

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 170 (2019)

Heft: 2

Artikel: Exercices de martelage et suivi sylvicole sur martelage.sylvotheque.ch (MSC)

Autor: Rosset, Christian / Sciacca, Stéphane / Flückiger, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097331>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Exercices de martelage et suivi sylvicole sur martelage.sylvotheque.ch (MSC)

Christian Rosset
Stéphane Sciacca
Stefan Flückiger
Ulrich Fiedler

Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (CH)*
Guaraci forest consulting SA (CH)
Entreprise forestière de la Bourgeoisie de Berne (CH)
Département Technique et informatique de la Haute école spécialisée bernoise (CH)

martelage.sylvotheque.ch (MSC) est une plateforme informatique pour s'exercer au martelage dans plus de 50 situations différentes. Elle intègre une documentation non seulement chiffrée, mais aussi des photosphères, permettant de comparer l'état avant et après l'intervention et ainsi d'effectuer un suivi de l'effet et de l'efficacité des interventions sylvicoles. Elle est utile aussi bien à la formation continue, à la communication grand public, ou encore comme outil d'optimisation de la gestion sylvicole destiné aux entreprises forestières.

doi: 10.3188/szf.2019.0094

* Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen, courriel christian.rosset@bfh.ch

Le projet martelage.sylvotheque.ch (MSC) reprend l'idée de la documentation photo des surfaces témoins de la Gestion durable des forêts de protection Nais (Frehner et al 2005) et celle des exercices de martelage dans les marteloscos (cf.

Thormann et al 2019, ce numéro), tout en mettant à profit les progrès considérables de ces dernières années en informatique et en photographie. L'expérience du martelage est ainsi complétée par une documentation visuelle sous la forme de pho-

tosphères pour un rendu visuel proche de la réalité sur le terrain, à 360° et en haute résolution, permettant par exemple de comparer l'état initial avec celui après des interventions sylvicoles (cf. Rosset et al 2016). L'exercice du martelage est égale-



Fig. 1 Page principale d'un tour avec une carte interactive de la position des arbres (y compris essence et diamètre à hauteur de poitrine) et des photosphères (gauche) ainsi qu'une documentation visuelle à 360° par photosphères (droite), à l'exemple du marteloscope de Versoix (GE). A droite, l'emplacement des photosphères est signalé par un symbole représentant un soleil jaune.

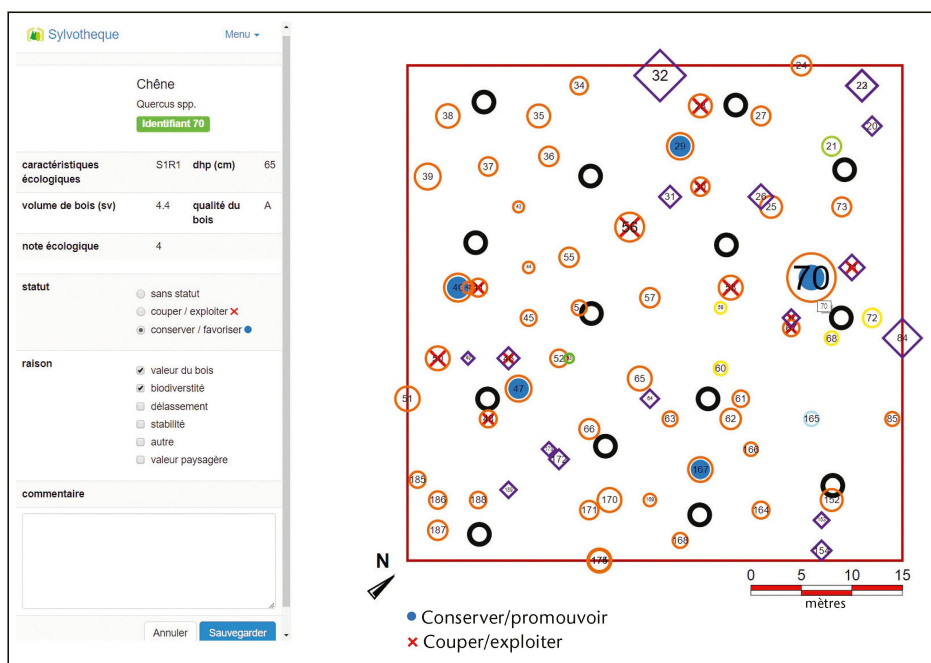


Fig. 2 Informations disponibles sur un arbre, à l'exemple de l'arbre n°70, avec la possibilité de définir son statut de martelage (gauche) et carte avec l'emplacement des arbres en mode plein écran (droite).

ment plus concret grâce aux données dendrométriques et aux analyses chiffrées avant et après intervention, permettant de quantifier ce que l'on voit et ce que l'on fait de façon détaillée et immédiate. MSC est accessible sur différents supports (ordinateur et tablette) et offre la possibilité d'imprimer tous les documents nécessaires pour le travail sur le terrain.

L'application martelage.sylvotheque.ch en bref

L'utilisateur peut accéder facilement à de nombreux tours proposés au travers d'une liste et d'une carte interactive qui en

donne une vue d'ensemble. Un tour regroupe toutes les données disponibles sur un marteloscope, y compris les photosphères. Chaque tour dispose d'une page internet divisée en deux parties. La partie gauche de l'écran livre des informations générales sur le tour et contient deux cartes interactives: une carte d'ensemble représentant l'emplacement du tour et une carte de détail avec la position des arbres du tour. La partie droite de l'écran offre une visualisation de la forêt sous forme de photosphères (figure 1).

En plus de la position des arbres du tour, la carte de détail informe aussi sur

les essences présentes (couleur et forme des symboles), ainsi que sur leur diamètre à hauteur de poitrine (dhp; taille des symboles proportionnelle). A cela s'ajoute la possibilité d'accéder aux photosphères du tour en cliquant sur les cercles noirs symbolisant leur emplacement. L'utilisateur peut définir l'orientation du rendu visuel de la photosphère sélectionnée, par exemple en se focalisant sur les couronnes des arbres ou zoomer sur les détails qui l'intéressent, comme la qualité des tiges ou la végétation au sol. Le champ visuel de la photosphère est représenté par un triangle jaune sur la carte de détail. L'utilisateur a aussi la possibilité de considérer un arbre selon différents points de vue en passant d'une photosphère à l'autre au moyen des symboles jaunes en forme de soleil qui représentent leurs emplacements (figure 1).

En se positionnant au centre d'une photosphère sur le terrain, l'utilisateur muni d'une tablette peut comparer directement l'état actuel avec celui de la photosphère. Le rendu visuel des photosphères s'adapte automatiquement à l'orientation de l'appareil, transformant en quelque sorte l'écran de la tablette en une fenêtre sur le passé.

Les informations sur les arbres sont disponibles en cliquant sur leur symbole respectif, que ce soit dans la carte de détail ou dans une photosphère (figure 1). Ces informations s'affichent dans la partie gauche de l'écran, par exemple l'essence, le dhp, la position sociale, la qualité du bois ou encore une note écologique selon les données disponibles (figure 2). Au

	Nombre de tiges (N)		Surface terrière (G)		Matériel sur pied (V)		Diamètre de la tige de surface terrière moyenne (d_g)			Volume de la tige moyenne (V _{tm})					
	N/ha	%		m ² /ha	%		m ³ /ha	%		cm	%				
		de Tav	de P		de Tav	de P		de Tav	de P		de Tav	de P			
Total avant l'intervention (Tav)	833			19.8			252			17.4			0.3		
dont arbres de place (P)	53	7		2.4	12		30	12		22.6	130		0.5	168	
dont concurrents (K)	127	15	215	3.7	19	156	47	19	156	19.2	110	85	0.4	122	72
Total après l'intervention (Tap)	706	85		16.1	81		205	81		17.0	98	76	0.3	96	57
	Avant	Après													
	intervention														
d_{dom} (cm)	24.2	23.8													
d_g/d_{dom} (%)	72.0	72.0													

Tab. 1 Extrait de la mise en valeur des données d'un peuplement et d'un martelage sur la thématique des éclaircies (perchis de chêne à Bremgartenwald, Bourgeoisie de Berne). d_{dom} : diamètre dominant.

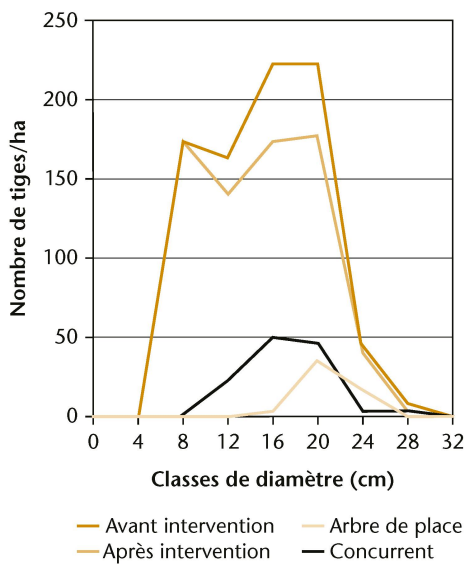


Fig. 3 Distribution du nombre de tiges par classe de diamètre, avant et après l'intervention.

même endroit, l'utilisateur peut changer le statut de martelage de l'arbre sélectionné et indiquer les raisons de son choix. Le symbole de l'arbre s'adapte automatiquement en conséquence (cercle bleu pour garder/favoriser et croix rouge pour couper/exploiter).

La carte de détail peut être agrandie jusqu'à occuper tout l'écran, par ex. pour effectuer un martelage directement sur le terrain (figure 2). Sur tablette, l'accès aux informations d'un arbre se fait en deux étapes: cliquer une première fois sur son symbole pour l'activer, puis une deuxième fois pour confirmer.

Les résultats d'un martelage sont disponibles sur une page internet complémentaire. Il existe pour l'instant deux types de pages statistiques, l'une pour les futaies irrégulières et l'autre pour les éclaircies en futaie régulière.

Les données de base principales pour caractériser une intervention sont mises en évidence dans le tableau 1. Dans cet exemple, l'utilisateur a désigné 53 arbres de place par ha. L'intensité de l'intervention est de 19% de la surface terrière du peuplement. Elle correspond à un peu plus de deux concurrents par arbre de place (215%). Le degré de concurrence des arbres martelés est élevé avec un diamètre moyen proche de celui des arbres de place (85%) et clairement au-dessus de celui du peuplement (110%). L'intervention implique un léger recul du diamètre dominant (à 23.8 cm). L'utilisateur peut aller plus en détail, par exemple en analysant l'effet de son martelage sur la

distribution des tiges en comparant l'état avant et après intervention (figure 3). Il peut aussi comparer la distribution des concurrents par rapport à celle des arbres de place pour mieux se figurer le type d'intervention qu'il a effectué. D'autres graphiques interactifs sont à disposition, reflétant l'impact d'un martelage sur différentes caractéristiques du peuplement, par exemple la composition en essences.

Les données de martelage sont sauvegardées automatiquement dans le compte de l'utilisateur et peuvent être aussi bien exportées que réimportées. L'utilisateur peut ainsi travailler sur plusieurs variantes et échanger ses martelages avec d'autres utilisateurs.

Réseau de surfaces de martelage et de suivi

La plateforme de suivi sylvicole martelage.sylvotheque.ch intègre le marteloscope de Versoix, ainsi que plusieurs marteloscopes gérés par le Centre de compétence en sylviculture (CCS) de Lyss, pour lesquels une archive visuelle a été réalisée. MSC sert aussi de plateforme à plus de 50 placettes permanentes de suivi sylvicole (PPSS) mises en place pour moitié dans le cadre d'un projet de la HAFL soutenu par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et en collaboration avec la Bourgeoisie de Berne (Rosset et al 2018), puis par la suite dans l'enseignement à la HAFL et en collaboration avec deux autres entreprises forestières (Entreprise Forêts domaniales du canton de Berne, ville de

Lausanne). Les PPSS sont conçues comme un outil destiné aux entreprises forestières dans le but d'optimiser les pratiques sylvicoles avec la volonté d'assurer un suivi sur le long terme de leurs effets, tout en s'aidant pour ce faire de modèles de croissance forestière, tels que SiWaWa (Schütz & Rosset 2016). La méthode de relevé développée dans ce projet permet de mettre en place une à deux PPSS par jour en travaillant à deux personnes, tout en garantissant l'aménagement d'une surface suffisamment grande pour effectuer un martelage de façon pertinente (Rosset et al 2018). Il faut compter une demi-journée supplémentaire par PPSS pour la prise de photosphères et environ un quart d'heure pour l'importation et la publication des données d'un tour dans MSC. Des tours peuvent être ajoutés même sans photosphère. La figure 4 donne un aperçu de la grande diversité de situations déjà disponibles sur la plateforme.

Utilisation dans la pratique, l'enseignement et la recherche

MSC et son réseau de PPSS ont déjà été utilisés pour la formation continue dans les entreprises forestières partenaires, à l'interne mais aussi en commun. Plusieurs PPSS sont visitées par demi-journée ou journée de formation, ce qui permet de comparer des situations similaires (essences, conditions stationnelles) afin de mieux appréhender les effets des interventions sylvicoles et la dynamique de croissance dans des peuplements avec des

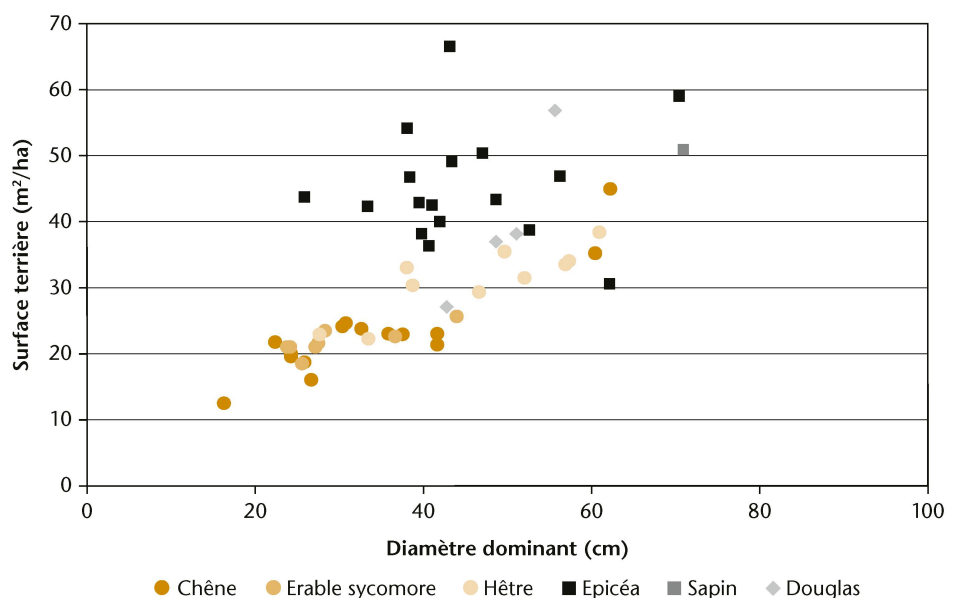


Fig. 4 Vue d'ensemble des tours disponibles dans martelage.sylvotheque.ch selon leur diamètre dominant, leur surface terrière par ha et leur essence principale.

passés sylvicoles différents et/ou à différents stades de développement.

MSC et son réseau de PPSS ont servi à l'adaptation des concepts de soins et d'éclaircies de la Bourgeoisie de Berne, mais aussi de terrain d'entraînement pour les collaborateurs pour accompagner le changement. Ces concepts jouent un rôle important dans la gestion en faisant le lien entre sylviculture et planification forestière. Ils sont intégrés concrètement dans l'outil de gestion WIS.2 Cockpit, qui permet de déduire les urgences d'intervention au niveau des peuplements et de calculer la possibilité qu'ils impliquent au niveau d'un ou plusieurs massifs forestiers (cf. Rosset 2005). Les concepts peuvent être facilement adaptés selon les retours d'expérience du terrain. Les PPSS représentent ainsi un élément essentiel d'une gestion adaptative. MSC est aussi utilisée pour intéresser et sensibiliser le public à la gestion des forêts.

MSC et son contenu représentent une plus-value importante dans l'enseignement à la HAFL, en particulier pour traiter de façon intégrée:

- des inventaires forestiers: familiarisation avec les données dendrométriques, réalisation de relevés dendrométriques avec la mise en place de PPSS;
- de la croissance forestière: utilisation de modèles de croissance tels que SiWaWa (Schütz & Rosset 2016) dans un grand nombre de cas concrets et diversifiés;
- de la sylviculture: illustrer la théorie, très grand nombre de situations différentes pour s'exercer au martelage sur le terrain et faire des comparaisons;
- et de la planification forestière: élaboration de concepts sylvicoles et tests sur le terrain.

Enfin, ce réseau de PPSS devient, en s'étoffant, une source très utile de données permettant de valider les modèles de croissance existants et d'en développer de nouveaux, par exemple en lien avec SiWaWa (Rosset et al 2018).

Conclusion et perspectives

MSC est un outil de formation, mais aussi de sensibilisation du grand public. C'est une véritable bibliothèque interactive que l'on peut emmener partout avec soi et qui offre la possibilité d'expérimenter différentes situations en combinant données chiffrées et rendu visuel réaliste. Cette plateforme permet de découvrir facile-

ment ce que d'autres personnes font et, ainsi, de promouvoir les échanges. Avec le réseau de PPSS, c'est aussi la possibilité, grâce à une méthode de relevé pragmatique et rapide, de mettre en place un système de suivi sylvicole et d'expérimentation au niveau des entreprises forestières comme partie intégrante de leur système de gestion. MSC permet aussi de faire le lien entre sylviculture et croissance forestière. A ce sujet, un manuel d'utilisation de SiWaWa basé sur les PPSS est en cours de rédaction à l'intention des praticiens.

L'application permet d'obtenir les résultats immédiats des martelages effectués. Elle nécessite cependant une connexion internet. Pour pouvoir en profiter sur le terrain, il est préférable de disposer d'une tablette. Une attention particulière a été portée au développement d'une interface conviviale, facile d'utilisation, permettant une prise en main rapide. MSC permet d'exporter et d'importer les martelages effectués, ce qui représente une base pour l'échange facilité des données avec d'autres applications, telle celle développée par le centre de compétence en sylviculture de Lyss (Junod 2019, ce numéro).

Les perspectives de développement sont nombreuses. Le projet Forest Time Machine en cours à la BFH permet de développer de façon expérimentale de nouvelles fonctionnalités, telles que la comparaison synchronisée de deux photosphères à l'écran (par ex. même endroit avant et après une intervention), la prise de mesures directement dans les photosphères (surface terrière, distance à un arbre, dhp, tailles des couronnes, ...) et la documentation dans les photosphères avec des marqueurs (par ex. plantes indicatrices, qualité des tiges, dendromicrohabitats). Une nouvelle technologie, qui devrait permettre une utilisation sans connexion internet, est à l'étude. ■

Remerciements

Nous tenons à remercier le Service des forêts du canton de Genève, qui a initié la démarche en finançant la mise en place du premier marteloscope virtuel à Versoix et la première version de l'application martelage.sylvotheque.ch, ainsi que l'OFEV pour son appui financier qui a permis de faire évoluer l'application martelage.sylvotheque.ch telle qu'elle existe actuellement.

Références

- 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. Berne: Office fédéral de l'environnement. 564 p.
- JUNOD P (2019) Marteloscopes au service de la sylviculture proche de la nature. *J for suisse* 170: 69–77. doi: 10.3188/szf.2019.0069
- ROSSET C, DUMOLLARD G, GOLLUT C, WEBER D, MARTIN V ET AL (2018) SiWaWa 2.0 et placettes permanentes de suivi sylvicole. *Zollikonfen: Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires*. 127 p.
- ROSSET C, BLUM K, WUILLEMIN E (2016) Partir à la découverte des multiples facettes des forêts et de leurs gestions. *La Forêt* 69 (9): 19–21.
- ROSSET C (2005) Le WIS.2, un instrument informatique performant pour une gestion efficace et ciblée des écosystèmes forestiers. *J for suisse* 156: 496–509. doi: 10.3188/szf.2005.0496
- SCHÜTZ JP, ROSSET C (2016) Des modèles de production et d'aide à la décision sur smartphone. *Outils et méthodes. Rev for fr* 68: 427–439.
- THORMANN JJ, ALLENSPACH-SCHLISSBACH K, BUGMANN H, FREHNER M, JUNOD P ET AL (2019) Bedeutung von Marteloscopen für Praxis und Lehre in der Schweiz. *Schweiz Z Forstwes* 170: 60–68. doi: 10.3188/szf.2019.0060

Anzeichnungsübungen und waldbauliches Monitoring auf martelage.sylvotheque.ch (MSC)

Die Plattform martelage.sylvotheque.ch (MSC) kombiniert Anzeichnungsübungen in Marteloscopen mit 360°-Fotografien (sog. Fotosphären). Mittlerweile sind über 50 Touren eingestellt (v.a. über die Durchforstung, aber auch die Verjüngung im Femelschlagbetrieb und im Dauerwald). Beginnt man eine Tour, erscheinen auf der linken Bildschirmhälfte die allgemeinen Informationen zur Tour sowie zwei interaktive Karten (die eine zur Lokalisierung der Tour und die andere mit der Position der Bäume) und auf der rechten Bildschirmhälfte die Fotosphären, mit denen man die jeweilige Waldfläche von verschiedenen Positionen aus betrachten kann. Die Benutzer können eine Anzeichnung durchführen und erhalten eine Auswertung dazu. So können sie den Zustand des Waldes vor und nach der Anzeichnung vergleichen. Das MSC kann in Lehre, Weiterbildung und Öffentlichkeitsarbeit eingesetzt werden.