adéquates

Pour atteindre les objectifs définis à l'aide des profils d'exigences, il est souvent possible d'opter pour différents pro-

Potentiel et limites du bois au sol

Le bois laissé dans le peuplement a divers avantages:

- Dans les forêts de protection contre les chutes de pierres, les souches hautes et les troncs disposés au sol améliorent temporairement l'effet protecteur. Le meilleur effet est celui de tronc de fort diamètre disposés de biais dans la pente. La durée de l'effet dépend de l'essence et du climat local; les troncs de hêtre se décomposent rapidement (bon effet protecteur jusqu'à 10 ans environ).
- Il est souvent possible de réduire les coûts des soins à la forêt de protection en laissant le bois abattu sur place. Cet avantage vaut particulièrement dans les forêts feuillues, car la prévention contre le bostryche n'est pas nécessaire. Selon le risque lié au potentiel de dégâts, l'annelage des arbres peut représenter une bonne option.
- Des abattages sans récolte du bois ouvrent des possibilités sylvicoles indépendantes des réflexions sur le coût des diverses méthodes de récoltes (p. ex. interventions ponctuelles échelonnées destinées à remplacer les troncs au sol en train de se décomposer).
- En matière de promotion de la biodiversité, le bois mort sous toutes ses formes ainsi que les arbres-habitats laissés à leur évolution naturelle sont précieux et offrent des synergies. Celles-ci sont décrites en détail pour la forêt protectrice dans le manuel sur les conventions-programmes [4].

Situations et arguments qui s'opposent à laisser du bois sur place:

- Dans les forêts de protection sises le long des cours

d'eau, la problématique du bois flottant est à prendre en compte.

- Dans les forêts qui protègent contre les chutes de pierres, celles-ci peuvent s'amasser derrière les troncs au sol et plus tard se remettre en mouvement. Pistes de solution:
 - installer les troncs de biais
 - utiliser les parties de pentes qui sont plates
 - désamorcer les situations problématiques assez tôt grâce à un suivi (élimination, dynamitage).
- Le bois mort peu devenir un danger ou empêcher des interventions ultérieures lorsque les arbres secs tombent, les troncs glissent sur la pente ou lorsque les arbres qui chutent glissent encore beaucoup plus bas à cause des troncs au sol.
- Danger accru d'incendie de forêt

Il revient aux professionnels locaux de soupeser les avantages et les inconvénients dans chaque cas concret. L'optimum se situe souvent dans des combinaisons de solutions à petite échelle. Par exemple, le bois peut être laissé sur place entre deux lignes de câblage délibérément plus espacées. Ou le bois est laissé dans le peuplement en totalité dans le haut d'une zone de transit alors que seul un petit nombre de troncs est laissé au sol à proximité de la route, dans des parties plates. Il est souvent utile de consigner, dans une documentation très simple, que les avantages et inconvénients potentiels du bois au sol ont été soupesés. L'annexe 7 de NaiS contient des informations supplémentaires sur l'utilisation du bois sur place.

cédés. À l'inverse, chaque procédé ne mène pas nécessairement au but recherché. La topographie et la desserte – avec les méthodes de récolte du bois qui en dépendent – jouent un rôle clé par les options offertes et les limites posées. Les forêts dominées par le hêtre ont une dynamique plus élevées que les forêts de montagne composées de conifères. Des stades de développement différents qui se côtoient par petites surfaces mènent généralement au but recherché, sachant que la taille optimale des surfaces est variable (voir chap. 3.1). Le jardinage par groupes convient aussi aux peuplements feuillus et est compatible avec la récolte par câble-grue. Du point de vue sylvicole, il est également adéquat d'élargir les surfaces de rajeunissement. Il peut s'agir de la coupe progressive ou de la coupe progressive par bandes, que l'on peut mettre en œuvre de manière rationnelle à l'aide du câble-grue. Le jardinage pied par pied et la gestion en forêt pérenne sont compatibles avec les exigences NaiS pour les glissements et les processus liés aux cours d'eau. En revanche, de telles structures ne sont pas optimales en forêt de protection contre les chutes de pierres car elles demandent une surface terrière assez faible pour être durables. En outre, les défis en matière de récolte du bois sont élevés dans les terrains exploités par câblage. Dans certains cas, le régime du taillis est aussi adéquat. Quelle que soit la forme de gestion, l'abandon du bois sur place reste toujours une option, ce qui élargit les possibilités sylvicoles dans les terrains difficiles. En résumé, l'important est d'éviter le dogmatisme et de combiner les diverses méthodes de gestion en fonction des objectifs sylvicoles et des conditions cadres (voir fig. 4).

3 Pistes de solutions sylvicoles

En forêt de protection, les objectifs présentés dans le chapitre 2 sont poursuivis en fonction du ou des dangers naturels et de la station. Comme la structure de nombreuses forêts protectrices diffère plus ou moins fortement de celle d'une forêt protectrice durable, il s'agit de s'approcher pas à pas de la structure souhaitée. Les recommandations sylvicoles qui suivent concernent toute la palette des états initiaux des peuplements. Si ces états sont très variés, à l'instar d'autres conditions cadres, l'éventail des procédés sylvicoles menant aux objectifs l'est tout autant (voir chap. 2.4).

3.1 Rajeunissement

Les ouvertures de rajeunissement déterminent la structure de la forêt

La stratégie de rajeunissement influence non seulement le mélange futur des essences, mais aussi la structure de la forêt. Sur les stations de feuillus à basse altitude, le rajeunissement se déroule en principe sans problème et rapidement. En forêt protectrice, on cherche à obtenir de petites surfaces composées de divers stades de développement ou diverses classes de diamètres qui évoluent côte à côte, en adéquation avec les dangers naturels et la station et

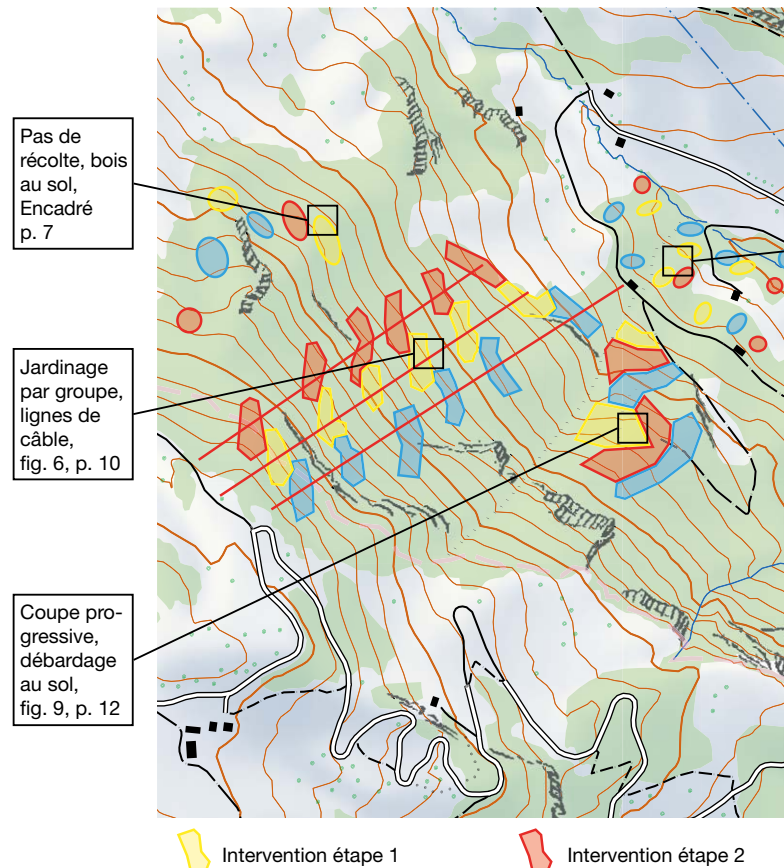


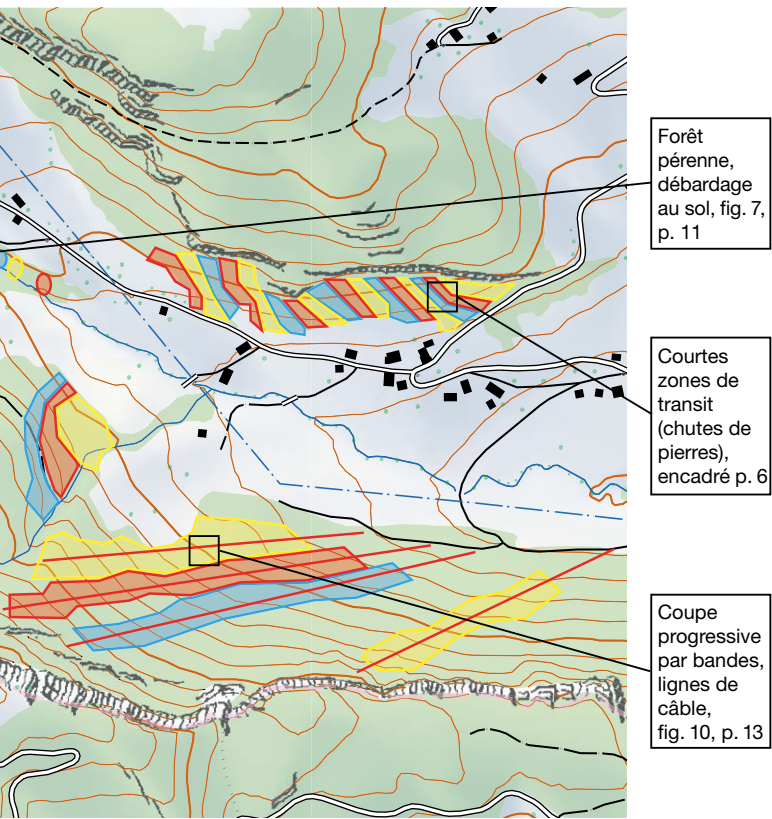
Fig. 4: Exemple fictif de diverses interventions dans une forêt de protection contre les cours d'eau (au sud du cours d'eau): en fonction des objectifs sylvicoles, de la desserte entre elles (base de la carte: © swisstopo).

avec une part de rajeunissement durable. On minimise ainsi le risque d'interruption de l'effet protecteur. Pour parvenir à ce but, il est très important d'engager le rajeunissement assez tôt, particulièrement dans les peuplements équiennes d'une certaine étendue.

Régulation du mélange des essences

Le mélange des essences peut être régulé en variant la taille et le rythme des ouvertures de rajeunissement (ou trouées de régénération). Il est en principe utile de créer des conditions écologiques aussi diversifiées que possible pour le rajeunissement. L'introduction d'essences de mélange sur des stations de hêtres implique d'adapter l'écologie du rajeunissement et de procéder de façon ciblée. La principale condition d'un rajeunissement naturel est la présence d'arbres semenciers à une distance qui permette le transport des graines. Si les graines d'essences cibles importantes manquent, il faut envisager des semis ou des plantations. Mais en principe, les stations de feuillus sont très favorables au rajeunissement et dans le Jura, la diversité des essences est généralement élevée.

Le rajeunissement du hêtre peut en principe être engagé avec peu de lumière et croître avec un grand nombre de tiges jusqu'au fourré. Pour poursuivre son développement et passer à la phase suivante en accord avec les objectifs posés, le hêtre a ensuite besoin de davantage de lumière.



Avec le hêtre, le grand avantage est ainsi de pouvoir enclencher le rajeunissement dans des conditions de lumière insuffisantes pour la clématite ou les néophytes par exemple. L'inconvénient de ce processus est qu'avec le hêtre, seules des essences de semi-lumière comme l'érable sycomore et l'orme de montagne peuvent se maintenir pendant un certain temps. Selon [3], des ouvertures d'au moins 4 ares sont nécessaires dans les forêts pérennes dominées par le hêtre pour permettre à l'érable sycomore de se maintenir, sachant que des soins ciblés au jeune peuplement restent indispensables. Ceci correspond aux expériences réalisées dans les hêtraies jardinées de Thuringe (Allemagne).

Si l'on veut répartir les risques sur davantage d'essences d'avenir, tolérantes à la sécheresse et exigeant plus de lumière, des ouvertures plus grandes et/ou un rythme de rajeunissement plus élevé s'imposent. La taille maximale des ouvertures de même que le moment le plus précoce pour leur extension sont limités par les exigences en matière de dangers naturels. Selon la station, des influences négatives sont en outre à considérer, notamment celle de la très forte concurrence par la clématite sur sol calcaire aux altitudes inférieures. La réussite du rajeunissement d'essences de lumière est parfois difficile dans le cadre des profils d'exigences NaiS, mais prend de l'importance localement en raison du réchauffement climatique. La création d'ouvertures longiformes obliques ou perpendiculaires à la ligne de

chutes de pierres (au nord de l'habitat dispersé) et dans une forêt de protection liée à un... et d'autres conditions cadres, diverses formes de gestion sont appliquées et combi-



Figure 5: Les terrains requérant le recours au câble-grue offrent aussi les conditions techniques nécessaires à une sylviculture situationnelle et orientée vers les effets de protection des hêtraies.

penne, ainsi que l'utilisation habile de la topographie permet de donner davantage de lumière sans conséquences négatives liées aux processus de gravitation. Par ailleurs, les ouvertures en faveur du rajeunissement d'essences de lumière devraient se faire si possible là où l'influence des dangers naturels est faible et où la force de concurrence par rapport au hêtre est la meilleure (p. ex. sur les buttes tendanciellement sèches). En outre, il est possible d'amortir la réduction de l'effet protecteur dans les surfaces de jeunes forêts en y laissant quelques réserves sur coupe. Ces éléments participent de plus à la structuration souhaitée. Dans l'idéal, il s'agit aussi d'arbres semenciers d'essences importantes adaptées au climat futur (p. ex. tilleul à grandes feuilles, érable champêtre). Même les arbres endommagés ou brisés sont les bienvenus, tout comme les arbres des anciens peuplements auxiliaire, car ils sont souvent plus stables (moins hauts) et sont intéressants en tant qu'arbres-habitats.

Quelle est la taille minimale nécessaire et la taille maximale possible des ouvertures de rajeunissement?

D'un côté, le principe de base est que plus l'ouverture est petite (notamment dans la ligne de pente), plus l'effet protecteur reste bon. Sur le terrain, la taille est influencée par les processus de dangers et leurs caractéristiques (p. ex. la taille des pierres ou la déclivité) ainsi que par la prise en compte des risques. Les profils d'exigences NaiS posent

cependant des limites claires en forêt de protection. Mais en même temps, pour que le rajeunissement puisse rapidement jouer un rôle protecteur, une dose minimale de lumière est indispensable et doit être impérativement atteinte. Cette quantité de lumière dépend de l'exposition, de la pente et de la hauteur des arbres du peuplement environnant. En outre, la taille minimale de l'ouverture dépend du mélange des essences. Ces réflexions, de même que d'autres facteurs tels que la méthode de récolte et la concurrence de la végétation doivent être pondérées dans chaque cas concret (voir fig. 8). Si le risque de concurrence par la végétation est très élevé, il s'agit aussi d'envisager un processus en deux temps: l'élargissement des ouvertures après que le rajeunissement s'est établi comporte moins de risques que des ouvertures trop grandes dès le départ, au moment d'initier le rajeunissement.

Ordre spatiale et rythme de rajeunissement

La surface nécessaire de rajeunissement dépend, en plus des exigences minimales NaiS touchant le rajeunissement établi, de la période de production (diamètre cible) ainsi que du peuplement initial. Ainsi, les forêts à courte période de production (petit diamètre cible) demandent une surface de rajeunissement plus étendue. Les peuplements initiaux présentant un manque de rajeunissement et une faible espérance de vie des vieux peuplements exigent souvent

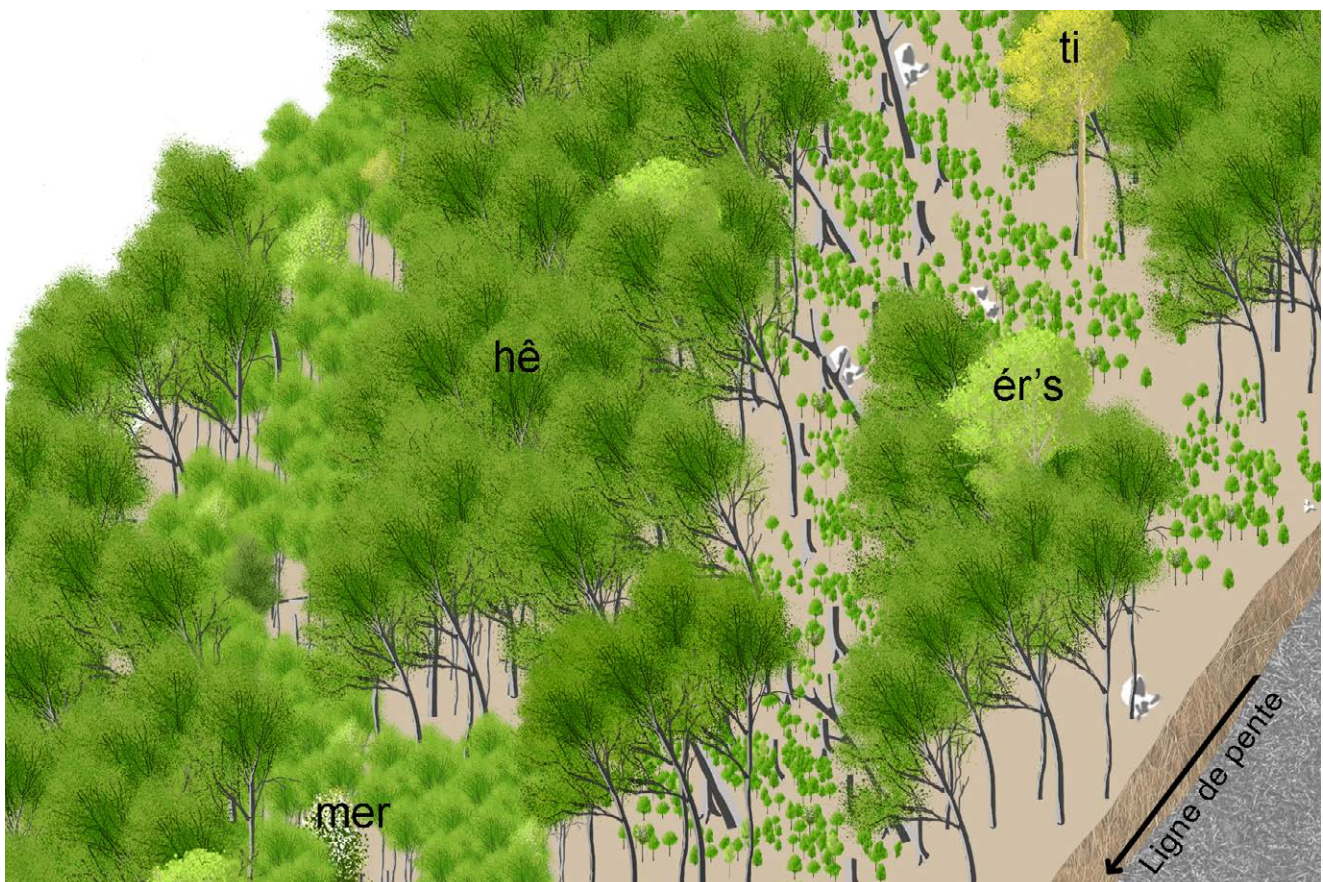


Figure 6: Sur les terrains exploités par câble-grue, le jardinage par groupes permet de répondre à l'exigence posée par les dangers naturels et d'obtenir une composition côte à côte de petites surfaces à différents stades de développement. En variant la taille des trouées, il est également possible de favoriser des essences de mélange.

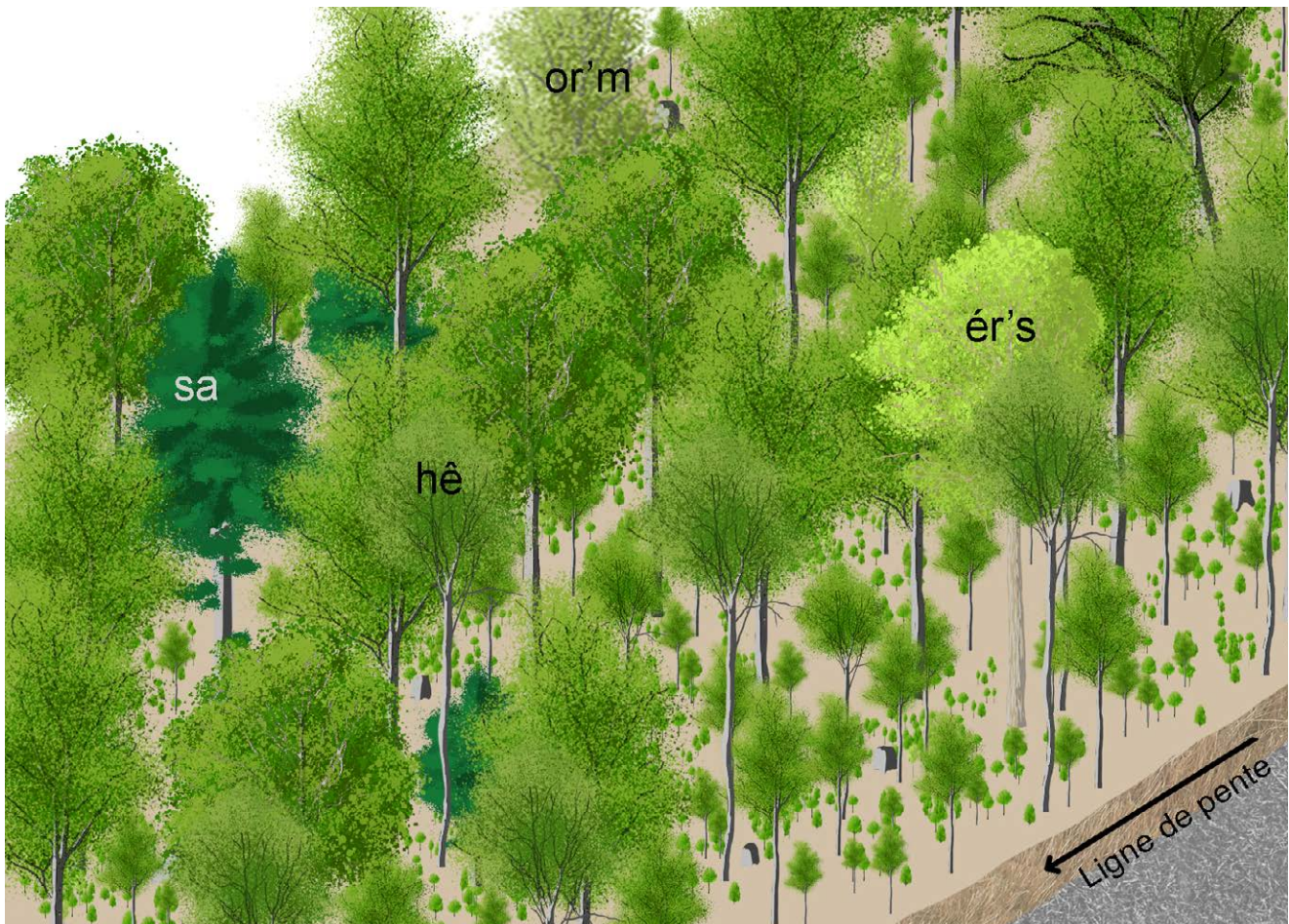


Figure 7: Les forêts gérées selon les principes de la forêt pérenne répondent très bien aux exigences en matière de glissements/coulées de boues et des processus liés aux cours d'eau. En revanche, ces forêts n'offrent pas une protection optimale contre les chutes de pierres en raison de la surface terrière généralement faible.

un rythme de rajeunissement temporairement rapide. Fréquemment, le rajeunissement ne peut ou ne doit pas se faire sur l'ensemble de la forêt à l'intérieur de la période de production, car des processus comme la mortalité naturelle font partie du système.

Les élargissements des ouvertures de rajeunissement dans l'idée de la coupe progressive sont souvent indiqués car, comparés à la création de nouvelles ouvertures, ils apportent un gain d'efficacité en matière de sécurisation de la diversité des essences, de l'efficacité de la protection et de la stabilité individuelle des arbres. En outre, le besoin en lumière de nombreuses essences augmente avec l'âge et la taille de l'ouverture se réduit en raison de la bonne réactivité des hêtres en bordure. L'extension des ouvertures en direction de la taille maximale autorisée n'est envisageable que si la régénération existante a déjà un effet protecteur (en fonction du danger naturel, voir chap. 2.2). L'envie de rajeunir ne devrait pas pousser à ouvrir des surfaces si étendues qu'elles seraient en contradiction avec les objectifs de protection à long terme.

Le procédé souhaité du point de vue sylvicole est généralement exigeant à mettre en œuvre en forêt protectrice sur le plan des méthodes de récolte du bois. Il faut disposer

d'une bonne planification sylvicole allée à des concepts de desserte fine afin de pouvoir coordonner la sylviculture et la récolte. Sur les fortes pentes, les concepts de récolte par câble permettent tant le jardinage par groupe que les coupes en lisière et des extensions inspirées de la coupe progressive depuis les lignes de câble voisines. Le traitement en forêt pérenne est souvent possible à petite échelle sur le plan technique, mais se révèle exigeant et entraîne un haut volume de travail. L'abandon de bois au sol, l'anne-lage et des interventions ponctuelles hélicoptées offrent en outre des options précieuses pour la sylviculture en terrain difficile. Des moyens techniques tels que les treuils à câble permettent les abattages contrôlés sur les fortes pentes.

Certaines parties de peuplements sont à maintenir délibérément sombres, en faveur de la structuration et aussi pour conserver le potentiel de régénération d'essences de lumière. Il convient d'éviter des conditions de lumière diffuse sur de grandes surfaces, par exemple celles qui s'installent à la suite de l'exploitation pied par pied. Ces conditions conduisent à des peuplements à deux étages, avec un rajeunissement de hêtre étendu. En raison de la forte compétitivité de ce dernier, il ne serait en effet plus possible d'augmenter par la suite l'apport de lumière pour les essences qui en ont davantage besoin.

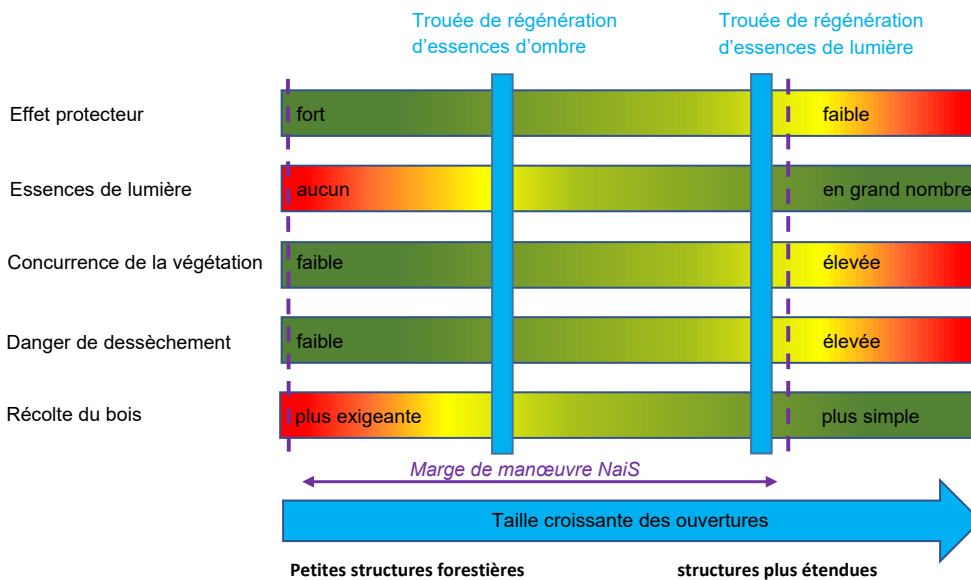


Figure 8: La taille optimale des ouvertures découle de la pondération de facteurs divers et parfois contradictoires dans les limites de la marge de manœuvre sylvicole.

Aspects relevant de la stabilité lors de la régénération

Lors de la création et de l'extension d'ouvertures, il convient de tenir compte de la direction principale du vent. Il est possible de réduire les risques en sélectionnant soigneusement les arbres qui se retrouveront en bordure (critères de stabilité et d'essence). L'expérience enseigne que les bordures nouvellement créées par les ouvertures sont souvent plus

stables que ce que l'on suppose. Le dépérissement d'individus plus faibles entre les arbres stabilisateurs ne remet pas la stabilité du peuplement en question. Au contraire, l'effet sur les stabilisateurs et le rajeunissement peut même être positif. Le traitement des bordures dans le haut des ouvertures est particulièrement exigeant, car l'intervention leur enlève les éléments de soutien en aval. Lors du martelage,

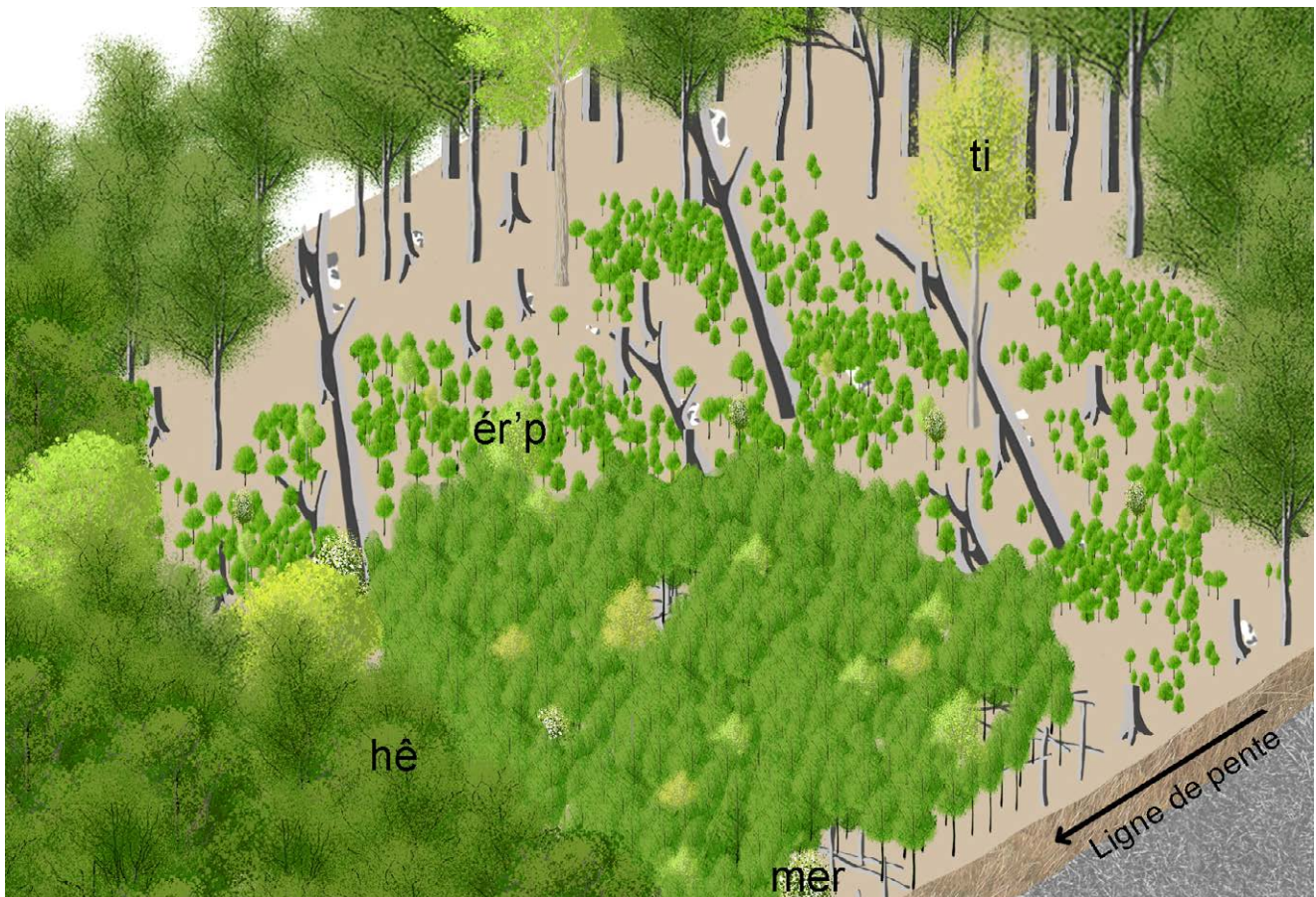


Figure 9: À l'aide d'élargissements fins inspirés de la coupe progressive, des essences de lumière peuvent elles aussi s'installer durablement. Il ne s'agit généralement pas de bandes régulières, mais d'extensions adaptées à la situation, comme ici vers les côtés et vers le haut.

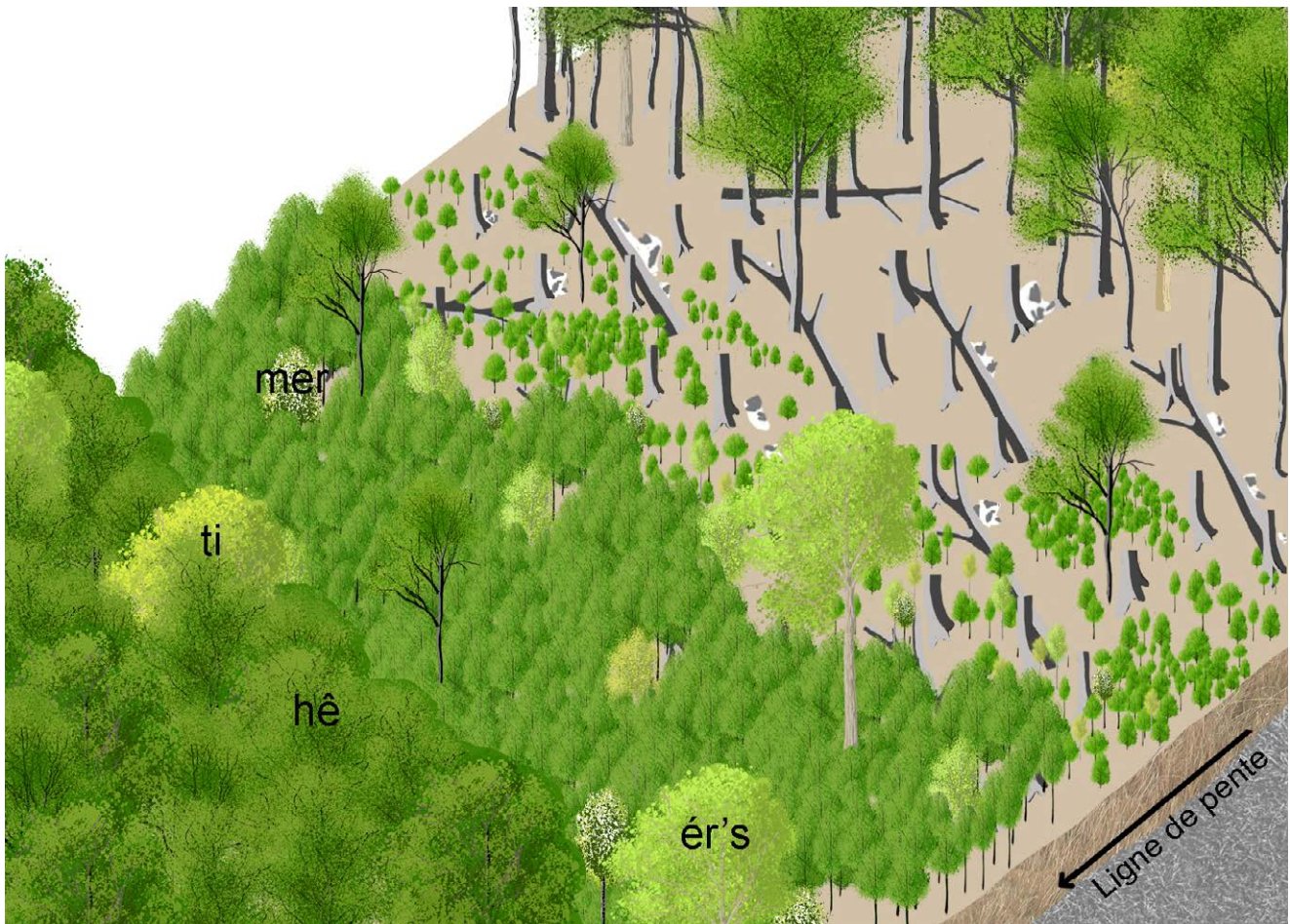


Figure 10: Les coupes progressives en lisière permettent d'obtenir un rajeunissement riche en essences. Conservation de l'effet protecteur grâce aux ouvertures en biais sur la pente, rythme de rajeunissement adapté à la situation et maintien de quelques arbres individuels.

il est donc recommandé de commencer par chercher une bordure adéquate dans le haut, avant de marquer la coupe. Les bordures des trouées peuvent notamment devenir problématiques lorsque le peuplement initial est âgé, fortement penché, et très homogène. Sur les versants sud, la problématique des peuplements penchés vers l'aval est particulièrement forte. Dans de telles situations, il faut estimer si les arbres qui chuteraient pourraient constituer un risque pour l'objet protégé (potentiel de dommages) (voir encadré p. 15). De façon générale, il faut partir du principe que moins on crée de bordures et moins on prendra de risques en matière de stabilité des peuplements.

3.2 Soins à la jeune forêt

Profiter des processus naturels

Dans les jeunes forêts aussi, il convient d'utiliser l'évolution naturelle et de n'intervenir pour la guider que si cela est indispensable pour atteindre les objectifs. Il s'agit notamment de mettre à profit l'autodifférenciation qui, avec la mortalité naturelle, permet de repérer les arbres les plus forts. Ce sont les éléments stabilisateurs et producteurs de semences les plus prometteurs et ceux qui causent le moins de travail. Une intervention n'a en principe lieu que si elle s'impose pour la conservation d'une essence souhaitée ou la stabilité d'un arbre ou d'un petit collectif (coefficient d'élançement,

longueur ou forme de la couronne). Il convient de conserver des éléments tels que vieux bois dans un secteur non exploité, réserves de coupe, arbres-habitats, prédominants, arbustes, trouées naturelles ou petits chablis, qui participent à la structuration. Les essences pionnières aussi jouent un rôle important de structuration, de peuplement préliminaire et d'amélioration du sol. Ils sont en outre les premiers à apporter un réel effet protecteur. Ces essences sont également essentielles dans l'adaptation au climat, car elles sont elles-mêmes souvent aptes au climat futur, colonisent rapidement des terrains ouverts (aussi après une perturbation) et supportent des conditions de station extrêmes et très diverses.

Moment et objectifs de l'intervention

L'autodifférenciation du hêtre fonctionne sans problème, les plus forts s'imposent en conservant une bonne stabilité individuelle. La stabilité collective est élevée et contribue significativement à la stabilité du peuplement. Les hêtres sont les plus sveltes au stade du fourré et du bas-perchis. Les mélanges avec d'autres essences telles que l'érable sycomore, le frêne ou le merisier améliorent la stabilité durant cette phase. Lorsque des dégâts de neige lourde se produisent, ils ne concernent généralement que de petites surfaces ou bandes. Ces dégâts ont une action structurante à long terme.

Une intervention a lieu dès que l'évolution naturelle ne correspond plus à la stabilité ou au mélange recherchée. Cette évolution est entre autres fortement déterminée par les rapports de concurrence entre les essences présentes. Sur les stations à hêtre, il est ainsi souvent nécessaire de favoriser très tôt et plusieurs fois les arbres de place des essences de lumière alors que le hêtre continue de se développer dans le sens des objectifs. Sur les pentes, particulièrement si elles sont exposées au sud, il est recommandé d'intervenir plus tôt afin de réduire l'inclinaison des peuplements et la formation de couronnes asymétriques. Dans les peuplements mélangés, le début des interventions est à échelonner pour chaque essence en fonction de la compétitivité et du stade de développement des diverses essences. Les soins à la jeune forêt ne sont pas partout indispensables. Ils peuvent se révéler inutiles, en fonction de la structuration naturelle ou dans le cas de courtes périodes de production ou dans les taillis.

Les soins à la jeune forêt garantissent la présence du nombre exigé d'éléments stabilisateurs en favorisant les arbres de place (qui peuvent aussi être de petits collectifs), sans oublier que des éléments stabilisateurs apparaissent naturellement. Par ailleurs, avec le choix des arbres de place, c'est aussi le mélange qui est influencé. Lors de la

conversion progressive en peuplements de structure durable, dans les grandes surfaces de jeunes forêts, une partie des éléments stabilisateurs devra subsister sur un long laps de temps. En outre, certains se retrouveront dans le futur en bordure de trouées exposées, ce qui pose de hautes exigences en termes de stabilité individuelle. Contrairement à la situation des peuplements à dominante résineuse où se pratique la compartimentation ou les soins aux collectifs, une structuration horizontale avec des lisières internes n'est pas recommandée dans les peuplements feuillus dans le cadre des soins à la jeune forêt. Elle n'apporte pas d'avantages par rapport aux soins aux arbres de place et cause nettement plus de travail. La poursuite de la structuration s'effectue ici par une régénération aussi précoce que possible (voir chap. 3.1).

Choix et nombre d'arbres de place

Les principaux critères de choix des arbres de place sont la stabilité et la vitalité, qui vont généralement de pair. En forêt de protection, la qualité du tronc n'est pas prioritaire. Les éléments stabilisateurs sont codominants à dominants, présentent un bon enracinement et un port le plus vertical possible. Le mélange est guidé dans la mesure du possible par la promotion des éléments stabilisateurs. Au besoin, d'autres arbres de place issus des essences aptes au climat

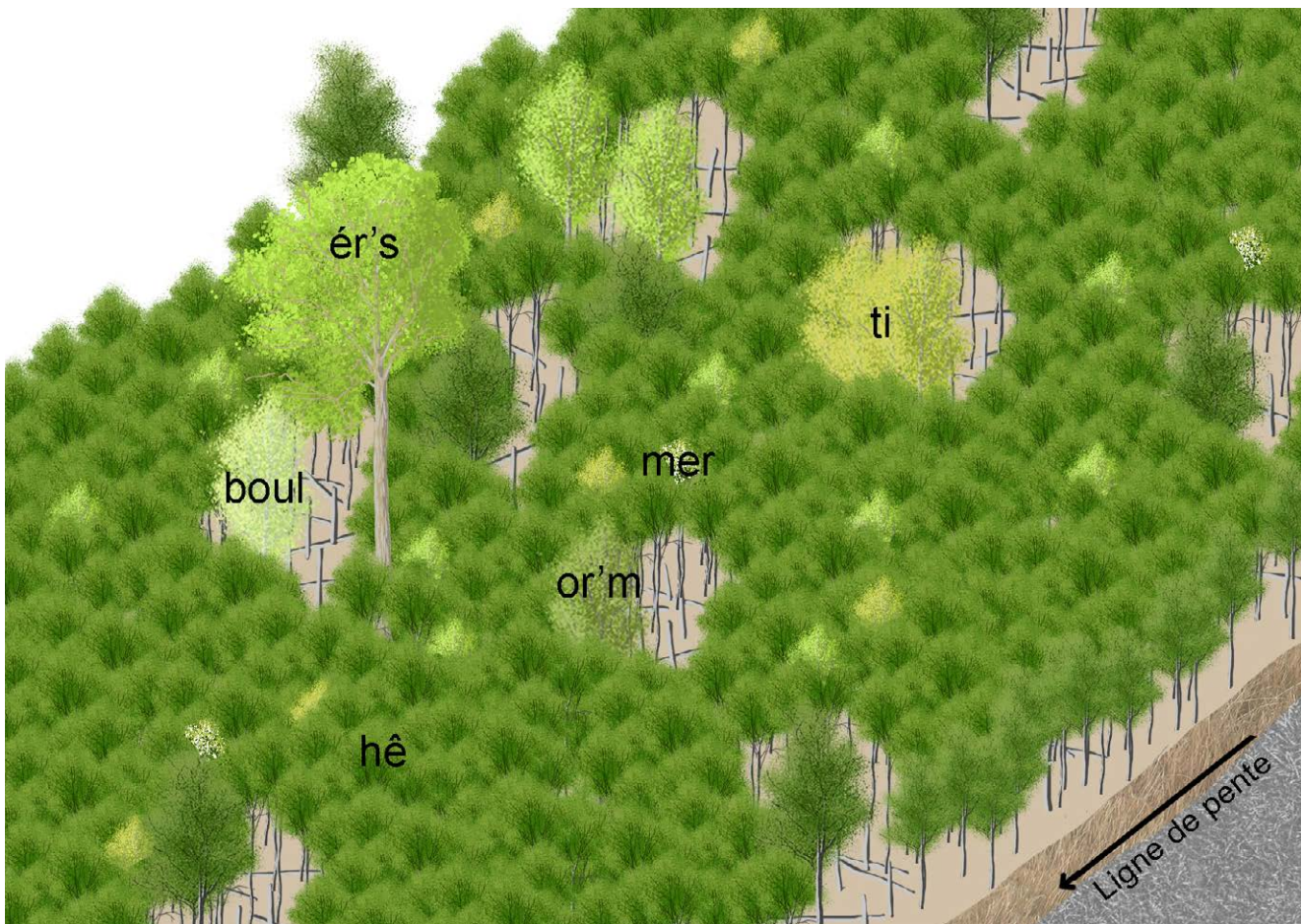


Figure 11: Les arbres de place favorisés en amont à de grands intervalles serviront d'éléments stabilisateurs et d'arbres semenciers. Les éléments laissés sur place tels que les prédominants ou les réserves sur coupe, participent à la structuration.

Bandes de sécurité et vecteurs de dangers

Les arbres peuvent devenir eux-mêmes vecteurs de danger, surtout lorsqu'ils se situent à proximité du potentiel de dommages. Le martelage demande ici de procéder à une pesée soigneuse des dangers possibles et des effets positifs de l'arbre, ou des conséquences négatives de l'abattage. Une grande importance, à côté des aspects sylvicoles, revient à la responsabilité juridique ainsi qu'à la question des compétences et du financement. La prise en compte de ces éléments varie fortement selon les can-

tons et les situations. Il est essentiel que les acteurs communiquent bien entre eux. Du point de vue sylvicole, les bandes de sécurité sont toujours utiles à la promotion des essences de lumière, peu concurrentielles (semenciers d'essences aptes au climat futur). Les essences à faible croissance (p. ex. l'if, l'érable champêtre, l'alisier blanc) conviennent très bien combinées à des arbustes dans les secteurs proches des objets protégés par la forêt.

futur sont également favorisés. Des essences de lumière marquées telles que le noyer et le merisier sont les bienvenues parmi les arbres de place, mais seulement en nombre restreint dans les forêts de protection contre les chutes de pierres. La raison en est que pour les favoriser, des interventions fortes sont nécessaires, ce qui réduit trop fortement le nombre de tiges et la surface terrière.

Pour atteindre les objectifs, on peut favoriser jusqu' à 60 arbres de place par hectare, avec un écart d'environ 15 mètres en moyenne. Les arbres de place sont répartis irrégulièrement, car la vitalité et la stabilité sont plus importantes qu'un intervalle exact. Il est déconseillé de favoriser le plus grand nombre possible d'éléments stabilisateurs et d'individus d'essences de mélange. S'ils dépassent le nombre de 60, les arbres de place deviennent en moyenne plus faibles, car la sélection porte aussi sur des individus moins dominants. En outre, ils auront plus souvent tendance à s'incliner, car vu les écarts plus faibles, ils perdront plus souvent un soutien en aval (ce voisin étant éliminé en tant que concurrent d'un arbre de place situé plus bas). En forêt de protection, l'augmentation du nombre d'arbres de place se fait au détriment du nombre de tiges et de la surface terrière, et donc de l'effet protecteur, car il faut alors éliminer davantage de concurrents dans l'ensemble. Et il ne faut pas oublier qu'un nombre croissant d'arbres de place conduit à une homogénéisation et que les interventions plus intensives font augmenter les risques d'instabilité. Selon les objectifs et l'état initial du peuplement, il est aussi possible de favoriser moins de 60 arbres par hectare. Par exemple, 30 arbres de place, issus d'essences de mélange, constituent une proportion appréciable par hectare au stade de la futaie.

Interventions en faveur des arbres de place

Les interventions sont concentrées autour des arbres de place. Des mesures homogènes telles que la sélection négative, interventions dans le peuplement «de remplissage», ainsi que les mesures culturales accessoires sont à proscrire. Une réduction inutile du nombre de tige est notamment à éviter en forêt de protection. Les interventions entre les arbres de place ne servent qu'à éliminer des végétaux problématiques qui s'étendent, comme la clématite ou des

néophytes. Les arbustes et buissons comme le noisetier participent à la protection contre les petites pierres et l'érosion et contribuent à la structuration.

L'intensité de l'intervention dépend de l'essence, de la vitalité, de la compétitivité et de la périodicité. Pour les arbres durablement stables et à l'espérance de vie élevée, une intensité tendanciellement plus élevée est nécessaire. Pour conserver des troncs verticaux et des couronnes équilibrées, on intervient surtout en amont. Cela permet de conserver des arbres de soutien en aval. Il faut laisser les souches hautes – le cas échéant combinées aux troncs restés au sol – car elles protègent temporairement contre les chutes de pierres et les mouvements de la neige.

Vous trouverez des informations complémentaires entre autres dans le Guide pratique pour les soins aux jeunes peuplements en forêt de montagne et de protection du CSM [9] ainsi que dans la Carte aide-mémoire Soins à la jeune forêt / rationalisation biologique du Centre de compétence en sylviculture CSS [1]. Les deux centres de compétence ont en outre publié une nouvelle version des consignes donnée d'ordre pour soins à la jeune forêt [2].

3.3 Éclaircies

Nous appelons éclaircies toutes les interventions nécessaires à partir du haut-perchis (ddom > 20 cm) jusqu'à l'introduction du rajeunissement. Cette nécessité est donnée lorsque l'évolution naturelle du peuplement s'éloigne des objectifs posés en matière de mélange des essences, ainsi que de la stabilité individuelle des éléments stabilisateurs. Les éclaircies donnent suite aux objectifs définis pour les soins à la jeune forêt et s'effectuent en principe en faveur d'arbres individuels. Les arbres de place, jusqu'à 60 par hectare, continuent d'être favorisés, sachant cependant que tous n'ont pas besoin d'une intervention. Les essences les moins compétitives ont besoin d'interventions plus fortes et plus fréquentes. Lorsque l'introduction du rajeunissement se fait tôt, il est possible de renoncer à une éclaircie dans telle ou telle partie. Et dans le cas de courtes périodes de production, respectivement de faibles diamètres cibles, il est possible de réduire fortement les éclaircies, voire d'y renoncer.

À l'instar des soins aux jeunes peuplements, les éclaircies ne doivent s'appliquer que de façon ponctuelle et en faveur des arbres de place. La concentration des prélèvements facilite l'abattage. Les parties sombres, non éclaircies, sont favorables à la structuration et à l'option d'une future régénération d'essences de lumière. La promotion d'un nombre d'arbres trop élevé réduit inutilement la stabilité du peuplement et l'effet protecteur en forêt de protection contre les chutes de pierres, de même que la structuration souhaitée.

Bibliographie

[1] Ammann P., 2014: Carte aide-mémoire Soins à la jeune forêt / rationalisation biologique. Centre de compétences en sylviculture CCS, Lyss.

[2] Ammann P., Glanzmann L., Junod P., Zürcher S., 2019: Consignes plus précises pour les soins à la jeune forêt, La Forêt 6/2019: 16-18.

[3] Brüllhardt, M., 2020: The influence of forest structure on within-stand light availability, tree growth patterns and tree species composition in uneven-aged deciduous temperate forests (2014-2020). DISS ETHZ.

[4] Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.) 2018: Manuel sur les conventions-programmes 2020-2024 dans le domaine de l'environnement. Communication de l'OFEV en tant qu'autorité d'exécution. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1817 : 304 p.

[5] Frehner, M.; Brang, P.; Kaufmann, G.; Küchli, C., 2018: Bases stationnelles pour la gestion forestière face au changement climatique. WSL. Ber. 69: 44 p.

[6] Frehner M., Huber B., 2019: Schlussbericht des Projektes «Adaptierte Ökogramme» im Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel»: Übersicht über die Teilberichte. Forstingenieurbüro Frehner, Sargans und Abenis AG, Chur.

[7] Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R., 2005: Gestion durable des forêts de protection. Guide des soins sylvicoles et du contrôle des résultats dans les forêts à fonction protectrice, L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, 564 p.

[8] Glanzmann L., Losey S., Thormann JJ, 2018: Gestion des hêtraies à fonction protectrice aux étages montagnard inférieur et submontagnard – Synthèse. Documentation de la 34e Journée de travail du Groupe suisse de sylviculture de montagne GSM – GWG.

[9] Glanzmann L., Schwitter R., Zürcher S., 2019: Guide pratique pour les soins aux jeunes peuplements en forêt de montagne et de protection. Centre de sylviculture de montagne, Maienfeld.

Dans les hêtraies, cela mène généralement à des peuplements à deux strates avec un rajeunissement du hêtre surfacique qui rend la régénération d'autres essences difficile. Même avec une forte proportion d'arbres peu stables (couronnes étroites et asymétriques, haut coefficient d'élanement h/d), la conformité avec les objectifs reste assurée aussi longtemps qu'un nombre suffisant d'éléments stabilisateurs est présent. Il faut donc se concentrer sur ces éléments stables pour évaluer la stabilité du peuplement.

[10] Schwarz M., 2019: Wurzelverstärkung und Hangstabilitätsberechnungen: Eine Übersicht. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 170(6), 292-302.

[11] Schwarz, M., May, D., 2022: Analyse der Bestandesdynamik auf der Grundlage des Schweizerischen Landesforstinventars - LFI Analyse (MAWA AP 1.1) - Zwischenbericht. Projektbericht der HAFL für das AWN Bern.

[12] Stillhard, J., Hobi, M., Brang, P., Brändli, U.-B., Korol, M., Pokynchereda, V., und Abegg, M., 2022: Structural changes in a primeval beech forest at the landscape scale.

Impressum

Titre: Sylviculture dans les forêts de protection dominées par le hêtre
Editeur: Centre de sylviculture de montagne CSM, Centre de compétences en sylviculture CSM, Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL Zollikofen; 2022.

Auteurs: L. Glanzmann, S. Zürcher, P. Ammann, J.J. Thormann
Graphiques: illustraziuns Silvana Wölfle (Fig. 6, 7, 9, 10, 11), Peter Ammann, Valentin Brühwiler (Fig. 4)

Photos: Peter Ammann (Fig. 2) Raphael Schwitter (Fig. 1, 3, 5), Jean-Jacques Thormann (Page de titre: layon de câblage au Mattenbann au-dessus de Brunnen, SZ)

Traduction: Philippe Domont, sylvacom.ch, Zurich

Impression: Communicaziun.ch, Ilanz

Adresse de contact: Centre de sylviculture de montagne CSM, ibW Centre forestier de formation, Försterschule 2, 7304 Maienfeld, 081 403 33 33, info@foret-de-montagne.ch, www.foret-de-montagne.ch

Cette aide pratique a été réalisée sur mandat et avec le soutien de l'OFEV.

Nous remercions toutes les personnes qui, par leurs connaissances et leur expérience, ont contribué à l'élaboration de cette aide pratique. Un merci particulier est adressé aux gardes et aux ingénieurs forestiers qui ont mis leurs savoirs spécialisés et leurs forêts à disposition pour les échanges dans les cantons de NW, OW, SO, JU et BE. Nous sommes également reconnaissants envers diverses personnes pour leur relecture critique.

Cette aide pratique est disponible sur www.foret-de-montagne.ch et www.waldbau-sylviculture.ch et peut être commandée en version papier auprès du Centre de sylviculture de montagne CSM.

