

L'héritage de Vivian

Le développement des forêts de montagne après la tempête

Walter Schönenberger, Christoph Angst, Michael Bründl, Matthias Dobbertin, Peter Duelli, Simon Egli, Werner Frey, Werner Gerber, Andrea D. Kupferschmid Albisetti, Peter Lüscher, Josef Senn, Beat Wermelinger, Thomas Wohlgemuth

Que s'est-il passé depuis 1990 dans les forêts ravagées par la tempête Vivian?

Dans les premières années, une intense activité y a été déployée: construction de routes, vols d'hélicoptères, bûcheronnage, évacuation des chablis, plantations, travaux d'entretien. Depuis lors, de fascinants processus naturels s'y sont déroulés, avec et sans l'aide de l'homme. La flore et la faune se sont adaptées aux nouvelles conditions, le gibier a trouvé de nouveaux habitats, les scolytes ont utilisé les avantages offerts; aujourd'hui, le bois au sol est en pleine décomposition et la forêt reconquiert les surfaces dénudées par la tempête. Les scientifiques et les praticiens ont examiné ces processus et ce qu'il conviendra de faire, ou pas, si de telles tempêtes se reproduisent à l'avenir.

Dix ans de recherches

Depuis le passage de Vivian en 1990 et de Lothar en 1999, le savoir sur les conséquences des tempêtes a considérablement progressé. Les nombreux débats alimentés par ce problème ont conduit à considérer de tels événements d'une manière objective et nuancée.

En collaboration avec la Direction fédérale des forêts et les cantons les plus touchés par Vivian, les scientifiques de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) ont suivi les changements qui se sont produits dans les aires de chablis nettoyées et dans les autres, laissées telles quelles. Les résultats de 10 années de recherche dans les forêts de montagne ravagées par Vivian ont été publiés en 2002 dans un numéro spécial de la série WSL. Destiné en premier lieu au public scientifique international, cet ouvrage de 15 articles présente les recherches scientifiques réalisées et les résultats obtenus.

La présente publication a été conçue à l'intention du public intéressé à ce thème. Elle contient un résumé et une synthèse des travaux de recherche. Nous avons préféré nous concentrer sur les connaissances acquises et les conclusions plutôt que de présenter en détail les zones étudiées, les méthodes et les résultats chiffrés. Ces renseignements figurent dans le numéro spécial du WSL.



Fig. 1. Aire de chablis laissée telle quelle à Zweisimmen. Une grande part de la végétation antérieure a subsisté. Le 22 juin 1992. Photo Documenta Natura.



«L'héritage de Vivian en Suisse – Effets des chablis sur la dynamique de la forêt»

Telle est la traduction du titre du numéro spécial de la série WSL «Forest Snow and Landscape Research» qui vient de paraître en langue anglaise.

Référence bibliographique: Schönenberger, W., Fischer, A., Innes, J., 2002 (eds.): Vivian's Legacy in Switzerland – impact of windthrow on forest dynamics. Forest Snow and Landscape Research, Vol. 77, issue 1/2: 224 p.

Disponible chez:

Paul Haupt Verlag, Falkenplatz 14, CH-3001 Berne. verlag@haupt.ch, Prix: Fr. 48 francs.

Surfaces d'étude, objectifs, projets de recherche

Une douzaine de chercheurs de diverses disciplines ont étudié les processus biologiques sur quatre surfaces d'étude du WSL, à Disentis, Pfäfers, Schwanden et Zweisimmen. Situées à des altitudes allant de 900 à 1600 m, ces surfaces ont été délimitées après le passage de Vivian et soumises à trois variantes de traitement qui se résument comme suit:

- 1) «laisser», c.-à-d. ne pas récolter les bois ni évacuer les chablis et laisser libre cours à la régénération naturelle;
- 2) «évacuer», c.-à-d. récolter les bois, évacuer les chablis et laisser libre cours à la régénération naturelle;
- 3) «planter», c.-à-d. comme la variante «évacuer» plus planter.

Objectif: étudier l'évolution des aires de chablis en matière de sol, végétation, faune et dangers naturels et constater les différences entre les variantes de traitement. Les surfaces d'étude sont aussi un objet de formation, d'enseignement et de démonstration.

Dynamique de l'humus et changements dans l'appareil racinaire

Les chablis ont déclenché de grands changements dans le sol. La quantité de litière, sa composition ainsi que les régimes hydrique et thermique à proximité du sol en ont été profondément modifiés. Sur les sols exposés au soleil, les températures élevées ont stimulé l'activité biologique dans tous les types de

station. Les dix années de ce nouveau régime de «terrain découvert» ont suffi pour améliorer la transformation de la matière dans les horizons organiques formés depuis de longues années. Les formes d'humus se sont transformées de moder en mull. Les réserves en éléments nutritifs, antérieurement inactives, ont été rendues disponibles pour les plantes. Les résidus végétaux décomposés se sont mieux mélangés à la matière minérale.

Mais en même temps, le sol a été compacté lors des travaux de déblaiement; cela a détruit les espaces poreux et la texture du sol sur de petites surfaces et entravé l'infiltration de l'eau et l'aération dans le système racinaire. De fines particules déplacées se sont envasées et ont bouché le système cavitaire dans les racines. Plus le sol était développé, plus ces perturbations étaient prononcées, notamment là où la couverture végétale n'était pas fermée. Ces effets négatifs ont moins influencé le régime hydrique dans les sols bruts, à gros grains, dont la texture est peu dé-

veloppée et où la capacité de rétention d'eau est faible et la perméabilité normale. Le compactage du sol supérieur a perturbé le régime hydrique du sol dans tout le système racinaire.

Les traces d'une nouvelle pénétration des racines dans le sol n'ont été visibles que dans les racines fines proches de la surface du sol. Les racines épaisses ont dû se créer un nouveau chemin, ce qui dure très longtemps. La mauvaise aération a retardé la recolonisation des racines durant des années. Le système poral détérioré prend aussi de longues années pour se régénérer.

Conclusions: Les travaux de déblaiement sont à réaliser en évitant de trop compacter le sol supérieur. Le système racinaire ne retrouve des conditions idéales à la croissance des racines qu'après de longues années – selon les caractéristiques du sol.



Fig. 2. Les lourds véhicules utilisés pour évacuer les chablis compactent le sol, ce qui entrave pendant longtemps l'écoulement de l'eau et l'aération. Photo W. Schönenberger.

Influence de la couverture végétale sur l'ensemencement naturel des arbres forestiers

En dix ans, la biodiversité botanique a largement augmenté. Une étude réalisée sur 236 carrés permanents de 1 m² le montre. Durant les deux premières années, différentes espèces pionnières sont apparues ici ou là. Le galéopsis tétraénaire était présent partout et abondant parfois. Dans des milieux sans végétation auparavant, le stade du galéopsis a été suivi par celui de la mégaphorbiaie de montagne à *Adenostyles* ou à *Calamagrostis* et du framboisier. Des framboisiers ont aussi émergé d'un tapis de mégaphorbiaie de montagne à *Adenostyles* fermé, mais ils n'ont pu s'établir dans les milieux oligotrophes, secs ou hydromorphes.

Dix ans après la tempête, les rajeunissements comptaient entre 2000 et 50 000 plantes par hectare (semis et plantules inclus). Les chiffres minimaux sont extrêmement faibles par rapport à ceux du Plateau. Les espèces les plus

nombreuses sont l'épicéa, suivi de l'érable sycomore et du sorbier des oiseaux, qui a grandi le plus rapidement.

La réussite de l'ensemencement naturel dépend de la microstation. Sur les sols momentanément dépourvus de végétation, l'épicéa est l'essence qui s'est le mieux implantée. Sur les aires non nettoyées, cette absence de concurrence végétale ne s'est offerte que sur les souches ou dans les cavités créées par le déracinement d'un arbre. Sur les aires nettoyées, les zones dénudées étaient plus répandues les premières années après l'évacuation des chablis. Une large part des régénérations constatées en 2000 étaient issues de 1993 et 1994, années de fructification de l'épicéa. Dans les habitats non perturbés, comme les mégaphorbiaies de montagne à *Adenostyles* ou à *Calamagrostis*, les régénérations étaient quasi inexistantes. Seuls quelques arbustes ont réussi à émerger de la couverture végétale.

Les régénérations ont été rares sur le bois en décomposition durant ces dix ans de suivi. Elles apparaîtront probablement plus tard, notamment là où de nombreux chablis sont au sol. Ceux-ci

constitueront alors un précieux habitat car, sur ce maigre substrat, les jeunes plants ne seront pas de sitôt évincés par les mégaphorbiaies friandes d'éléments nutritifs. Dans les mégaphorbiaies de montagne très répandues dans les forêts subalpines, les arbres ne peuvent généralement se régénérer après une tempête que dans les endroits dénudés et, plus tard, sur le bois en décomposition.

Conclusions: La régénération naturelle dans les aires de chablis prend beaucoup de temps en montagne. La durée dépend de la régénération présente avant la tempête. La récolte des bois et le nettoyage des surfaces de coupe favorisent l'ensemencement naturel car ils créent des vides où les conditions de germination et de croissance sont propices aux arbres. Mais ils peuvent aussi le retarder si la régénération préexistante a été détruite ou si tout le bois apte à offrir un substrat de régénération a été évacué.



Fig. 3. Développement de la végétation dans la partie nettoyée de la surface d'étude de Schwanden. Le 20 mai 1992, l'évacuation des chablis a causé de gros dégâts. Le tracé des lignes de câble se voit.



Le 27 juin 2000, la surface était presque entièrement recouverte de framboisier, d'épilobe et de sureau. Photos de Documenta Natura.

Reboisement naturel et afforestation

Le développement de la régénération naturelle (à partir de 20 cm de hauteur) et des plantations a été étudié sur 247 surfaces de 50 m² chacune. Dans les aires de chablis étendues, l'apport restreint de semences a limité la régénération, surtout chez les essences aux semences lourdes qui se disséminent sur de courtes distances, comme l'érable sycomore. L'ensemencement a été meilleur dans les surfaces d'étude plus petites ou entourées de forêt sur trois

côtés. La régénération tendait aussi à être plus riche sur les aires nettoyées que sur les autres. Les régénérations préétablies avant la tempête étaient rares, mais comme elles l'étaient tout autant sur les surfaces non nettoyées, nous pensons que ce manque n'est pas dû à une destruction des jeunes plants consécutive au nettoyage des surfaces. Les peuplements étaient certainement trop denses et trop sombres avant la tempête pour permettre un ensemencement naturel prometteur.

Dix ans après la tempête, le nombre de jeunes arbres issus de la régénération naturelle n'atteignait que 900 à

2500 tiges par hectare, ou 1700 en moyenne, réparties en 14 essences. Ces surfaces se reboisent donc très lentement. En raison du nombre et de la taille de ces arbres, la régénération naturelle est encore loin d'assurer une protection contre les dangers naturels. Elle aura besoin d'au moins dix ans encore à l'étage montagnard et 20 ans de plus à l'étage subalpin. Dans les zones supérieures où il n'existe pas de régénération préétablie, les aires de chablis se reboiseront probablement trop lentement pour reprendre assez tôt le rôle protecteur du bois en décomposition. Sur les surfaces non nettoyées, les souches et les chablis assument encore ce rôle pour l'instant, mais plus ils se décomposeront plus leur effet diminuera. Les feuillus sont plus nombreux et croissent plus rapidement que les résineux.

Dans les aires soumises à la variante de traitement «planter», 1800 à 2600 plantes par hectare ont été introduites en 1992/1993. En l'an 2000, ces afforestations avaient subi entre 20 et 30% de pertes. Comme les diverses essences étaient été plantées en groupes, les espaces libres étaient suffisants pour que la régénération naturelle puisse aussi s'y développer. Une comparaison établie en 2000 montre que la régénération naturelle et l'afforestation constituaient chacune la moitié du total des rajeunissements. Toutefois, la hauteur des arbres régénérés naturellement était très inférieure à celle des arbres plantés. Les plantations ont une dizaine d'années d'avance sur la régénération naturelle (fig. 4).

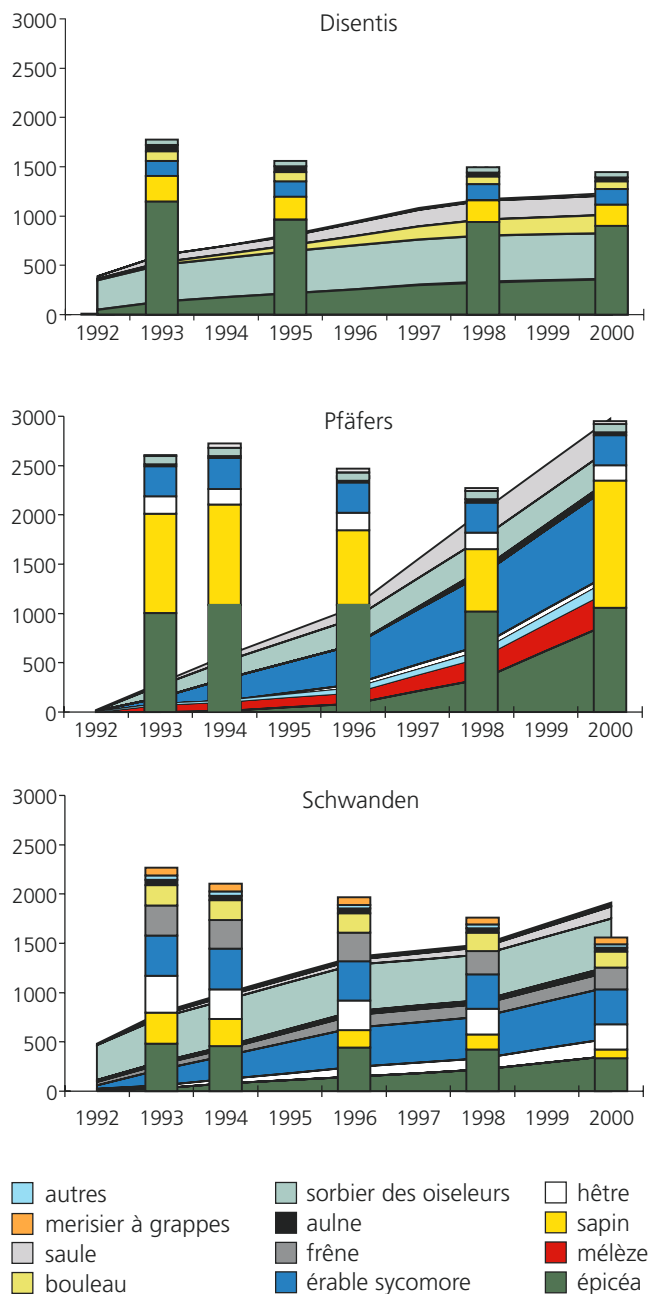


Fig. 4. Evolution du nombre par ha de jeunes arbres issus de la régénération naturelle (bandes) et de la plantation (colonnes) dans les surfaces soumises au traitement «planter» (répartis par essence). Dix ans après la tempête, la régénération naturelle avait rattrapé la plantation, en nombre de plantes. Les régénérations naturelles comptent une proportion beaucoup plus grande de feuillus. (Selon Schönenberger 2002).

Conclusions: Dans les aires de chablis étendues, il importe de ménager les arbres restants, car ils produiront des semences. Dans les forêts de montagne, les régénérations préétablies devraient être suffisamment riches car elles sont essentielles au reboisement en montagne. Elles méritent donc d'être préservées au mieux lors de la récolte des bois. A ces altitudes, la plantation est utile partout où le reboisement doit rapidement acquérir un effet protecteur, comme sur les terrains très raides et très enneigés où le potentiel de dangers et d'endommagements est élevé.

Influence du gibier sur le développement de la végétation

L'influence des ongulés sauvages sur le développement de la végétation au sol et sur la régénération a été examinée durant trois ans dans 50 enclos-témoins et 50 aires de comparaison installés sept ans après Vivian. Les surfaces sont situées dans le district franc fédéral du Kärpf (GL), où le gibier est plus dense que dans les zones de chasse régulière aux alentours. Trois espèces d'ongulés y sont présentes: le chevreuil, le cerf et le chamois. L'influence des ongulés devrait donc être particulièrement évidente dans ces lieux.

Au cours des trois années de suivi, la couverture végétale a augmenté de 40% tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des enclos. D'après des analyses plus détaillées, la fréquence des espèces végétales n'est pas la même dans les surfaces clôturées que dans celles qui ne le sont pas. Les espèces très prisées par le gibier étaient un peu moins répandues dans les périmètres libres d'accès que dans les enclos. La place libérée après la disparition des plantes dévorées a été



Fig. 5. Enclos-témoin dans le district franc fédéral de Kärpf. La végétation et la régénération se sont développées de manière semblable à l'intérieur et à l'extérieur des enclos. Photo O. Odermatt.

colonisée par d'autres espèces moins attirantes pour cette faune. C'est ainsi qu'il y avait finalement autant de végétation à l'intérieur qu'à l'extérieur des enclos; seule sa composition était légèrement différente.

La situation était semblable dans les régénérations. Au cours des trois ans de suivi, le nombre de jeunes arbres a qua-

druplé tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des enclos. Ainsi, après sept ans de libre accès et trois autres années de limitation par des clôtures, le gibier n'a pas influé sur le nombre de jeunes arbres. Les chiffres variaient largement d'un endroit à l'autre certes, mais ces différences reflètent l'influence des conditions du milieu. Le constat est identique pour la hauteur des jeunes arbres. Bien qu'elle varie fortement sur toutes les surfaces suivies, elle était en moyenne la même à l'extérieur qu'à l'intérieur des clôtures. Seuls les sorbiers des oiseleurs protégés pendant trois ans par des clôtures étaient nettement plus grands que ceux de l'extérieur. Mais ces derniers ont tout de même réussi à doubler de hauteur malgré l'abrutissement auquel ils furent soumis. Il est possible que l'impact du gibier sur la régénération ait été plus fort durant les premières années après la tempête, à l'époque où la végétation était moins abondante.



Fig. 6. Sapin abruté par des chamois, au Stotzigwald, dans le canton d'Uri. Photo O. Odermatt.

Conclusions: L'étude montre que l'exclusion des ongulés a exercé une influence perceptible sur le développement de la végétation. Toutefois, cette influence ne touche que la composition des espèces et non la biomasse. Une explication: sept ans après la tempête, dès que les ongulés ont eu suffisamment de pâture de bonne qualité, ils n'ont plus entravé sérieusement la poursuite du reboisement.

Les champignons mycorhiziens

Le nombre d'espèces de champignons mycorhiziens, partenaires indispensables aux arbres, a diminué constamment depuis le passage de Vivian. Dix ans après cette tempête, il ne restait dans le sol que quelques espèces spécialisées et capables de coloniser les racines des jeunes arbres en cours de régénération. Il s'agissait d'espèces fongiques qui forment des organes de résistance et peuvent donc vivre plusieurs années sous terre. Toutefois, elles ont fini par dépérir, pour la plupart, après avoir été coupées du contact avec les racines d'arbres vivants. Grâce aux réserves en sucre contenues dans l'ensouchement, certaines ont pu vivre encore quelques années dans le sol mais cette ressource n'a pas été suffisante pour qu'elles arrivent à fructifier.

Bien que le nombre de champignons mycorhiziens ait fortement diminué depuis cette tempête, les survivants ont pu coloniser toutes les racines des nouveaux semis. Toutefois, les effets de cet appauvrissement sur la régénération de la forêt ne sont pas encore estimables aujourd'hui.

Conclusions: Il est recommandé de ménager au mieux les jeunes plantes lors de l'évacuation des chablis. Ces plantes sont des refuges pour les champignons mycorhiziens et elles les aident à sauvegarder la prochaine régénération d'arbres.

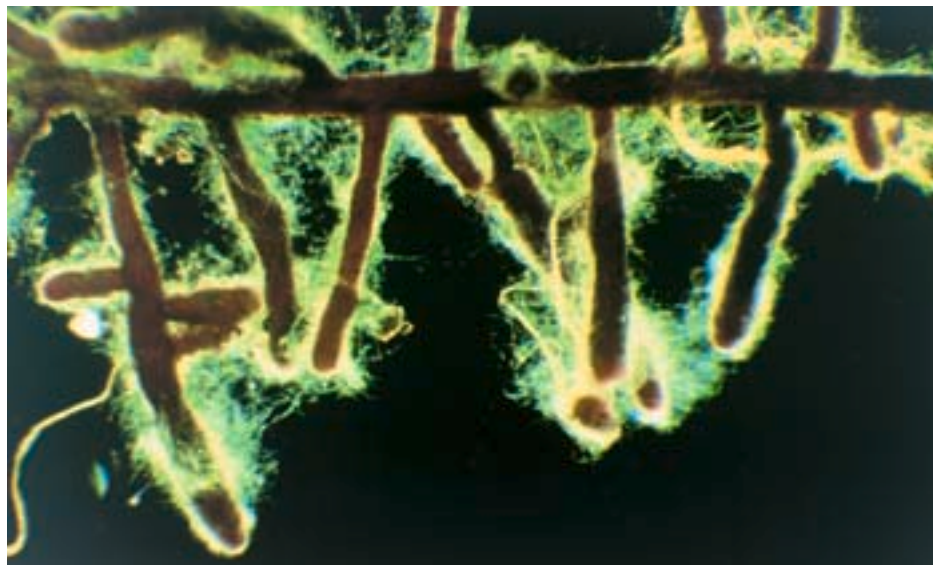


Fig. 7. La partie visible des champignons mycorhiziens est celle de ses fructifications (en haut); le mycélium ne se voit pas, car il croît à l'intérieur du sol où il vit en symbiose avec les arbres forestiers (en bas). Photos S. Egli.

Décomposition et régénération d'un peuplement d'arbres morts après une pullulation du typographe

Au Gandberg (GL), presque tous les épicéas sont morts entre 1993 et 1997 à la suite d'une pullulation du typographe qui s'est répandu sur quelque 100 ha de forêt. Ces arbres n'ayant pas été déblayés, les conditions étaient idéales pour étudier ici l'effondrement d'un peuplement d'arbres morts ainsi que le développement de la végétation au sol et de la régénération naturelle.

Aucun des épicéas morts n'était déraciné en l'an 2000, mais 75% étaient cassés. Ici, les souches et les troncs au

sol protégeront contre les avalanches et les chutes de pierres durant une trentaine d'années encore, au même titre que les chablis laissés dans d'autres surfaces. Ensuite, les arbres de la régénération en cours reprendront ce rôle.

A l'étage montagnard, une abondante flore spontanée de framboisiers et de fougères s'est développée. A l'étage subalpin par contre, la composition de la végétation au sol est restée la même.

La pessière de l'étage montagnard était si dense avant la mort du peuplement qu'il n'existait aucune régénération préétablie. En 1994 et 1996, les quelques arbres survivants et le peuplement environnant ont produit une grande quantité de semences. C'est ainsi qu'en 2001, cette surface comp-

taut entre 2000 et 3000 semis d'épicéas, mais 70% des pousses terminales ont été abruties. Cela explique en grande partie pourquoi aucune forêt pionnière de sorbiers des oiseleurs n'a pu se former. Durant les premières années, l'épais tapis d'écorces tombées au sol n'a pas eu d'effet négatif sur le taux de germination ni sur la mortalité des plantules. En 2002, les premiers semis apparaissaient déjà sur l'écorce des arbres renversés par Vivian tandis qu'aucune régénération n'était présente sur les troncs des chablis infestés par le typographe.

D'après les premiers calculs réalisés à l'aide d'un modèle de régénération pour la forêt du Gandberg, ce n'est que 25 à 30 ans après la mort du peuple-

ment que les premiers jeunes épicéas atteindront une hauteur de 5 m et arriveront ainsi à protéger ces lieux des avalanches. Le moment où la régénération sera suffisamment dense pour exercer une protection efficace dépend aussi de la réussite du futur rajeunissement, par exemple, sur les troncs en décomposition.

Conclusions: L'étude montre qu'il peut être avantageux de laisser sur pied un peuplement d'arbres morts car il protège des dangers naturels.



Fig. 8. Au Gandberg, la végétation se modifie et se densifie, la forêt se régénère tandis que le peuplement d'arbres morts se dégrade peu à peu. Août 2000. Photo U. Wasem.

Avalanches

Dans des aires de chablis des étages subalpin et montagnard, nous avons examiné les mouvements de neige et mesuré le tassement et le déplacement du bois laissé sur des aires non déblayées. Ce bois a été efficace contre le déclenchement d'avalanches durant les

dix premières années après la tempête. Sur ces aires, la fréquence et l'ampleur des coulées de neige ont été plus faibles que sur les aires nettoyées ou non boisées. Avec la décomposition du bois, l'effet protecteur s'atténuera rapidement ces prochaines années mais, dans

30 ans, il sera encore meilleur que sur les surfaces nettoyées ou non boisées.

Malgré le poids extrême de la neige en 1999, les tassements et les glissements du bois ont été minimes. Aucune avalanche de neige mêlée de bois ne s'est produite jusqu'à ce jour. Ces troncs ont arrêté les coulées de neige qui s'étaient formées au-dessus et à l'intérieur des aires non nettoyées.

Il importe que la régénération en cours puisse assurer la protection contre les dangers naturels avant que le bois en décomposition ait perdu cette aptitude. Il est donc recommandé d'accélérer le reboisement en plantant des arbres entre les chablis si la situation l'exige. Sur les pentes présentant un



Fig. 9. La surface rugueuse des aires de chablis structure et consolide le manteau neigeux, ce qui réduit le danger de déclenchement d'avalanche. Cet effet se produit surtout sur les sols recouverts de chablis. Sur cette surface d'étude enneigée à Disentis, de petites coulées de neige ne se sont produites qu'aux endroits où les chablis avaient été évacués. Photo W. Frey.

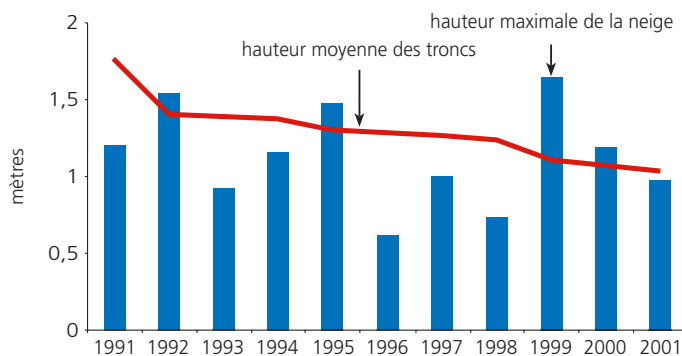


Abb. 10. Evolution de l'efficacité de la hauteur du bois laissé au sol (ligne) par rapport à la hauteur de la neige (colonnes). (Selon Frey et Thee, 2002)

potentiel de danger et de dégâts, il faudra probablement renforcer localement cette protection à l'aide de moyens techniques, comme l'aménagement de trépieds ou de paravalanches. Cette intervention pourra aussi être réalisée plus tard, s'il faut couvrir la période transitoire durant laquelle aucune protection ne serait assurée.

Conclusions: Pour empêcher le déclenchement d'une avalanche, il est généralement utile de ne pas déblayer les aires de chablis.



Fig. 11. Dix ans après la tempête, le bois a déjà perdu une bonne part de sa consistance en se décomposant. Photo prise le 2 mai 2000, surface d'étude de Schwanden. Photo W. Schönenberger.

Erosion en surface et glissements de terrain

Nous avons examiné la formation et le développement de l'érosion sur 35 surfaces de plus de 16 m². Cette érosion n'était généralement pas une conséquence directe des tempêtes mais elle s'était engagée à la suite de la récolte des bois et de la construction de chemins. La composition du sol et l'inclinaison de la pente ont été beaucoup plus décisifs que la présence ou l'ab-

sence de chablis. Dans les endroits où la fraction de limon (< 0,06 mm) comptait plus de 60% de particules fines, la sensibilité du sol à l'érosion était forte. Lorsque la proportion de particules fines (< 2 mm) contenue dans le sol était supérieure à celle de matériel pierreuse (> 2 mm), des glissements de terrain étaient vraisemblables. La stabilité du sol a été critique durant la phase où les racines en voie de décomposition n'étaient pas encore remplacées par celles de nouveaux arbres.

Les surfaces érodées ont reverdi aussi rapidement sur les aires de chablis nettoyées que sur celles qui ne l'étaient pas. Ce reverdissement a été plus rapide sur les terrains peu inclinés que sur les pentes raides.

Conclusions: Le sol devrait être ménagé au mieux lors de l'évacuation des chablis. Si l'on construit des routes ou des chemins, les eaux de précipitations devraient être évacuées.



Fig. 12. Gros glissement de terrain sur la surface d'étude de Pfäfers, le 4.6.1999. Photo W. Schönenberger.

La faune

Les tempêtes ne modifient pas seulement le développement de la végétation mais aussi la composition de la faune. Lorsqu'elles endommagent une forêt fermée, elles créent des vides qui deviennent subitement un terrain découvert où il parvient plus de lumière et de chaleur; pour la faune, l'offre en nourriture, en lieux de ponte et de protection change. Dans le cas présent, la diversité faunistique s'est aussi modifiée sur les deux types d'aires de chablis (nettoyées et non nettoyées) et dans la forêt non endommagée. 1856 espèces d'insectes, d'araignées, de reptiles et de petits mammifères (soit 268 000 individus) ont été recensées. Le nombre d'espèces est 35 à 69% plus élevé sur les aires de chablis que dans les forêts non endommagées. Le nombre d'espèces est à peu près le même dans les deux types d'aires de chablis, mais la composition y est différente. Il en est de même pour la fréquence des espèces menacées et des espèces protégées.

Grâce à la grande quantité de bois mort offert sur les surfaces non nettoyées, le nombre d'espèces saproxyliques (qui vivent dans le bois mort) et d'individus est plus élevé dans ces lieux que dans les aires nettoyées. Les scolytes colonisant le bois mort ont été les premiers à s'installer dans cet habitat et à décomposer leur substrat fait d'écorce et de bois. Les populations de typographes ont atteint leur densité maximale dans le bois au sol durant la troisième période de végétation (en 1992) après la tempête. Cet été-là, ce scolyte, responsable de lourdes pertes économiques, a aussi colonisé les arbres sur pied dans des peuplements apparemment intacts.

Les aires nettoyées étaient surtout peuplées d'espèces aimant la chaleur et d'insectes butineurs, comme les abeilles indigènes, les guêpes et les papillons. Au cours des dix années de recherche, la diversité des espèces a augmenté de 17% dans les chablis. Ici, la composition de la faune s'est donc de plus en plus écartée de celle d'avant la tempête.

Pour favoriser la biodiversité faunistique, il est utile de créer une mosaïque de petites surfaces nettoyées et non nettoyées. Une telle coexistence augmente la diversité spécifique de 25% par rapport à celle des surfaces net-



Fig. 13. Grâce à leurs grandes quantités de bois mort et de fleurs, les aires de chablis offrent un habitat à de nombreux insectes. Divers cérambycides (*Stenurella melanura* et *Gaurotes virginea* en haut) profitent du substrat ligneux durant leur stade larvaire, tandis que les adultes s'alimentent du pollen des fleurs. Les hyménoptères (*Apis mellifera*, au milieu à gauche) ou la punaise verte des bois (*Palomena prasina*, au milieu à droite) trouvent une abondante nourriture dans la végétation. Le mille-pattes *Glomeris* est par contre un habitant typique des forêts. (Photos B. Wermelinger).

toyées ou laissées telles quelles. Si l'on combine le nombre d'espèces présentes sur les deux types d'aires et dans la forêt environnante, la biodiversité correspond au double de celle existant uniquement en forêt.

Dans les forêts d'épicéa, de tels conseils vont à l'encontre des recommandations préconisant un nettoyage rapide et intégral des surfaces en prévision des infestations de scolytes. La situation est à apprécier cas par cas. Etant donné qu'il n'est de toute manière pas possible d'évacuer à temps tous les chablis lorsque les dégâts sont étendus, le bois devrait surtout être récolté là où cela est bénéfique. Le reste devrait

être laissé au sol pour favoriser la biodiversité. Les bûcherons ainsi libérés de cette tâche pourront être engagés pour découvrir et traiter à temps les arbres sur pied infestés par les scolytes.

Conclusions: Après les tempêtes, la diversité des insectes augmente dans les aires de chablis. Le meilleur moyen de la favoriser consiste à nettoyer une partie des aires et à laisser l'autre partie telle quelle. Dans les forêts mixtes et les forêts de feuillus, une mosaïque de petites surfaces nettoyées et non nettoyées est à recommander.

Influence de la structure du peuplement et de la station sur les dégâts dus aux tempêtes – Une comparaison des tempêtes Vivian et Lothar

L'influence de la structure du peuplement et de la station sur les dégâts dus aux tempêtes a été étudiée dans les forêts ravagées par Vivian en 1990 et par Lothar en 1999. Les données ont été collectées sur plus de 400 placettes réparties selon une grille à maillage de 4x4 km dans le réseau systématique de l'Inventaire forestier national suisse et de l'Inventaire Sanasilva.

17% des placettes ont été endommagées par Vivian et 37% par Lothar. Les dégâts dus à ces deux tempêtes ont augmenté en importance avec la hauteur des peuplements, l'épaisseur des troncs, la proportion de résineux et l'hydromorphie du sol. Ils dépassaient la moyenne sur les terrains plats, sur-élevés et légèrement inclinés; ils étaient moindres dans les peuplements bien structurés. Les dégâts dus à Vivian ont été: 3 x plus fréquents dans les vieilles et moyennes futaies que dans les autres peuplements; 2,5 x plus fréquents dans les forêts pures de résineux que dans les forêts mixtes ou de feuillus; et 2 x plus fréquents sur les sols hydromorphes que sur les autres sols. Ceux dus à Lothar ont été beaucoup plus importants dans les peuplements déjà touchés par

Vivian et exploités dans les cinq dernières années avant la tempête. Les facteurs stationnels n'expliquent pas la différence entre la fréquence des dégâts dus à Vivian et celle imputable à Lothar.

Conclusions: Les dangers liés aux tempêtes varient selon la station et la structure du peuplement. La hauteur du peuplement et la proportion de résineux sont des facteurs clés. Les traitements sylvicoles peuvent atténuer ces dangers à long terme.

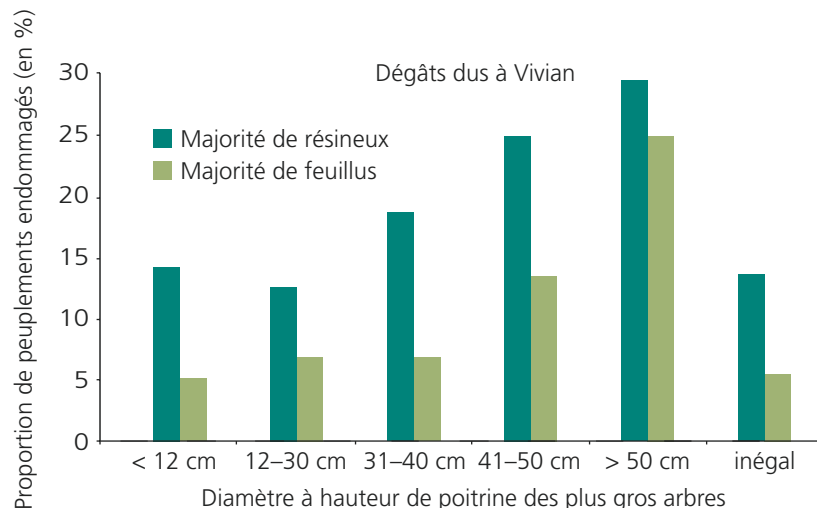


Fig. 14. Les peuplements composés d'une majorité de résineux ont été beaucoup plus gravement endommagés par Vivian que ceux où dominent les feuillus. Les peuplements contenant des arbres de gros diamètre ont été plus fortement touchés que ceux composés d'arbres de petits diamètres ou de diamètres inégaux. (D'après M. Dobbertin 2002).

Analyse de la tempête Lothar de 1999 en Suisse



Un livre intitulé «Lothar – Der Orkan 1999» présente une analyse de la météo, des dommages corporels, des dégâts aux forêts, aux arbres des allées et des vergers, aux bâtiments, aux axes routiers et au réseau électrique. Cet ouvrage décrit aussi les mesures prises dans ces domaines; il contient en outre un résumé en français de cinq pages ainsi que des recommandations sur la gestion des crises à venir. L'analyse montre que la plupart des personnes concernées ont bien maîtrisé l'événement. Des perfectionnements sont possibles dans la mise en garde et la communication entre les acteurs de la gestion des crises.

Des décisions rapides, fondées sur des critères clairement préétablis, amélioreraient les résultats.

Eidg. Forschungsanstalt WSL und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (Hrsg.), 2001: Lothar. Der Orkan 1999. Ereignisanalyse. Birmensdorf, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL. 365 S.

Diffusion: Institut fédéral de recherches WSL, Bibliothèque, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, bibliothek@wsl.ch. Prix Fr. 49 francs.

Les fondements d'une conception nuancée

Après Vivian et Lothar, les acteurs de la science, de la pratique, de la politique ainsi que la société ont passé de longues années à débattre sur les conséquences des tempêtes en forêt. Leurs réflexions les ont amenés à considérer l'évacuation des chablis et le reboisement d'une manière fondée et nuancée. Il existe dans chaque cas des arguments pour et contre ces deux interventions. Au cours du temps, il est devenu évident qu'en montagne, la présence des dangers naturels rend souvent judicieuse la décision de ne pas évacuer les chablis. Au point de vue écologique, il est favorable de combiner diverses mesures car une telle conjonction augmente la diversité non seulement des espèces végétales et fauniques mais aussi des structures des futurs peuplements. Toutefois, on ne saurait oublier qu'en l'absence d'intervention, la nature n'est pas toujours à même de remplir suffisamment bien les rôles que lui incombe la société. C'est ainsi par exemple qu'en montagne, le reboisement naturel dure souvent plus longtemps que ce qu'il faudrait pour assurer à temps la sécurité. Ici, il est judicieux d'accélérer le processus en plantant des arbres. Il arrive aussi que la menace d'une pullulation de scolytes rende nécessaire l'engagement d'une action de prévention afin d'éviter de graves conséquences.

Fig. 15. Les aires de chablis contiennent de nombreuses niches propices à la régénération naturelle des arbres forestiers. Les jeunes épicéas trouvent un milieu particulièrement favorable aux côtés des souches où ils pourront aussi mieux lutter contre la concurrence végétale. Photo U. Wasem.



L'appel à une évacuation intégrale des chablis est tout autant dépassé que l'encouragement à la passivité. Seule une considération globale des aspects économiques, écologiques et sécuritaires conduit à des décisions défendables dans chaque cas. Au point de vue économique, que ce soit l'économie de l'entreprise ou l'économie publique, il n'est plus possible de faire tout ce qui était normal dans le passé, et des priorités doivent être fixées. Les considérations énoncées dans cet article constituent une importante base de réflexion à ce propos.

***Le vieux monde s'écroule,
les temps se renouvellent,
et une autre vie fleurit sur
les ruines***

Friedrich von Schiller, Guillaume Tell
Traduction: Théobald Fix, 1869

Aide à la décision en cas de dégâts en forêt dus à la tempête



En se fondant sur les résultats de la recherche et les conséquences de Vivian, la Direction fédérale des forêts a publié une brochure intitulée «Aide à la décision en cas de dégâts en forêt dus à la tempête». Ce dossier résume le savoir acquis, cinq ans après Vivian, sur les critères suivants: dangers naturels, dégâts aux forêts, exploitation, protection de la nature, société et rentabilité. Chaque critère est accompagné d'une liste d'arguments pour et contre l'évacuation du bois. Les principaux faits peuvent être inscrits sur une fiche de rappel. Cette liste permettra aux responsables de prendre des décisions claires et judicieuses et

d'ordonner des mesures adéquates lorsqu'ils se demanderont s'il faut laisser ou évacuer les chablis.

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP (éd.), 2000: Aide à la décision en cas de dégâts en forêt dus à la tempête. L'environnement pratique, Berne, 100 p.

Diffusion: OFEFP,
Documentation, CH-3003 Berne,
docu@buwal.admin.ch.
No de commande VU-7014-F.
La publication est aussi disponible en
langues allemande et italienne.

Avez-vous des questions?

N'hésitez pas à vous adresser aux principaux auteurs des chapitres de ce dossier (téléphone 01 739 21 11; courriel selon le schéma prénom.nom@wsl.ch pour le WSL, et nom@slf.ch pour le SLF. Exemple: walter.schoenenberger@wsl.ch)

Surfaces d'étude, projets de recherche
Modifications du sol
Végétation et régénération naturelle
Reboisement et plantation
Influence du gibier
Champignons mycorhiziens
Peuplements d'arbres morts
Avalanches
Erosion et glissements de terrain
Biodiversité faunistique
Faune saproxylique
Dégâts dus à Vivian et Lothar
Analyse de Lothar
Aide à la décision

Walter Schönenberger, WSL
Peter Lüscher, WSL
Thomas Wohlgemuth, WSL
Walter Schönenberger, WSL
Josef Senn, WSL
Simon Egli, WSL
Andrea D. Kupferschmid Albisetti, WSL
Werner Frey, SLF
Werner Gerber, WSL
Peter Duelli, WSL
Beat Wermelinger, WSL
Matthias Dobbertin, WSL
Michael Bruendl, SLF
Christoph Angst, WSL

Notice pour le praticien ISSN 1012-6554

Concept

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

Les versions allemandes de cette série sont intitulées

Merkblatt für die Praxis ISSN 1422-2876

Les éditions italiennes paraissent occasionnellement dans le périodique

Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi.

Derniers numéros parus

no 35: EGLI, E.; BRUNNER, I., 2002: Les mycorhizes. Une fascinante biocénose en forêt. 8 p.

no 34: NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; WERMELINGER, B., 2001: Le bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.). 8 p.

no 33: SCHIEGG PASINELLI, K.; SUTER, W., 2000: Le bois mort – un habitat. 6 p.

no 32: NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 2000: Les rouilles de l'épicéa. 8 p.

no 31: NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; FORSTER, B., 2000: Les insectes corticoles des pins. 12 p.

no 30: FORSTER, B.; BUOB, S.; COVI, S.; OEHRY, E.; URECH, H.; WINKLER, M.; ZAHN, C.; ZUBER, R., 1998: Nettoyement du parterre de coupe. 4 p. Version électronique (PDF, 332 Kb)

no 29: NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1998: Biologie et régulation naturelle des hypomyces. 8 p.

no 28: NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; LAWRENZ, P., 1997: Biologie du gui. 8 p.

Managing Editor

Dr Ruth Landolt
Institut fédéral de recherches WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
E-mail: ruth.landolt@wsl.ch
www.wsl.ch/lm/publications/

Mise en page:
Sandra Gurzeler, WSL

Traduction:
Monique Dousse, WSL

Impression:
Bruhin AG, Freienbach