

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 112 (2023)

**Artikel:** La forêt fribourgeoise face aux défis du changement climatique

**Autor:** Ricodeau, Nicolas / Schneider, Frédéric

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1046536>

#### 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:** 17.02.2026

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

---

## La forêt fribourgeoise face aux défis du changement climatique

---

NICOLAS RICODEAU & FRÉDÉRIC SCHNEIDER

Service des forêts et de la nature,  
Canton de Fribourg

*La forêt doit devenir plus résiliente. Il s'agira donc de l'accompagner au mieux dans la délicate et rapide mutation qui s'opère. Les outils développés par la recherche représentent une source d'informations essentielles afin de mieux comprendre le changement climatique et son incidence sur le milieu forestier. Ces premiers enseignements ont permis de développer une stratégie sylvicole. La diversification et la structuration de nos massifs forestiers sont à l'ordre du jour. Un mélange d'essences est primordial afin de disposer de plusieurs solutions en fonction de leur réaction aux changements. Une forêt étagée, composée de jeunes et vieux arbres intimement mélangés, est moins sensible aux tempêtes. Les risques sont ainsi mieux répartis. En plaine, les feuillus, adaptés à des conditions plus sèches et chaudes comme le chêne sessile, composeront en majeure partie la forêt du futur. Il est primordial de travailler tant sur la réduction de gaz à effet de serre, responsable du changement climatique, que sur la biodiversité de notre écosystème. Plus ce dernier sera riche et varié, plus il aura la chance de s'adapter à de nouvelles situations climatiques. La résilience d'un système se mesure à sa capacité d'encaisser des perturbations et de retrouver un équilibre sans disparaître..*

*Face au changement climatique et ses implications, la forêt sera-t-elle à même de répondre à l'avenir aux attentes de notre société ? Nombre de hêtres et de sapins blancs séculaires séchent sur pied ; le climat actuel met à rude épreuve nos forêts. Quelle est notre marge de manœuvre afin de conserver un milieu forestier dynamique, multifonctionnel et diversifié nécessaire à notre bien-être ? La science nous fournit des modèles et pronostics sur l'évolution des forêts. Migration des essences, résilience forestière sont au cœur des préoccupations et des recherches.*

Pendant des millénaires, l'homme a vécu totalement intégré à son environnement, faisant partie de l'écosystème terrestre, participait à sa lente évolution en parfaite harmonie. Son emprise sur le milieu naturel s'est progressivement accentuée jusqu'à en devenir problématique. Un premier point de bascule peut être identifié à la suite de défrichements massifs des forêts au bénéfice de terres cultivables, de la production d'énergie et de bois de construction. Dans un 2<sup>ème</sup> temps, ce processus s'accélère et s'emballe aux 19<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> siècles pour le développement de l'industrie. Notre contribution pacifique et harmonieuse à l'évolution durable de l'écosystème est terminée, nous sommes désormais devenus des perturbateurs de notre environnement.

Dans ce contexte, il est urgent de revenir vers une empreinte sociétale plus durable afin de permettre notamment à l'arbre et à la forêt de continuer à offrir ses services écosystémiques nécessaires à notre bien-être sur terre.

### **Un écosystème forestier fragile et fatigué**

La répétition d'événements climatiques extrêmes telles que sécheresses et canicules affaiblissement durablement l'écosystème forestier. Depuis la canicule de 2003, la hausse des températures est combinée à un déficit hydrique récurrent en période de végétation. La progression toujours plus importante de l'écart entre la courbe des températures et celle des précipitations est inquiétante (Fig. 9.1). Si cette tendance se poursuit à ce rythme, la forêt risque de souffrir passablement dans un avenir plus proche que prévu par les scientifiques. Nous constatons déjà le dépérissement de certaines espèces en plaine, notamment le hêtre, l'épicéa mais aussi le sapin blanc. Un climat plus chaud est responsable du développement de certains insectes ravageurs ou pathogènes. La maladie du flétrissement du frêne en est un bel exemple. Actuellement environ 90% de la population de cette essence sont infectés par le champignon<sup>1</sup>. Il est souvent fatal à l'arbre. Aurait-il la même virulence sous un climat moins chaud ? La question reste ouverte.

L'apport toujours plus important de substances azotées, l'importante concentration d'ozone, les hivers chauds n'éliminant plus suffisamment de para-

<sup>1</sup>Dubach, V.; Stroheker, S.; Queloz, V. (2018): Recherche de frênes et d'ormes sains. Protection des forêts: Actualités 3/2018 ; [www.waldschutz.ch](http://www.waldschutz.ch), 05.10.2018.

sites et les gels tardifs sont d'autant de facteurs de stress qui mettent la forêt sous pression. En cumulant tous ces phénomènes, l'écosystème forestier se fatigue et se fragilise.

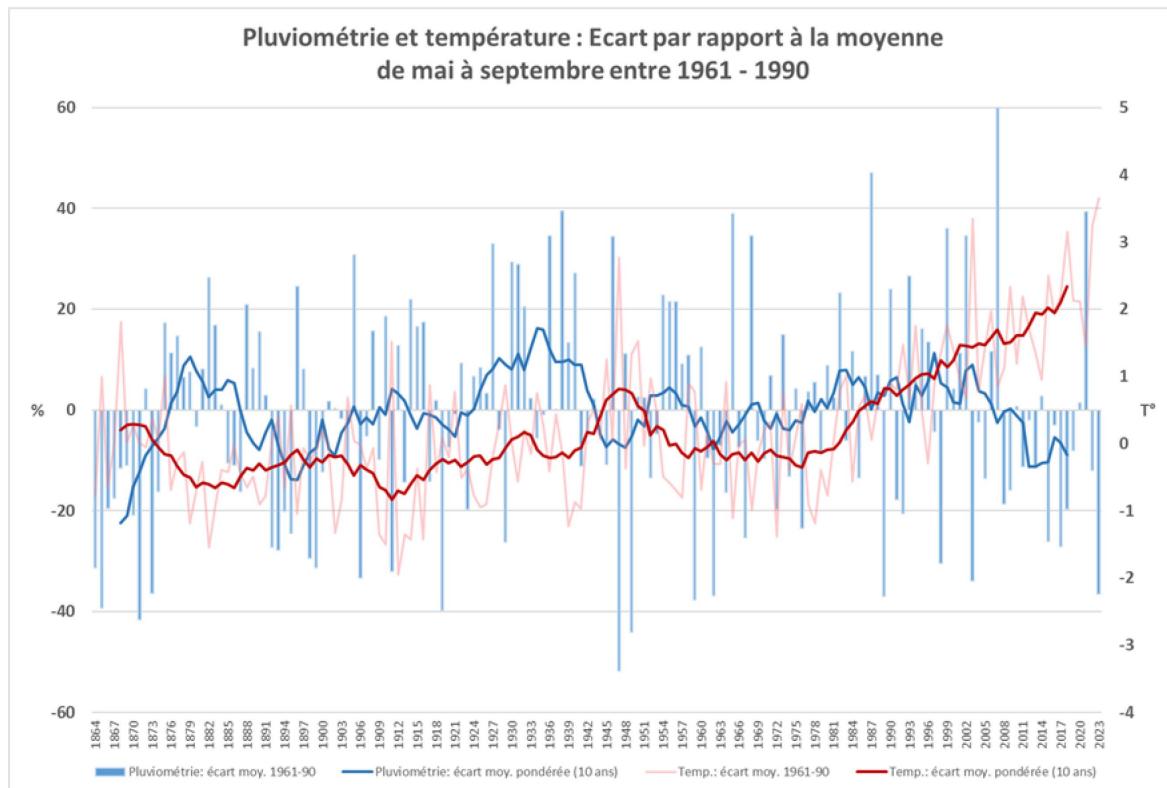


Figure 9.1: *Température en hausse et précipitation en baisse en comparaison avec la moyenne de 1961 à 1990 pendant la période de végétation (mai à septembre). Données de la station météorologique de Zollikofen, mise à jour 2023 (MétéoSuisse) Graphique réalisé par F. Schneider.*

### Incidences d'une forêt artificielle

Selon des études du Dr. Seidl et al. en 2011 et 2014 , de l'université BOKU à Vienne<sup>1</sup>, on peut en déduire que la main de l'homme est doublement responsable du dépérissement des forêts en Europe. Le changement climatique joue certes un rôle prépondérant. Toutefois, la modification profonde de la structure de nos forêts par la plantation inconsidérée de monocultures de résineux au 20<sup>ème</sup> siècle, a considérablement affaibli et appauvri l'écosystème forestier. La prolifération d'insectes ravageurs s'en est trouvée ainsi facilitée. L'épicéa, d'origine préalpine, et planté massivement en plaine est sensible aux attaques du bostryche typographe. Ce dernier, bénéficiant de températures plus clé-

<sup>1</sup>Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage: Rupert Seidl, Mart-Jan Schelhaas, Werner Rammer & Pieter Johannes Verkerk, Nature Climate Change (2014) et Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe : Rupert Seidl, Mart-Jan Schelhaas, Manfred J. Lexer, First published: 26 April 2011.

mentes sur une plus longue période en basse altitude, peut alors développer plusieurs générations d'insectes. Il se multiplie ainsi de manière exponentielle. Ces attaques massives sont fatales aux épicéas qui souffrent souvent encore de périodes de sécheresse estivale diminuant d'autant leur capacité de défense. D'ailleurs, la courbe du développement des foyers de bostryches typographes est intimement liée aux événements climatiques extrêmes lorsque les arbres sont affaiblis (Fig. 9.2).

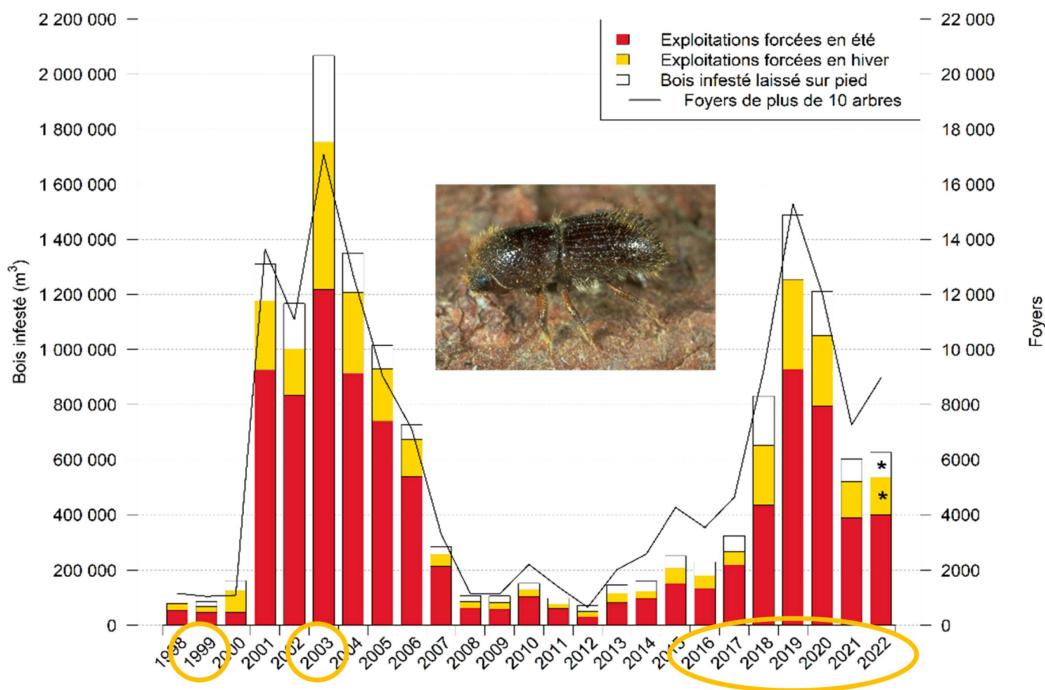


Figure 9.2: Quantité de bois infesté et nombre de foyers d'infestation (nids de scolytes) en Suisse de 1998 à 2022. Encerclé en orange : corrélation entre les événements climatiques et le développement du bostryche typographe : décembre 1999 l'ouragan Lothar, 2003 année caniculaire, succession d'années souvent sèches entre 2016 et 2023. Graphique : Institut de recherche du WSL.

De même, les plantations à grande échelle produisent des forêts équienues, donc du même âge, présentant une structure uniforme. Ces massifs forestiers sont moins résistants aux tempêtes. En effet, les peuplements réguliers résistent un certain temps aux assauts du vent mais lorsqu'ils cèdent, un effet domino est observé dévastant de larges étendues. Les forêts naturelles présentent une forme plus variée, composées d'arbres de grande et de petites tailles aux essences diverses. Ce riche mélange et cette structure plus fine permettent de mieux absorber et répartir les bourrasques. Malgré cela, certains arbres ne résisteront pas, mais les dégâts seront alors disséminés et moindres. Il est intéressant de relever que lors de maladies, une forêt monospécifique sera très vulnérable alors qu'en mélange le risque est dilué.

## Evolution des stations forestières - migration

Les contextes écologiques forestiers sont décrits par ce que l'on nomme des stations forestières (Fig. 9.3), qui précisent les associations végétales qui s'y développent naturellement (Fig. 9.4). Durant l'histoire, les forêts ont été fortement influencées par l'homme pour répondre aux besoins de la société. Ces besoins évoluent dans le temps. Cette classification nous permet d'adapter la composition des espèces pour la rapprocher de la composition naturelle qui serait adéquate dans chaque contexte écologique.

Les étages de végétation se déplacent sous l'effet du changement climatique. A l'avenir, le canton sera dominé par les étages collinéen et submontagnard. Nous pouvons donc anticiper les associations végétales qui y seront adaptées (Fig. 9.5 et 9.6).

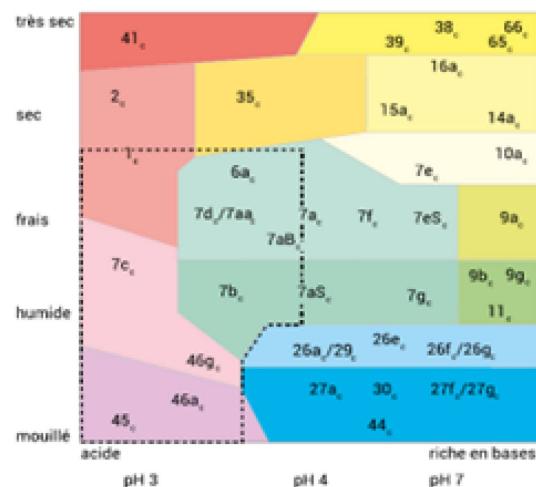


Figure 9.3: *Exemple de l'écogramme collinéen (400 à 600 m d'altitude avant changement climatique). Sur des axes d'acidité et d'humidité, les codes des différentes stations forestières y sont placés. Comme exemple, les pointillés indiquent la zone écologique favorable au pin sylvestre dans cet étage de végétation.*



*7a Hêtraie à aspérule.*



*46a Pessière-Sapinière à Myrtille.*

Figure 9.4: *Associations végétales typiques respectivement pour la plaine et pour la montagne <https://www.infoflora.ch/fr/milieux/liste-complete/>.*

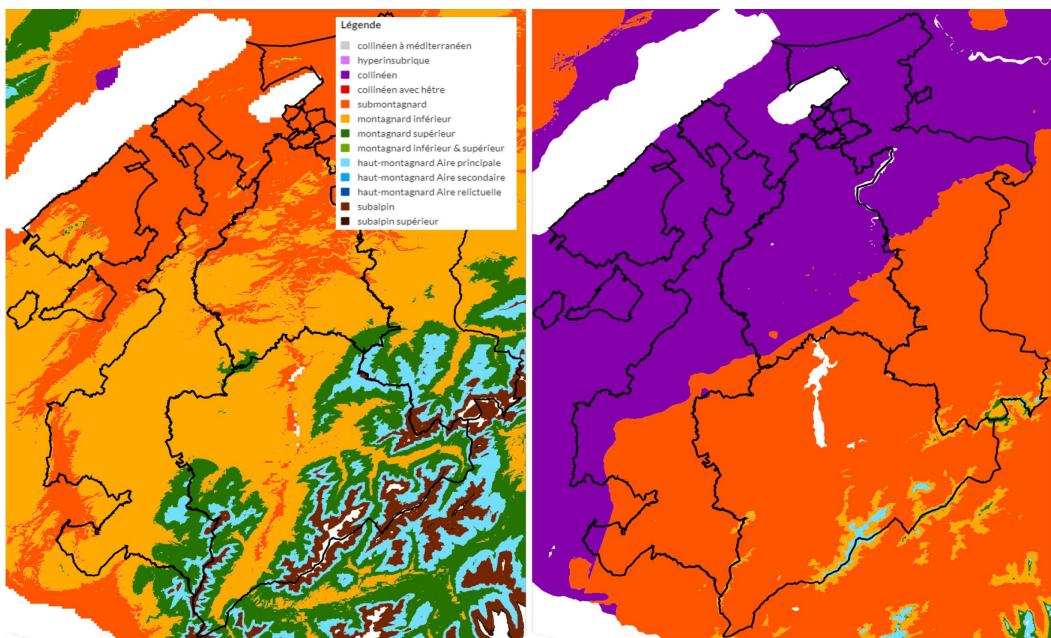
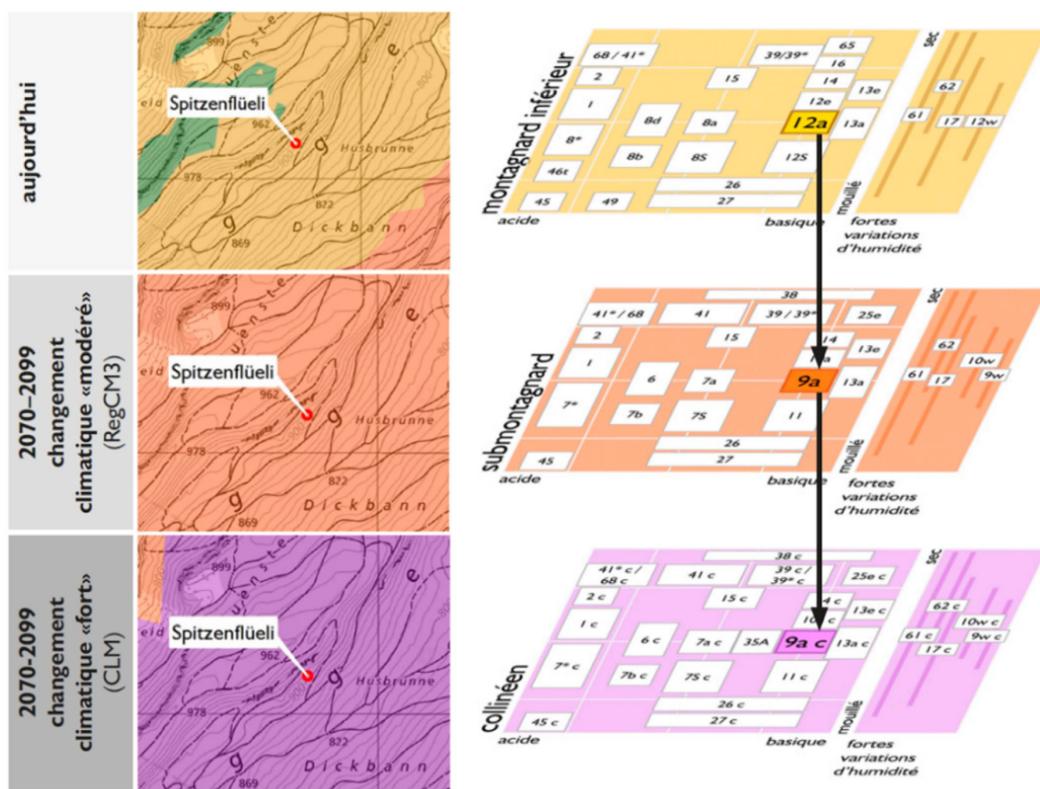


Figure 9.5: Étages de végétation actuels versus étages de végétation en 2085.



Outils de modélisation de la forêt de demain - cockpit cantonal

La recherche nous fournit des outils pour estimer les espèces adéquates pour chaque station forestière, et les zones favorables à chacune. Notre service a regroupé les résultats de trois différents modèles dans un outil de gestion appelé « Cockpit ». Ce dernier permet ainsi de rassembler les résultats en une seule application et de les confronter. En effet, aucun modèle ne peut prédire l'avenir avec exactitude. Il est important de garder un esprit critique en relation avec la réalité du terrain. Un examen minutieux des conditions stationnelles *in situ* est indispensable afin de sélectionner les meilleures options.

TreeApp est un outil développé par l'institut de recherche du WSL (Fig. 9.7). Cette carte interactive permet de connaître les espèces forestières qui seront adaptées dans le futur. Elle permet au forestier de favoriser ces essences. Avec une gestion proche de la nature et en travaillant en priorité avec la régénération naturelle, il pourra accompagner la forêt à développer un mélange d'espèce le plus adéquat possible.

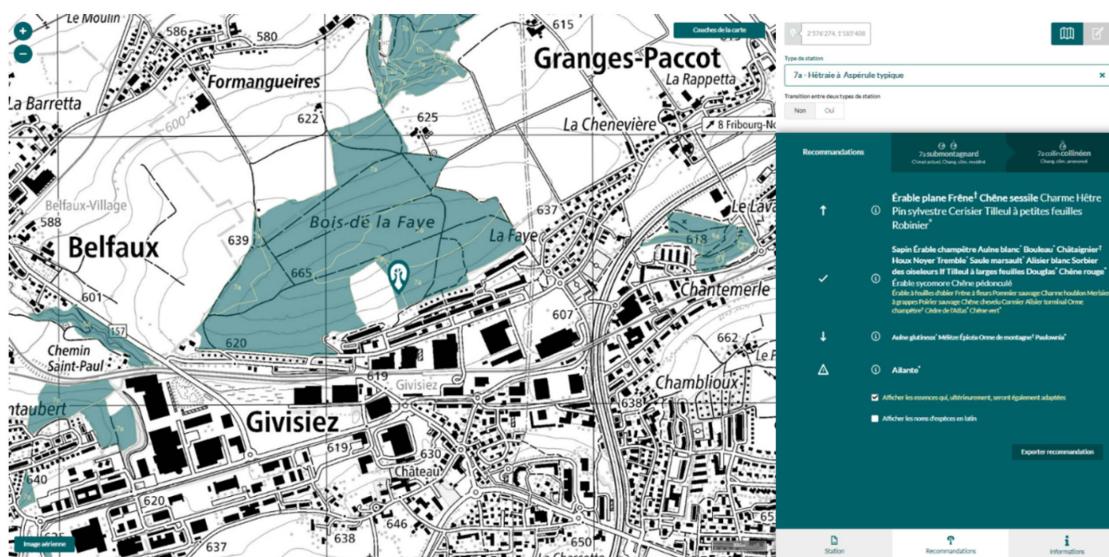


Figure 9.7: *L'Application TreeApp est publique et disponible sous l'adresse www.tree-app.ch.*

Avec une approche climatique et en utilisant les données de l'inventaire forestier national, l'institut de recherche du WSL a également comparé le climat dans lequel chaque espèce s'épanouit aujourd'hui, et projeté ces conditions climatiques dans le futur pour estimer les zones climatiques favorables à chacune. L'outil ForteFuture permet de visualiser ces zones : [https://wsl-forte.shinyapps.io/nccs\\_wp2\\_fr/](https://wsl-forte.shinyapps.io/nccs_wp2_fr/) et d'anticiper les zones où le climat sera favorable à chaque espèce (Fig. 9.8).

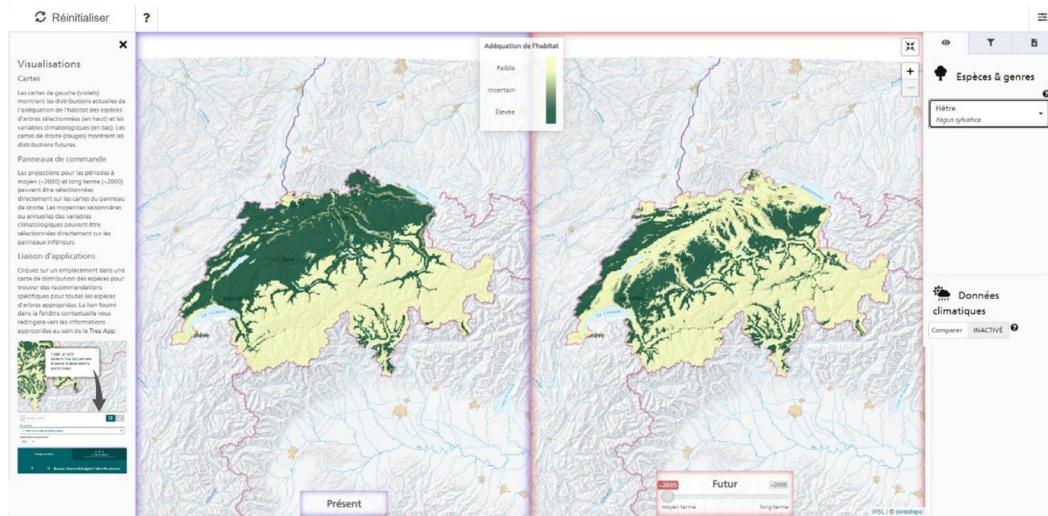


Figure 9.8: Selon le modèle ForteFuture, zones climatiques potentiellement favorables au hêtre, en vert les zones adéquates dans le présent à gauche et dans le futur à droite.

La Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) a développé un outil pour visualiser les zones où la végétation a subi un stress hydrique comparé aux années précédentes. Cet outil est disponible sous l'adresse [waldmonitoring.ch/vitalitaet](http://waldmonitoring.ch/vitalitaet).

Il permet de voir les zones (rouges) où la végétation a subi un stress hydrique en comparant l'activité photosynthétique de l'année, comparée aux années précédentes (Fig. 9.9). En connaissant les zones qui ont subi un stress, le forestier peut prioriser ses interventions.



Figure 9.9: Carte du stress hydrique.

**De la résistance à la résilience forestière** Il faut anticiper les risques lorsque l'occurrence et la nature des évènements sont connues et que les mesures correctives sont disponibles et éprouvées. La résilience est à promouvoir où la connaissance du risque et l'effet des mesures de gestion sont lacunaires<sup>1</sup>. En d'autres termes, lorsque l'évolution est connue, les risques identifiés sont gérés avec des mesures ciblées et efficaces. Cependant, lorsque l'on ne sait pas trop à quoi s'attendre, une tactique au spectre de réaction le plus large possible est privilégiée, on parle alors de résilience d'un écosystème. L'évolution du climat comprenant encore de nombreuses inconnues, un environnement résilient est à exhorter.

La forêt subira certainement de profonds changements ces prochaines décennies. A notre échelle temporelle, un milieu résilient doit pouvoir fournir continuellement les services écosystémiques dont nous avons besoin. Pour illustrer ce propos, une forêt protectrice contre les avalanches devrait pouvoir assumer en continu sa prestation. Dotée d'une diversité biologique suffisante, elle disposera alors d'une plus grande latitude de réaction face à de nouvelles conditions environnementales. Elle subira certes une évolution dans sa structure et composition, certaines espèces d'arbres dépériront laissant la place à d'autres déjà présentes, mais sera toujours à même de remplir son rôle de protection et ceci sans interruption.

### Stratégies face au changement climatique

Cette résilience face aux incertitudes sur l'évolution du changement climatique est favorisée principalement selon deux principes sylvicoles. En premier lieu, il est nécessaire de disposer à l'avenir de forêts riches et diversifiées en essences forestières. La disparition de l'une ou l'autre essence ne mettra pas en péril l'ensemble de l'écosystème forestier. Un nombre suffisant d'individus permettra à la forêt de subsister. On ne met pas tous les œufs dans le même panier...

L'ouragan Lothar de 1999 nous a enseigné que des forêts présentant une structure variée est moins sensible aux tempêtes. Ce n'est pas une garantie,



Figure 9.10: *Forêt à la structure pérenne.*

<sup>1</sup>Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage: Rupert Seidl, Mart-Jan Schelhaas, Werner Rammer & Pieter Johannes Verkerk, Nature Climate Change (2014) et Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe : Rupert Seidl, Mart-Jan Schelhaas, Manfred J. Lexer, First published: 26 April 2011.

mais il serait tout de même judicieux de promouvoir des forêts étagées où arbres de grandes et petites tailles se mélangent plus ou moins intimement. La structure peut alors plus facilement absorber des événements climatiques notamment venteux. Nous parlons ici d'un mode sylvicole dit de forêts pérennes en plaine (Fig. 9.10) ou jardinées en montagne. La couverture du sol étant constante, cette forme sylvicole présente d'autres avantages comme une moins grande sensibilité à la sécheresse. Nous sommes en présence d'un climat forestier plus stable et moins fluctuant au niveau de son humidité et de son ensoleillement.

### Les essences de demain

Quelles seront les espèces adaptées dans le climat futur ? La question peut paraître simple, mais la réponse est beaucoup plus complexe. Cela dépend du type de sol, de l'altitude, des températures moyennes de chaque forêt, etc.

De manière générale, on peut dire que le hêtre et l'épicéa sont relativement vulnérables aux fortes chaleurs et au manque d'eau. Ces deux espèces sont très majoritaires dans nos forêts et le risque de dépérissement est donc un enjeu très important.

Les essences locales et la régénération naturelle sont utilisées en priorité. On pense notamment en plaine au chêne, à l'érable plane, au tilleul, au noyer, au merisier, au charme, à l'aliso et autres poiriers et pommiers sauvages. En montagne, les résineux et l'érable sycomore auront probablement encore leur place. Il s'agit maintenant d'encourager les bonnes espèces au bon endroit. En complément aux outils cités plus haut, nous étudions la comparaison des caractéristiques de chaque essence pour les favoriser dans chaque type de milieu.

La diversité permet de réduire le risque. Chaque essence réagit différemment au stress. Si une espèce subit une forte perturbation, il faut que d'autres essences soient présentes pour conserver une continuité dans le milieu forestier.

Nous encourageons la diversité des espèces, ainsi que la diversité dans la structure des peuplements. Si des arbres âgés subissent une tempête par exemple, il faut que d'autres arbres plus jeunes soient déjà en place pour prendre la relève.



*La forêt n'a pas besoin de l'homme, mais elle est essentielle à notre existence.*