

Productivité et exploitabilité des forêts du canton de Vaud: vers plus de réalisme

Denis Horisberger
Micheline Meylan

Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud (CH)*
Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud (CH)

Productivity and levels of exploitation of the forests in canton Vaud: a step towards more realism

The present debate concerning the sustainable management of natural resources, accentuated by a climate change already well attested but the effects of which are still largely uncertain, is reviving interest in previsions of productivity and possible exploitation of the forests. The repetition of inventories, and the interpretation of these taking into account the particularities of each station, do make it possible to construct coherent scenarios of future development, despite the considerable age of the available reference models. A moderate reaction to the observed ageing and weakening of the forests in canton Vaud should be to support the continuation of the strategy of constant intensification of exploitation followed throughout the twentieth century, a strategy which is, moreover, indispensable for the strengthening of the multifunctional use of woodlands.

Keywords: forest growth, productivity, annual allowable cut, climate change, Vaud, Switzerland
doi: 10.3188/szf.2009.s0054

* La Faille, CH-1423 Villars-Burquin, courriel denis.horisberger@bluewin.ch

Insaisissable production de bois... Pour décrire ce paramètre capital du fonctionnement de l'écosystème forestier, les scientifiques ont multiplié les modèles de calcul. Mais, une fois les scénarios élaborés, la production de bois se traduit sur le terrain en des réalités parfois fort éloignées. L'histoire des peuplements, le type de sylviculture, l'accessibilité des forêts, la technique d'exploitation, le marché économique, les objectifs d'aménagement, etc., sont autant de facteurs qui compliquent les calculs de productivité. Aujourd'hui, l'évolution climatique ébranle même des certitudes qui paraissaient bien établies: la forêt de demain changera profondément de visage, autant que la biodiversité. Malgré près d'un demi-siècle de cris d'alerte répétés (Flury 1965, Badan 1967), le peu d'estime porté à l'égard de la matière première bois par rapport aux matériaux de substitution ainsi que la sous-évaluation du rôle de la forêt en faveur de la société ont conduit à une surcapitalisation de bois, projetant les forêts dans une ère de fragilité accentuée par l'évolution des stress climatiques.

L'analyse de la production ligneuse a pour but principal de donner des cadres quantitatifs et qualitatifs aux gestes écotechniques présidant à la récolte du bois, à la réduction du nombre de tiges dans les jeunes peuplements (dépressage) et au réglage du mé-

lange des essences. Car l'image sécurisante développée autour de la notion de sylviculture proche de la nature escamote une réalité première: pour répondre durablement aux besoins de la société et maintenir un haut degré de biodiversité, ces gestes écotechniques sont continuellement correcteurs de... la nature. En effet, laissée à sa libre évolution, cette nature tend à un instable contraire aux nécessités de protection, surtout dans les peuplements dont les tiges sont insuffisamment dépressées, dans les phases de décrépitude, ainsi que dans les peuplements banalisés par l'occupation unilatérale de l'espace par les essences les plus concurrentielles, en l'occurrence les essences d'ombre et demi-ombre. Même un inconditionnel de la forêt sauvage exprime lucidement, mais sans l'acquiescer, le constat que notre société a tellement influencé la nature qu'elle en est réduite à «éviter un climax absolu qui devient monotone» (Hainard 2008).

Cadres quantitatifs et qualitatifs

Aucun modèle ne saurait prétendre refléter la réalité de l'évolution globale de l'écosystème forestier. Par contre, les modèles sont incontournables pour structurer la réflexion et placer des limites

quantitatives et qualitatives aux paramètres de gestion, sous réserve d'un contrôle permanent de l'évolution des boisés à l'aide des inventaires forestiers. Ce couple indissociable fonde l'action sylvicole responsable, c'est-à-dire durable dans ses effets.

Les tables de production

Les tables de production de l'Institut fédéral de recherches forestières (IFRF 1966, IFRF 1967, IFRF 1968 et IFRF 1969) concernant l'épicéa, le sapin, le mélèze et le hêtre ont été publiées entre 1966 et 1969. Leur originalité réside dans la présentation des courbes de répartition des tiges en fonction de l'âge et de la hauteur dominante des peuplements. Le Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud a largement exploité et testé ces données. L'analyse des paramètres de production a débuté à l'aide de modèles rudimentaires (Horisberger 1969), puis s'est affinée par l'usage de la relation étonnamment cohérente entre l'âge (moyen, maximum), la hauteur des arbres dominants (h_{dom} , approchant le plus possible de la hauteur moyenne des 100 plus grosses tiges à l'hectare), le diamètre moyen (d_g , diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne) et le diamètre maximum (d_{max} , diamètre moyen des 2% plus grosses tiges) des peuplements (Horisberger 1982). L'indice de fertilité est formulé soit par la hauteur dominante à 50 ans (h_{dom} à 50 ans en m), notion simple à retenir mais qui ne se prête pas au calcul de moyennes, soit par l'accroissement moyen maximum depuis l'origine exprimé en m^3 de bois fort (m^3bf , bois de plus de 7 cm de diamètre).

Aujourd'hui, le bien-fondé du recours aux modèles calculés à partir des tables de production de l'IFRF semble largement attesté dans le canton de Vaud. Tous les indicateurs liés aux analyses de production, de capitalisation et d'exploitation des bois pointent sur des valeurs cohérentes entre elles. La constante amélioration qualitative des analyses aboutit à des estimations de production en hausse. C'est probablement l'effet de progrès dans l'usage des modèles, cumulés avec une augmentation de productivité liée à l'allongement de la période de végétation, l'augmentation des températures moyennes et l'amélioration des sols.

Les analyses de production

Interprétées et archivées dans une application informatique Access, les analyses de production comportent actuellement plus de 800 références acquises dans autant de peuplements vaudois remplissant en principe les critères suivants:

- le peuplement et la station doivent être homogènes sur l'ensemble de la surface étudiée et compor-

ter au minimum 80 tiges (dans les peuplements purs) à 200 ou plus (dans les peuplements mélangés),

- une intervention doit avoir été exécutée dans les quatre dernières années précédant l'analyse en sorte que les souches soient suffisamment saines pour permettre le comptage des cernes après un rafraîchissement partiel au rabot,
- le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne doit être égal ou supérieur à 30 cm et l'âge du peuplement égal ou supérieur à 60 ans de manière à entrer dans le cadre des modèles de référence,
- les lisières et les limites de peuplement sont exclues pour ne pas influencer les résultats par des comportements anormaux.

Comme les caractéristiques dendrométriques analysées sont indépendantes de la surface, une grande souplesse de délimitation du peuplement à l'aide d'un topofil est possible. Elle permet de respecter scrupuleusement les critères d'homogénéité du peuplement et de la station. Après l'inventaire pied par pied effectué selon la méthode traditionnelle (avec compas forestier et carnet de relevés), les mesures complémentaires sont réparties sur l'ensemble de la surface: détermination de l'âge sur une dizaine de souches par essence, mesure d'une dizaine de hauteurs par essence dominante, mesure de la surface terrière par inventaire Bitterlich, relevé de végétation à l'aide de formulaires ad hoc, mesures de la pente et de l'orientation, description du relief, etc.

Après report de ces informations dans un fichier Excel automatisant les calculs, trois modèles issus des tables de production permettent d'évaluer l'indice de fertilité moyen (h_{dom} à 50 ans exprimé en m) en fonction des relations âge moyen/ h_{dom} , âge max/ d_{max} et âge moyen/ d_g (sur le principe de la démarche, se reporter à Horisberger 1982). En cas de discordance entre les résultats obtenus, il convient de tenir compte de tout indice susceptible de les biaiser, notamment par l'histoire du peuplement, et d'at-

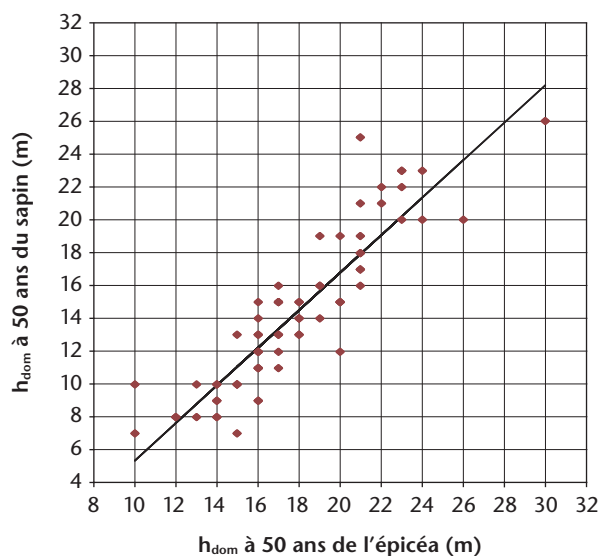


Fig. 1 Relation entre les indices de fertilité de l'épicéa et du sapin d'âges égaux dans un même peuplement.

tribuer une valeur moyenne valable pour le site en respectant les poids de «fiabilité» suivants: $IF_{h_{dom}} > IF_{d_g} > IF_{d_{max}}$.

L'épicéa, essence de référence

Parmi toutes les essences indigènes, l'épicéa possède une souplesse d'adaptation telle qu'il est capable de se développer dans quasi toutes les stations productives du canton, facilitant les analyses comparatives entre niveaux de fertilité. Cette qualité est complétée par l'existence d'une relation simple entre les indices de fertilité des principales essences qui structurent les peuplements, à l'exemple de la relation entre l'épicéa et le sapin blanc (figure 1).

Dès lors, l'épicéa devient logiquement l'étalon d'une table de correspondance des indices de fertilité des différentes essences (figure 2). Cette table doit toutefois être considérée comme une échelle de tendances globalement confirmées pour les conditions vaudoises mais que les réalités de terrain peuvent infléchir en fonction de spécificités locales, vaste espace d'étude encore à explorer.

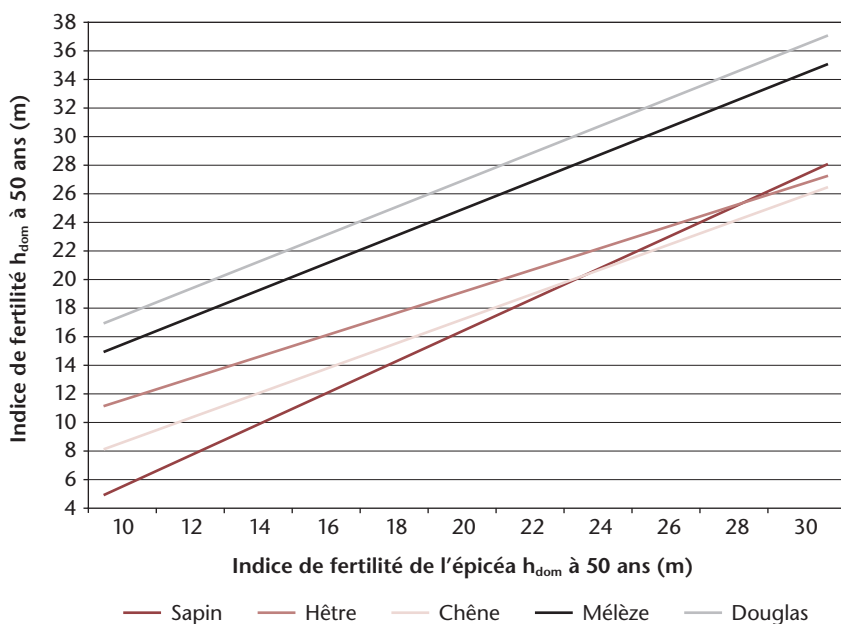


Fig. 2 Correspondances entre les indices de fertilité exprimés par la hauteur dominante à 50 ans des principales essences structurant les peuplements (tendances!).

L'occupation spatiale par les essences principales

L'usage de références volumétriques pour décrire l'état des forêts dissimule un facteur souvent négligé dans les analyses de production, soit celui de la relation entre le volume du matériel sur pied et la surface occupée par les différentes essences. Comme les tables de production fournissent des données rapportées à la surface de peuplements purs, leur utilisation pour analyser des ensembles mixtes passe par

ce dénominateur commun. Selon les normes actuellement retenues dans le canton de Vaud, à station et volume du matériel sur pied (exprimé en m³t, tarif vaudois unique) égaux le sapin occupe 90% de la surface qu'occuperait l'épicéa, le mélèze 100%, le Douglas 80%, le chêne 140%, le hêtre et les feuillus divers 130%. Les différences d'occupation spatiale ne sont donc pas négligeables de sorte qu'elles doivent être prise en compte dans les calculs d'accroissement basés sur la proportion en volume des essences.

L'influence de l'altitude sur la fertilité

La dynamique de production de bois porte logiquement l'empreinte des régions, principalement en corrélation avec la température, la pluviométrie, le régime des vents et la nature des sols (Horisberger 2009, ce numéro). Le gradient altitudinal synthétise la résultante de ces influences sur l'indice de fertilité dans les forêts productives du canton de Vaud (figure 3). L'apparente dispersion des données de fertilité ou d'accroissement en fonction de l'altitude résulte principalement de différences stationnelles et, dans la majorité des cas extrêmes, de choix insuffisamment critiques des peuplements étudiés.

- Région Jura/Côte (figure 5): la diminution de l'indice de fertilité moyen rapporté à l'épicéa est relativement faible jusqu'à environ 1000 m d'altitude. Les effets de la diminution de la longueur de la période de végétation sont probablement gommés par l'élévation de la pluviométrie sur des sols relativement profonds, enrichis de moraine alpine et à bonne capacité de rétention en eau. Par contre, à partir de 950–1000 m d'altitude, en se rapprochant des crêtes jurassiennes, la rudesse du climat et la plus grande superficialité des sols sur roche-mère calcaire se marquent par une rapide diminution de l'accroissement.

- Région Plateau (figure 6): aucun effet perceptible de l'augmentation de l'altitude n'est décelé sur l'indice de fertilité moyen rapporté à l'épicéa. Comme dans la région Jura/Côte au-dessous de 1000 m d'altitude, les effets de la diminution de la longueur de la période de végétation sont probablement gommés par l'élévation de la pluviométrie sur des sols à bonne capacité de rétention en eau.

- Région Alpes (figure 7): moins documenté que dans les autres régions, l'indice de fertilité moyen semble suivre une régression régulière avec l'augmentation de l'altitude. Cette tendance met en évidence les différences climatiques importantes dans les Alpes par rapport au Jura: pluviométrie plus élevée et plus régulière, peu d'effets de crête dans les Alpes, absence de bise mais forte influence du foehn. Alors qu'à 1500 m d'altitude l'indice de fertilité rapporté à l'épicéa avoisine 10 m de hauteur dominante à 50 ans dans le Jura, correspondant à une produc-

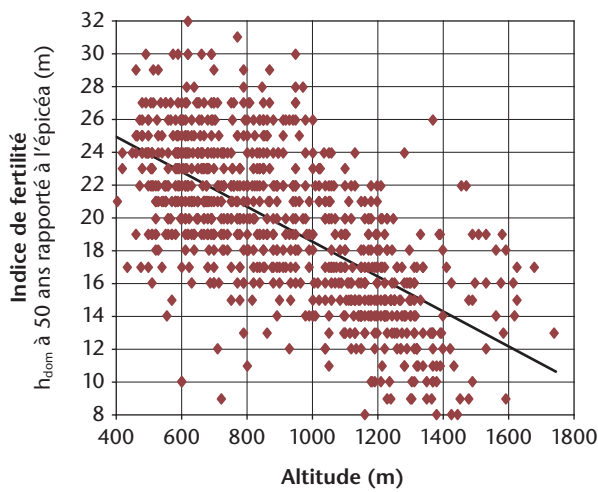


Fig. 3 Relation entre l'indice de fertilité rapporté à l'épicéa et l'altitude dans l'ensemble du canton de Vaud.

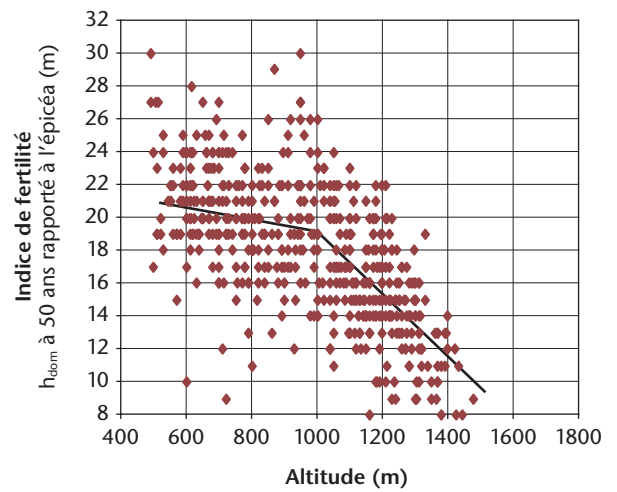


Fig. 5 Relation entre l'indice de fertilité rapporté à l'épicéa et l'altitude dans les régions du Jura et de la Côte.

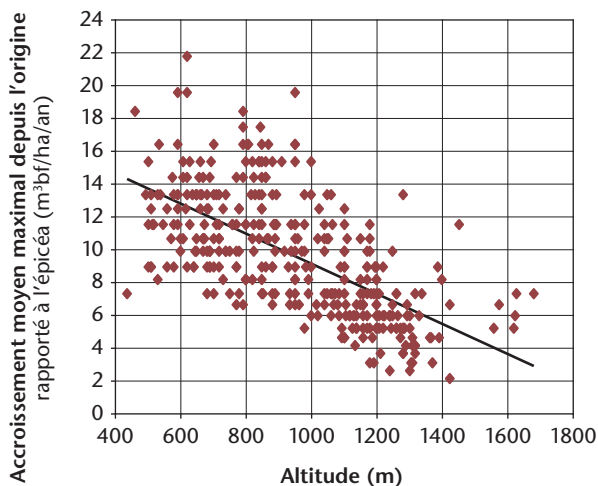


Fig. 4 Relation entre l'accroissement moyen maximal depuis l'origine rapporté à l'épicéa et l'altitude dans l'ensemble du canton de Vaud.

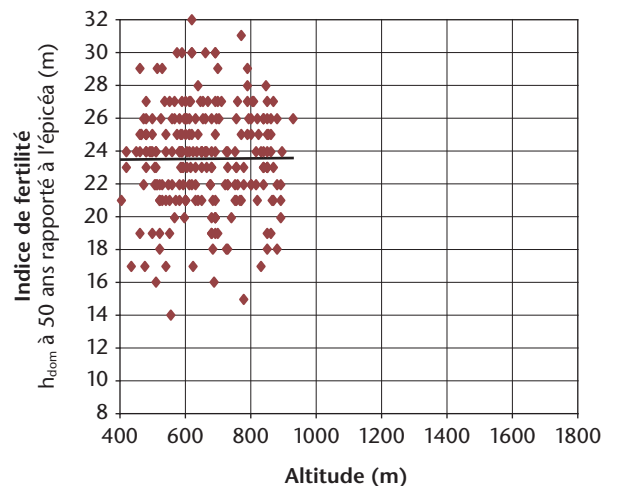


Fig. 6 Relation entre l'indice de fertilité rapporté à l'épicéa et l'altitude dans la région du Plateau.

tivité d'environ 3–4 m³bf/ha/an, il se situe encore autour de 16 m dans les Alpes pour une productivité de 6–7 m³bf/ha/an!

Analysé en fonction de l'altitude, le comportement des indices de fertilité offre une source d'information extrêmement riche. Par exemple, étudié pour l'ensemble des forêts du canton de Vaud, l'accroissement moyen maximal depuis l'origine de peuplements purs d'épicéa, exprimé en m³ de bois fort (figure 4), permet de calculer sa relation avec la température. En raison de différences régionales, ce document ne présente qu'une synthèse approximative de la situation. L'accroissement de l'épicéa varie en moyenne de 12.0 m³bf/ha/an sur 1400 m de dénivellation, ce qui traduit:

- un gradient vertical d'accroissement de 0.86 m³bf par 100 m de dénivellation,
- un gradient d'accroissement atteignant 1.36 m³bf par degré de température, en admettant un gradient vertical de 0.63 degré par 100 m de dénivellation en période de végétation (Bouët 1985),
- une augmentation d'accroissement située autour de 2.0 m³bf/ha/an au XX^e siècle, nonobstant

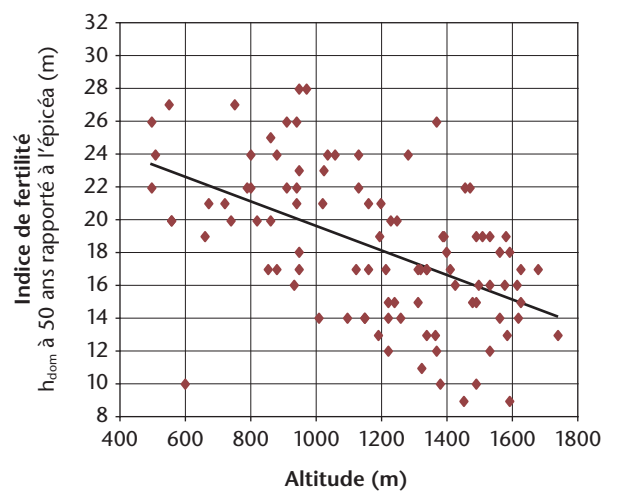


Fig. 7 Relation entre l'indice de fertilité rapporté à l'épicéa et l'altitude dans la région des Alpes.

une élévation moyenne des températures estimée à 1.3 degrés (Rebetez 2008), c'est-à-dire une valeur correspondant à 25% de l'accroissement moyen de bois fort calculé actuellement pour les forêts productives du canton de Vaud (8.0 m³bf/ha/an).

L'influence de la station sur la productivité

La typologie développée pour décrire les milieux forestiers (Clot & Delarze 2009, ce numéro) répond au besoin fondamental du gestionnaire forestier de structurer une réflexion sylviculturale en fonction de la végétation. Synthèses de processus complexes, les références de productivité permettent de quantifier une dynamique d'évolution, ou tout au moins d'étalonner les milieux les uns par rapport aux autres. Parmi tous les facteurs d'influence, la longueur de la période de végétation et l'alimentation en eau prédominent très largement en fonction:

- de l'altitude qui intègre les paramètres de température et de pluviométrie,
- des qualités physico-chimiques des sols et, surtout, de leur capacité de rétention en eau qui détermine le potentiel de résistance de la végétation aux stress hydriques,
- de la topographie, qui complexifie l'ensemble des paramètres cités ci-dessus.

La littérature spécialisée affiche une grande pauvreté d'informations quantitatives sur la productivité ligneuse dans les divers groupements végétaux, à l'exception de quelques travaux précurseurs effectués sur le Plateau suisse (p. ex. Frehner 1963, Keller et al 1998). Même l'Inventaire Forestier National

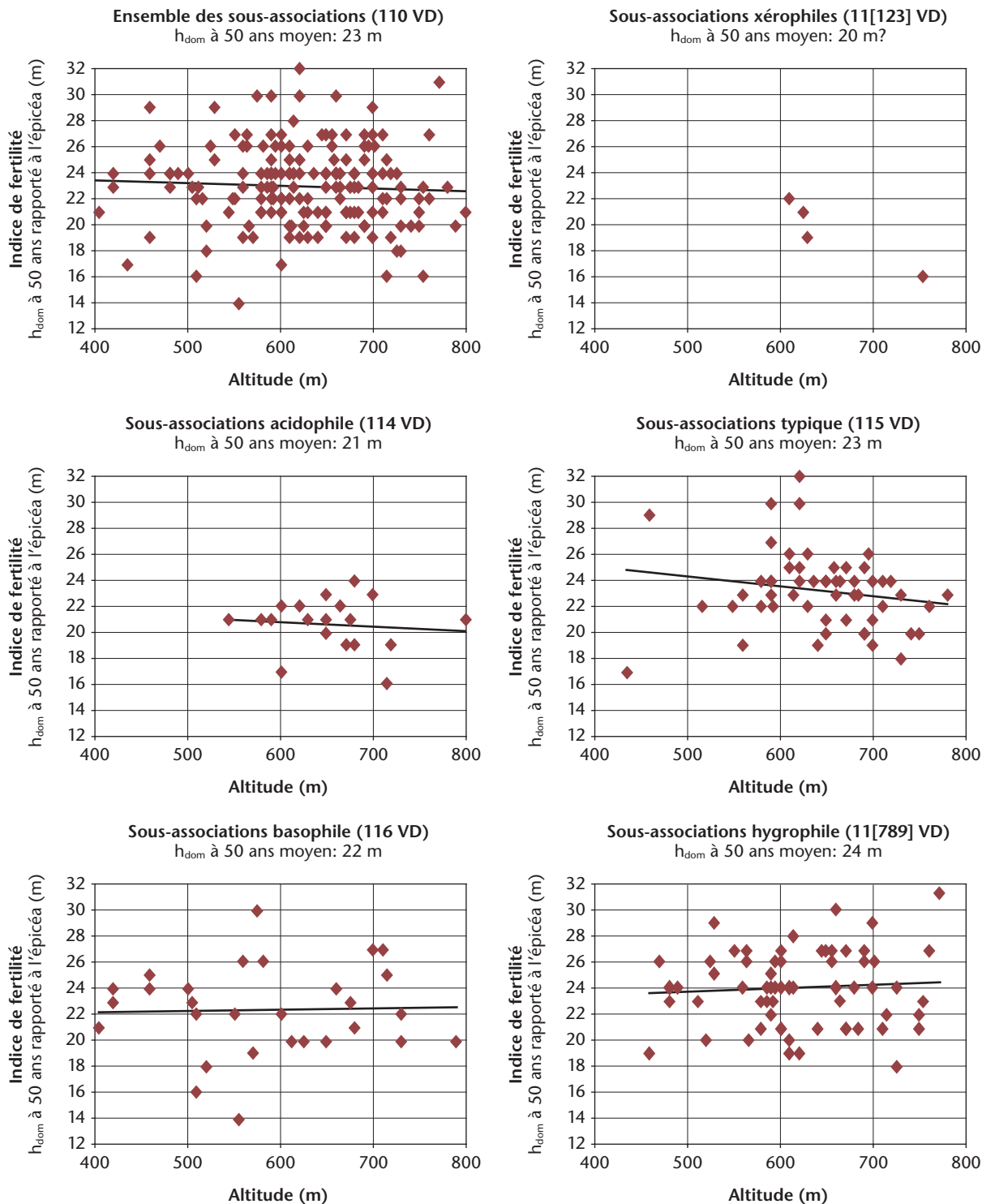


Fig. 8 Influence des facteurs d'humidité et de pH du sol sur la fertilité dans la hêtraie à aspérule.

suisse ne fournit que des données lacunaires basées sur un schéma écologique simple qui permet d'ordonner les indices de fertilité selon la hauteur dominante en fonction des types de stations (Keller 1978). Notons également que la comparaison des inventaires pied par pied ou par échantillonnage, essentiellement ciblée sur des unités de gestion et non sur des types de stations, ne fournit guère de données fiables sur l'accroissement. Expérience faite dans les inventaires forestiers pied par pied ou par échantillonnage du canton de Vaud, les difficultés récurrentes rencontrées dans les calculs d'accroissement prennent déjà source au niveau de la morphologie des opérateurs qui tiennent les compas d'inventaire (grand fort ou petit maigre ...), ce qui peut engendrer des données d'accroissement incohérentes, sans compter les innombrables événements catastrophiques qui perturbent les contrôles d'exploitation ...

Au fil de la récolte des données, une remarquable cohérence s'est dessinée entre les indices de fertilité calculés par association et sous-association végétales. La gradation d'humidité identifiée par les espèces herbacées xérophiles, mésophiles ou hygrophiles, ainsi que certaines qualités physico-chimiques du sol marquées par les espèces acidophiles ou basophiles, se répercute nettement sur la fertilité (figure 8).

Bien qu'un certain nombre d'associations et de sous-associations soient peu documentées en matière de fertilité, le tableau 1 présente une synthèse

reflétant le niveau des connaissances actuelles dans le canton de Vaud et la figure 9 une traduction géographique de la répartition des accroissements moyens potentiels rapportés à l'épicéa.

Le matériel sur pied et son évolution

Sur les 120 300 ha assujettis à la législation forestière dans le canton de Vaud, seuls 108 200 ha sont boisés, dont 6 900 ha par des formations pionnières ou marginales rarement exploitées et faiblement pourvues en matériel sur pied (en moyenne env. 80 m³t/ha, m³ au tarif vaudois unique par ha). L'aire des forêts significatives sur le plan de la production ligneuse s'élève donc à 101 300 ha. Une présentation détaillée de l'état du matériel sur pied et de son évolution est accessible sur le site du Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud¹ alors que seules les données essentielles pour la gestion à venir sont retenues ici.

- Entre 1975 et 1997, le matériel sur pied des boisés productifs non parcourus par le bétail (89 400 ha) a passé de 282 à 351 m³t/ha, sans modification du pourcentage de feuillus (34%).

- Cette évolution révèle une très importante capitalisation de 3.1 m³t/ha/an pour un accroissement dépassant 7 m³t/ha/an.

- Cette capitalisation est attestée par l'évolution des proportions de petits (16–28 cm), moyens (28–48 cm) et gros bois (> 48 cm) qui passent de 19/51/30% à 15/45/40%.

- A titre de comparaison, le modèle de forêt durable, équilibré sur le plan des stades de développement et basé sur une répartition d'essences identique à l'état 1997, est caractérisé par un volume de 266 m³t/ha pour un accroissement de 6.5 m³t/ha/an. Dans ce modèle, les proportions de petits bois s'inscrivent dans une fourchette de 20 à 25%, les moyens bois 40 à 45% alors que les gros bois ne devraient guère dépasser 35% (SFFN 1975).

- Bien que les forêts privées soient plus riches en matériel sur pied que les forêts publiques (377, resp. 342 m³t/ha) et une plus grande richesse en feuillus (41, resp. 32%), les deux unités présentent une même problématique de déséquilibre des classes de développement.

Les potentialités de production et d'exploitation

La forêt consiste en un système spatio-temporel hétérogène dont chaque élément réagit à son rythme propre au gré de l'évolution des structures verticale et horizontale des peuplements ainsi que

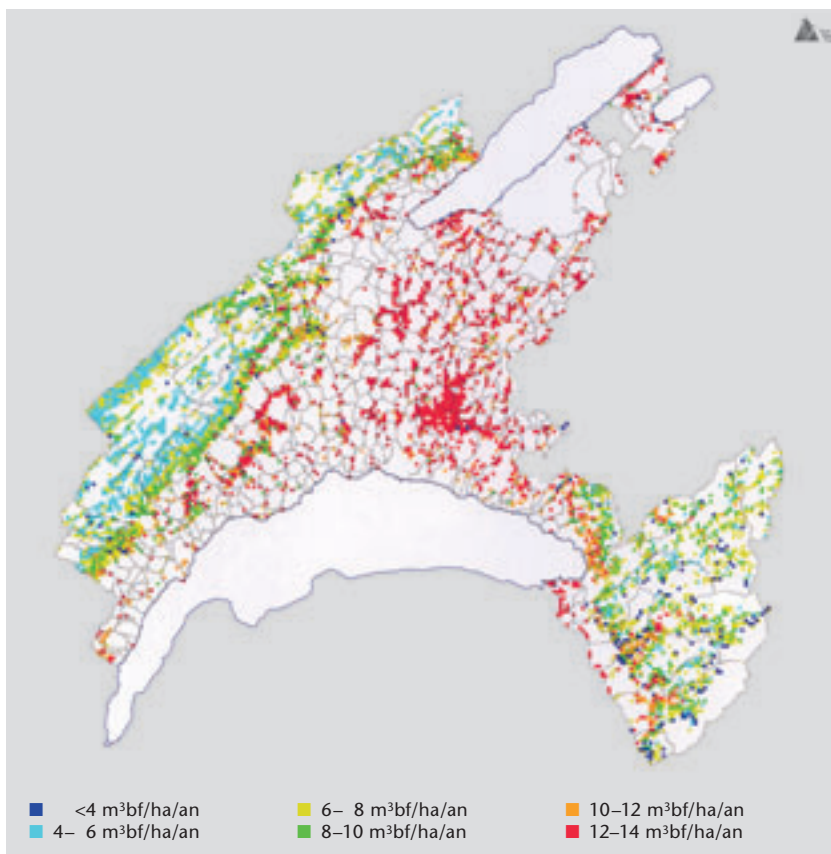


Fig. 9 Accroissement moyen potentiel en m³bf rapporté à l'épicéa dans les forêts du canton de Vaud. Source: Etat de Vaud.

1 www.vd.ch/observatoire-des-forets (1.9.2009)

Association végétale	Numéro de sous-association	h _{dom} à 50 ans ± 12%			Accr. moyen depuis l'origine ± 20% en m ³ de bois fort			Accr. moyen depuis l'origine ± 20% en m ³ au tarif VD unique		
		Epicéa	Sapin	Hêtre	Epicéa	Sapin	Hêtre	Epicéa	Sapin	Hêtre
		m	m	m	m ³ bf /ha/an	m ³ bf /ha/an	m ³ bf /ha/an	m ³ t /ha/an	m ³ t /ha/an	m ³ t /ha/an
Hêtraie à aspérule	111-112-113	20	16.5	19	10.0*	12.5*	7.5*	8.0*	10.5*	6.0*
	114	22	19	21	11.5*	14.0*	8.5*	9.5*	11.5*	6.5*
	115	23.5	20.5	22	13.0*	15.0*	9.5*	10.5*	12.0*	7.0*
	116	22.5	19.5	21	12.0*	14.5*	9.0*	9.5*	11.5*	6.5*
	117-118-119	24	21	22.5	13.5	15.5	10.0	10.5	12.5	7.0
Hêtraie à pulmonaire	122	20	16.5	19	10.0*	12.5*	7.0*	8.0*	10.5*	5.5*
	125	22.5	19.5	21	12.0*	14.5*	9.0*	9.5*	11.5*	6.5*
	128	23	20	21.5	12.5	15.0	9.0	10.0	12.0	6.5
Hêtraie à gouet	135-136	23.5	20.5	22	13.0	15.0	9.5	10.5	12.0	7.0
Hêtraie à millet	141-142-143	21	17.5	20	10.5*	13.5*	8.0*	8.5*	11.0*	6.0*
	144	22.5	19.5	21	12.0	14.5	8.5	9.5	11.5	6.5
	145-146	23	20	21.5	12.5	15.0	9.0	10.0	12.0	6.5
	147-148-149	24	21	22.5	13.5	15.5	10.0	10.5	12.5	7.0
Hêtraie à cardamine	152	19.5	16	19	9.5	12.0	7.0	8.0	10.0	5.5
	155	21	17.5	20	10.5	13.0	8.0	8.5	11.0	6.0
	158	22.5	19.5	21	12.0	14.5	9.0	9.5	11.5	6.5
Hêtraie à sapin < 1200 m	161-162-163	14	9.5	14.5	5.5	7.0	4.0	4.5	6.5	4.0
	164	15	10.5	15	6.0	8.0	4.5	5.0	7.5	4.0
	165	16.5	12.5	16.5	7.0	9.5	5.5	6.0	8.0	4.5
	166	18	14	17.5	8.0	11.0	6.0	7.0	9.0	5.0
	167-168-169	18.5	15	18	8.5	11.5	6.5	7.5	9.5	5.5
Hêtraie à sapin > 1199 m	161-162-163	13	8.5	13.5	4.5	6.5	3.5	4.0	6.0	3.5
	164	14.5	10	15	5.5	8.0	4.5	5.0	7.0	4.0
	165	16	12	16	6.5	9.0	5.0	5.5	8.0	4.5
	166	17	13	17	7.5	10.0	5.5	6.5	8.5	5.0
	167-168-169	18	14	17.5	8.0	11.0	6.0	7.0	9.0	5.0
Hêtraie à laïches	21 [3456789]	16.5	12.5	16.5	7.0*	9.5*	5.5*	6.0*	8.0*	4.5*
Hêtraie à luzule des bois	262-265	16.5	16	19	9.5	12.0	7.0	8.0	10.0	5.5
Erablaie à langue de cerf	315	21.5	18	20.5	11.0	13.5	8.0	9.0	11.0	6.0
Erablaie à alisier	342-345	12	7.5	13	4.0	5.5	3.5	3.5	5.5	3.5
Erablaie à corydale	325	22	19	21	11.5	14.0	8.5	9.5	11.5	6.5
Erablaie à reine-des-bois	335	19.5	16	19	9.5	12.0	7.0	8.0	10.0	5.5
Erablaie à orme	355	15	10.5	15	6.0	7.5	4.5	5.0	7.0	4.0
Tillaies	4[124]5	17	13	17	7.5	10.0	6.0	6.5	8.5	5.0
Frênaies < 800 m	5[23456]5	23	20	21.5	12.5	15.0	9.0	10.0	12.0	6.5
Frênaies 800–1099 m	5[2345]5	20.5	17	19.5	10.5	13.0	7.5	8.5	10.5	6.0
Frênaies > 1099 m	5[345]5	18	14	17.5	8.0	11.0	6.0	7.0	9.0	5.0
Chênaie à gesse noirissante	645-646	16	12	16	6.5	9.0	5.0	5.5	8.0	4.5
Chênaie à gaillet des bois	65 [5689]	20	16.5	19	10.0	12.5	7.0	8.0	10.5	5.5
Chênaie à luzule	675	19	15.5	18.5	9.0	11.5	6.5	7.5	9.5	5.5
Sapinière-pessière à myrtille	715	17	13	17	7.5	10.0	5.5	6.5	8.5	5.0
Sapinière à prêle	725	13.5	9	14	5.0	7.0	4.0	4.0	6.5	4.0
Sapinière-pessière à adénostyle	731-732-733	16.5	12.5	16.5	7.0	9.5	5.5	6.0	8.0	4.5
	734-735-736	17	13	17	7.5	10.0	5.5	6.5	8.5	5.0
	737-738-739	18	14	17.5	8.0	11.0	6.0	7.0	9.0	5.0
Pessière à polygale petit buis	752	10	5	11	3.0	3.5	2.5	2.0	4.5	2.5
	755	10.5	5.5	11.5	3.5	4.5	2.5	2.5	4.5	3.0
Pessière à calamagrostide	765	16.5	12.5	16.5	7.0	9.5	5.5	6.0	8.0	4.5
Pessière à myrtille	815	13.5	9	14	5.0	7.0	4.0	4.0	6.5	4.0
Pessière sur blocs	835	11.5	7.5	13	4.0	5.5	3.5	3.5	5.5	3.5
Pessière à adénostyle	845-848	16	12	16	6.5	9.0	5.5	5.5	8.0	4.5
Ecogramme des sous-associations: (dernier chiffre du numéro de la sous-association)		a	b			a = acide b = basique s = sèche h = humide				
	s	1	2	3						
		4	5	6	s					
	h	7	8	9						
		a	b							

Tab. 1 Correspondances entre les indices de fertilité et les accroissements moyens de l'épicéa, du sapin et du hêtre valables pour le Plateau et les Alpes. Les données valables pour le Jura sont inférieures de 5 à 10%. Important: les valeurs d'accroissement sont valables dans un intervalle de ± 20% par rapport à la valeur donnée. Astérisque*: valeur à réduire de 15% sur les pentes supérieures à 30%.

des modifications dans la répartition des essences, le tout étant principalement dicté par la fertilité des stations, les paramètres climatiques et les actions de gestion. L'inertie actuelle du système est remarquable, même au travers d'événements catastrophiques tels que les ouragans, qui font d'ailleurs partie intégrante de la dynamique naturelle des forêts. Objectivement, au XX^e siècle, les ouragans n'ont que légèrement et temporairement corrigé une dynamique d'évolution marquée par une tendance au vieillissement excessif des forêts, sans modifier fondamentalement l'accroissement global des bois. Mais la multiplication attendue des stress climatiques pourraient déstabiliser plus rapidement que prévu cette apparente solidité de l'écosystème forestier ...

Un calcul de productivité fiable pour une unité de gestion ou une région repose sur les connaissances rassemblées au niveau stationnel. Plus l'ensemble pourra être réduit à l'addition d'unités de comportement homogène, plus grande sera la qualité des résultats. A proportions résineux/feuillus équivalentes à celles du dernier inventaire global (1996–1998), l'évaluation des potentialités de production durable du canton de Vaud, boisés pionniers et marginaux exclus, repose sur les unités de calcul suivantes:

- 3 régions (Jura/Côte, Plateau, Alpes),
- 30 associations végétales,
- 153 sous-associations ou regroupements de sous-associations végétales,
- 2 types de boisés parcourus.

Les potentialités d'exploitation

La production théoriquement disponible de manière durable n'est pas exploitable en totalité (tableau 2) car les plans directeurs forestiers prévoient des réductions de récolte pour atteindre dans certains cas des objectifs d'aménagement autres que la valorisation du bois (protection physique, protection paysagère, protection biologique et récréation/accueil), mais surtout en raison des difficultés d'accès aux peuplements. La clé de calcul des potentialités d'exploitation répond aux critères suivants fixés en fonction d'une longue expérience de calcul des possibilités d'exploitation dans le canton de Vaud:

- 100% exploités: objectif de valorisation normale sur pente < 30%,

- 70% exploités: objectif de valorisation normale sur pentes de 30 à 59% ou objectifs de valorisation faible,
- 40% exploités: objectif de valorisation normale sur pentes de 60 à 89% ou objectif de valorisation occasionnelle,
- 0% exploité: objectif de valorisation nulle ou pente > 89%.

Des 625 000 m³/an théoriquement disponibles dans l'ensemble du canton, seuls 466 000 m³/an pourraient être exploités durablement selon les critères actuels, c'est-à-dire 75% de la production totale. Mais ici encore les régions se distinguent par des différences sensibles puisque le taux d'exploitabilité atteint 81% dans la région Jura/Côte, 85% sur le Plateau, alors que les Alpes n'atteignent logiquement que 54%.

Les bois non valorisés

Les données calculées sont impressionnantes: 25% des potentialités de production ou 159 000 m³/an au total dans le canton de Vaud (tableau 2) viennent alimenter cette biomasse entièrement destinée à la décomposition en forêt. Certes, à la faveur d'un relief tourmenté, la moitié des bois non valorisés s'accumulent logiquement dans les Alpes, mais les taux calculés pour les régions Jura/Côte et Plateau ne sont pas négligeables (19%, resp. 15%). Jadis soigneusement récupérés pour produire de l'énergie, les bois actuellement délaissés en forêt n'ont probablement jamais été aussi abondants depuis des siècles sous forme de rémanents de coupes, de bois morts sur pied ou encore d'arbres soumis à l'évolution naturelle.

Les possibilités d'exploitation et de valorisation des bois

Contrairement à une idée largement répandue, la connaissance de l'accroissement courant des forêts n'a que peu d'influence sur le calcul des possibilités d'exploitation, c'est-à-dire la prévision des prélèvements de bois permettant d'atteindre les objectifs d'aménagement. En effet, des forêts structurellement très différentes peuvent présenter des accroissements identiques. Une évaluation satisfaisante des possibilités d'exploitation mise donc principalement:

Tab. 2 Potentialités de production durable et leur exploitabilité dans l'ensemble des boisés productifs.

			Jura/Côte	Plateau	Alpes	Total VD
Surfaces		ha	53 600	20 400	27 300	101 300
Potentialités de production durable du modèle	Total	m ³ /an	291 000	163 000	171 000	625 000
	Epicéa et rés. div.	%	39	47	53	45
	Sapin	%	25	10	23	20
	Feuillus	%	36	43	24	35
Exploitabilité de la production durable	Total	m ³ /an	235 000	139 000	92 000	466 000
	Taux d'exploitabilité	%	81	85	54	75
Bois non valorisés	Total	m ³ /an	56 000	24 000	79 000	159 000
	Taux de non-valorisation	%	19	15	46	25

- sur la multiplication des questionnements concernant l'évolution de la courbe de distribution des tiges par catégories de diamètre et leur positionnement au sein des peuplements (cas de la forêt jardinée),
- sur la dynamique de succession et de répartition des peuplements définis en termes de stades de développement (cas des forêts traitées par coupes progressives).

Les bases de fixation des possibilités d'exploitation

Dans le canton de Vaud, l'itinéraire de questionnement et de calcul des possibilités est normalisé dans un formulaire ad hoc accessible sur internet dont les éléments décisifs sont les suivants:

- les indices de fertilité (h_{dom} à 50 ans en m),
- les surfaces par type d'intervention (ha): soins aux plantations, soins culturels, éclaircies de perchis, normale ou de mise en lumière, coupes de régénération, jardinage, interventions en boisé parcouru et bois sur pâturage, interventions diverses,
- le volume initial sur pied par type d'intervention (m^3t/ha),
- la proportion des petits (16–28 cm), moyens (28–48 cm) et gros bois (> 48 cm) par type d'intervention,
- l'estimation de l'accroissement en fonction du poids respectif des résineux et feuillus par type d'intervention ($m^3t/ha/an$),
- les taux d'éclaircie différenciés en fonction de scénarios variés (% du volume sur pied initial): éclaircie de perchis, éclaircie normale avec ou sans effort d'ouverture de centre de rajeunissement, éclaircies de mise en lumière, éclaircies de maintien de la stabilité dans les peuplements en attente de régénération, éclaircies jardinatoires,
- les rythmes de régénération (ha/an): rythmes antérieurs d'après la relation entre les surfaces de soins aux plantations/soins culturels et leur âge

maximum, rythme en fonction d'un temps de révolution moyen adapté à l'unité de gestion, rythme d'après la relation entre la surface des peuplements à régénérer et le laps de temps nécessaire à les exploiter.

L'horizon moyen estimé raisonnable pour espérer maîtriser quelque peu le survieillessement des futaies en accélérant leur rythme de rajeunissement a été fixé aux années 2050–2060, période qui correspondra également à une profonde remise en question des fondamentaux de la sylviculture en fonction de l'élévation des températures de l'ordre de 2 à 3 degrés attendue par les climatologues (Rebetez 2008). A proportion résineux/feuillus équivalant à l'état 1997, les scénarios de calcul des possibilités d'exploitation respectant cette échéance pointent sur des valeurs très largement supérieures aux potentialités de production durable. Le scénario moyen actuel admet une possibilité de 765 000 m^3t/an , avec des marges alternatives d'environ +/- 10% jouant sur les taux d'éclaircie et l'appréciation de la stabilité des vieilles futaies, contre les 466 000 m^3t/an de production exploitable du modèle durable (tableaux 2 et 3).

Bilan et perspectives pour l'ensemble des boisés du canton de Vaud

L'évolution des martelages de bois de 1910 à nos jours dans l'ensemble des boisés vaudois (figure 10) illustre clairement la dynamique de recapitalisation des forêts, avec relance perceptible des exploitations dès les premiers constats de déséquilibres structurels (Flury 1965, Badan 1967). Le spectaculaire pic de surexploitation engendré par l'ouragan Lothar (1999) concerne essentiellement les forêts du Plateau, alors que les régions du Jura, de la Côte et des Alpes ont continué de suivre un rythme d'exploitation relativement stable.

Bilan et perspectives pour la région Jura/Côte

Relativement épargnée par les ouragans majeurs, la région Jura/Côte s'adapte au marché et fait office de tampon épargnant le bois résineux en cas de crise sur le Plateau (figure 11). Le volume des exploitations reste stable et la capitalisation des bois sur pied se poursuit. Il n'est dès lors pas étonnant que l'écart entre les potentialités de production durable (235 000 m^3t/an) et la possibilité proposée pour les décennies à venir (381 000 m^3t/an) soit très important (tableaux 2 et 3). L'accélération des phénomènes de dépérissement sous stress climatiques risque pourtant de toucher de plein fouet les forêts des étages submontagnard et montagnard inférieur (forêt < 1100 m d'altitude), qui représentent environ la moitié des potentialités de production, et contraindre les gestionnaires à réagir de plus en plus dans l'urgence. D'ailleurs, une partie des exploitations résineuses des dernières années concerne déjà le dépé-

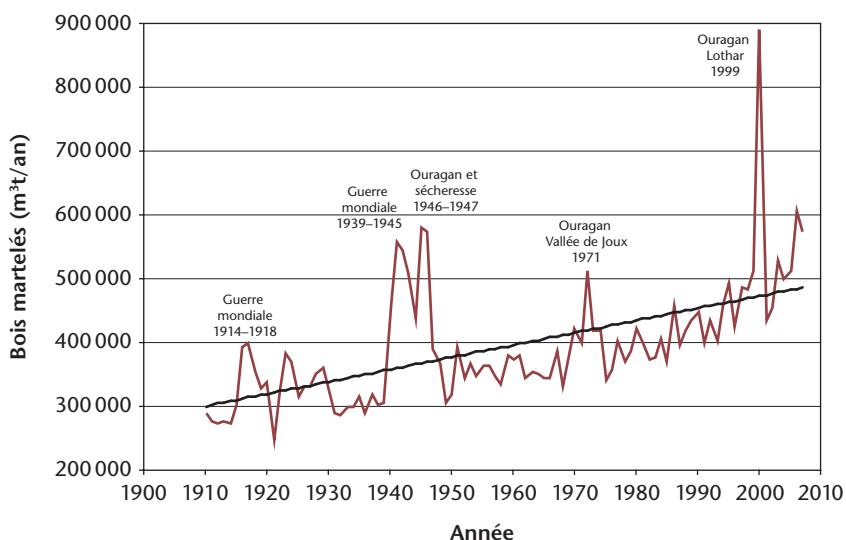


Fig. 10 Evolution des martelages de 1910 à nos jours dans le canton de Vaud.

Tab. 3 Possibilités d'exploitation des boisés productifs du canton de Vaud jusqu'à la résorption des surplus de matériel sur pied (2050–2060).

			Jura/Côte	Plateau	Alpes	Total VD
Surfaces		ha	53 600	20 400	27 300	101 300
Possibilités d'exploitation	Résineux	m ³ /an	243 000	118 000	127 000	488 000
	Feuillus	m ³ /an	138 000	101 000	38 000	277 000
	Total	m ³ /an	381 000	219 000	165 000	765 000
	Résineux	%	64	54	77	64
	Feuillus	%	36	46	23	36

rissement du sapin blanc et, dans une moindre mesure, de l'épicéa.

Bilan et perspectives pour la région Plateau

Touchée plus tôt que les autres régions par les problèmes de vieillissement des forêts en raison de sa fertilité élevée, la région du Plateau a vécu en fin de XX^e siècle une accélération des opérations de rajeunissement, approchant même un rythme normal pour un temps de révolution moyen d'environ 120 ans. Pourtant, la décapitalisation n'a véritablement débuté que vers 1995–1996 avec des exploitations dépassant la production théorique durable, dynamique renforcée sous l'influence de l'ouragan Lothar et des canicules de l'été 2003. Dès lors, même si certaines unités de gestion n'ont pas encore entamé le processus de décapitalisation, d'autres voient déjà leurs possibilités diminuer. Une évolution régionale positive devrait se vérifier lors de la prochaine évaluation globale de la situation.

Bilan et perspectives pour la région Alpes

Comme la région jurassienne, la région Alpes a été relativement épargnée par les ouragans majeurs des deux dernières décennies. Bien que destinées prioritairement à atteindre des objectifs de protection, les exploitations (57 800 m³/an depuis 1990) restent à un niveau largement inférieur aux possi-

bilités (92 000 m³/an) bien que ces dernières ne représentent déjà que 54% des potentialités de production totales. Jouissant de bonnes conditions stationnelles et d'une pluviométrie plus élevée que les autres régions, les Alpes seront probablement plus longtemps épargnées par les stress climatiques que les autres régions.

Vers une décapitalisation maîtrisée

Les propositions de décapitalisation maîtrisée à l'horizon 2050–2060 peuvent paraître rapides par rapport au risque de recréer un déséquilibre majeur dans la répartition des stades de développement. Plusieurs arguments sont de nature à atténuer cette crainte:

- L'accélération de la décapitalisation porte sur les futaies à régénérer selon le diagnostic actuel. Or les futaies jeunes et moyennes continuent d'alimenter régulièrement le stade des vieilles futaies, éloignant de fait la perspective d'un important déséquilibre structurel. De plus, pour autant que les exploitations augmentent, de nombreux peuplements d'âge moyen, voire même âgés, peuvent être restructurés dans une perspective de rallongement du temps de révolution (cas des peuplements de chênes sessiles dégagés de la concurrence des autres essences) ou d'infléchissement vers un traitement jardinatoire, diminuant du même coup les risques de déséquilibre.
- L'augmentation des températures engendrera à la fois une augmentation des accroissements et un raccourcissement des temps de révolution, accélérant ainsi le fonctionnement global du système.
- La sylviculture actuelle porte une plus grande attention sur l'adéquation des essences à la station et au renforcement de l'équilibre entre couronne et système racinaire. Il en résulte de vigoureuses éclaircies de sélection jusqu'au stade du perchis, opérations qui accélèrent le rythme de passage aux stades de développement suivant et tendent à combler le déficit en perchis plus rapidement que dans les modèles.

Perspectives

L'analyse des potentialités de production et d'exploitation menée à l'échelon des régions ne dessine que l'enveloppe des actions à décider au niveau

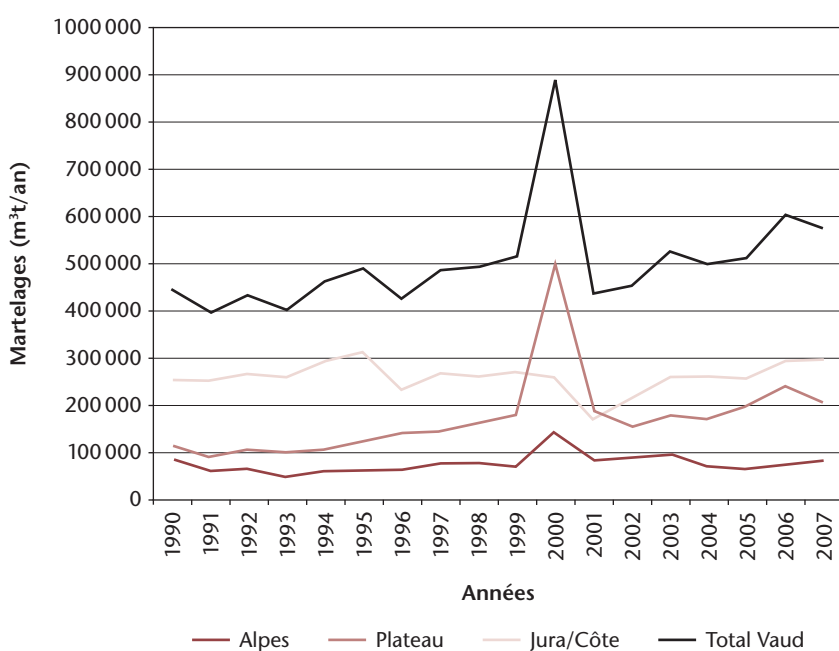


Fig. 11 Evolution régionale des martelages 1990–2007 dans le canton de Vaud.

des unités de gestion par les praticiens et les propriétaires de forêt. Dans une période de remise en question des fondamentaux de la sylviculture, mais aussi des modèles de production et de la promotion de la biodiversité, les actions stratégiques reposent plus que jamais sur:

- une sylviculture soigneusement adaptée aux spécificités de chaque station, particulièrement au niveau du choix des essences et de la diversité des structures, non seulement pour assurer la stabilité des boisés mais également pour promouvoir une diversité finement adaptée au milieu,
- le contrôle régulier de l'évolution de l'écosystème via les inventaires forestiers pour orienter les décisions de gestion le plus objectivement possible,
- la mise en place d'une politique volontariste d'utilisation du matériau bois dont la valorisation partielle mais croissante sous forme de bois énergie représente une première opportunité susceptible de dynamiser l'exploitation durable des forêts vaudoises.

Soumis: 11 juin 2009, accepté (avec comité de lecture): 4 septembre 2009

Références

- BADAN R, GRIEDER E, ANSERMET O (1967)** Perspectives de production et d'écoulement des bois vaudois. Rapport au Conseil d'Etat du canton de Vaud. Lausanne: Service des forêts, chasse et pêche. 21 p.
- BOUËT M (1985)** Climat et météorologie de la Suisse romande. Lausanne: Payot. 171 p.
- CLOT F, DELARZE R (2009)** Typologie des groupements végétaux forestiers du canton de Vaud: rupture nécessaire d'une tradition. *J for suisse* 160: s13–s17. doi: 10.3188/szf.2009.s0013
- FLURY J (1965)** Ein generelles Inventar der Waldungen des Kantons Waadt. *J for suisse* 116: 625–631.
- FREHNER HK (1963)** Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. *Beitr geobot Landesaufn Schweiz* 44. 96 p.
- HAINARD R (2008)** Les forêts sauvages de Robert Hainard. Saint-Claude-de-Diray: Hesse. 180 p.
- HORISBERGER D (1969)** L'interprétation des résultats d'inventaire par échantillonnage dans le canton de Vaud. *J for suisse* 120: 125–144.
- HORISBERGER D (1982)** Techniques simples d'analyse des potentialités forestières. *J for suisse* 133: 225–238.
- HORISBERGER D (2009)** L'écosystème forestier du canton de Vaud, un pays, quatre régions. *J for suisse* 160: s35–s42. doi: 10.3188/szf.2009.s0035
- IFRF (1966)** Tables de production pour le sapin. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches forestières. 96 p.
- IFRF (1967)** Tables de production pour le hêtre. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches forestières. 67 p.
- IFRF (1968)** Tables de production pour l'épicéa. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches forestières. 75 p.
- IFRF (1969)** Tables de production pour le mélèze. Birmensdorf: Institut fédéral de recherches forestières. 93 p.
- KELLER H (1978)** Einfacher ertragskundlicher Bonitätsschlüssel für Waldbestände in der Schweiz. *Mémoires Inst Féd Rech For* 54 (1). 98 p.
- KELLER W, WOHLGEMUTH T, KUHN N, SCHÜTZ M, WILDI O (1998)** Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage. Statistisch überarbeitete Fassung der «Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz» von Heinz Ellenberg und Frank Klötzli (1972). *Mitt Eidgenöss Forsch.anst Wald Schnee Landsch* 73: 91–357.
- REBETEZ M (2008)** Monthly air temperature trends in Switzerland 1901–2000 and 1975–2004. *Theor App Climatol* 91: 27–34.
- SFFN (1975)** Tables de production pour l'épicéa, le sapin et le hêtre. Condensé des tables de production de l'Institut fédéral de recherches forestières. Lausanne: Service cantonal des forêts. 10 p.

Productivité et exploitabilité des forêts du canton de Vaud: vers plus de réalisme

Le questionnement actuel en matière de gestion durable des ressources naturelles, accentué par une évolution climatique déjà bien affirmée mais aux effets encore largement incertains, relance l'intérêt des prévisions de production et d'exploitabilité des forêts. Malgré l'ancienneté des modèles de référence disponibles, la répétition des inventaires par échantillonnage et la possibilité de les interpréter en fonction des données stationnelles permettent de construire des scénarios d'évolution cohérents. Une réaction mesurée aux constats de vieillissement et de fragilisation des forêts vaudoises devrait prolonger la stratégie de constante intensification des exploitations poursuivie tout au long du XX^e siècle, stratégie par ailleurs indispensable au renforcement de la multifonctionnalité des massifs forestiers.

Produktivität und Nutzungspotenzial der Wälder des Kantons Waadt: für mehr Sachlichkeit

Die aktuelle Diskussion zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen, welche verschärft wird durch eine klimatische Entwicklung, die zwar bestätigt ist, deren Effekte aber noch unsicher sind, hat das Interesse an Produktions- und Nutzungsprognosen für die Wälder wieder geweckt. Trotz des Alters der zur Verfügung stehenden Referenzmodelle ist es dank der Wiederholung der Stichprobeninventuren und ihrer Interpretierbarkeit in Abhängigkeit von Standortdaten möglich, plausible Entwicklungsszenarien zu konstruieren. Die gemessene Reaktion auf das festgestellte Altern und die zunehmende Empfindlichkeit der Waadtländer Wälder dürfte dazu führen, dass die während des 20. Jahrhunderts verfolgte Strategie der stetigen Nutzungsintensivierung andauern wird. Diese Strategie ist übrigens unerlässlich, wenn die Multifunktionalität der Wälder verbessert werden soll.