ne.ch
RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DÉPARTEMENT DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL ET DE L'ENVIRONNEMENT
SERVICE DE LA FAUNE, DES FORETS
ET DE LA NATURE

Fachstelle Waldbau
Centre de sylviculture
Centro per la Selvicoltura

www.waldbau-sylviculture.ch

Adaptation des forêts jardinées au changement climatique

Fiche informative

Table des matières

1 INTRODUCTION 3
2 DOMAINE DES COTTARDS 4
3 OBJECTIFS POUR LES TYPES DE STATIONS CONCERNÉS 12
4 PRINCIPES POUR UNE GESTION ADAPTATIVE 15
5 CONCLUSION 16
BIBLIOGRAPHIE 17

Impressum

Auteur

Pascal Junod, Centre de compétence en sylviculture (CCS), www.waldbau-sylviculture.ch

Citation

Junod P., 2025 : Adaptation des forêts jardinées au changement climatique, fiche informative, 17 p.

Contexte

Ce document a été rédigée suite à l'inventaire intégral du Domaine des Cottards (42 ha) réalisé en automne 2023 et à la révision subséquente du plan de gestion forestier (3^{e} révision, 2024). Le massif jardiné des Cottards, aménagé selon la méthode du contrôle, est inspirant à plus d'un titre et caractéristique pour un large éventail de forêts du haut Jura. *Le rajeunissement y est totalement naturel, sans protection*.

Remerciements

L'auteur remercie chaleureusement les copropriétaires du massif des Cottards, les collègues du CCS ainsi que la section Forêts du SFFN-NE pour leurs conseils et appuis à la réalisation de cette fiche.

Photos de couverture

En haut, deux candidats sapins numérotés dans la division 5 du massif des Cottards. Les pastilles de couleur jaune indiquent que l'élagage de mise en valeur a débuté lorsque les arbres se trouvaient dans la catégorie de *diamètre à hauteur de poitrine* (DHP) de 15 cm.

En bas, silhouette typique de forêt jardinée, avec présence quasi exclusive d'épicéas et de sapins dans l'étage supérieur. *Résultat actuel de l'action séculaire des hommes et du bétail, ce paysage fait de houppiers triangulaires est appelé à évoluer avec le changement climatique*.

Les paragraphes surlignés en vert permettent une lecture rapide et compendieuse du document.

1 Introduction

Soumises au changement climatique et aléas collatéraux, les forêts structurées et mélangées de l'Arc Jurassien subissent depuis plus d'une dizaine d'années des événements affectant la vitalité des espèces principales et perturbant le suivi des plans de gestion établis dans une volonté de durabilité des multiples fonctions dispensées par la forêt. Un changement climatique rapide et drastique, susceptible de semer le désarroi auprès des propriétaires voire de remettre en question certains principes de gestion.

Le domaine forestier privé des Cottards situé sur les hauteurs de La Brévine (NE) est géré selon la méthode du contrôle depuis 1998, avec des inventaires intégraux soigneusement répétés en 2008, 2016 et 2024. La forêt des Cottards est caractérisée par l'objectif clairement affirmé des propriétaires de produire des *gros bois de haute qualité*, selon les principes du jardinage cultural, avec une attention toute spéciale portée à la promotion et à l'élagage documenté de *candidats*[1] (illustration sur la page de titre). Le massif n'a pas été épargné par les récentes perturbations en cascade : *tempête Eléanor, orages de grêle*, *sécheresses estivales caniculaires, gradations de scolytes*.

Représentatif d'une large part de l'écosystème boisé du haut Jura, ce domaine forestier au suivi exemplaire a inspiré l'établissement de la présente *fiche informative*. Une fiche dont les objectifs sont :

- de faire un bilan de l'évolution passée et récente du massif des Cottards (figure 1)
- d'envisager l'évolution probable de la végétation à la lumière des connaissances actuelles
- d'esquisser des objectifs pour les types de stations concernés (*Hêtraie à sapin + Pessière à asplénium*)
- d'élaborer des idées de gestion pour tenter d'absorber les perturbations et les conséquences qui en découlent. Une gestion s'appuyant sur des mesures efficaces, ciblées et orientées vers l'avenir.

Ce document, accessible à toute personne intéressée, s'adresse en premier lieu aux propriétaires forestiers, gestionnaires et sylviculteurs de l'actuel étage montagnard supérieur (altitudes supérieures à 900 m) du massif jurassien (figure 2).

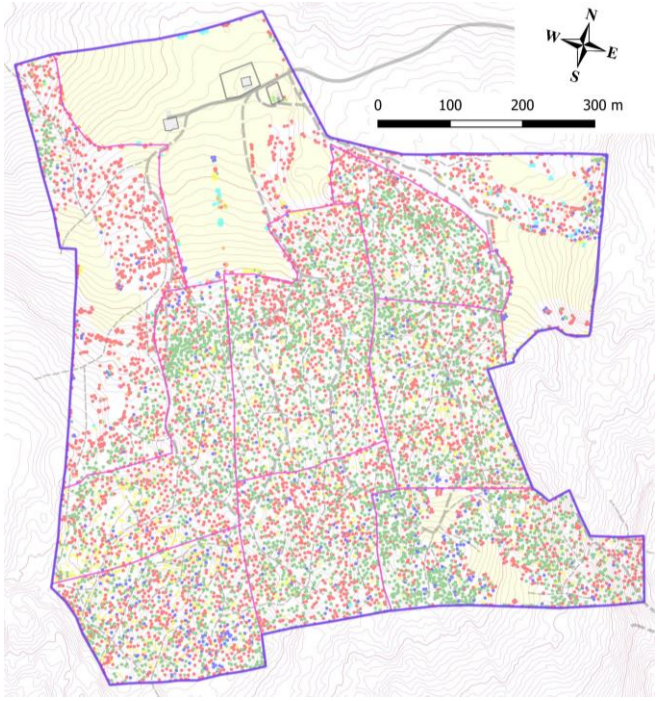
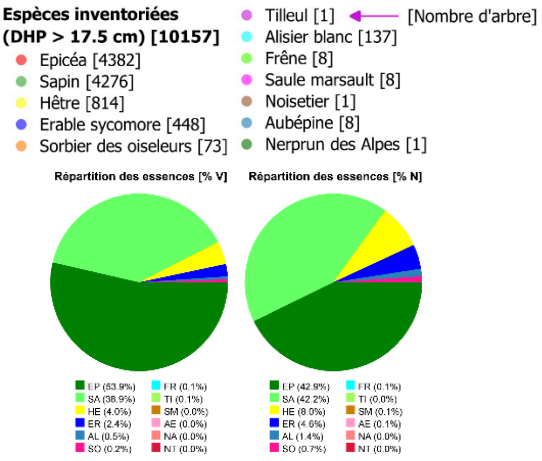


Figure 1 : Domaine des Cottards (42 ha), composé de 8 divisions.

*Lors de l'inventaire intégral de l'automne 2023 (situation au 1er janvier 2024), **12 espèces** ont été identifiées sur le domaine des Cottards. Le **mélange des essences** (10'157 tiges inventoriées) est illustré ci-contre et quantifié dans la légende ci-dessous.*



[1] *Candidat* : nous avons repris ici le terme adopté par les propriétaires des Cottards, quand bien même les Principes sylviculturaux du canton de Neuchâtel font désormais une nuance entre *candidat* et *arbre de place*. *Candidat* = arbre vigoureux et bien conformé, indépendamment des espacements ; *Arbre de place* = candidat à distance finale que le sylviculteur décide de favoriser. Les *candidats* étaient choisis principalement en vertu de leur qualité tandis qu'aujourd'hui le premier critère de choix des *arbres de place* est leur force vitale (vitalité > qualité > espacement).

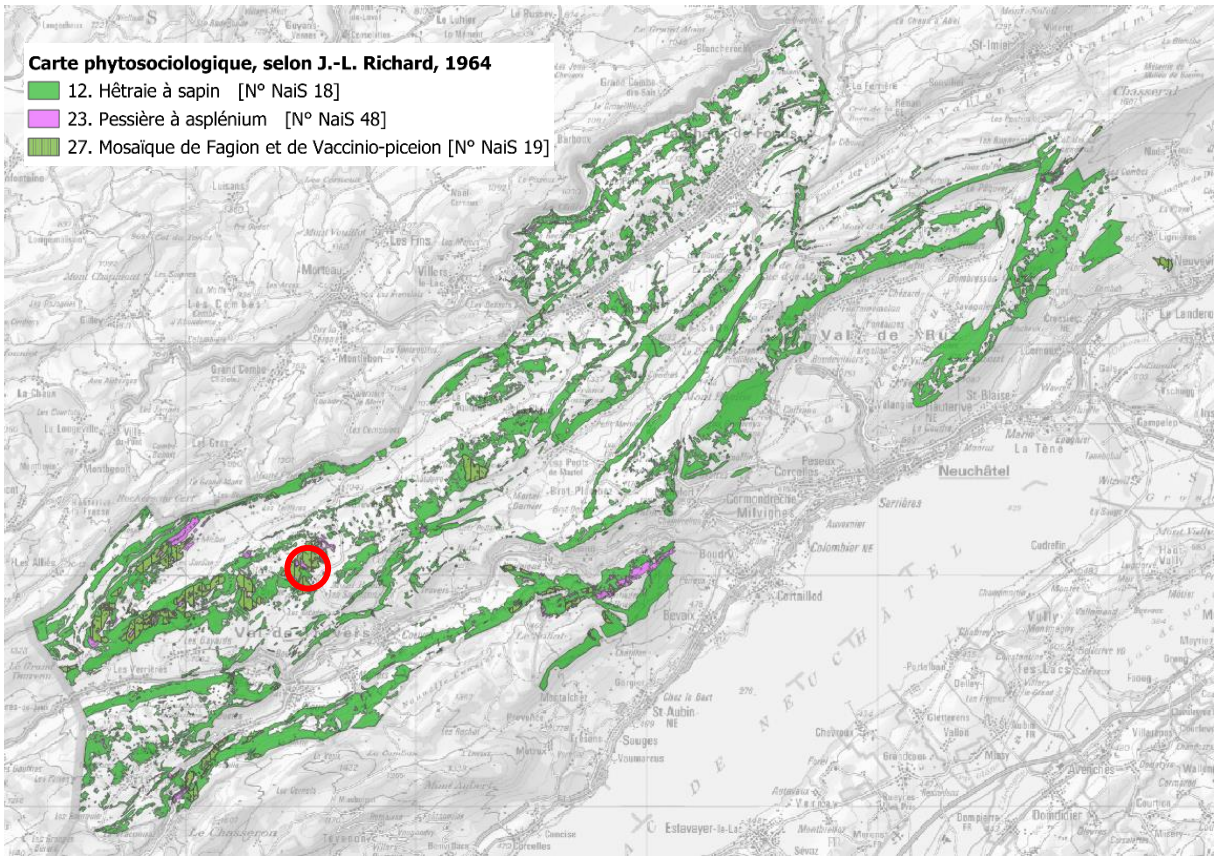
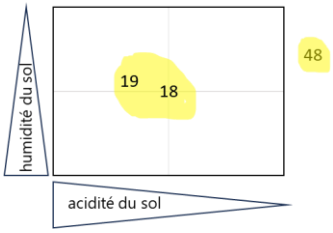
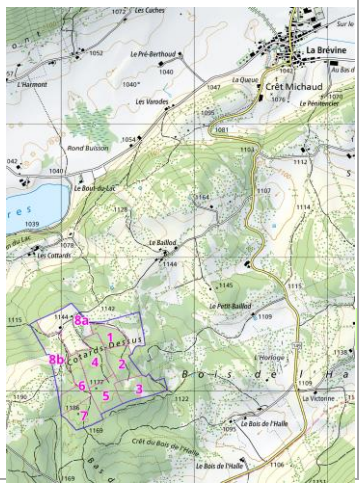


Figure 2 : Forêts neuchâteloises similaires à celle des Cottards (cercle rouge). Source : SITN.

2 Domaine des Cottards

2.1 Contexte local

Lieu	Commune de La Brévine NE, forêt privée
Altitude	1122 – 1185 m. Massif situé au-dessus du fameux lac d'air froid hivernal
Géologie	Calcaire jurassique supérieur (Malm) du Kimméridgien
Sol	Varie à petite échelle spatiale en *épaisseur*, en *forme d'humus*, en *capacité de rétention en eau*, en *éléments nutritifs*. De sol brun profond à mousses sur lapiaz
Exposition	Majoritairement orientée vers le nord / nord-est
Stations forestières	
Mode de traitement	Jardinage (pied par pied et par groupes)
Rajeunissement	Entièrement naturel
Surface	41.96 ha (8 divisions)
Propriétaire	Copropriété « Arnoux, hoirie Stenz, Lavarini »
Gestionnaire	Entreprise forestière Francis Tüller & Fils Sàrl



2.2 Climats antérieur, actuel et futur

Valeurs des normes climatiques station La Brévine NE (MeteoSuisse) et scénarios climatiques CH2018

Données extrapolées pour l'emplacement des ***Cottards***	Normes climatologiques **1961-1990**	Normes climatologiques **1991-2020**	Scénario RCP2.6 **2080**	Scénario RCP8.5 **2080**
Précipitations annuelles	1446 mm	1438 mm	-3.5 à +9.8 mm	-5.4 à +11.1 mm
Températures moyennes	**4.2°**	**5.3°**	**+0.6° à +1.9°**	**+3.2° à +5.0°**

Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1'400 mm, régulièrement réparties tout au long de l'année, avec un léger excédent durant la période de végétation. Même si les objectifs climatiques convenus au niveau international sont atteints, la poursuite du réchauffement est inévitable au cours des décennies à venir, avec ses conséquences sur la forêt (Pluess et al., 2016). Une hausse de 2,5 à 3,1°C correspond à un décalage en altitude des étages de végétation de 400 à 500 m.

A l'horizon **2080**, quel que soit le scénario climatique, les forêts des Cottards se trouveront à l'étage submontagnard : étage où le hêtre, en mélange avec d'autres feuillus seront les espèces naturelles dominantes. *Aujourd'hui déjà, il convient donc de composer avec plus de feuillus* (cf. chapitre 2.5).

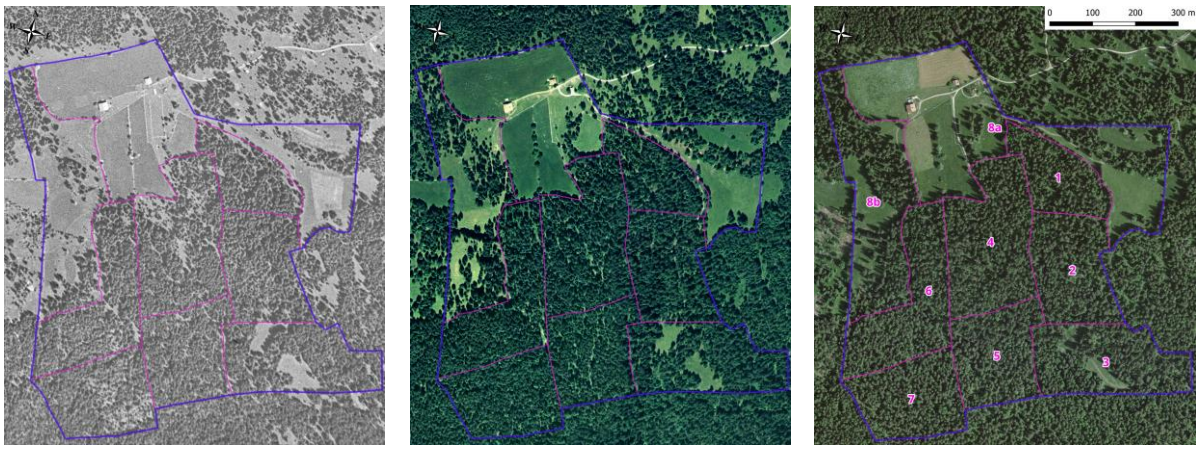
2.3 Bref historique

1838 : La carte d'Ostervald indique que la moitié sud-est du massif des Cottards peut être qualifiée de « *forêt ancienne* ». Bien que pâturée de longue date, comme en témoignent les 9,5 km de murs, la pression du bétail ne fut jamais intense dans la partie sud-est du domaine.

1963 : Premier inventaire (35.33 ha). Volume sur pied : 12'346 sv. Possibilité : aucune donnée chiffrée, prélèvements limités aux arbres peu vigoureux.

1986 : Fin du parcours du bétail en forêt sur 33 ha (les futures divisions 1 à 7). Seuls les clairières de la division 3 ont connu, jusqu'en **2000**, la présence de génisses.

1998 : Introduction de la Méthode du contrôle en vue notamment de *permettre la recherche du plus grand effet utile (du plus grand accroissement) dans le respect des lois de la nature*. **8 divisions** sont créées et délimitées sur le terrain (figure 3).
Inventaire initial (35.53 ha). Volume sur pied : 15'414 sv. Possibilité : 310 sv/an.



Orthophoto ***1946*** *Orthophoto* ***1998*** *Orthophoto* ***2023***

Figure 3 : Orthophotos illustrant la ***densification progressive du boisement*** *au cours des 80 dernières années. Une tendance qui pourrait s'inverser suite aux perturbations en cascade induites par le changement du climat.*

2008 : **1ère révision** (38.14 ha). Volume sur pied : 15'719 sv. Possibilité : 395 sv/an.

2016 : **2e révision** (42.42 ha). Volume sur pied : 15'462 sv. Possibilité : 300 sv/an.

2024 : **3e révision** (41.96 ha). Volume sur pied : 15'096 sv. Possibilité : 320 sv/an.

2032 : Prochaine révision.

2.4 Végétation actuelle

La carte phytosociologique est un formidable instrument de travail qui indique quels peuplements forestiers prospéreraient naturellement sur les surfaces considérées. Permettant ainsi de fixer des objectifs sylvicoles réalistes, en accord avec les conditions naturelles de végétation, à moindres coûts et à moindres risques.

Selon la carte phytosociologique dressée par Jean-Louis Richard entre 1951 et 1961 pour l'ensemble des forêts du canton, le massif des Cottards est répertorié comme une *Mosaïque de Fagion et de Vaccinio-Piceion*, avec un petit secteur de *Pessière à asplénium*.

En 1965, dans l'ouvrage intitulé « *Extraits de la carte phytosociologique des forêts du Canton de Neuchâtel* », Jean-Louis Richard explique la façon avec laquelle il a cartographié la région concernée :

« *En examinant la carte de la végétation, on s'aperçoit que c'est l'**Abieti fagetum** qui occupe la plus grande partie du territoire, sur les sols calcimorphes plus ou moins riches en terre minérale, tandis que l'**Asplenio Piceetum** est strictement localisé sur les lapiaz fissurés recouverts d'humus brut et de mousses. Comme de grandes surfaces sont formées d'une mosaïque de blocs moussus et de sols proprement dits, nous n'avons pas toujours pu délimiter ces deux stations et c'est pourquoi nous avons désigné ce complexe **Mosaïque de Fagion et de Vaccinio-piceion*** ».

Dans l'acceptation actuelle, la *Mosaïque de Fagion et de Vaccinio-Piceion* pragmatique de Jean-Louis Richard s'apparente davantage à la *Hêtraie à sapin* qu'à la *Pessière à asplénium*, du fait notamment qu'aujourd'hui le hêtre se présente partout dans la strate dominante. Si l'on tient compte de la nomenclature actuelle, le massif des Cottards devrait être attribué à :

- la *Hêtraie à Sapin* (NaiS 18) dans la moitié inférieure et **sur les sols profonds**.
- la *Hêtraie à Sapin sur rocher* (NaiS 18Fe) **sur les zones rocheuses et les lapiaz** (figures 4 et 6).

Figures 4 et 5 : Importance d'un couvert continu.

*Les **mousses** jouent un rôle clé pour l'écosystème forestier des Cottards. En stockant 30 fois leur poids en eau, les bryophytes sont garantes d'un microclimat forestier équilibré. Elles sont aussi un **berceau de germination indispensable** sur les lapiaz et zones rocheuses.*

*« Dans ce milieu on cherchera à provoquer la formation de la plus grande quantité possible d'humus brut pour restreindre toujours davantage les surfaces où la roche est à nu; ce résultat ne peut être atteint que sous l'influence d'un microclimat aussi régulièrement humide que possible et seul le **jardinage classique par pieds isolés** remplit ces conditions. » J.-L. Richard, 1964*

*Figure 6 : Lapiaz décapé de son humus par un arbre déraciné lors d'une tempête. La cicatrisation – par les mousses – prendra de nombreuses années. Le maintien d'un **ombrage** sur ce genre de sol empêchera le rayonnement solaire direct de l'assécher.*

Dans le haut Jura, les conditions microstationnelles peuvent être particulièrement contrastées à très petite échelle. Cet aspect favorise de facto le mélange des essences et l'irrégularité des structures, autrement dit : la forêt jardinée.

Figure 7 : Epicéa fuseau (ou columnaire). L'hypothèse environnementale (résister à la neige lourde) n'expliquant pas leur absence dans de nombreuses régions des Alpes, une origine génétique stricte est suggérée – mais se heurte cette fois à l'absence de jeunes columnaires !

Quoi qu'il en soit, il convient de garder le plus longtemps possible ces fuseaux car ils sont singuliers et rares ; et sans doute aussi les mieux adaptés à la neige lourde, au poids du givre ainsi qu'aux impacts des orages de grêle.

Entre la figure 5 (plantule) et la figure 7 (arbre avec un **DHP de 61 cm** et une **hauteur de 40 m**), il s'est écoulé environ **200 ans**. Deux siècles de croissance soutenue dans un climat plutôt stable !

Qu'en sera-t-il du *climat*, des *événements extrêmes* et du *dynamisme des essences* au cours des 200 prochaines années ?

2.5 Végétation future probable

L'application *Tree App*, développée conjointement par le WSL et l'OFEV, a pour objectif d'aider les sylviculteurs à promouvoir les essences adaptées au climat futur, en tenant compte des stations sur lesquelles elles prospèrent et l'état des connaissances actuelles. Selon cette application, le domaine des Cottards, aujourd'hui situé à l'étage de végétation *montagnard supérieur* se retrouverait à l'étage *submontagnard* d'ici la fin du siècle. Ainsi le cortège végétal, de même que la compétitivité des espèces, se modifieraient graduellement : l'actuelle *Hêtraie à Sapin* (18) évoluerait vers une *Hêtraie à Aspérule* (7a).

Suivant *Tree App*, les **essences** déjà présentes actuellement et **appelées à gagner en importance** sur ce type de station sont le *hêtre*, l'*érable sycomore*, le *tilleul* et le *frêne*.

Le sapin, l'épicéa, l'alisier blanc, le sorbier des oiseleurs, le saule marsault sont recommandés avec mesure. De nouvelles espèces pourraient faire leur apparition, telles l'orme de montagne, l'érable plane, le bouleau, le tremble, le cerisier, le pin sylvestre, le charme, le houx, le noyer ou même les chênes sessile et pédonculé.

Lors de l'inventaire au 1.1.2024, 2'853 moyens et gros épicéas ont été recensés aux Cottards, faisant de ce résineux l'essence la plus abondante du domaine. Pour combien de temps encore ? Du fait de sa sensibilité aux tempêtes et aux assauts des scolytes, **l'épicéa est aujourd'hui l'espèce la plus vulnérable**. Durant les 5 dernières années (2020-2024) ce sont 550 épicéas d'un DHP supérieur à 32.5 cm (moyens et gros bois) qui ont succombé aux bostryches (figure 8) !

Figure 8 : Epicéas bostrychés au centre du massif des Cottards (division 4), en août 2024.

Les typographes s'attaquent aux épicéas affaiblis ou déshydratés. Les épisodes chauds et secs favorisent leur reproduction.

Si les températures et les insectes poursuivent leur progression délétère au rythme de la période 2020-2024, les épicéas adultes pourraient avoir « disparus » des Cottards dans une trentaine d'années !

Toutefois, grâce aux capacités régulatrices des écosystèmes forestiers, cette évolution ne devrait pas être aussi linéaire. Comme le souligne la notice pour le praticien N°67 du WSL, les ennemis naturels des scolytes sont très nombreux. Environ 300 espèces différentes d'ennemis naturels – aussi appelés antagonistes – peuvent mener la vie dure aux typographes ; coléoptères prédateurs et guêpes parasitoïdes en tête. Même si les pics sont les adversaires les plus visibles des scolytes, ils ne jouent généralement pas un rôle décisif dans la régulation des pullulations. En phase endémique, les ennemis naturels empêchent néanmoins les populations de scolytes d'atteindre une taille qui leur permettrait d'infester aussi des arbres vigoureux.

Pour freiner la progression des scolytes, il est utile d'abattre les arbres infestés et de les évacuer de la forêt **lorsque les insectes sont encore dans l'écorce** (figure 9). Si cette mesure intervient après l'envol, elle peut avoir l'effet opposé : aucun scolyte ne sera éliminé, ce seront au contraire les antagonistes encore sous l'écorce qui seront supprimés.

Figure 9 : Décollement d'écorce alors que les houppiers sont encore verts. A ce stade, l'abattage des tiges infestées est une mesure efficiente.

2.6 Accroissement

Concernant l'*accroissement*, en principe les arbres poussent plus vite lorsque la température augmente, à condition toutefois qu'ils disposent d'eau en suffisance. Selon les recherches menées dans le cadre du programme « *Forêts et changements climatiques* », publiées en 2016, cette règle laisse entrevoir un recul des accroissements en plaine ainsi qu'une possible progression en altitude.

Aux Cottards cependant, à l'altitude de 1'150 m mais sur sols à faible capacité de rétention en eau, force est de constater que la combinaison d'aléas au cours de la période 2016-2023 a provoqué un **fléchissement de l'accroissements de 12%** par rapport à la période précédente 2008-2015 (-15% par rapport à la période 1998-2007). Cette péjoration résulte, sans doute pour une large part, du violent orage de grêle qui s'est abattu sur la région entre Les Bayards et La Brévine le 28 juin 2021. Les résineux et surtout l'épicéa (-24%) sont plus affectés que les feuillus. Les moyens et gros bois, plus que les petits.

Une gestion durable de la ressource ligneuse présuppose la connaissance du potentiel producteur de la forêt. L'accroissement est une notion complexe qui ne dépend pas seulement de la qualité des sols et des conditions climatiques, mais aussi de la composition et de la vitalité des peuplements. **Le bois ne croît que sur du bois !**

Le bois de qualité : matière première noble et polyvalente.

Composé environ à 50% de carbone, le bois est un matériau :

- Renouvelable
- Inépuisable dans une forêt gérée correctement
- Produit de manière décentralisée, sans charge pour l'environnement
- Dont la récolte et la préparation ne demande que peu d'énergie auxiliaire
- Recyclable
- Sans compter que : *1 kg de bois absorbe 1,6 kg de CO_2 atmosphérique pour se former*.

Le **bois de qualité** est du **carbone stocké sur longue durée** ☺

L'accroissement du massif des Cottards durant la période 2016-2023 (8 ans) s'élève à 2'452 sv, ce qui représente **une absorption et un stockage, par les arbres, de 2'138 tonnes de CO_2** !

Dans le massif des Cottards, **1827 candidats élagués** (DHP 12.5 à 76 cm) sont actuellement recensés (figure 10 et page titre). Cet investissement important, destiné à augmenter le volume commercialisé des bois de service, a débuté en 1998. Il s'agit d'un effort de longue haleine, soumis aux aléas biotiques et abiotiques. A ce jours, 7% des tiges élaguées ont été victimes de perturbations diverses.

Figure 10 : Candidats érables dans la division 6 des Cottards.

La composition des 1827 candidats est la suivante :

ESSENCE	Nombre	%
Sapin	960	53%
Epicéa	690	38%
Erable syco.	129	7%
Hêtre	39	2%
Alisier blanc	8	0.4%
Sorbier	1	0.1%
TOTAL	**1827**	**100%**

Parmi les candidats, **136 font l'objet d'une mesure annuelle de leur DHP** au moins depuis l'année 2008. L'analyse de l'accroissement de ces tiges d'élite donne les résultats ci-dessous :

ESSENCE	Nombre	Accr. moy V 2008-2015	Accr. moy V 2016-2023	Différence accroissem.
SA	70	0.26 sv	0.21 sv	-17%
EP	59	0.17 sv	0.12 sv	**-28%**
ER	7	Trop peu d'arbres pour une interprétation crédible		
TOTAL	**136**			

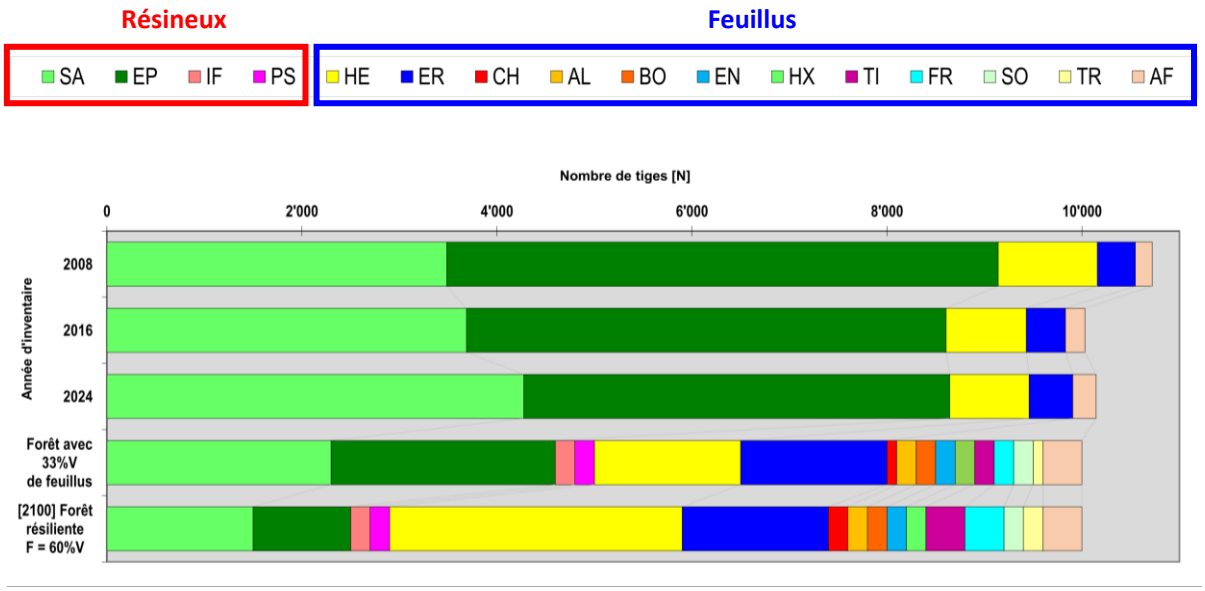
Les candidats mesurés des Cottards subissent aussi un **fort fléchissement d'accroissement** (EP : -28%) !

2.7 Volume sur pied

En forêt, *l'ombre* est une force et un atout auto-protecteur contre l'élévation des températures. Les observations de Leibundgut (1975), confirmées par les études de Remund (2016) révèlent que **le climat à l'intérieur d'un peuplement diffère nettement du climat en terrain ouvert** et que les écarts dépendent beaucoup du type et de la densité du peuplement. Sous couvert boisé, les températures estivales maximales sont plus basses (l'écart pouvant dépasser 5 °C) et l'humidité de l'air plus élevée. Ce constat parle en faveur des **futaies structurées**, ainsi qu'en faveur des **essences pionnières**, créant des conditions favorables à l'installation des autres espèces par l'amélioration des propriétés du sol et surtout par l'**ambiance micro climatique** engendrée.

Pour gagner en résilience, il conviendrait d'orienter la forêt des Cottards vers **plus de mélange** et une **proportion plus élevée de feuillus** (figure 11). Un volume sur pied de l'ordre de 12'600 sv pour l'ensemble du massif correspond à env. 300 sv/ha. Une densité de **280-340 sv/ha** devrait être un bon compromis permettant d'assurer (1) le mélange des essences, y.c. des feuillus, et (2) le renouvellement de la structure jardinée, sans déficit de recrutement.

Evolution du **nombre de tiges** et des essences



Evolution du **volume sur pied** et des essences

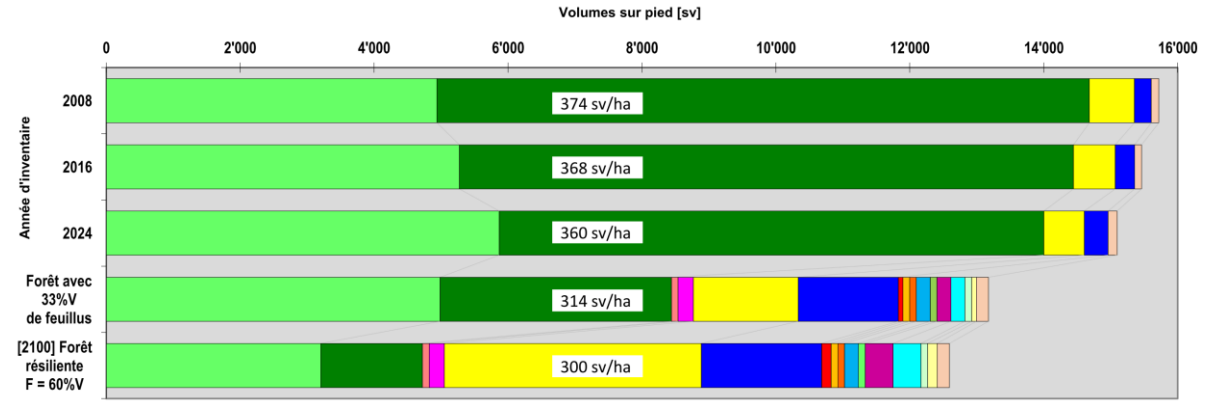


Figure 11 : Evolution depuis 2008 du nombre de tiges [N]*, du* volume sur pied [sv] *et du* mélange des essences *dans le massif des Cottards (42 ha).*
***Barre inférieure : perspective d'un mélange plus résilient** (60% du volume en feuillus) compte tenu d'une probable évolution vers une Hêtraie à Aspérule (7a).*

2.8 Exploitations, coupes normales et chablis

L'évolution des prélèvements (figure 12) révèle l'ampleur des exploitations forcées depuis 2018. Durant la dernière période (du 1.1.2016 au 31.12.2023), 2'818 sv ont été récoltés aux Cottards, ce qui correspond à **18% du volume sur pied initial**. Une intensité de prélèvement conforme aux principes des futaies irrégulières, mais impactée par une **proportion de chablis de 43%** !

La forte hausse des chablis depuis 2021 est préoccupante, non seulement par le fait que les bois bostrychés sont fortement dépréciés, mais aussi parce que les trouées ouvertes par certains foyers de scolytes sont en passe de disloquer la structure jardinée.

Toutefois, considérées sous un angle positif, les ouvertures dans la canopée devraient permettre une prompte adaptation de l'écosystème forestier, avec plus de feuillus…

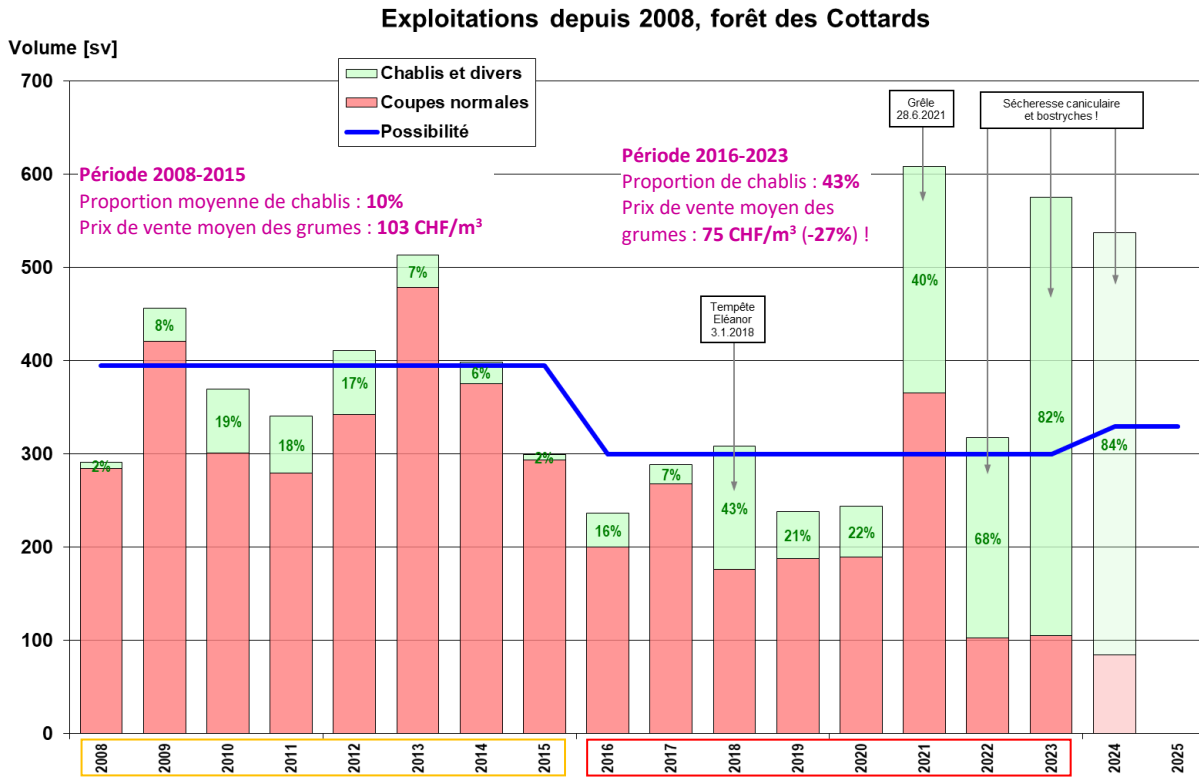


Figure 12 : Coupes normales et chablis depuis 2008 (2 périodes d'aménagement) dans le massif des Cottards.

2.9 Structure

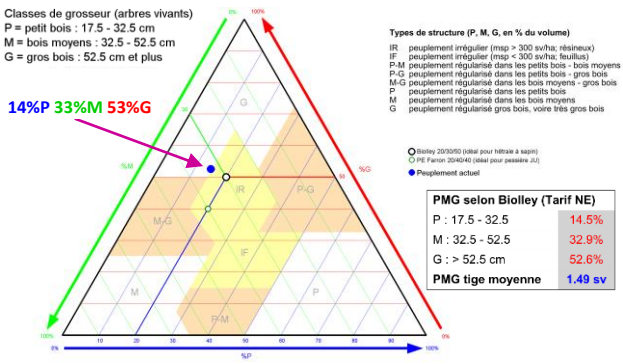


Figure 13 : La structure actuelle du massif des Cottards (point bleu) est composée de 14% de petits bois*, 33% de* bois moyens *et 53% de* gros bois.

Pour les stations productives de l'Envers de Couvet, Biolley a évoqué une structure idéale empirique de 20%P/30%M/50%G. Les stations des Cottards, moins productives que celles de Couvet, s'apparentent davantage à celles décrites par P.-E. Farron (1980), qui propose comme idéal le rapport PMG 20/40/40.

Aux Cottards, l'objectif 20/30/50 (figure 13), bien qu'ambitieux compte-tenu du changement climatique, est néanmoins possible et cohérent avec l'objectif économique des propriétaires de *produire des bois élagués de haute qualité avec DHP > 55 cm*.

3 Objectifs pour les types de stations concernés

3.1 Objectif primordial

L'objectif majeur de la gestion forestière n'est pas de produire du bois ou des prestations. Mais avant tout de **promouvoir un écosystème fonctionnel** – riche en mélanges et en structures – apte, si possible, à fournir les biens et services attendus. Un écosystème capable de s'adapter voire de se réorienter, en toute sobriété, avec un minimum d'assistance et d'artifices.

Un tel objectif se réalisera de la manière la plus efficiente en pratiquant une sylviculture proche de la nature basée sur les capacités adaptatives des espèces natives.

Si la **régénération naturelle** reste l'élément clé de la cicatrisation et de l'adaptation des peuplements, les **plantations ponctuelles d'enrichissement** peuvent apporter un complément utile lorsque les essences présentes ne correspondent plus aux objectifs ou ne sont pas assez diversifiées. Dans tous les cas, il convient de se poser les questions de la pertinence, du coût, de l'échelle de mise en œuvre et des risques de telles plantations. Séduisantes par l'apparente sensation de contrôle, elles sont liées à des frais d'installation, de suivi, de protection et ne sont pas toujours une réponse adaptée à moyen terme…

3.2 Objectifs opérationnels

- **Augmenter la part des feuillus** afin de maintenir durablement la capacité productive des stations. Dans cette perspective, les trouées de chablis sont à considérer comme des opportunités pour une adaptation rapide des essences.
- Lors des coupes jardinatoires et des soins à la jeune forêt, **orienter les mélanges** dans le sens des considérations suivantes :

Hêtre : certes sa valeur économique n'est aujourd'hui pas très élevée mais il constitue, avec le sapin, le climax climatique des stations concernées. Il est bienvenu comme accompagnant, dispensateur d'ombre, facilitateur de germination, protecteur des semis, producteur de fane favorable au cycle des éléments nutritifs et producteur de faînes pour la microfaune. Il pourrait devenir l'essence dominante d'ici la fin du siècle…

Sapin : il joue un rôle économique essentiel car, même si son prix est systématiquement plus bas que celui de l'épicéa, son accroissement lui est supérieur. Sa production en valeur n'est donc pas en reste. Sa tolérance à l'ombrage et la persistance de sa capacité de réaction en font l'essence idéale en forêt jardinée. Lorsqu'il peut développer son pivot, il est le stabilisateur physique de l'écosystème boisé du haut Jura.

Epicéa : bien que vulnérable aux perturbations, l'épicéa joue un rôle économique prépondérant dans les forêts concernées par cette fiche. Il s'agira d'en maintenir une part raisonnable, sans perdre de vue le risque que cela représente. Pour renforcer la résilience des épicéas, on veillera à les mélanger. Sa fane acidifiante, peu favorable à l'activité biologique du sol et au recyclage de la matière organique parle aussi en faveur de mélanges.

Erable sycomore : doté d'un tempérament montagnard, très tolérant aux conditions climatiques difficiles (gelées, grands froids, neige et givre), l'érable sycomore représente un atout à promouvoir. Sur sols à bonne réserve hydrique, il est apte à produire rapidement un bois recherché (ébénisterie, tranchage, etc.). En outre, il dispose d'une fane améliorante, d'un enracinement très puissant et d'une bonne capacité de régénération naturelle.

Frêne : essence à très forte capacité de régénération naturelle avec fane améliorante. Bois de haute qualité technologique, recherché en ébénisterie, déroulage, tranchage… Le frêne colonise aussi les pentes sèches du Jura. Essence décimée par la **chalarose** (depuis 2008 en Suisse), il est suggéré de laisser dans les forêts autant de frênes que possible (non dangereux), afin de favoriser la sélection naturelle d'individus résistants.

Tilleuls : le tilleul à grandes feuilles (TG) supporte encore mieux la sécheresse que le tilleul à petites feuilles (TP). Le TG est inadapté aux stations acides, le TP est moins exigeant. Les tilleuls sont peu sensibles aux facteurs climatiques en général : gels, neige, givre, canicule, sécheresse, vent. Enracinement très puissant, particulièrement adapté aux sols rocheux. Rôles positifs dans l'écosystème : gainage, fane de qualité, capacité de survie en sous-bois. Valorisation du bois restreinte (bois tendre, non durable). Un tilleul majestueux (DHP 125 cm) prospère sur le domaine des Cottards.

Erable plane : essence présentant un bon potentiel d'avenir dans le contexte du changement climatique. Bonne résistance à la sécheresse, également sur sols superficiels et/ou très caillouteux. Enracinement très puissant. Impact très positif sur l'écosystème forestier : fane améliorante, mellifère… Production rapide d'un bois de qualité par le truchement d'une sylviculture dynamique.

Pionniers (bouleaux, tremble, saules…) : essences héliophiles prospérant sur tous les sols (le bouleau pubescent colonise même les hauts-marais). Essences à très large amplitude écologique, capables de coloniser une grande diversité de milieux. Grande résistance aux facteurs climatiques en général : froid, gels, neige, vent, sécheresse. Peu longévifs. Impact positif sur l'écosystème forestier : fane améliorante, intérêt esthétique et paysager. Le saule marsault est très mellifère. En sylviculture dynamique, le bouleau verruqueux produit rapidement un bois de haute qualité technologique.

Alisier blanc et sorbier des oiseleurs : ces espèces ne concurrencent les essences principales ni par leur dimension, ni par leur ombrage diffus. Leur fane est facilement décomposable et leurs fruits prisés de l'avifaune. Ils sont aussi esthétiquement attractifs. Très robustes vis-à-vis des facteurs climatiques en général, les bourgeons et jeunes pousses de ces espèces sont également appréciées de la faune sauvage ➔ effet paratonnerre au profit des candidats.

- **Privilégier les soins à la jeune forêt utilisant les forces gratuites de la nature** (hiérarchisation + qualification des billes de pied). Il est souvent contre-productif de s'immiscer trop précocement et avec trop de ferveur au sein des processus naturels.

- **Le statut des feuillus en futaie jardinée est à réformer** (figure 14) : autrefois réduits au rôle de *serviteurs* (texto !), les feuillus sont en fait *essentiels pour maintenir la fertilité des sols, assurer l'intégrité stationnelle ainsi que pour promouvoir la diversité et la résilience de l'écosystème*.

*Figure 14 : Rajeunissement naturel panaché résineux-feuillus. Une promotion adaptative du mélange devrait faire évoluer le statut des **feuillus** : d'accompagnants à **candidats** et le statut des épicéas de candidats à protecteurs/tuteurs des candidats feuillus*.

- **« L'envahissement » par le hêtre** (figure 15) est en fait un retour naturel à une situation plus **conforme au type de station** (actuelle et future). Il convient de l'accepter, de s'en réjouir même et, dans la mesure du possible, d'y promouvoir le développement d'autres essences, pour autant toutefois qu'elles affichent une vigueur suffisante.

Figure 15 : Brosse dense de hêtre en forêt jardinée des Cottards, gage d'adaptation au climat futur.

- Les **lisières** (figure 16) sont des zones particulièrement riches en diversité floristique et faunistique. Il importe de veiller à leur **étagement**, à leur **richesse en espèces**, à leur **sinuosité** de même qu'à la présence de **microstructures** par des interventions ciblées.

Figure 16 : Dans le haut Jura, lisière ou « effet de lisière » rime souvent avec fourmilière et présence d'arbres et arbustes variés. Aux Cottards, ces zones de transition hébergent p. ex. de remarquables Aubépines, Nerpruns des Alpes, Noisetiers…

- **Lors du choix des candidats, privilégier la vigueur à la qualité**. Veiller à intégrer au sein des candidats un nombre suffisant de **semenciers** d'espèces adaptées au climat futur.
- Ne consentir à des **investissements sylvicoles** (élagage de mise en valeur p.ex.) qu'**avec prudence** en raison des incertitudes élevées liées au changement climatique. N'investir que de façon ciblée sur un petit nombre d'épicéas potentiellement de haute qualité.
- **Quel avenir pour les épicéas de résonance ?** L'épicéa, essence aujourd'hui la plus attractive économiquement, est aussi la plus vulnérable aux divers aléas (tempêtes, orages violents, grêles, bostryches). Or, l'occurrence de tels évènements devrait croître à l'avenir, engendrant une baisse des effectifs d'épicéa et de sa présence dans les gros bois ; sans pour autant l'exclure de l'écosystème forestier du haut Jura. En raison de sa forte capacité de régénération naturelle et de sa résistance élevée à l'abroutissement, l'épicéa devrait être en mesure de s'épanouir par pieds dispersés. Pour renforcer sa résilience, il conviendra d'ailleurs de le mélanger avec d'autres essences. Dans cette idée, la production de bois de haute qualité (y.c. quelques pépites de bois de résonance) devrait rester possible dans les futaies jardinées du haut Jura.

  Le bois de résonance se caractérise notamment par l'absence de nœuds, des cernes fins (inférieurs ou égaux à 2 mm) et réguliers, avec un DHP d'au moins 55 cm (idéalement entre 80 et 100 cm). Pour préparer les futurs billons de résonance, il faut un entourage constant de *voisins qualificateurs mais non concurrents*. Le bois de résonance s'élabore ainsi patiemment au sein de *collectifs denses* (cellules d'influence des épicéas de qualité). Dans ce contexte, le jardinage par groupes est plus efficient que le jardinage pied par pied.
- **Augmenter La proportion du bois mort sur pied, ainsi que couché** (abandon sur parterre de coupe de cimes entières par exemple). En forêt jardinée, à rotations rapprochées, il est difficile de maintenir un volume suffisant de bois mort. Aux Cottards, le bois mort sur pied représente 2 tiges par hectare (1 m^3/ha). La valeur cible pour le maintien de la biodiversité définie par le WSL et l'OFEV (pages 65 et 68) est de 20 m^3/ha de bois mort (sur pied et couché). Les chablis dispersés qui ne représentent aucun danger phytosanitaire et qui ne donnent plus de produits rentables, gagnent à rester en forêt pour promouvoir la biodiversité de même que la capacité du sol à retenir l'eau.
- *Les coupes périodiques sont le moteur des futaies jardinées*. Pour être véritablement culturales, ces interventions sont tributaires d'**excellents bûcherons**, capables de faire tomber les plus grosses tiges avec sûreté, en ménageant les sujets d'avenir, les structures favorables à la biodiversité et les sols. Le débardage exige tout autant de professionnalisme.

4 Principes pour une gestion adaptative

Ce chapitre rassemble quelques idées pour renforcer la capacité adaptative de l'écosystème forestier, pour tenter d'absorber les chablis à répétition et anticiper les incertitudes futures :

Rotations raccourcies : un raccourcissement par deux des rotations entre les coupes – en prélevant chaque fois la moitié de la possibilité – permet d'écourter la période d'exposition aux aléas climatiques des arbres âgés et/ou vulnérables. Des prélèvements moins volumineux, associés à des rotations plus courtes (4 ans au lieu de 8 p. ex.), sont favorables pour mobiliser les arbres affaiblis avant de perdre leur valeur marchande ainsi que pour promouvoir, en continu, le mélange des espèces notamment des héliophiles. Passage des coupes accéléré signifie aussi raccourcissement des périodes sans intervention et sollicitation fréquente de la desserte. Pour qu'une telle stratégie ne se fasse pas au détriment de la *protection des sols* et du *peuplement restant*, il convient d'insister sur le respect strict des pistes et layons par les engins de débardage.

« *Qui contestera que les opérations légères et fréquentes sont plus conformes aux lois de la physiologie, et sont d'un effet meilleur pour la forêt et pour le sol que les opérations à longs intervalles et d'autant plus incisives que les intervalles sont plus longs ? Qui contestera que les premières présentent beaucoup plus de sécurité ?* »
Henry Biolley, 1901

Equilibre forêt-gibier : pour renforcer sa résilience, l'écosystème forestier du haut Jura a besoin de plus de feuillus, de plus de mélange. Or, sous l'effet d'une pression sélective des ongulés sauvages, on observe trop souvent l'éviction d'essences qui seraient adaptées au climat futur. L'excès de grands ongulés fragilise l'écosystème et péjore sa capacité adaptative. *Une sylviculture efficiente, orientée vers l'avenir, ne peut être garantie qu'en présence d'un équilibre sylvo-cynégétique avéré* ; avec coopération des grands prédateurs et plans de chasse proactifs.

Renforcer la biodiversité générale comme socle de l'adaptabilité : maintien d'arbres habitat, d'arbres sénescents et de bois mort, éviter de mettre partout les branches en tas, structuration des lisières. Comme toujours en matière de gestion forestière, il n'existe pas de recette universelle, il convient volontairement de ne pas faire partout la même chose. L'approche *holistique* et *situative* de l'écosystème forestier reste primordiale.

Faire preuve de flexibilité, avec priorité aux chablis : d'une façon générale, il faudra faire preuve de souplesse par rapport à la planification établie. Les *chablis* auront préséance si bien que les *coupes normales* seront, si nécessaire, réduites voire reportées. Le martelage des coupes normales se fera de préférence en automne, après avoir connaissance de l'ampleur des chablis estivaux.

Précompter 20 à 50% de chablis : la possibilité annuelle comprend les *coupes normales* et les *chablis*. Compte tenu du changement climatique et de ses effets, il sera sage d'en réserver 20 à 50% pour les chablis !

Inventaires fréquents : à même de déceler les incidences des hausses de températures sur la *productivité* et la *mortalité* forestière. A titre d'exemple, l'inventaire 2024 du massif des Cottards est riche en enseignements, sachant qu'il met en évidence une péjoration de l'accroissement 2016-2023 de **12%** par rapport à la période précédente 2008-2015, de **15%** par rapport à la période 1998-2007 !

« *Le meilleur moyen d'arriver à une connaissance positive des états successifs de la forêt et d'assurer leur conservation et leur amélioration consiste toujours dans la fréquence des inventaires intégraux* ».
Henry Biolley, 1906.

Il n'y a pas de mesures justifiées sans objectifs clairs, pas d'objectifs clairs et pertinents sans constat clair de la situation et pas de constat clair sans être suffisamment bien informé.

Consignes de martelage : pour chaque division, il vaut la peine de formuler des consignes spécifiques de martelage (figure 17). Les martelages périodiques sont d'une importance stratégique en futaie jardinée. Ils permettent d'accompagner activement l'écosystème forestier dans la direction des objectifs fixés et des cinq principes d'adaptation largement reconnus (figure 18).

Consignes pour le martelage :
- Récolter les chablis qui peuvent être façonnés à temps, laisser sur pied ceux qui ne présentent pas de danger sanitaire ou sécuritaire, afin de renforcer la biodiversité
- Maintenir les rescapés (survivants)
- Ménager les DHP 20 à 40 cm
- Garder les qualificateurs/protecteurs des bois de qualité
- Promouvoir les hêtres et espèces minoritaires
- Structurer la lisière

Figure 17 : Exemple de consignes pour le martelage d'une division. Elles découlent d'une analyse plus générale du contexte local, notamment des éléments suivants :

Type de station ; Fonctions ; Structure visée à long terme ; Volume sur pied cible ; Mélange des essences actuel et souhaité ; Proportion souhaitée de feuillus ; Surface ; Accroissement ; Possibilité…

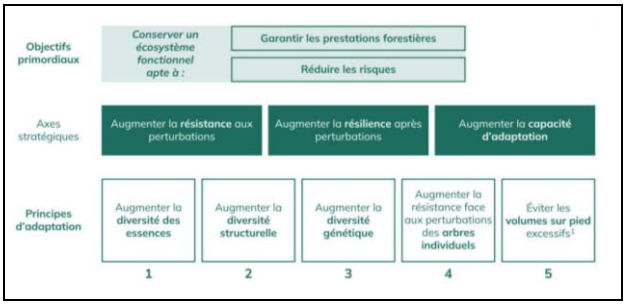


Figure 18 : Principes destinés à renforcer la capacité adaptative des forêts face au changement climatique (adapté de Brang et al., 2016).

1) Dans sa version originale, le 5e principe stipule « *Réduire les révolutions resp. les diamètres cibles* ».
En futaie jardinée, il est toutefois plus à propos de faire référence au volume sur pied.

Mettre des glands de diverses provenances à disposition des geais : tirer parti de l'activité des geais pour étendre l'aire de présence des chênes dans l'Arc jurassien est une mesure proche de la nature, simple à mettre en œuvre, limitée dans le temps (de fin septembre à mi-novembre) et sans regret si elle échoue. Un seul oiseau cache jusqu'à 5000 glands en automne afin de constituer des provisions. Cependant jusqu'à 60% des glands cachés sont oubliés, autant de chance pour eux de germer…

5 Conclusion

Confrontées au changement climatique, les futaies jardinées de l'Arc jurassien font face à un avenir incertain, notamment celles constituées majoritairement d'épicéas. Le bel et vertueux équilibre jardiné que nous perpétuons vacille désormais et nous emmène vers l'inconnu… Cette réalité ne doit pas nous éloigner des principes du jardinage qui resteront de vrais et efficients atouts pour *offrir une large palette de produits et de prestations* ; pour *permettre des revenus réguliers, même sur de petites surfaces* ; pour *assurer la séquestration de CO_2 sous forme de bois de haute qualité*...

Il convient de regarder toutes les opportunités que l'avenir offre avec confiance, en acceptant par exemple d'accompagner le dynamisme de l'écosystème vers plus de feuillus, moins de gros bois…, en veillant toutefois au maintien d'un couvert protecteur, avec un équilibre des classes de grosseur le plus harmonieux possible. Confrontée aux changements climatiques, sociétaux et technologiques, la rôle d'une planification forestière simple et souple s'en trouve renforcée. Dans ce sens, la méthode du contrôle est aussi appelée à évoluer.

La gestion forestière dans un contexte de changement climatique drastique exige une approche adaptative et proactive. La modestie face à la complexité écosystémique est également de mise, tout comme l'ouverture au réexamen périodique des choix à la lumière des nouvelles connaissances. En *favorisant la diversité des essences*, en *complexifiant les structures*, en *raccourcissant les rotations*, en *œuvrant au profit de la biodiversité* et en *adoptant une sylviculture proche de la nature*, les propriétaires peuvent promouvoir la résilience de leurs forêts tout en continuant de produire du bois de haute qualité. La mise en œuvre d'une telle gestion est cependant subordonnée aux deux prérequis, sans lesquels tout effort sylvicole est vain : l'équilibre sylvo-cynégétique et la santé de la filière locale du bois !

Lyss, le 28 février 2025 P. Junod

Bibliographie

Ammann, P., Blanc, R., Brüllhardt, M. et Junod P., 2024: Sylviculture adaptative proche de la nature. Principes de mise en œuvre pour l'adaptation des forêts au changement climatique. CCS, 5 p.

Biolley H., 1901. Le jardinage cultural, dans Œuvre écrite. Supplément aux organes de la société forestière suisse N° 66, 1980, 48 p.

Brang, P. et al. 2016 : Stratégies sylvicoles et changements climatiques. Forêts et changement climatique, 15 p.

Canton de Neuchâtel, SFFN, Service Faune Forêts Nature, 2016. Principes sylviculturaux, 41 p.

Lavarini, B., 2017: Chronique du domaine des Cottards, 388 p.

Leibundgut, H., 1975: Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen. Eugen Rentsch Verlag, 186 p.

Pleines, W., 2017: Plan de gestion, Forêts des Cottards-Dessus 2016-2023, 33 p.

Pluess, A.R.; Augustin, S.; Brang, P. (eds), 2016: Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation. Berne; Stuttgart, Office fédéral de l'environnement OFEV; Institut fédéral de recherches WSL; Haupt. 454 p.

Remund, Jan et al., 2016 : Changements climatiques en Suisse – définition de paramètres climatiques relatifs à la forêt. Forêts et changement climatique pp. 23-38.

Richard, Jean-Louis, 1964 : Carte phytosociologique du canton de Neuchâtel.

Richard J.L.,1965 : *Extraits de la carte phytosociologique des forêts du Canton de Neuchâtel*. Mat levé géobot Suisse 47. 40 p.