Ein Forschungsinstitut
des ETH-Bereichs

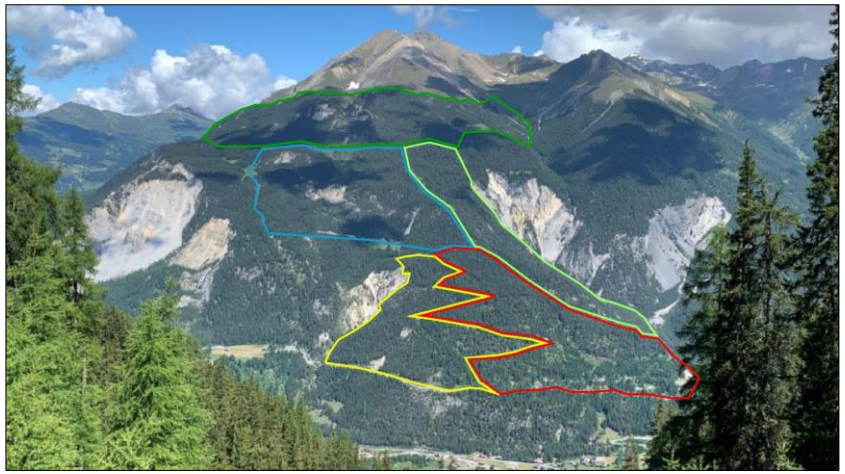
Systèmes d'aide à la décision pour une sylviculture numérique durable

Janine Schweier
Groupe de recherche sur la gestion durable des forêts, Eidg. Forschungsanstalt WSL
La soif de bois dans le contexte du changement climatique
Table ronde forestière de la Communauté de travail pour la forêt (CTF), 07.02.2023

Groupe de recherche sur la gestion durable des forêts

Thèmes

- Génie des procédés forestiers / Ingénierie
- Planification forestière, fourniture de services écosystémiques
- Questions d'économie forestière
- Numérisation dans la gestion forestière



Les défis de la gestion forestière

Conditions-cadres et directives

- Les potentiels de biomasse jusqu'ici inexploités doivent être mobilisés
- Le changement climatique a des répercussions sur la forêt et sa gestion
- Les stratégies sylvicoles ont des répercussions sur la forêt et sa gestion
- La multifonctionnalité et les fonctions de protection de la forêt doivent être maintenues ou développées
- Intérêt croissant de la société
- Incertitude élevée en matière de planification et risques

La planification sous-jacente pour la promotion de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques est très complexe.

Des décisions rapides sont souvent nécessaires.

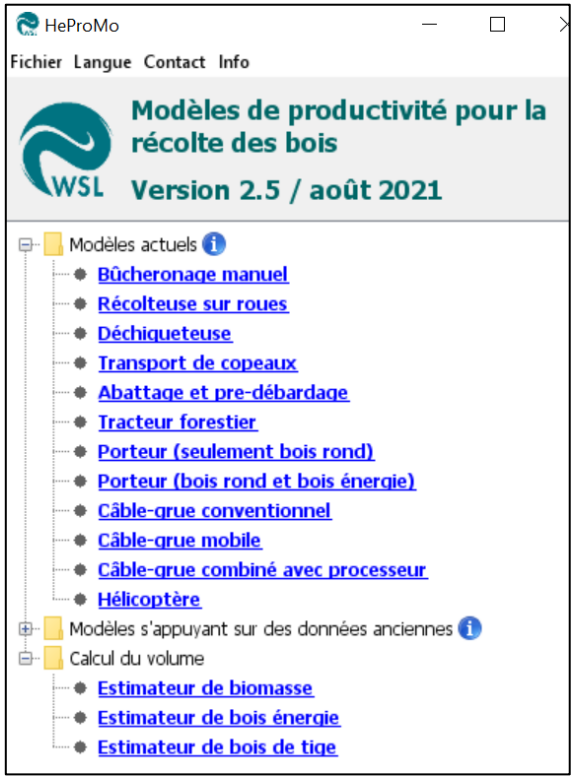
Systèmes d'aide à la décision

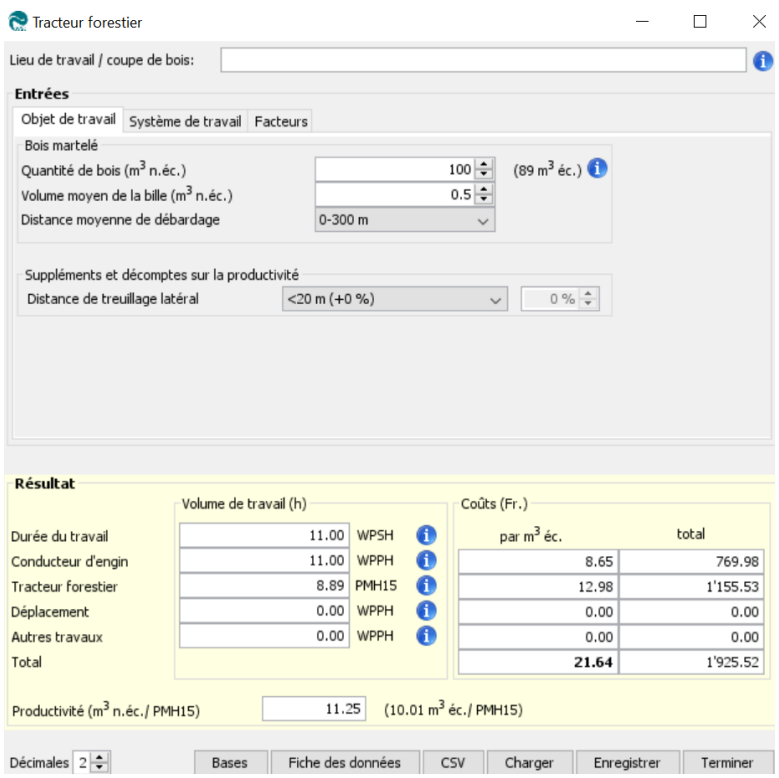
Planification et optimisation des processus de récolte du bois

- **Pour la planification et l'optimisation des processus de récolte du bois**
- Pour la planification stratégique à long terme de la fourniture de biodiversité et de services écosystémiques

Le modèle de calcul de productivité

HeProMo, download sur Waldwissen





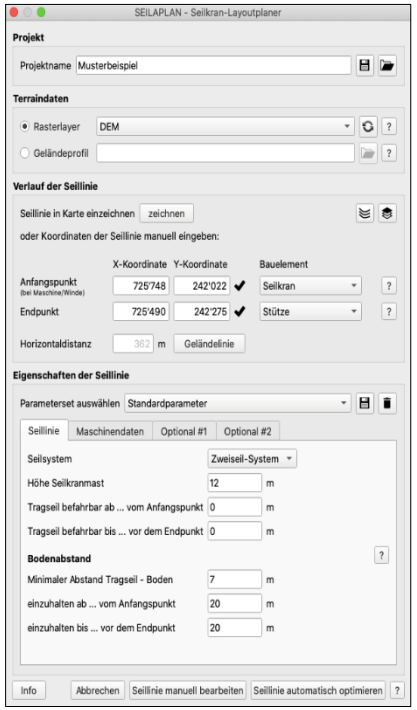
Dates clés

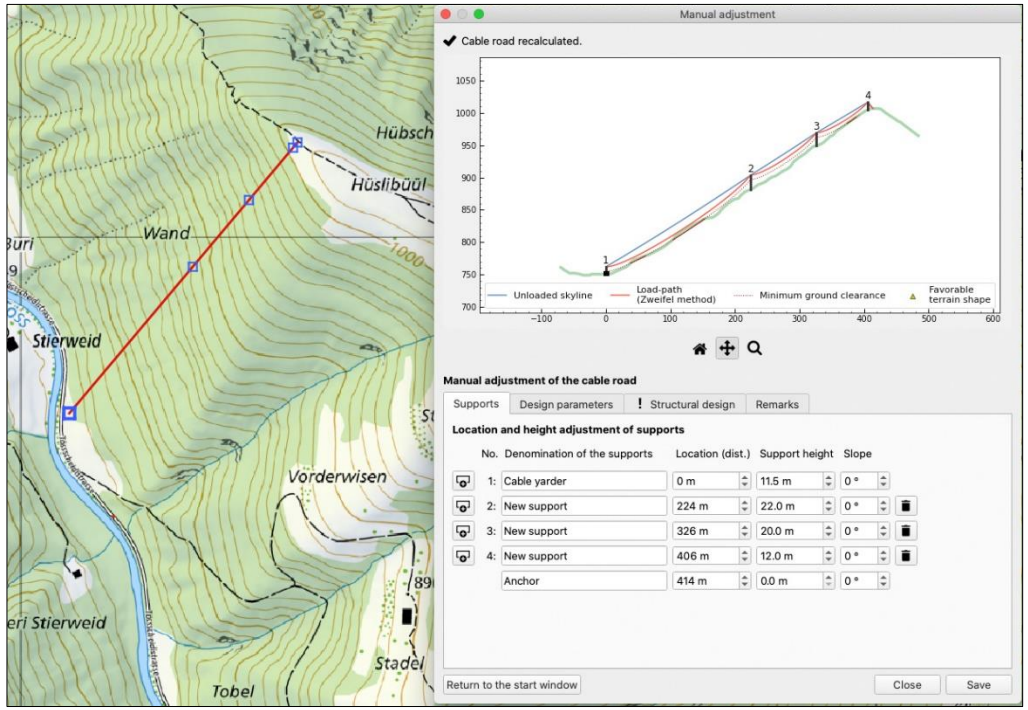
- Outil open-source en quatre langues pour **l'estimation de la productivité et des coûts des systèmes de récolte du bois**
- Utilisation dans l'inventaire forestier national, dans les études de potentiel suisses, par les entreprises et entrepreneurs forestiers, dans l'enseignement
- Nouveau: Estimation des coûts pour les soins aux jeunes peuplements (**JuWaPfl**)
- Collection de modèles en cours d'enrichissement dans le cadre d'un projet de l'OFEV
- Prochainement disponible sous forme **d'application web**

Holm et al. (2020) HeProMo: A decision support tool to estimate wood harvesting productivities. *PLoS ONE*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244289

Conception numérique de layouts des lignes de câblage

Seilaplan (Seilkran Layout Planer), https://seilaplan.wsl.ch





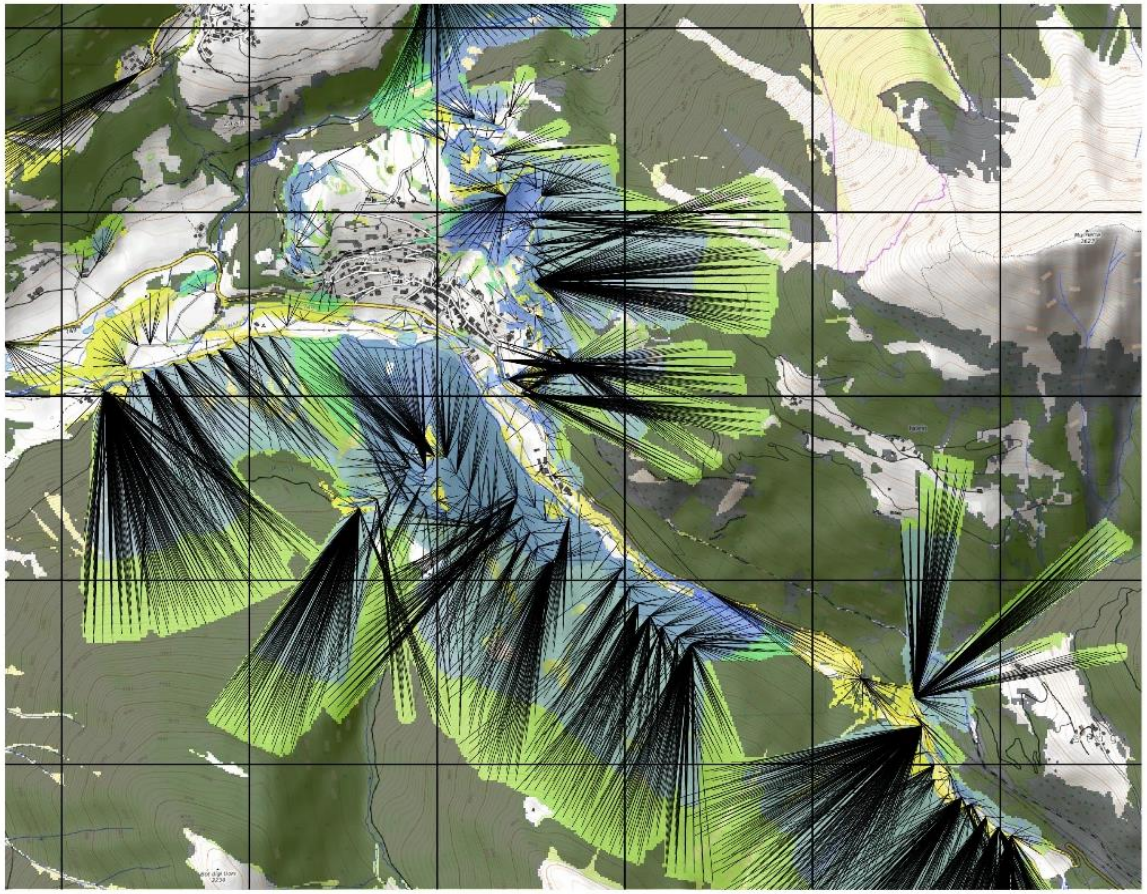
Dates clés

- Outil open-source en quatre langues basé sur un SIG pour la conception et l'optimisation des tracés des lignes de câblage
- Notre motivation était d'améliorer l'algorithme de calcul pour la mécanique de câblage
- Le calcul des forces de flexion et de traction du câble porteur dans les systèmes de câble-grues forestiers sur la base de ce que l'on appelle la ligne de câblage selon Zweifel (1960)

Bont et al. (2020). *Neue Grundlagen für eine effiziente Seillinienplanung*. Schlussbericht an die Wald- und Holzforschungsförderung Schweiz. Birmensdorf, WSL. 71 S.
Bont et al. (2022). Introducing Seilaplan, a QGIS plugin for cable road layout planning. *Croatian Journal of Forest Engineering*. https://doi.org/10.5552/crojfe.2022 .1824
Bont et al. (2022). Tensile forces and deflections on skylines of cable yarders. *International Journal of Forest Engineering*. https://doi.org/10.1080/14942119.2022.2051159

Planification de la desserte forestière

En cours: calcul automatisé de la desserte optimale



Bont/WSL

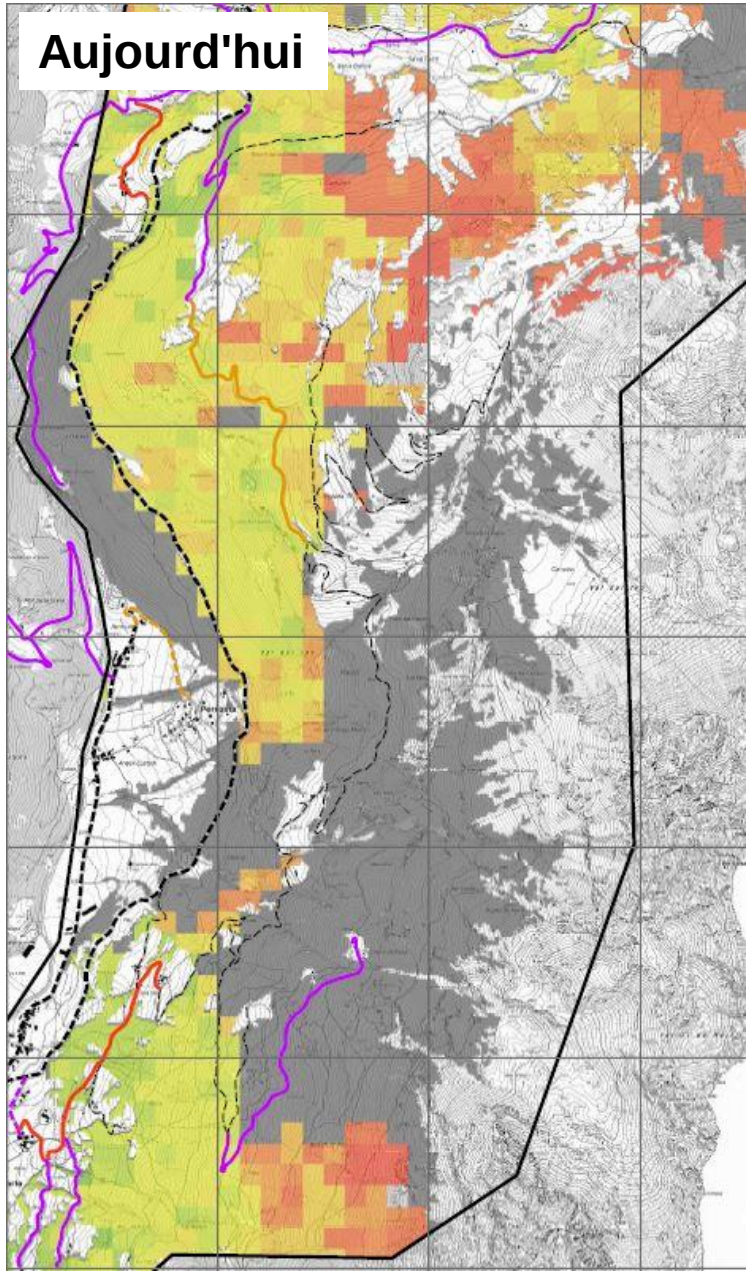
Dates clé

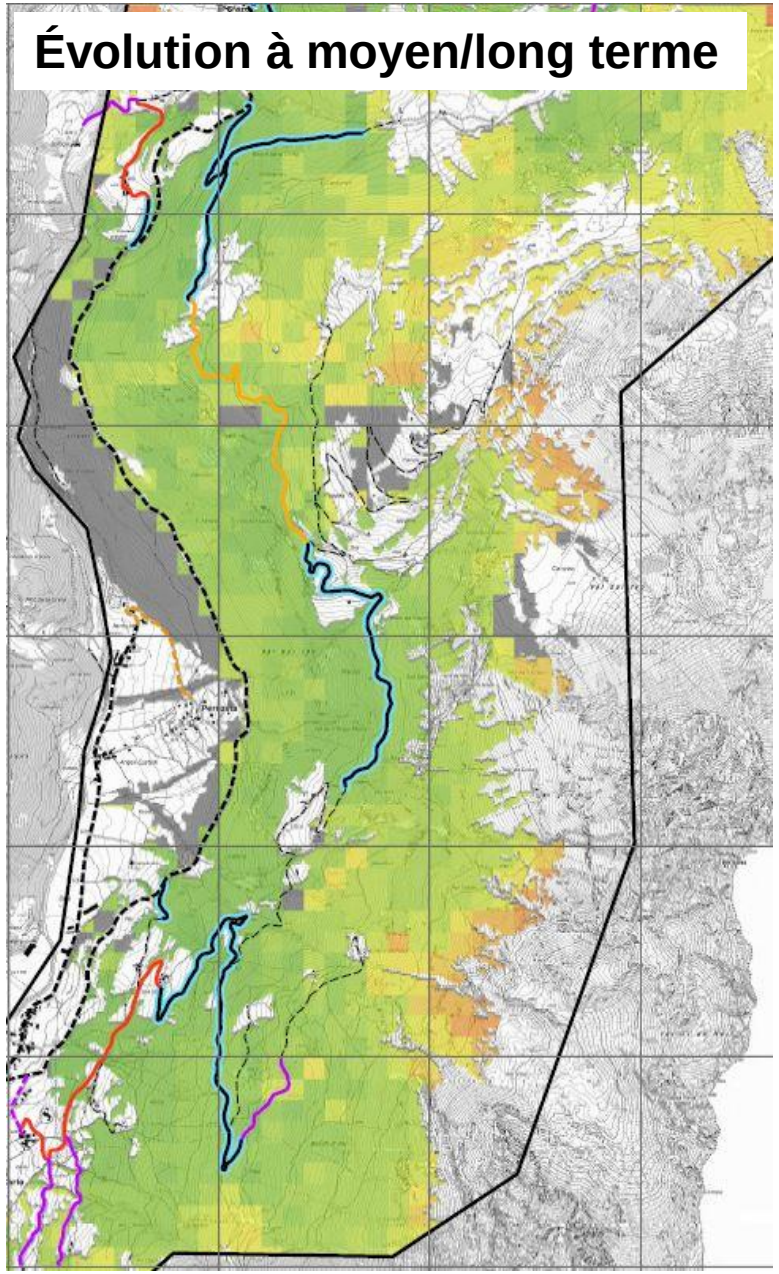
- Qualité de la desserte
- Réseau de routes forestières conçu de manière économiquement efficace
- Identification des principaux axes de circulation Itinéraire de transport optimal vers le réseau routier supérieur

Analyse de l`Accès à la forêt

Cantons AG, BE, GR, TG

Beispiel Valposchiavo





Coûts
- Profond
- Moyen
- Haute
- Hélicoptère

- nicht für Holzernte benötigt
- 18
- 28
- 32
- 40
- Ausbau

→ Calcul automatisé (multi-objective)

Bont/WSL

Bont (2016). Optimales Layout einer Walderschliessung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 167 (5), 294–301.
Bont et al. (2021). Beurteilung der Holzerntesysteme und der Walderschliessung in der Schweiz: neue Produkte. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 172 (5), 268–277.

Systèmes d'aide à la décision

Planification stratégique des forêts

- Pour la planification et l'optimisation des processus de récolte du bois
- **Pour la planification stratégique à long terme de la fourniture de biodiversité et de services écosystémiques**
  - Utilisation de modèles comme outils pour simuler l'évolution possible des forêts
  - Étude de scénarios sur l'évolution future possible ("si... alors...")

Réel
Forêt

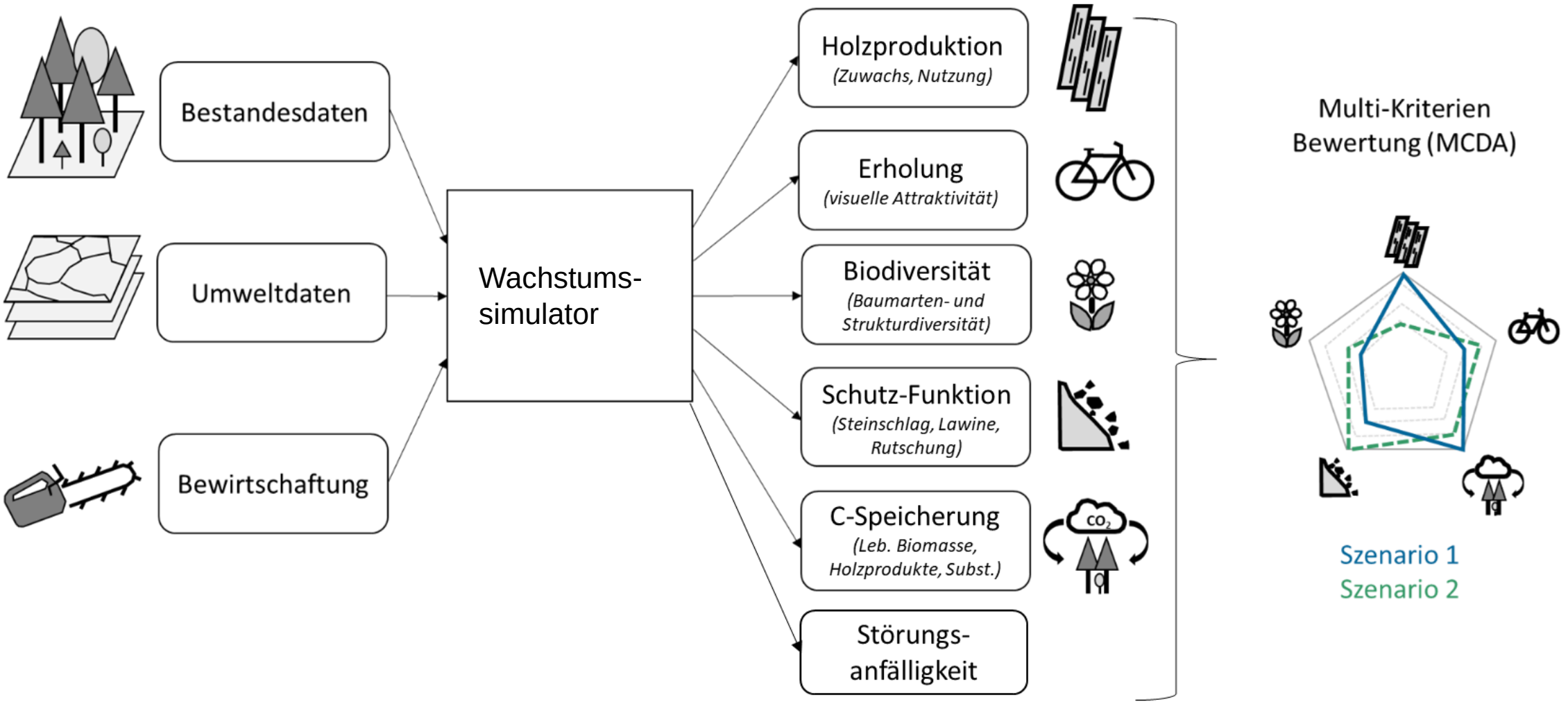
Bürgi/WSL

Virtuel
Forêt

Holm/WSL

Structure du système d'aide à la décision

Pour la provision de biodiversité et de services écosystémiques



Thrippleton et al. (2021). A multi-criteria decision support system for strategic planning at the Swiss forest enterprise level: coping with climate change and shifting demands in ecosystem service provisioning. *Frontiers in Forests and Global Change*. https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.693020

Thrippleton et al. (2023). Forstplanung in Zeiten von Klimawandel und Multifunktionalität. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 174, 1: 32–39.

Système d'aide à la décision

Exemple 1 : priorité à la fonction récréative à Bülach/ZH

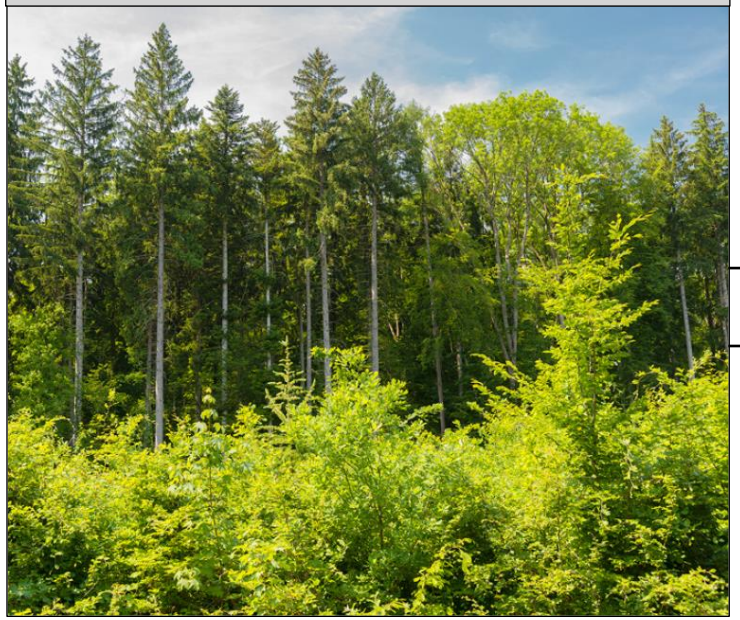
- Exploitation forestière d'environ 500 ha
- Situation sur le Plateau (près de Bülach)
- Essences principales: surtout hêtre et chêne
- Question: Quel est l'impact de la gestion sur la fonction récréative (attractivité visuelle des peuplements) et la multifonctionnalité?

Thrippleton et al. (2023). Forstplanung in Zeiten von Klimawandel und Multifunktionalität. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 174, 1: 32–39.

Système d'aide à la décision

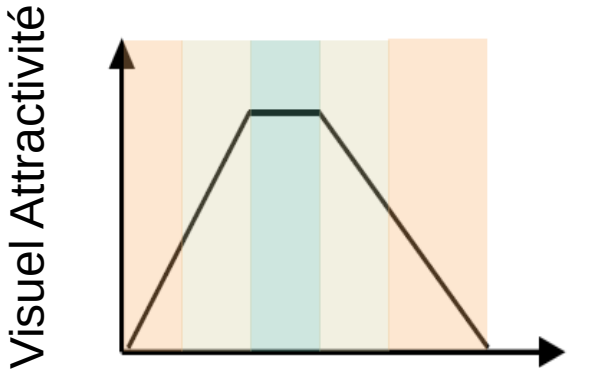
Exemple 1 : priorité à la fonction récréative à Bülach/ZH

Structure de stock

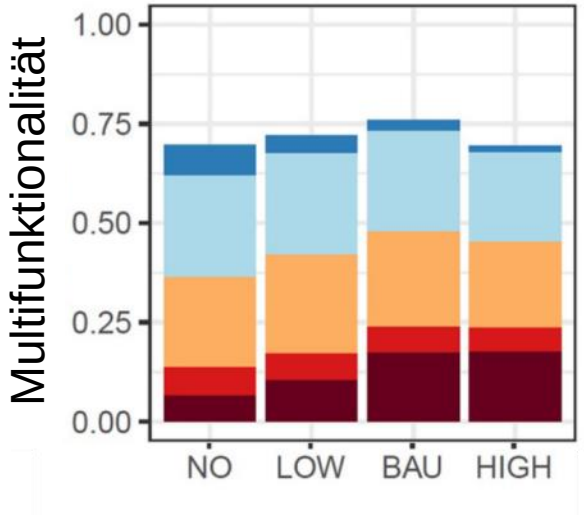


Brändli/WSL

Function de valeur



Multifonctionnalité



Thrippleton et al. (2023). Forstplanung in Zeiten von Klimawandel und Multifunktionalität. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 174, 1: 32–39.

Indikatorenberechnung (mittlere Abb.): Basierend auf Edwards et al. (2012), Blattert et al. (2017)

Système d'aide à la décision

Exp. 2 : Forêt protectrice et sensibilité aux perturbations à Davos/GR

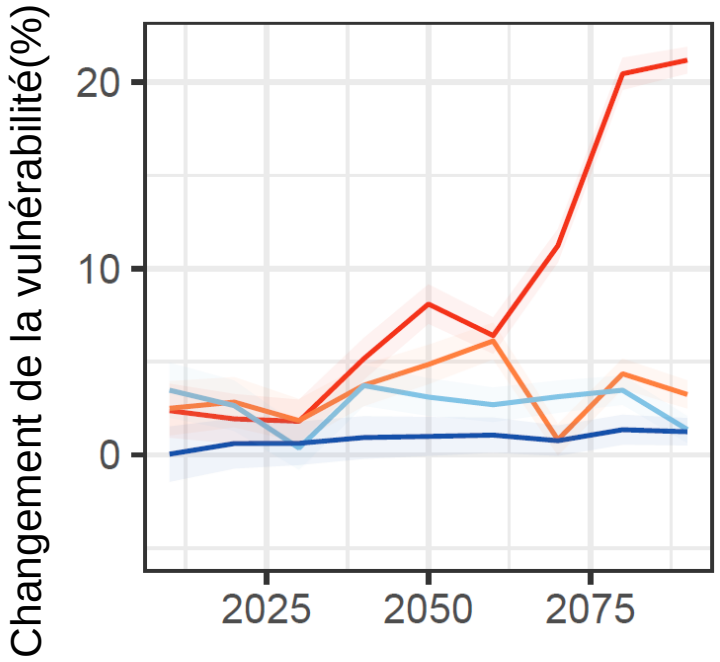
- Exploitation d'environ 1300 ha
- Localisation dans les Alpes centrales (Dischmatal près de Davos)
- Essences principales: épicéa et mélèze
- Question: comment évolue la vulnérabilité aux perturbations avec le changement climatique? (risque pour la fonction de protection)

Thrippleton et al. (2023). Balancing disturbance risk and ecosystem service provisioning in Swiss mountain forests: an increasing challenge under climate change. *Regional Environmental Change*. https://doi.org/10.1007/s10113-022-02015-w
Thrippleton et al. (2023). Anpassung an Klimawandel und Störungsanfälligkeit (…). *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, demnächst in Ausgabe Nr. 2.*

Système d'aide à la décision

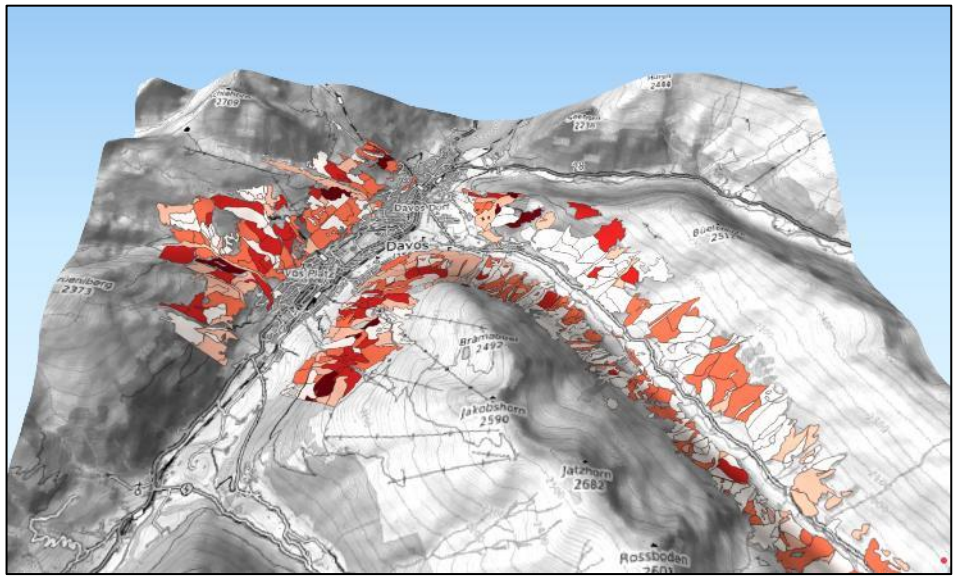
Exp. 2 : Forêt protectrice et sensibilité aux perturbations à Davos/GR

Développement de la sensibilité aux perturbations (scolytes)



Scénarios climatiques:

- Présent
- plus chaud, humide (RCP4.5)
- plus chaud, Moyen (RCP4.5)
- plus chaud, plus sec (RCP8.5)



Grande vulnérabilité

Faible vulnérabilité

- Coûts et bénéfices des interventions
- Dans quelle mesure les mesures réduisent-elles le risque et quel est leur coût?

Thrippleton et al. (2023). Balancing disturbance risk and ecosystem service provisioning in Swiss mountain forests: an increasing challenge under climate change. *Regional Environmental Change*. https://doi.org/10.1007/s10113-022-02015-w

Thrippleton et al. (2023). Anpassung an Klimawandel und Störungsanfälligkeit (…). *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, demnächst in Ausgabe Nr. 2.*

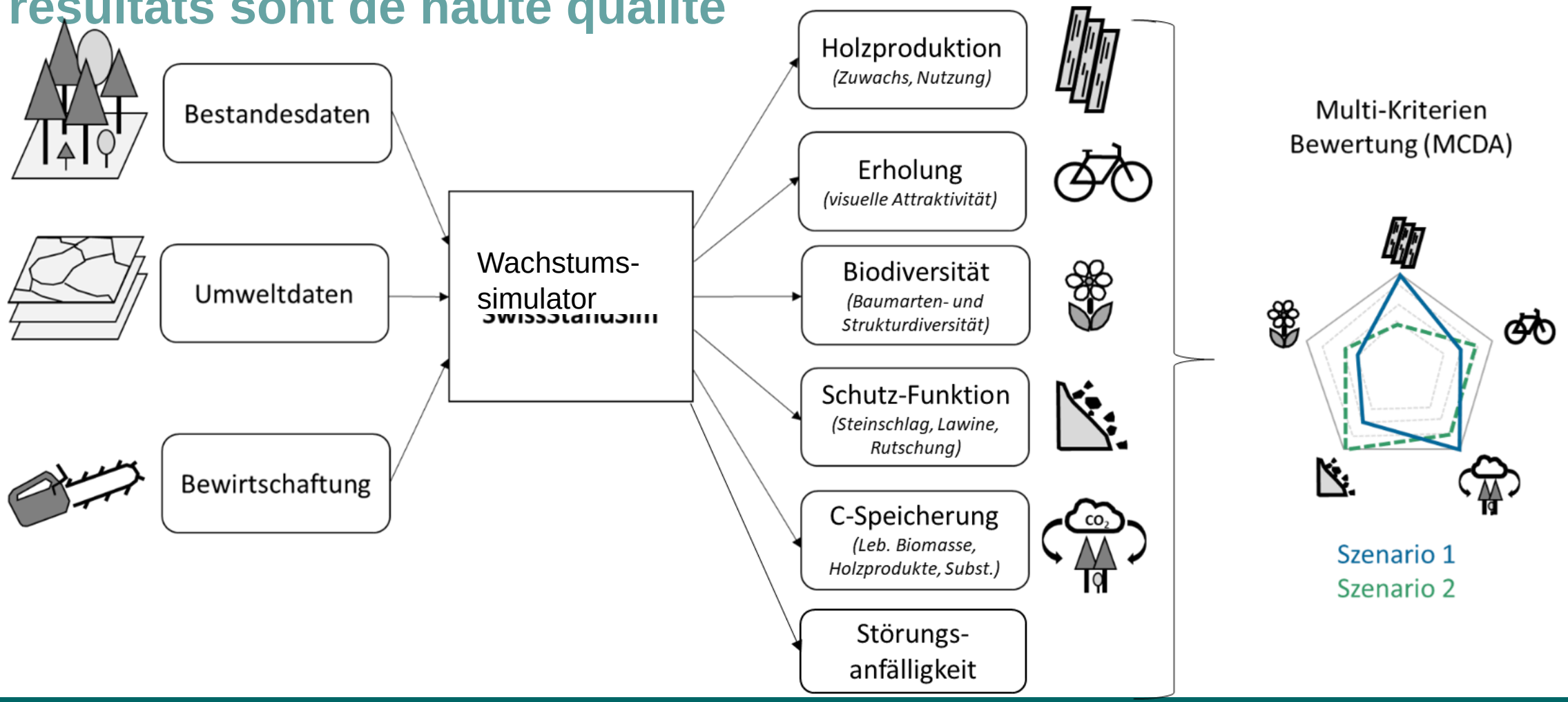
Vis de réglage communication

Video: Forêt virtuelle

Holm/WSL

Qualité des données

Plus les données d'entrée sont bonnes, plus les résultats sont de haute qualité



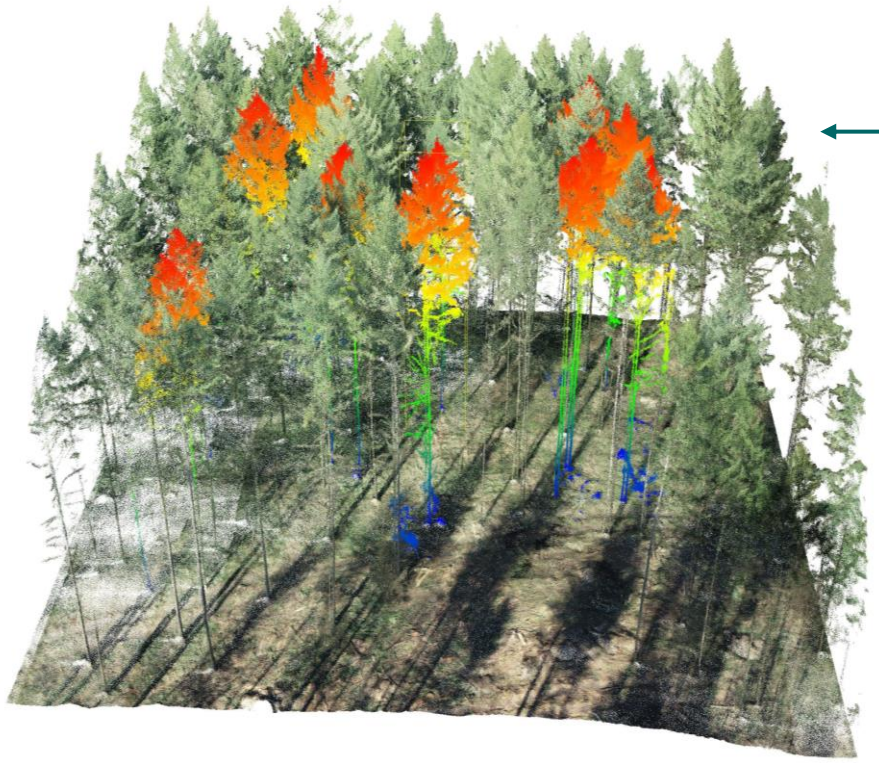
Vis de réglage saisie & qualité des données

Video Projet européen Digiforest: https://digiforest.eu/

Schnitt: Brodbeck/WSL

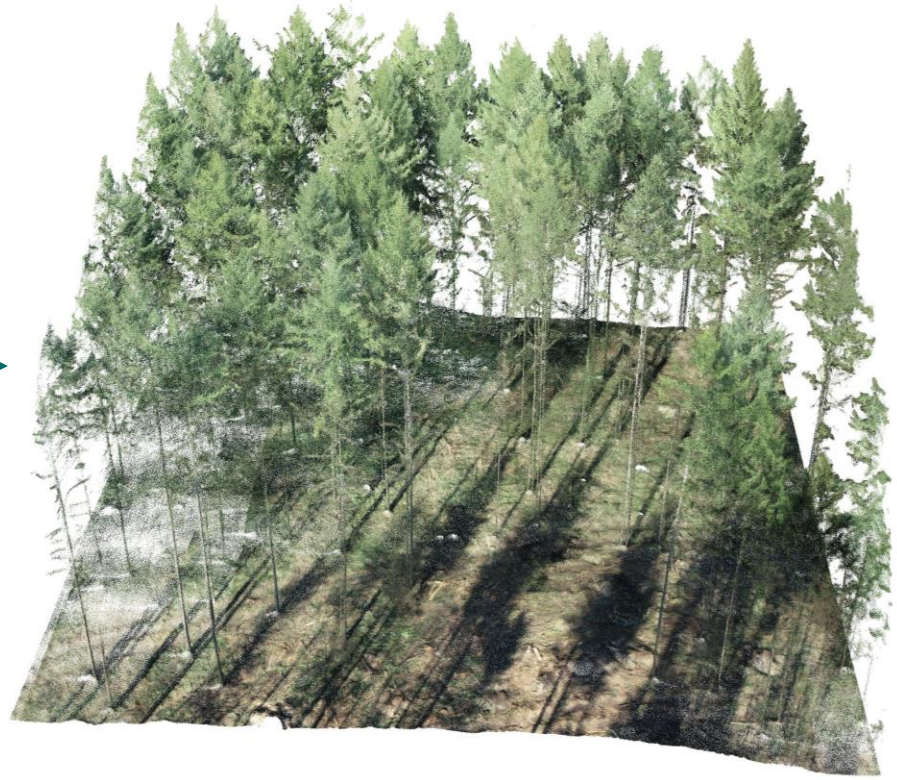
Vis de réglage saisie & qualité des données

Projet européen Digiforest: https://digiforest.eu/



Marquer

Stock restant

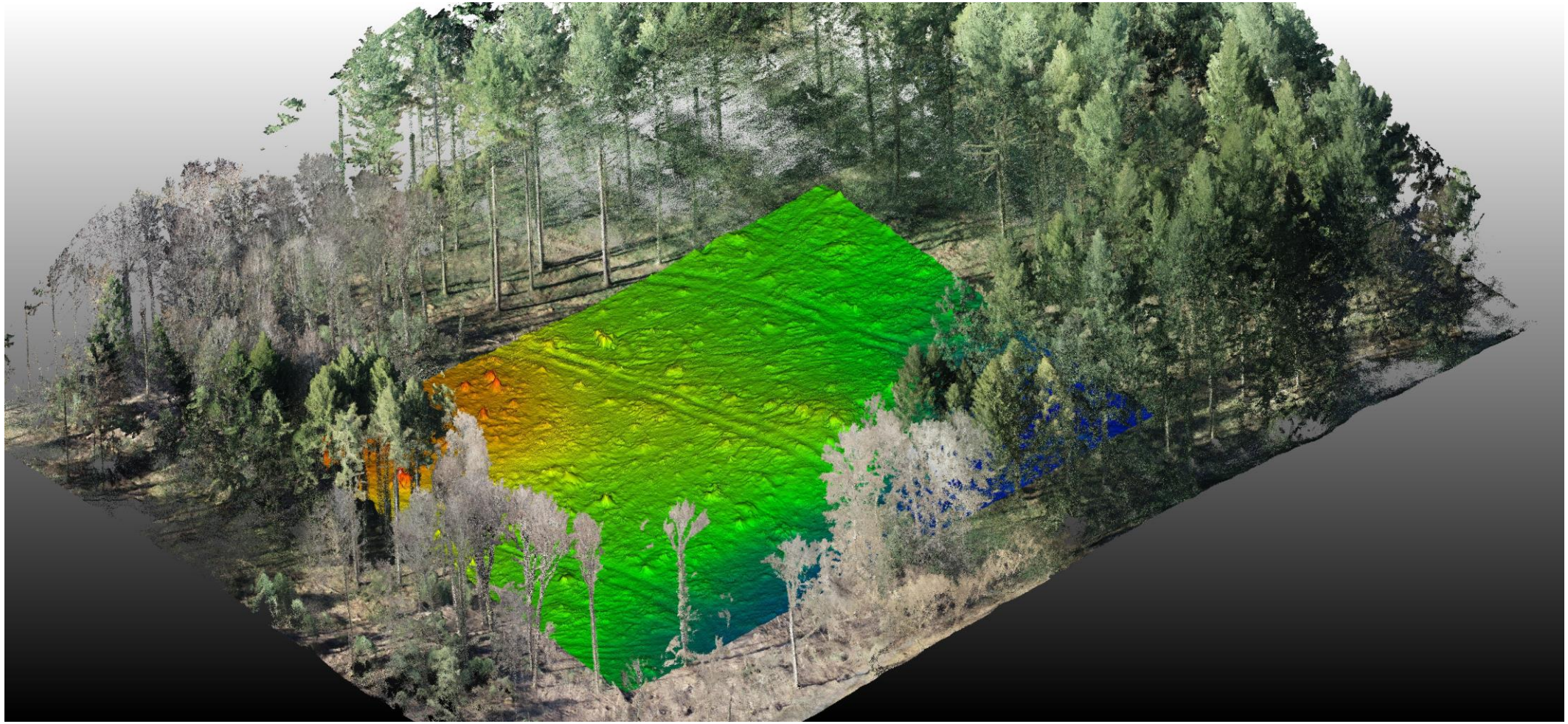


H.Griess/WSL

- Générer des peuplements virtuels à partir de nuages de points
- Forêts virtuelles, différents niveaux de détail (zoom in/ zoom out)
- Gestion virtuelle (marquage, prélèvement, ...)

Vis de réglage saisie & qualité des données

Détection du compactage des sols par le passage des machines



H.Griess/WSL

Résumé

- De nombreux systèmes d'aide à la décision n'existent qu'à l'état de prototype, sont complexes et nécessitent de longs temps de calcul
- Mais: il existe déjà de **nombreux outils informatiques pratiques qui peuvent être utilisés immédiatement**
- Il est important d'utiliser un instrument d'aide à la décision adapté à la question posée
- **L'expertise des personnes sur le terrain ne peut pas être remplacée**
- Utilisés correctement, les systèmes d'aide à la décision peuvent générer **une valeur ajoutée** et contribuer à ce que les décisions soient prises en connaissance de cause
- Les données d'inventaire à haute résolution offrent **un grand potentiel d'amélioration** des systèmes d'aide à la décision

A research institute
of the ETH Domain

73 NRP Sustainable Economy
National Research Programme

Swiss National
Science Foundation

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung

Office fédéral de l'environnement OFEV
Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois

Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Fondo per la promozione della ricerca forestale e del legno

KWL Konferenz für Wald, Wildtiere und Landschaft
CFP Conférence pour la forêt, la faune et le paysage
CFP Conferenza per la foresta, la fauna e il paesaggio

„Optimierung der Waldplanung für die Bereitstellung von Biodiversität und Ecosystem Services“, unterstützt durch den Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung.

ONEforest project receives funding from the European Commission's Horizon 2020 programme under grant agreement Nº 101000406

ONEforest

SEP-210673543

A Multi-Criteria Decision Support System For
A Common Forest Management to Strengthen Forest Resilience,
Harmonise Stakeholder Interests and Ensure Sustainable Wood Flows

Digiforest project receives funding from the European Commission`s Horizon Europe under grant agreement N° 101070405

DigiForest

Merci

Dr. Janine Schweier
janine.schweier@wsl.ch

Merci à Leo Bont, Tim Thrippleton, Holger Griess et Niclo Brodbeck