

étant assez pauvre, un recrutement plus important de baliveaux est à envisager. Il ne faut pas hésiter à marquer 90 baliveaux par hectare si l'on veut avoir la chance, une révolution plus tard de retrouver une trentaine de modernes. De plus le dépérissement croissant des chênes nous encourage dans cette voie de sûreté.

A cela s'ajoute le problème épineux du déficit de baliveaux à recruter. Autant dans les premières années qui suivent la coupe de taillis, le nombre de franc-pieds présents de précieux est suffisant, autant à partir de 15 ans, ces deniers se font rares. Le monopole du Charme et la plus grande vigueur des brins de taillis prennent le dessus sur les francs pieds et réduise à une peau de chagrin le nombre des franc-pieds restants.

Pour remédier à cela, il faudra recruter des franc-pieds à dégager avant quinze ans ou procéder à des plantations en lignes ou en bouquets.

Un autre problème de taille est la forte pression de gibier. Les abrouissements sont très importants les premières années. On considère qu'à partir de 5 ans, les brins sont à l'abris de la dent du gros gibier, les daims, de par leur nombre ne causant pas beaucoup de dégâts sur les tiges. Pour les modernes, il est important de garder une trentaine de beaux spécimen, comme on l'aurait fait dans n'importe quel taillis-sous-futaie pour obtenir en moyenne une petite quinzaine d'anciens ou de disanciens.

Pour la forêt communale d'Appenwihr, ces dernières années nous retrouvons des recrutements de l'ordre de 106-47-2. Il s'agit de peuplements développés sur stations assez pauvres où nous avons manifestement des déficits en anciens.

Dans la Hardt, les réserves les plus anciennes sont en majorité des chênes, vu que quand il sont en bonne santé, ils sont parmi les plus longévifs et que leur accroissement marginal permet une plus value parfois intéressante.

#### *Un choix d'essences qui s'impose de lui même.*

Quelle que soit la productivité du taillis-sous-futaie, on recherche toujours à recruter les essences les plus longévives qui donneront les plus beaux produits ou des cépées avec un pouvoir de rejet important.

Dans la Hardt, il est difficile de choisir les essences que l'on veut obtenir. Il y a toujours possibilité de travailler au profit de telle ou telle essence, mais c'est avant tout la nature du sol et sa profondeur qui sera le premier choix. Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, la diversité des essences rencontrées n'est pas très importante. Le Charme est très présent et très envahissant et représente une grande concurrence pour les essences précieuses. Le gibier pouvant avoir aussi une importance non négligeable. Des introductions d'essences précieuses par plantation ont été réalisées dans le Kastenwald, mais faute d'un véritable entretien et de dégagements, elles n'ont pas donné de bons résultats. Ces plantations et ces interventions ont un coût qui ne peut se justifier que dans les parcelles les plus riches et les plus productives.

Il semblerait d'ailleurs que ce soit dans les parcelles les plus pauvres, là où la dynamique envahissante du charme est la moins importante, que l'on trouve les essences précieuses les plus intéressantes.

Le déficit de recrutement d'essences nobles parmi les baliveaux a orienté le balivage vers le choix du Charme en réserves. Autant ce dernier est un très bon bois de feu, recherché, autant ces qualités de bois d'œuvre sont faibles. De plus de par l'ombrage de son houppier, ne peut qu'être néfaste à la croissance du taillis.

C'est d'ailleurs un très généreux et prolifique semencier vu la quantité de semis retrouvée au mètre carré les premières années.

#### *Une durée de la révolution rallongée*

Comme les conditions stationnelles limitent la vitesse de croissance du taillis, la durée de révolution a été revue un peu à la hausse depuis de nombreuses années. Des durées de 30 à 40 ans sont courantes dans le Nord de la Hardt. Dans de rares forêts communales, les révolutions atteignent parfois 50 ans. Il s'agit d'exceptions car, comme il s'agit essentiellement de forêts relevant du régime forestier, l'ONF cherche à ne pas trop allonger les révolutions. Comme cela a déjà été dit précédemment, un allongement des durées de révolution pose des problèmes de rejet pour certaines souches (pour le chêne notamment). Dans la Hardt, il faut donc trouver un compromis entre une vigueur acceptable des souches et une taille acceptable et commercialisable des produits issus du taillis. Avant tous était utilisé et les adjudicataires laissaient une parcelle propre en partant où ne subsistaient que les réserves et les arbres délivrés. Les temps ont changés et la charbonnette (brins de petite taille) ne se vend plus très bien. Les rémanents de coupes sont souvent laissés sur la parcelle exploitée.

D'un point de vue écologique, l'allongement de la durée de révolution pose des problèmes de conservation de la banque de diaspores conservée dans le sol. Plus la révolution sera longue plus le pouvoir germinatif des semences sera atténué et plus la chance de survie de certaines espèces déjà menacées sera faible.

D'un point de vue sylvicole, l'allongement des révolutions entraîne une plus grande fermeture du couvert et par conséquent une moins bonne régénération naturelle pour des essences autres que le Charme.

#### *Des travaux onéreux qui ne se justifient pas toujours.*

Il faut reconnaître que dans le Nord de la Hardt, rares sont les travaux réalisés dans les taillis sous futaie. Dans les forêts communales, on considère que le coût des travaux sur les peuplements et pour les entretiens et l'aménagement des accès doivent être toujours inférieurs aux revenus dégagés. Quand des plantations sont faites, des dégagements répétés sont à envisagés. Pour limiter leurs coûts, les plantations ou les regarnissements doivent être localisés et réduits en un nombre limité de points facilement accessibles.

Quand des franc-pieds de qualité existent, la mise en place et l'entretien de cloisonnements facilitent leur dégagement. Il est difficile pour l'instant de calculer le coût réel de telles interventions vu que l'ouvrier doit sélectionner dans un premier temps le brin à dégager, le détourner et marqué son emplacement pour de futures dégagements. Le temps d'une telle intervention dépend beaucoup de l'accessibilité du peuplement et de l'âge d'intervention. Plus on interviendra tard, plus le nombre de franc-pieds

sera faible, mais plus leur chance de survie augmentera. Il faut bien sûr encourager le dégagement et le recrutement de tiges déjà en place et acclimatées. Cela es encore peut réalisé actuellement et la plantation en ligne reste encore le premier recours.

Des interventions sur le peuplement ne se justifie bien sûr que lorsqu'une plus value peut être retirée. Dans certaines stations, se n'est pas toujours le cas. Les moins pauvres font l'objet de plus d'attention.

#### *Des produits plus petits, des volumes plus faibles.*

Les produits que l'on sort des taillis sous futaie de la Hardt sont encore de faible dimension. Or les plus petits (charbonnettes) ne trouvent plus acquéreurs sur le marché. Rares sont les privés qui accepte de récupérer gratuitement les menus produits avant les ventes de coupons de taillis. Il faut dire que la demande en bois de chauffage est actuellement à la baisse. La tempête de la fin du siècle dernier a entraîné en plus une baisse du prix de vente du bois de chauffage.

La production moyenne de bois à l'hectare de taillis sous futaie est très faible dans la Hardt. Elle oscille entre 0,7 à 1.2 m<sup>3</sup>/ha selon les stations et les années. A titre de comparaison, le tableau 5 donne les chiffres nationaux.

La production moyenne du taillis sous futaie de la Hardt est cinq fois inférieure à la moyenne nationale. Cela explique en partie la faible rentabilité de ces peuplements dans la Hardt et l'avenir de ces derniers dépendra des débouchés que l'on trouvera pour le bois de feu, les volumes de bois d'œuvre sortis et leur qualité n'étant pas assez importants. Nous venons donc de voir qu'il y a une grande disparité et une forte hétérogénéité entre les différents types de taillis en France, comme le soulignait déjà LEROY en 1977.

Conscients de cette disparité, et dans le but d'améliorer la qualité des peuplement par une maîtrise technique, les CRPF ont donné les conseil suivants:

- retenir un typologie adaptée à la cartographie des peuplements pour faciliter la préparation des plans de gestion (critères objectifs<sup>9</sup> de jugement),
- définir des types de peuplements susceptibles de faire chacun l'objet d'un ensemble donné des techniques sylvicoles appliquées à des objectifs précis.

Cela implique une meilleure connaissance de la forêt afin de mettre en place une classification des parcelles en fonction des objectifs de gestion.

1. peuplements suffisamment riches en réserve mûres ou proches de la maturité pour faire l'objet de tentatives de mise en régénération naturelle sur des station favorables aux essences considérées ( $G > 13$  m<sup>2</sup>/ha) : taillis très appauvri et de faible vigueur ; pas de recettes à court terme.
2. peuplements riches en réserves jeunes et en baliveaux (300 tiges) ; peuplements sur stations favorables pouvant être améliorés par éclaircies et appauvrissement du taillis
3. peuplements à structure réelle de taillis sous futaie avec réserves d'âges variés et taillis important ( $G = 7$  à 13 m<sup>2</sup>/ha). maintien en taillis sous futaie avec prélèvements modérés et recrutement de baliveaux soutenu.
4. peuplements plus ou moins pauvres en réserves ( $G < 7$  m<sup>2</sup>/ha). les interventions peuvent être variées et à adapter aux potentialités de la station ; interventions progressives pour éviter les sacrifices d'exploitabilité et enrichissement de la futaie.
5. peuplements très pauvres en réserves : interventions artificielles à rapidement envisager.
6. amélioration des taillis sous futaie (Nord-Est)
7. transformation par plantations artificielles de résineux et de feuillus (peuplements pauvres ou substitution d'essence,
8. enrichissement des parcelles (nombre de réserves insuffisant et réalisation des réserves pouvant attendre quelques années),
9. amélioration de peuplements par éclaircies et balivage (essences bien adaptées au milieu)
10. régénération naturelle par bouquets, par parquets ; compléments artificiels.

**Tableau 5** : Surfaces, volumes sur pied et productions courantes des forêts de production et petits massifs selon la structure des peuplements (d'après base de données IFN 2002)

	x 1000 ha	%	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha/an
Futaie feuillue	3 121	22.9	185	6.0
<b>Mélange futaie feuillue-taillis</b>	<b>3 487</b>	<b>25.6</b>	<b>145</b>	<b>5.7</b>
Taillis simple	2 076	15.2	65	3.6
<b>TOTAL FEUILLUS</b>	<b>8 684</b>	<b>63.7</b>	<b>140</b>	<b>5.3</b>
Futaie résineuse	4 204	30.8	174	8.9
Mélange futaie résineuse-taillis	753	5.5	109	5.6
<b>TOTAL RESINEUX</b>	<b>4 957</b>	<b>36.3</b>	<b>164</b>	<b>8.4</b>

Les surfaces momentanément déboisées (32 800 ha en feuillus et 73 800 ha en résineux) ne sont pas comptabilisées.

## Bibliographie

- BAGNERIS** (1873). *Manuel de sylviculture* 1<sup>ère</sup> édition, Nancy, p.157 et 162
- BOPPE** (1889). *Traité de sylviculture*, Paris, p.245
- BROILLIARD** (1878). *Cours d'aménagement des forêts*, Paris, p.237
- COCHET P.**, (1971). *Etude et Culture de la Forêt, Manuel pratique de gestion forestière* : 3<sup>ème</sup> édition. Ed. ENGREF Centre de Nancy, 235p, p.127-147
- GUINIER P., OUDIN A., SCHAEFFER L.**, (1947). *Technique Forestière*. Ed. La Maison Rustique, Paris, 376p. (p.228-236)
- HUBERT M. et col.** (1981). *Cultiver les arbres feuillus pour récolter du bois de qualité*, Institut pour le Développement Forestier Paris, p.83-85 et 150-201
- HUFFEL** (1926). *Economie forestière*, 2<sup>ème</sup> édition, Tome IV, Paris, p.462
- JACQUOT A.**, (1913). *Sylviculture ; manuel pratique à l'usage des propriétaires fonciers, des régisseurs de domaines forestiers, des reboiseurs et des élèves des écoles d'agriculture*. Berger-Levrault, éditeurs Paris, Nancy 243p, p.132-140
- LANIER L.**, (1994). *Précis de sylviculture*, 2<sup>ème</sup> édition, Ed. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Nancy, p.119-140
- LEMPS F. de**, (1951). *Volume critique, plan de balivage et composition normale dans le taillis-sous-futaie* extrait de la Revue Forestière Française n° 9 p.552-572
- LEROY P.**, (1977). *Taillis-sous-futaie... approche du problème en Lorraine, Alsace et Franche-Comté*. Extrait de « Forêts de France et action forestière » Janvier 1977 n° 205. p.35-39
- LORENTZ, PARADE**, (1837). *Cours de culture des bois*, 1<sup>ère</sup> édition, Paris-Nancy, p.294
- MATHEY A.**, (1898). *Etude sommaire des taillis-sous-futaie dans le bassin de la Saône*, extrait du Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté & Belfort, tome IV. Besançon. p.492-539
- NANQUETTE** (1860). *Cours d'aménagement* ; Paris p.231
- PERRIN H.**, (1946). *Etude statistique sur les taillis-sous-futaie*. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la station de recherches et expériences, tome X, fascicule 1. Berger-Levrault, Librairies éditeurs Paris. p.1- (79)-102
- PERRIN H.**, (1952). *Sylviculture, Bases scientifiques de la sylviculture*. Tome I. Ecole des Eaux et Forêts, Nancy. 318p., p.219-223
- PERRIN H.**, (1954). *Sylviculture, Le traitement des forêts. Théorie et pratique des techniques sylvicoles*. Tome II. Ecole des Eaux et Forêts – Nancy. 411p, p.235-303
- REGIMBEAU**, (1870). *Conservation et multiplication du Chêne dans les taillis-sous-futaie*. Revue des Eaux et Forêts (Paris)
- SCHAEFFER A, SCHAEFFER L.**, (1951). *Amélioration du taillis-sous-futaie*. Extrait de la Revue Forestière Française n° 9 p.536-551
- SCHUTZ J.P.**, (1997). *Sylviculture 2, La gestion des forêts irrégulières et mélangées*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne. p.142-148
- SUCHAUX** (1889). *Considérations diverses à propos du taillis*. Paris
- TASSY** (1858). *L'aménagement des forêts*, Paris. p.129

# 3

## Les taillis sous-futaie, fondements de la dynamique de la végétation et de la biodiversité dans les forêts de la Hardt



LIFE Nature



Réalisation: Reinhold Treiber & Dr.Thomas Coch

Traduction: Benoît Sittler  
Mars 2002





## Introduction

La pratique des taillis-sous-futaie (TSF) était jusque dans les années cinquante du siècle dernier la forme dominante de la gestion forestière des zones à climat relativement chaud de nos plaines et collines. Dans le fossé rhénan, elle a connu une longue tradition de part et d'autre du Rhin. Déjà en 1289 les archives se rapportant au massif forestier du Mooswald du côté de Fribourg réglementaient des interventions propres aux taillis et aux taillis-sous-futaie (BRANDL, 1970). En France ces formes de gestion sont mentionnées dès le XIIIe siècle (RUBNER, 1960) alors que pour l'Alsace des directives forestières en font état pour la première fois en 1557 (HAUSRATH, 1982).

De nos jours, ces pratiques n'ont plus cours que dans de très rares régions d'Europe centrale. Beaucoup de peuplements ont ainsi été convertis en futaies. En France, ce type de gestion est avant tout pratiqué dans les régions du Nord et du Nord-Est. C'est ainsi que les données pour 2001 font état d'une surface de 3 491 000 ha soit 25,7 % de la surface boisée qui conserve encore la structure de TSF (Inventaire Forestier National). Cette proportion était encore de 36 % dix ans auparavant (DUBOURDIEU, 1991). Quant au régime de propriété de ces forêts, elles appartiennent pour 74 % à des propriétaires privés, pour 20 % à des communes ou des collectivités, les 6 % restant étant des forêts domaniales (DUBOURDIEU, 1991). Il convient toutefois de noter qu'en partie certaines de ces forêts sont déjà en cours de conversion vers des futaies régulières ou sont des peuplements soustraits à toute utilisation. Selon DUBOURDIEU (1991) et SPAAK et al. (1987) l'exploitation en TSF proprement dit ne devrait plus concerner qu'une modeste partie des surfaces. On estime pour l'Allemagne à quelques milliers d'hectares à peine les peuplements faisant encore l'objet de tels traitements. En Franconie (Steigerwald, Grabfeld, Eierberge) ce type de gestion fut longtemps exercé par des collectivités publiques. En 1994 on y dénombrait encore quelques 5500 ha soumis à ce régime (ROSSMANN, 1996 ; REIF, 1996). Pour le Bade-Wurtemberg on peut citer le cas de la Forêt Communale de Fribourg où d'anciens taillis-sous-futaie ont été récemment à nouveau exploités selon ces pratiques traditionnelles. (COCH & BAUERNFEIND, 2002). Dans ce Land, on évalue à seulement 192 ha la surface présentant encore des indices de telles pratiques, et seuls 4 peuplements dépasseraient 25 ha. Mais il y a lieu d'admettre que les surfaces véritablement gérées selon ce régime sont encore plus restreintes, avec seulement cinq régions où tel est encore le cas (FVA Baden-Württemberg). Dans la région de la Hardt au sud de l'Alsace, on dénombre encore quelques 3000 ha faisant l'objet d'une telle gestion traditionnelle.

Le massif de la Hardt se prête donc à des observations approfondies d'un écosystème forestier géré de manière intensive et ininterrompue depuis des siècles.

## 1. - Généralités

### 1.1 - Zone d'étude et associations forestières

Les forêts étudiées situées dans le Département du Haut-Rhin font partie intégrante de la partie nord de l'unité naturelle de la Hardt. Celle-ci occupe entre Saint-Louis et Marckolsheim la terrasse basse du pléistocène sur une longueur d'environ 65 km et une largeur maximale de 13 km. Il s'agit d'un plan légèrement incliné vers l'aval, les altitudes passant de 260 mètres pour le point le plus élevé (au sud) à 190 mètres à l'autre extrémité. Les relevés de la végétation ont porté sur les massifs forestiers suivants (avec les abréviations correspondantes) : Forêt Domaniale du Kastenwald (K), Forêt Communale de Dessenheim (D), le Niederwald (N) et le Rothleible (R) à Hirtzfelden.

Trois associations forestières ont été décrites sur la base de 269 relevés pour les taillis-sous-forêt reliques ou encore actuels du sud de la région naturelle de la Hardt alsacienne (TREIBER 1998, TREIBER & REMMERT, 1998, TREIBER 1999). Il s'agit du *Potentillo albae-Quercetum petraea*, du *Carex fritschii-Quercus petraea* ainsi que du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*, ce dernier occupant la plus grande surface au sein de la région naturelle. Dans la présente étude l'association du *Carex fritschii-Quercus petraea* n'est pas concernée. Le chêne pubescent forme des peuplements extrazonaux dans la strate arborescente du *Potentillo albae-Quercetum petraea* et il est répandu dans toute la région naturelle (BREDA, DUPLOUEY & PFEIFFERE, 1997, et obs. pers.).

### 1.2 - Objectifs patrimoniaux

Le *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* ainsi que les pelouses xérothermiques sur substrat acide du *Koelerio-Phleion* sont des habitats intégrés au réseau européen Natura 2000. Pour le nord du massif de la Hardt, ces formations figurent parmi les sites retenus par la France. Un programme Life financé par la CEE pour la période 1999-2002 a pour objectif de restaurer et de gérer de manière patrimoniale les habitats xérothermiques au sein des massifs forestiers de la région naturelle.

Rares sont de nos jours les peuplements faisant encore l'objet de coupes de TSF à révolutions trentenaires, avec alternance annuelle des parcelles exploitées en taillis-sous-futaie. S'appuyant sur l'examen de photos aériennes, TREIBER (1999a) a mis en évidence le recul très marqué de l'ordre de 75 à 80 % depuis 1951 des clairières à pelouses xérothermiques. Ce recul s'est aussi accompagné d'une utilisation plus extensive de la forêt. C'est ainsi que la durée des révolutions est passée en moyenne dans la tranche de 50 à 100 ans (TREIBER & REMMERT, 1998), dans certains cas on a même assisté à un abandon de la pratique des taillis-sous-futaie, avec pour conséquence la colonisation des pelouses xérothermiques par des ligneux et une fermeture du couvert. Celle-ci est surtout le fait des

prunelliers qui ont déjà contribué à l'envahissement de bon nombre de clairières. Lors de coupes à blanc dans la Forêt Domaniale de la Harth, il était d'usage de ne pas utiliser et recéper les ligneux formant la bordure des clairières et de ce fait ces pratiques favorisant le maintien des manteaux n'étaient pas de nature à promouvoir la conservation des clairières à pelouses xérothermiques. Ces dernières se sont fortement raréfiées dans les peuplements forestiers ne faisant plus l'objet d'un traitement intensif de taillis-sous-futaie.

La gestion forestière est donc un facteur déterminant pour le maintien en place d'un réseau de pelouses xérothermiques au sein du massif. Ce constat a appelé les questions suivantes qui font l'objet de la présente étude :

- Quelles sont les espèces des pelouses xérothermiques et des ourlets thermophiles associées aux diverses phases de révolution induites par le traitement en taillis-sous-futaie ?
- Peut-on distinguer les séquences de phase de révolution de ces taillis-sous-futaie par une analyse de la végétation ?
- Est-ce qu'après une intervention la végétation du *Potentillo albae-Quercetum petraea* sur substrat sec se développe différemment de celle du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* à meilleure alimentation en eau ?
- Quelle est la structure des taillis-sous-futaie de la Harth et comment s'expriment les différences au sein des diverses phases d'utilisation ?

Pour maintenir la qualité des pelouses xérothermophiles au sein des peuplements forestiers et pour enrayer les tendances à l'isolement il convient de définir des exigences patrimoniales qu'il y a lieu d'appliquer à la gestion en taillis-sous-futaie et à la taille des parcelles ainsi traitées. Il importe à cet effet de ne pas appréhender séparément la gestion des sites ouverts et celles des habitats forestiers xérothermiques, mais au contraire de les considérer comme unité ayant partagé un passé commun. Cette démarche trouve aussi son fondement dans les considérations théoriques formulées par SCHIESS & SCHIESS-BÜHLER (1997).

### 1.3 - Fondements de la gestion actuelle des taillis sous futaie

#### 1.3.1 - Gestion des taillis-sous-futaie

La gestion des taillis-sous-futaie a été décrite dans le traité de COCHET (1977) et sert de modèle pour les pratiques en vigueur dans la région naturelle de la Harth. En français le terme de taillis-sous-futaie décrit parfaitement les modalités de ces pratiques. La gestion s'oriente d'après la strate des réserves, alors que la strate basse représentée par les taillis fait en principe l'objet d'une coupe tous les 25 ans. Cette durée de révolution varie entre 30 et 50 ans dans la Harth, la croissance y étant faible. Tous les arbres sélectionnés pour figurer dans la strate dominante servent de réserve. Les baliveaux sont épargnés lors de la coupe du sous bois. Il peut s'agir

aussi bien de francs-pieds issus de graines que de rejets, dont l'âge se situe entre 30 et 50 ans. Lors de la prochaine intervention ils auront déjà doublé leur âge (soit 60 à 100 ans) : on les qualifie alors de « modernes ». Au moment de la troisième intervention, ils auront déjà le statut de réserve et seront traités comme « anciens ». Ils auront alors atteint l'âge de 90 ans jusqu'au 150 ans. Dans le Kastenwald le peuplement visé doit comporter 60 baliveaux, 30 modernes et 14 anciens. Dans la Forêt Communale de Widensolen, on a laissé en place 8 à 14 anciens par hectare, alors que 89 % des réserves sont des chênes. En seconde position figure le charme, avec seulement 7 % et en troisième position l'érable champêtre (ONF, Plan d'aménagement forestier).

Dans la plupart des forêts communales on procède chaque année selon les parcelles voire parties de parcelles à des opérations de martelage en vue du traitement en taillis-sous-futaie (COLLET 1998). Au sein de ces parcelles l'administration forestière attribue des lots à des particuliers intéressés par du bois de chauffage. Les arbres sélectionnés pour être conservés sont marqués alors qu'aucune autre contrainte n'est définie pour l'utilisation des taillis. En règle générale la strate arbustive est supprimée lors de ces opérations, étant brûlée sur place par tas entiers. Dans le Kastenwald, on assiste même encore à la confection de fagots destinés au chauffage. Dans la Forêt de Dessenheim la durée des révolutions est de 31 ans en moyenne, alors qu'on vise des intervalles de 40 ans dans le Kastenwald (l'âge réel du bois d'affouage des parcelles exploitées depuis 1992 est de 41,4 ans, d'après les plans d'aménagement de l'ONF). Dans le Kastenwald on exploite par année 10,8 ha de taillis-sous-futaie. Pour la Forêt Domaniale de la Harth, on estime qu'entre 1700 et le milieu du XXe siècle la durée réelle des révolutions des taillis-sous-futaie oscillait entre 35 et 52 ans selon les parcelles (ONF). De nos jours, on y procède à une exploitation en futaie, avec coupes à blanc, mais un projet visant à revenir vers un régime de taillis-sous-futaie dans les sites les plus arides de la partie nord du massif est à l'étude, dans le cadre du nouveau plan d'aménagement.

#### 1.3.2 - Coûts de ces pratiques

L'analyse des coûts et rendements doit tenir compte de la productivité des forêts. Les données disponibles auprès de l'ONF, notamment les plans d'aménagement servent ici de référence. Sur la base de révolutions de l'ordre de 40 ans, les meilleurs sites du Kastenwald peuvent produire de 75 à 90 m<sup>3</sup> de bois d'affouage contre 55 m<sup>3</sup> en conditions moyennes et 35 m<sup>3</sup> dans les sites les plus pauvres. Les prix pratiqués pour les particuliers oscillent de 7,5 à 22,4 euros par m<sup>3</sup>. Dans le cas de la Forêt Communale de Dessenheim dont la superficie est de 441 ha et qui compte parmi les moins productives de l'unité naturelle, les revenus communaux tirés de la forêt s'élèvent à 13 Euros/ha en y incluant le rapport de la chasse. Les données disponibles pour la Forêt Communale de Widensolen font état d'une rentrée de 35 Euros/ha par la vente du bois. En considérant que l'investis-

sement est de 17 Euros par ha, il resterait donc un gain net de 18 euros / ha. A cela il faut ajouter 38 Euros par ha pour la location de la chasse. Les rentrées de la chasse sont du même ordre de grandeur dans la Forêt Communale de Widensolen, alors que pour le Kastenwald elles équivalent 2,6 fois le montant des ventes de bois, cette proportion atteignant même le facteur 7 dans le cas de la Forêt de Dessenheim. La pratique des taillis-sous-futaie offre au gibier des refuges sous forme de fourrés ainsi qu'une grande

palette en plantes nourricières, y compris des jeunes ligneux. Une densité trop forte du gibier a toutefois eu pour effet de compromettre la régénération d'essences rares telles les poiriers et pommiers sauvages ou encore l'alisier torminal dans les parcelles des taillis-sous-futaie du Consistoire Protestant de Colmar et de la Forêt Communale de Widensolen, ainsi que le développement des essences principales. L'impact du gibier s'est aussi traduit par une pression sélective sur la composition de la strate herbacée.

**Tableau 1 :** Analyse financière comparative de deux forêts (sources : ONF)

	Forêt Communale de Dessenheim	Forêt Domaniale du Kastenwald
Association forestière	Potentillo albae-Quercetum petraeae	Galio sylvatici-Carpinetum betuli
Recettes : vente de bois/ ha	10	27
Recettes : location de la chasse/ha	71	72
Dépenses de gestion forestière/ha (exploitation, travaux, administration)	13	- 13
Densité du gibier (nombre de têtes /100ha- Sources : ONF, plan d'aménagement forestier)	12 chevreuils 25 sangliers, localement jusqu'à 10 daims	12 chevreuils 15 sangliers 2-3 daims

## 2 - Méthodes

### 2.1 - Méthodes phytosociologiques

Des relevés de végétation s'inspirant de BARKMAN et al. (1964) et incluant les différentes phases d'utilisation des taillis-sous-futaie ont servi de fondement pour l'approche synsystématique. Les tableaux des relevés phytosociologiques ont été organisés conformément à ces synsystèmes. En outre, on a aussi fait appel aux relevés documentés par REMMERT (1998) afin d'obtenir une base de données plus large et pour pouvoir généraliser les résultats.

Les fondements méthodologiques de l'étude s'articulent autour des faits suivants:

- Les sylvo-séquences telles qu'elles se traduisent par l'agencement spatial des diverses phases de la révolution servent à appréhender les chrono-séquences résultant de ces pratiques. On peut considérer qu'en s'appuyant sur 103 relevés de la végétation, la base de données est suffisamment large pour décrire les modalités de la succession et la mosaïque de la végétation.
- Parmi les espèces héliophiles des pelouses et ourlets xérotiques on retient les espèces du Festuco-Brometea, du Trifolio-Geranieta, du Sedo-Scleranthea, du Nardo-Callunetea, ainsi que des espèces locales des lisières (TREIBER, 1996).

### 2.2 - Description de l'analyse de la structure des peuplements par photogrammétrie

Pour la description de la structure de la végétation, on a fait appel à la technique photogrammétrique appliquée par COCH (1996). En plus du nombre d'arbres par ha on a encore utilisé comme paramètres pour appréhender la densité de la végétation la répartition par diamètres, l'angle des couronnes ainsi que la hauteur de la base des houppiers. De la sorte on peut représenter la chrono-séquence de la structure de la végétation de peuplements soumis aux phases de révolution des taillis-sous-futaie. Les résultats sont présentés séparément.

#### 2.2.1 - Les relevés de terrain

Pour appréhender la structure verticale on a fait appel à un procédé photogrammétrique dont le principe repose sur des clichés de mesure qui livrent des données sur les principaux paramètres de la structure forestière. On a utilisé deux dispositifs:

1. Un boîtier calibré de type Rollei 3003 metric doté d'un grand angle 28 mm („Caméra Réseau, avec lequel la taille des objets est calculée par rapport à une plaque raster interposée en face de l'objectif); Ces clichés de mesure n'ont servi que pour le contrôle et l'étalonnage du second dispositif.
2. Une simple caméra Reflex de type Olympus OM-2 avec un objectif 24 mm. Seuls des clichés réalisés

avec cette caméra figurent sur le CD servant de référence pour cette approche. L'utilisation d'un objectif „Shift“ identique à celui utilisé pour la documentation architecturale permet d'appréhender toutes les strates d'un peuplement sur un même cliché. En rapprochant l'objectif vers le niveau du film on peut ainsi avec seulement trois clichés documenter trois niveaux (strate basse, intermédiaire et couronnes) sans être confronté à des problèmes d'angle de vue, car chaque photo est réalisée sur un plan bien horizontal. Cela permet d'échapper aux problèmes de distorsion qui sont généralement associés à des prises de vue d'objets élevés. Par ailleurs les corrections sophistiquées de l'objectif réduisent fortement toutes les déformations optiques, ce qui s'accompagne d'une bonne précision des prises de mesures. L'angle de l'objectif par rapport à l'horizontale est de 70,5° ; pour une hauteur de prise de vue de 1,70 m, la face inférieure du niveau du cliché est distante de 2,0 m.

Pour procéder au contrôle des mesures ainsi obtenues on a intégré une barre de 2 mètres de longueur au plan de prise de vue qui sert alors de référence, notamment pour appréhender le zonage vertical.

On a utilisé des films à haute résolution de type SW (Kodak Technical Pan et Kodak TCN 400) qu'on a ensuite scanné (Minolta Dimäge Scan Multi II) à raison de 2820 dpi. Grâce à un programme CAD spécialement adapté (ELCOVISION 1.0) et un logiciel commercial de traitement numérique d'images (Adobe Photoshop 5.5) on peut dériver toute une série de mesures quantitatives de paramètres à partir des clichés. C'est à ce niveau que cette technique présente un avantage décisif par rapport aux relevés conventionnels par placettes. Alors que dans ces dernières on définit déjà au départ les paramètres à observer, ces clichés de la structure permettront encore de procéder par la suite à diverses interprétations quantitatives. Un autre avantage réside dans la possibilité d'adapter aux besoins de l'étude la taille de la placette en fonction des paramètres qu'on souhaite faire intervenir.

Les fondements et démonstrations mathématiques ainsi que l'estimation des erreurs pour des configurations données sont décrits dans DEHN (1987) et COCH (1997). Le logiciel utilisé pour les caméras Réseaux est un produit d'avant-série de la Firme PMS AG, St. Margrethen, CH.

### 2.2.2 - Démarches d'analyse et indices de la structure forestière

La zone ayant fait l'objet d'une analyse a été divisée en trois parties: La première partie – qui dans les clichés couvre l'étage bas – est prise à une distance de 2,0 à 14,0 mètres, ce qui correspond à un écartement de 13,4 mm entre la base du cliché jusqu'à niveau de l'image. Dans ce plan-ci on a relevé et compté toutes les troncs présents qu'on a classé ensuite en fonction des diamètres (cf. ci-dessous). Des paramètres relevés de manière quantitative peuvent être ainsi référencés par rapport à une aire bien définie, laquelle est déterminée par l'angle de l'objectif par rapport à l'horizontale, la hauteur du point de visée

et l'angle par rapport à la verticale en tenant compte du shifting. Dans le cas présent cette surface était de 140 m<sup>2</sup>. Par ailleurs, les taux de recouvrement de la végétation peuvent y être enregistrés de la manière la plus précise. Le deuxième niveau qui occupe l'espace moyen des troncs s'étend depuis la limite des 14 mètres jusqu'à la ligne horizontale visible. Ce niveau est utilisé pour appréhender tous les autres taux de recouvrement de même que des paramètres se rapportant à la strate arbustive. Ici, le calcul de la surface ne s'impose pas et en règle générale la surface du champ de vision est de l'ordre de 0,5 ha. Le troisième niveau est superposé au précédent en verticale et rend compte des caractéristiques des couronnes.

Dans la présente étude l'objectif était une typologie des structures à partir de paramètres sylvicoles et écologiques. Les données suivantes ont ainsi été sélectionnées:

- Répartition par classes de diamètres (classes grossières d'après DE LEMPS 1951) – Sur le principe, on peut atteindre une résolution de l'ordre de deux centimètres
- Hauteur de la strate arborescente (en règle générale, la moyenne calculée sur 3 arbres)
- Hauteur des premières branches formant la base du houppier des arbres dominants du peuplement (en règle générale, la moyenne calculée sur 3 arbres)
- Rapport taille/largeur de la couronne des arbres dominants (en règle générale, également la moyenne calculée sur 3 arbres)
- Degré de fermeture des peuplements: c'est ici qu'on a fait appel au traitement numérique des images : En réduisant toutes les teintes grisâtres au noir et blanc, on a procédé à une distinction de la proportion des noirs (pixels de ramures) et des blancs (pixels de ciel)
- Densité de la végétation à 12 m de hauteur (estimation en classes de 10 %) en s'appuyant sur les interfaces entre des éléments de la végétation sur une ligne imaginaire parallèle au plan de l'image
- Densité de la végétation à 2 m de hauteur (estimation en classes de 10 %) en s'appuyant sur les interfaces entre des éléments de la végétation sur une ligne imaginaire parallèle au plan de l'image
- Niveau supérieur de la strate arbustive (par classes de 10 cm)
- Niveau supérieur de la strate herbacée (par classes de 10 cm)
- Taux de recouvrement de la strate herbacée (par classes de 10 cm)

D'autres paramètres (par exemple surface terrière, volume sur pied par espèce) peuvent toujours être appréhendés ultérieurement sans grande peine.

### 2.2.3 - Regroupement des types de structure

Pour obtenir des types de structure on a appréhendé les similitudes entre les différents paramètres. Un type de structure est bien défini dès lors que ses caractéristiques font apparaître une gradation significative par rapport à celles d'autres peuplements. Le procédé a été appliqué de manière itérative en faisant appel au calcul en mode tabu-

laire du logiciel MS Excel. Comme indices pour un groupe donné de structures on a utilisé la médiane (dans le cas de données non métriques telles la densité de la végétation). En présence de données précises (par ex. nombre de tiges par classe de diamètre) on a regroupé toutes les données du collectif et on a procédé au calcul par hectare.

### 3 - Résultats

La gestion en taillis-sous-futaie se traduit par un système dynamique faisant alterner diverses phases de révolution d'une grande importance pour toutes les espèces héliophiles ainsi que pour les populations d'insectes inféodés aux milieux xérothermiques. Les modalités de la succession diffèrent très nettement lorsqu'on est présence de Galio sylvatici-Carpinetum betuli de sites plus frais par rapport aux formations plus sèches à chêne pubescent du Potentillo albae-Quercetum petraeae. Dans ces dernières les déficits hydriques ralentissent considérablement les divers processus de la succession, ce qui est beaucoup moins prononcé dans les charmaies à gaillet (REMMERT, 1998).

#### 3.1 - Différenciations de la végétation révolution des taillis-sous-futaie

Tant sur le plan de la structure que de la composition floristique on peut distinguer dans les peuplements de la Hardt gérés en taillis-sous-futaie les diverses phases qui se succèdent depuis la coupe jusqu'à la fruticée avant que celle-ci ne débouche à nouveau dans une phase forestière (Fig. 1). REIF (1996) a pu faire la distinction entre une phase de lumière et une phase d'ombre relevant d'une modification des conditions photiques et nutritives. HEINLEIN (1991), dans ROSSMANN (1996) n'a isolé aucune phase post-pionnière au sein de la phase de régénération, mais a décrit un stade de graminées. Les principales caractéristiques de la végétation des associations étudiées sont décrites ci-dessous :

- La phase pionnière résultant de la coupe des taillis-sous-futaie peut être distinguée par diverses espèces caractéristiques appartenant à des associations phytosociologiques différentes. C'est ainsi que *Fragaria vesca*, *Carex muricata* agg., *Centaureum erythraea*, *Salix caprea*,

*Hypericum hirsutum*, *Atropa belladonna* et *Senecio sylvaticus* figurent parmi les représentants des stades pionniers de recolonisation (Epilobietea). Comme on est en présence d'espèces caractéristiques d'alliances différentes on n'a pas procédé ici à un classement syntaxonomique de cette phase pionnière.

- Ces parterres de coupe se caractérisent les deux premières années par l'apparition d'espèces annuelles et bisannuelles qui se distinguent par leur appartenance aux classes du Stellarietea mediae ou Artemisietea. Comme exception il y a lieu de mentionner *Ajuga genevensis*, *Crepis capillaris* et *Epilobium parviflorum*. Ces espèces aux potentialités concurrentielles limitées ne peuvent s'affirmer dans des coupes plus anciennes que lorsqu'elles peuvent profiter de la présence de substrat remué, par exemple par les sangliers. A cet effet, *Ajuga genevensis* semble toutefois être mieux à même de se maintenir. L'apparition régulière d'espèces adventices peut être mise en rapport avec des pratiques agricoles historiques sur ces sites (TREIBER, 1996) ou encore avec le transport de semences par le gibier.
- Le recouvrement de la strate herbacée peut atteindre dès la deuxième année après la coupe des taux déjà très élevés proches de 90 %. Parmi les espèces qui y contribuent de manière sensible figurent *Brachypodium sylvaticum*, *Hypericum perforatum*, *Cirsium arvense*, *Glechoma hederacea* et *Geum urbanum* qui s'installent rapidement sur les parterres de coupes.
- Les espèces différentielles des phases pionnières et post-pionnières sont dotées d'un plus grand pouvoir de concurrence et peuvent aussi se maintenir dans des coupes plus âgées. C'est dans la phase post-pionnière que la strate herbacée atteint son extension maximale. Des thérophytes aux capacités concurrentielles limitées y font largement défaut, servant alors aussi d'indicateurs négatifs de cette phase de succession.
- Les espèces différentielles permettent de distinguer les phases pionnières et post-pionnières du Galio sylvatici-Carpinetum betuli de celles correspondantes du Potentillo albae-Quercetum petraeae. Nombre de ces espèces sont dépendantes de bilans hydriques équilibrés (p.ex. *Urtica dioica*, *Poa trivialis*, *Aquilegia vulgaris*) et ne peuvent donc survivre dans les parterres de coupes du Potentillo albae-Quercetum petraeae à hygrométrie déficiente.

**Tableau 2** : Extrait des tableaux d'abondance/dominance des coupes de taillis-sous-futaie

Phase de végétation	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée
<b>Numéro d'association</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Nbre de relevés par association</b>	25	10	10	12	24	11
<b>Recouvrement strate arborescente (%)</b>	13	8,9	11	11	9,5	0
<b>Recouvrement strate arbustive (%)</b>	1,4	7,6	94	4,7	35	86
<b>Recouvrement strate herbacée (%)</b>	67	93	24	61	72	17
<b>Recouvrement strate muscinée (%)</b>	1,1	0,4	2,8	1,0	12	5
<b>Age moyen après le dernière révolution</b>	1,3	3,5	7,1	1,1	7,6	8
<b>Nombre d'espèces cormophytes Kormophyten</b>	66	65	36	63	48	21

Constance (%)

Galio s.-Carpinetum b.

Potentillo - Quercetum

**d 1, 4 Phase pionnière**

<i>Coryza canadensis</i>	96	10	.	75	4	.
<i>Ajuga genevensis</i>	76	10	20	75	13	.
<i>Solanum nigrum</i>	72	20	.	50	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	56	.	.	67	.	.
<i>Crepis capillaris</i>	48	.	.	33	4	.
<i>Chenopodium album</i>	48	10	.	25	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	32	10	.	50	.	.
<i>Setaria pumila</i>	52	.	.	17	.	.
<i>Poa annua</i>	52	.	.	17	.	.
<i>Stellaria media</i>	28	.	.	25	.	.
<i>Polygonum persicaria</i>	24	.	.	8	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	24	.	.	.	.	.
<i>Epilobium parviflorum</i>	16	.	.	17	.	.
<i>Anagallis arvensis</i>	20	.	.	8	.	.
<i>Anagallis foemina</i>	16	.	.	17	.	.
<i>Mercurialis annua</i>	24	.	.	.	.	.
<i>Epilobium tetragonum</i>	12	.	.	17	.	.
<i>Crepis pulchra</i>	.	.	.	25	.	.

**d 1, 2, 4, 5 Phase pionnière et post-pionnière**

<i>Cirsium vulgare</i>	92	40	.	58	50	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	88	50	.	92	29	.
<i>Sonchus asper</i>	88	40	.	100	13	9
<i>Senecio sylvaticus</i> (K Epilobietea)	96	30	.	25	13	.
<i>Cynoglossum officinale</i>	60	40	.	83	4	.
<i>Torilis japonica</i>	32	20	.	42	21	.
<i>Stachys recta</i>	4	20	.	33	46	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	28	30	.	33	13	.

Constance (%)						
	Galio s.-Carpinetum b.			Potentillo - Quercetum		
<b>d 1, 2, 4, 5 Phase pionnière et post-pionnière</b>						
Epilobium lamyi	28	30	.	33	.	.
Polygala vulgaris	8	30	.	25	25	.
Lotus corniculatus	.	30	.	42	25	.
<b>d 1 Phase pionnière Galio-Carpinetum</b>						
Carduus nutans	40	.	.	.	4	.
Capsella bursa-pastoris	40	.	.	8	.	.
Filago vulgaris	36	.	.	.	4	.
Plantago major	36	.	.	.	.	.
Reseda luteola	32	.	.	.	.	.
Amaranthus retroflexus	32	.	.	.	.	.
<b>d 1, 2 Phase pionnière et post-pionnière</b>						
Lapsana communis	32	20	.	.	.	.
Trifolium repens	28	20	.	.	.	.
Vicia hirsuta	24	30	.	.	.	.
Urtica dioica	20	30	.	.	4	.
Astragalus glycyphyllos	28	20	.	.	.	.
Poa trivialis	20	20	.	.	4	9
Lithospermum officinale	12	40	.	.	4	.
Aquilegia vulgaris	20	20	.	.	.	.
<b>d par rapport au Gal.-Carp. de la phase forestière</b>						
Agrostis tenuis	80	100	80	100	96	36
Euphorbia cyparissias	84	90	60	92	96	18
Hypericum perforatum	80	100	50	75	46	9
Clinopodium vulgare	44	80	10	92	63	9
Calamagrostis epigejos	36	50	60	25	21	9

	Constance (%)					
	Galio s.-Carpinetum b.			Potentillo - Quercetum		
d par rapport à la phase forestière						
<i>Cirsium arvense</i>	92	80	60	67	50	.
<i>Inula conyza</i>	52	70	20	33	21	.
<i>Potentilla argentea</i>	48	50	30	17	21	.
<i>Bryonia dioica</i>	52	30	10	67	13	9
<i>Fallopia convolvulus</i>	48	30	10	67	8	.
<i>Arctium minus</i>	20	10	10	8	8	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	16	.	20	25	.	.
<i>Solidago gigantea</i>	16	10	30	.	4	.
<i>Picris hieracioides</i>	16	.	.	17	.	.
<i>Reseda lutea</i>	16	10	.	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	.	40	.	.	4	.

La succession des **peuplements du Galio sylvatici – Carpinetum betuli** dans la sous association à *Primula veris* se caractérise dans les stades pionniers de recolonisation consécutifs à une coupe de taillis-sous-futaie par l'apparition d'espèces des classes du *Stellarietea* et de l'*Artemisietea* (cf. Tab. 2). *Brachypodium sylvaticum* et en partie *Cirsium arvense* et *Hypericum perforatum* impriment fortement la physionomie de la strate herbacée dans les premières années. Par la suite, les forts taux de recouvrement des rejets et arbustes vont déboucher après huit à dix ans dans la phase de fruticée à laquelle sont surtout associés les charmes. Dans la succession secondaire des chênaies-charmaies du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* et du *Stellario-Carpinetum betuli* la banque de diaspores du sol joue un rôle important, puisque la fermeture du couvert affecte de manière négative le développement des espèces héliophiles qui régressent. Parmi les espèces différentielles des coupes forestières

figurent aussi nombre de représentants du *Festuco-Brometea* et diverses espèces du *Sedo-Scleranthetea*. La Laïche appauvrie (*Carex depauperata*) est une espèce protégée en Région Alsace (arrêté du 28 juin 1993, Ministère de l'Environnement) dont la survie est tributaire des phases d'exploitation des taillis-sous-futaie. Les plantes fructifient dans la phase pionnière et post-pionnière avant de se maintenir discrètement de manière végétative pendant la phase forestière. Dans la Hardt, l'espèce est ainsi strictement inféodée aux taillis-sous-futaie gérés de manière traditionnelle : Forêt Communale de Biesheim (obs. Godinat, 1999) ; Weckolsheim (parc. 17/18, obs. Treiber 1997-2001) ; Consistoire Protestant de Colmar à Heiteren (parc. 4, obs. Filmet 1997) ; Wolfgantzen (parc. 2, obs. Treiber 2001) et Forêt Domaniale du Kastenwald (parc. 32, 33, 34, 35 et 36, obs. Treiber, 2001). Cette espèce a disparue en Allemagne.

**Tableau 3** : Caractéristiques des phases de succession dans les forêts étudiées

Critères pour la caractérisation	Phases de succession du <i>Galio sylvatici-Carpinetum betuli</i>	Phases de succession du <i>Potentillo albae-Quercetum petraeae</i>
<b>Dynamique de la végétation</b>	Fortes modifications du spectre en espèces de la strate herbacée, forte dynamique floristique	Changements limités au sein de la strate herbacée, forte constance dans la composition floristique
<b>Durée de la phase pionnière</b>	1-2 ans	1-2 ans
<b>Durée de la phase post-pionnière</b>	Jusqu'à 5 ans	Jusqu'à 11 ans
<b>Phase de fruticée</b>	La fermeture progressive de la strate herbacée est due avant tout aux jeunes plants de charmes	La fermeture s'opère par plages autour des pousses de ligneux thermophiles ( <i>Pruno-Ligustrum</i> )
<b>Mosaïque de végétation</b>	De courte durée dans la phase post-pionnière	Persiste sur de nombreuses années
<b>Présence d'espèces du <i>Festuco-Brometea</i> et du <i>Trifolio-Geranietea</i></b>	Concentrée sur les phases pionnières et post-pionnières. Très net recul dans les fruticées et phases forestières	Présentes en permanence dans toutes les phases grâce au caractère clairié des chênaies
<b>Caractéristiques de la phase pionnière/post pionnière</b>	Présence des thérophytes du <i>Stellarietea mediae</i> , <i>Artemisietea</i> ainsi qu'une grande abondance de <i>Senecio sylvaticus</i> comme espèce de l' <i>Epilobietea</i>	Présence des thérophytes du <i>Stellarietea mediae</i> , <i>Artemisietea</i> , mais rareté de <i>Senecio sylvaticus</i> comme espèce de l' <i>Epilobietea</i>
<b>Stratégie de reproduction et de survie des espèces héliophiles des pelouses xérothermiques</b>	Banque de diaspores et en partie reproduction végétative	Reproduction végétative et banque de diaspores

Les peuplements plus secs du *Potentillo albae-Quercetum petraeae* dominés par des chênes pubescents se distinguent par une plus grande constance de leur spectre floristique. La strate arbustive n'y atteint jamais au cours de la succession les taux de recouvrement élevés et une phase de fermeture similaire à celle qui caractérise le *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* fait défaut. La strate arbustive et les rejets ne commencent à s'affirmer qu'entre 7 et 15 ans. Après les interventions, outre l'activation de la banque de diaspores ce sont les bourgeons adventifs qui sont les éléments décisifs pour le développement de la végétation. La phase de coupe se distingue également par l'apparition d'espèces du *Stellarietea* et de l'*Artemisietea* (cf. tab. 2). Dans les phases pionnières et post-pionnières on assiste à une colonisation massive de la strate herbacée par *Brachypodium sylvaticum* et *Brachypodium pinnatum*. Les espèces des pelouses et ourlets xérothermiques dont le potentiel seminal n'excède pas cinq ans dans la banque de diaspores (p.ex. *Bromus ercectus*, *Geranium sanguineum*) font leur apparition dans les phases pionnières et post-pionnières. Le passage de la phase post-pionnière à la phase arbustive se manifeste par une mosaïque d'arbustes aux affinités xérothermophiles et d'éléments fragmentaires du *Brachypodium pinnatum-Brometelia*.

### 3.2 - Différenciation structurelle des stades de croissance des taillis-sous-futaie

Les relevés de la structure des formations du *Potentillo albae-Quercetum petraeae* ont été effectués dans la Forêt Communale de Dessenheim, ceux du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* ont eu pour cadre la Forêt Domaniale du Kastenwald et la Forêt Communale de Wolfgangzen.

Les abréviations suivantes ont été utilisées pour décrire les paramètres dans les tableaux avec les résultats

- hmax** : Hauteur de la strate des réserves
- Hhoup** : Hauteur de la base des houppiers dans la strate des réserves
- hdcour** : Rapport hauteur/largeur des couronnes de la strate des réserves
- Fermet (Fermeture)** : Part respective des pixels noirs au sein du cliché
- Densveg1** : Densité de la végétation à 12 m de hauteur (par classes de 10 %)
- Densveg2** : Densité de la végétation à 2 mètres de hauteur (par classes de 10 %)
- Harbus** : Hauteur de la strate arbustive (par classes de 10 cm)
- Hherb** : Hauteur de la strate herbacée (par classes de 10 cm)
- couvherb** : Recouvrement de la strate herbacée (par classes de 10 %)
- I-V** : Répartition par diamètres d'après De Lempis 1951
- Rj** : Rejets et/ou arbustes avec un diamètre à 1,30m > 3 cm

#### 3.2.1 - Les phases structurelles du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*

Les tableaux ci dessous reproduisent la série des relevés de phases du taillis-sous-futaie à *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*, avec en complément les données pour un taillis en milieu analogue. Les peuplements forestiers fermés se caractérisent sur le plan structurel par une double stratification comportant 80 grosses tiges/ha et 1200 rejets/ha. Les grosses tiges ont été utilisées vers la fin de la phase de fruticée, mais la végétation y est très dense en raison de l'en-

vahissement par des rejets. Les conditions pour les espèces héliophiles du Festuco-Brometea, Trifolio-Geranietea et Nardo-Callunetea sont dans cette phase particulièrement défavorables. Dans le peuplement de taillis-sous-futaie riche en bois mort qui a fait l'objet de ces relevés de structure, la coupe a été retardée comme en témoignent certains rejets aux diamètres déjà très importants.

En règle générale, la structure forestière des Galio sylvatici - Carpinetum betuli se distingue de celle du Potentillo albae-Quercetum petraeae par une strate arborescente plus haute, des couronnes plus élancées et à base de houppiers plus élevée ainsi que par un nombre de tiges nettement plus grand dans toutes les phases.

### Phase forestière fermée (n = 6)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
22,5	8,05	2,25	0,53	60	60	2	0,25	30
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
24	48		20		83	1178		2142

### Phase pionnière (n = 3)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	ouvherb
20	6,2	2,8	0,24	30	10	2,3	0,2	30
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
0	0		48		190	285		309

### Phase post-pionnière tardive (Kastenwald) (n = 11)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
20	6,6	2,2	0,25	30	80	2,2	0,5	80
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
6	6		52		78	149		1649

### Phase post-pionnière tardive (Wolfgantzen) (n = 3)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
14	7,2	2,2	0,22	10	30	1,8	0,4	100
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
0	0		48		95	119		1214

### Phase de fruticée tardive (n = 2)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
15,5	n.v.	3,7	0,43	80	85	2,6	0,45	50
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
0	0		0		286	571		1500

### Peuplement de type taillis – Phase forestière (n = 4)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
19	6,5	3,6	0,47	65	40	1,75	0,1	20
I (>60)	II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)	V (<30)		Rj (>3)
0	0		18		36	1357		571

### 3.2.2 - Les phases structurelles du *Potentillo albae-Quercetum petraeae*

Au sein de ces formations, il n'était guère possible de différencier entre une phase pionnière et le passage à la phase post-pionnière. La coupe d'un taillis-sous-futaie se traduit par un peuplement très ouvert dans lequel subsistent 35 réserves/ha et environ 200 baliveaux à diamètre réduit. La strate herbacée se constitue rapidement, avec des taux de recouvrement de plus en plus élevés, alors que l'apparition de la strate arbustive s'opère beaucoup plus lentement que dans le *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*. La

fermeture de cette strate reste modeste, ce qui offre aux espèces héliophiles du *Festuco-Brometea*, *Trifolio-Geranietea* et du *Nardo-Callunetea* encore des conditions propices. Le rapport hauteur/largeur des couronnes toujours faible révèle que dans toutes les phases les chênes peuvent développer une canopée très clairsemée dépourvue de concurrence émanant d'autres espèces.

A titre de comparaison on a également procédé à une comparaison avec la structure d'une clairière cernée par une lisière très touffue. La stabilité qui caractérise cette clairière sur une période prolongée se manifeste par une valeur du rapport hauteur/largeur des couronnes très basse ainsi que par une strate herbacée très distincte.

#### Phase forestière fermée (n = 6)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
15	3,95	1,6	0,61	65	50	2,05	0,1	20
I (>60)		II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)		V (<30)
0		0		35		95		1321
								Rj (>3)
								1130

#### Phase pionnière à phase post-pionnière précoce (n = 11)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
15	4	1,8	0,18	20	10	1,1	0,4	90
I (>60)		II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)		V (<30)
0		0		26		65		168
								Rj (>3)
								669

#### Phase post-pionnière tardive/fruticée précoce (n = 2)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
16,5	6,5	1,7	0,23	30	12,5	1,65	0,55	100
I (>60)		II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)		V (<30)
0		0		107		71		214
								Rj (>3)
								1178

#### Lisière arbustive de clairière – phase forestière clairsemée (n = 2)

H-max	Hhoup	Hdcour	Fermet	Densveg1	Densveg2	Harbus	Hherb	Couvherb
15,5	4,8	1	0,34	35	65	5	0,4	70
I (>60)		II (59-50)		III (49-40)		IV (39-30)		V (<30)
0		36		0		36		107
								Rj (>3)
								2857

### 3.2.3 - La mosaïque de la végétation dans la phase de transition post-pionnière/fruticée

Dans les taillis-sous-futaie multistrates des chênaies on est en présence d'une forte variation des conditions photiques à même le sol, ce qui diffère foncièrement des conditions qui caractérisent les hêtraies pures ou les hêtraies-chênaies gérées en futaies. De ce fait des espèces aux affinités photiques divergentes peuvent se côtoyer à faible distance. La structure du sous-bois et de

la strate arbustive conditionne la luminosité et par conséquent la répartition des plantes au sol. La mosaïque de la végétation commence à se dessiner après l'élimination de la strate arborescente lors de la coupe du taillis-sous-futaie. Des taches à strate herbacée relevant de pelouses xérothermiques alternent avec des arbrisseaux. Des plages arides se forment sous les réserves du fait des pertes dues à l'interception en cas de faible pluie (GEIGER, 1960). Les taillis-sous-futaie de la Hardt se distinguent par des réserves à couvert peu dense. Les formations des pelouses peuvent être décrites à partir des espèces diffé-

rentielles qui se seront dégagées de relevés comparatifs portant sur les zones buissonnantes et les plages enherbées au sein des peuplements du *Potentillo albae-Quercetum petraeae* dépourvus d'une strate arbustive importante (maximum de l'ordre de 30%) traités en taillis-sous-futaie (cf. Tab. 7 : Mosaïque de la végétation dans la phase de transition post-pionnière/fruticée).

Dans les forêts dominées par les chênes pubescents (*Quercus pubescens*) dans la strate arborescente la phase arbustive n'intervient pas avant quatre à huit ans après la coupe comme c'est le cas dans les formations du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*. C'est ainsi que dans le Niederwald de Hirtzfelden et de la Forêt Communale de Dessenheim la transition entre la phase post-pionnière et la fruticée ne s'amorce qu'à partir de la quatrième année et perdure jusque quinze ans après la coupe. Ce n'est qu'à partir de ce moment que le couvert d'arbustes se referme. Cette transition se traduit par une mosaïque végétale présentant de nombreuses lisières internes auxquelles viennent aussi jouxter des ourlets bien développés. Les pelouses peuvent être associées à des groupements fragmentaires du *Brachypodium pinnatum* comportant une forte proportion d'espèces xérophiles, alors que les arbustes appartiennent plutôt au *Pruno-Ligustretum* (cf. REMMERT, 1998). Parmi les ligneux présents dans la strate arbustive et même au sein des pelouses on trouve avant tout des chênes pubescents issus de rejets.

**Tableau 4** : Espèces caractéristiques des pelouses dans une mosaïque végétale en TSF

<i>Allium oleraceum</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>
<i>Betonica officinalis</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>
<i>Bromus erectus</i>
<i>Calamintha clinopodium</i>
<i>Carex caryophylla</i>
<i>Carex flacca</i>
<i>Cerastium arvense</i>
<i>Danthonia decumbens</i>
<i>Euphorbia cyparissias</i>
<i>Festuca questfalia</i>
<i>Galium pumilum</i>
<i>Genista germanica</i>
<i>Geranium sanguineum</i>
<i>Hypericum montanum</i>
<i>Origanum vulgare</i>
<i>Poa angustifolia</i>
<i>Polygala vulgaris</i>
<i>Potentilla rupestris</i>
<i>Primula veris</i>
<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Trifolium alpestre</i>
<i>Veronica officinalis</i>

Le développement notable d'associations de pelouses (*Mesobromion*, *Koelerio-Phleion*) et de molinaies a également été documenté par ZEIDLER (1986) entre des bouquets de ligneux au sein de taillis-sous-futaie de Franconie. Dans la Forêt Communale de Dessenheim des clairières comportant des pelouses permanentes sur substrat acide (*Koelerio-Phleion*) jouxtent directement ces mosaïques végétales décrites ci dessus, avec des transitions où ces diverses formations finissent par se confondre. Les limites entre les pelouses sur substrat acide, les ourlets et les stades boisés s'estompent pendant la phase post-pionnière de ces taillis-sous-futaie. Le développement d'une mosaïque végétale dotée d'espèces xérophiles d'ourlets et de pelouses contribue à une bonne connectivité des pelouses sur substrat acide (*Koelerio-Phleion*) dans la région naturelle de la Hardt. A long terme, cela peut aussi faciliter l'échange progressif d'espèces au travers des différentes phases de l'exploitation des taillis-sous-futaie. L'abandon de la gestion en taillis-sous-futaie aurait pour effet de faire disparaître ces espèces des peuplements forestiers (cf. WESTHUS & HAUPT, 1990), car bon nombre d'entre elles seraient isolées au sein des pelouses xérophiles.

#### 3.2.4 - Espèces des pelouses et ourlets xérophiles au sein des coupes de taillis-sous-futaie

Les pelouses sur substrat acide sont le résultat d'une longue évolution accompagnée d'impacts conjoints de l'homme et de la faune au sein de ces peuplements de forêts sèches. Les forêts étaient encore pâturées de manière intensive jusqu'au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle (TREIBER, 1999a). Il n'y avait alors guère de séparation entre les surfaces à vocation agricole ou forestière. L'impact du pâturage a favorisé l'apparition de clairières permanentes très ensoleillées qui ont pu se maintenir des siècles durant et qui à présent font l'objet du programme Life. Seul un nombre très restreint de clairières comportant des pelouses xérophiles doit son origine à des conditions géologiques, la grande majorité résultant des pratiques pastorales (TREIBER, 1999a).

On a procédé à l'analyse de 229 relevés réalisés par l'auteur et par REMMERT (1998) pour appréhender la présence d'espèces xérophiles (entre autres appartenant au *Festuco-Brometea*, *Sedo-Scleranthetea*, *Geranio-Trifolietea* et *Nardo-Callunetea*). L'état des plantes a été consigné en fonction de la présence ou absence de caractères génératifs (cf. Tab. 4). Ainsi les parterres de coupe du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* renfermaient encore 37 espèces, alors que dans la phase terminale ce nombre était réduit à 19. Au total on a dénombré dans cette formation forestière 41 espèces typiques des pelouses et ourlets xérophiles. Dans les formations à chêne pubescent (*Potentillo albae-Quercetum petraeae*) les parterres de coupe renfermaient 73 espèces xérophiles dont 63 se retrouvaient encore dans la phase forestière. Toutefois une partie de ces dernières n'étaient présentes que sous forme végétative sans vraiment se multiplier. 77 espèces des pelouses et ourlets xérophiles ont été répertoriées dans cette formation.

**Tableau 5** : Présence d'espèces des pelouses et ourlets xérophiles dans les parterres de coupe et dans les stades forestiers de diverses associations de la Hardt

	Type B.diasp.	Galio-Carpinetum		Potentillo-Quercetum	
		Coupe	Forêt	Coupe	Forêt
<b>Nombre d'espèces</b>		37	19	73	63
<i>Agrimonia eupatoria</i>	1	X	.	X	X
<i>Agrostis vinealis</i>	1	.	.	X	o
<i>Ajuga genevensis</i>	2*	X	o	X	o
<i>Allium oleraceum</i>	1	.	.	X	X
<i>Allium sphaerocephalon</i>	1	.	.	X	.
<i>Anthericum liliago</i>	(1)	.	.	X	X
<i>Arabidopsis thaliana</i>	2	X	.	X	.
<i>Arabis hirsuta</i>	1	.	.	X	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	1	X	X	.	.
<i>Avenochloa pratensis</i>	1	.	.	X	o
<i>Avenochloa pubescens</i>	1	.	.	X	o
<i>Betonica officinalis</i>	1	X	.	X	X
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	X	X	X	X
<i>Briza media</i>	1	.	.	X	X
<i>Bromus erectus</i>	1	X	.	X	o
<i>Calamintha clinopodium</i>	2	X	X	X	X
<i>Campanula rapunculus</i>	2	X	.	X	X
<i>Carex caryophylla</i>	2	.	.	X	o
<i>Carex humilis</i>	(2)	.	X	X	X
<i>Cerastium arvense</i>	1	.	.	X	o
<i>Cerastium brachypetalum</i>	1	X	.	.	.
<i>Coronilla varia</i>	(1)	X	.	X	X
<i>Danthonia decumbens</i>	1	.	.	X	X
<i>Dictamnus albus</i>	(1)	.	.	X	X
<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	X	X	X	X
<i>Euphorbia verrucosa</i>	(1)	.	.	.	X
<i>Festuca guestfalica</i>	1	.	.	X	.
<i>Filago vulgaris</i>	(2)	X	.	X	.
<i>Fragaria viridis</i>	1	.	.	X	X
<i>Galium glaucum</i>	(1)	.	.	X	o
<i>Galium pumilum</i>	1	X	.	X	X
<i>Galium verum</i>	1	X	.	X	o
<i>Genista germanica</i>	1	.	.	X	X
<i>Genista sagittalis</i>	2***	.	.	X	X
<i>Genista tinctoria</i>	1	X	.	X	X
<i>Geranium sanguineum</i>	1	.	.	X	X
<i>Helianthemum nummularium</i>	2*	X	o	X	o

	Type B.diasp.	Galio-Carpinetum		Potentillo-Quercetum	
		Coupe	Forêt	Coupe	Forêt
<b>Nombre d'espèces</b>		37	19	73	63
<i>Hieracium pilosella</i>	(1)	.	.	X	o
<i>Hippocrepis comosa</i>	1	.	.	X	.
<i>Hypericum perforatum</i>	2	X	X	X	X
<i>Inula conyza</i>	2	X	X	X	X
<i>Koeleria macrantha</i>	1	.	.	X	o
<i>Koeleria pyramidata</i>	1	.	.	.	o
<i>Lithospermum officinale</i>	(2)	X	.	X	.
<i>Lotus corniculatus</i> ssp. <i>hir-sutus</i>	2	X	.	X	o
<i>Luzula campestris</i>	2	.	.	.	o
<i>Medicago lupulina</i>	2	.	.	X	.
<i>Orchis simia</i>	(1)	.	.	X	.
<i>Origanum vulgare</i>	2	X	X	X	X
<i>Peucedanum alsaticum</i>	(1)	.	.	.	o
<i>Peucedanum cervaria</i>	1	.	.	X	o
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	.	.	X	X
<i>Poa angustifolia</i>	2	X	o	X	o
<i>Polygala vulgaris</i>	2*	X	.	X	o
<i>Polygonatum odoratum</i>	1	.	X	X	X
<i>Potentilla arenaria</i>	2	X	.	X	o
<i>Potentilla argentea</i>	2	X	.	X	o
<i>Potentilla inclinata</i>	(2)	.	.	X	.
<i>Potentilla rupestris</i>	2*	X	.	X	o
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	2	X	.	X	o
<i>Prunella grandiflora</i>	1	.	.	X	o
<i>Prunella laciniata</i>	1	.	.	X	o
<i>Ranunculus bulbosus</i>	2	X	.	X	o
<i>Sanguisorba minor</i>	2	.	.	X	.
<i>Scilla autumnalis</i>	(1)	.	o	X	.
<i>Silene nutans</i>	1	X	o	X	X
<i>Stachys recta</i>	2*	X	.	X	o
<i>Teucrium chamaedrys</i>	2	.	o	X	X
<i>Thalictrum minus</i>	(1)	.	.	X	X
<i>Thymus pulegioides</i>	2	.	.	X	o
<i>Trifolium alpestre</i>	2*	.	.	X	X
<i>Trifolium campestre</i>	2	X	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	1	.	.	X	X
<i>Trifolium rubens</i>	(1)	.	.	X	X
<i>Trifolium striatum</i>	2	.	.	X	.
<i>Valeriana wallrothii</i>	1	X	o	X	X
<i>Verbascum lychnitis</i>	(2)	X	.	X	.

	Type B.diasp.	Galio-Carpinetum		Potentillo-Quercetum	
		Coupe	Forêt	Coupe	Forêt
<b>Nombre d'espèces</b>		37	19	73	63
<i>Vicia angustifolia</i>	(2)	X	o	X	o
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	1	X	X	X	X
<i>Viola hirta</i>	1	X	X	X	X

Classement des types de banques de diaspores (type B. diasp.) d'après Thompson et al. (1997). \* = propres investigations, \*\* = REMMERT (1998), \*\*\* = KRETCHMAR (1994)

1. "Transient and Short-term persistent": La germination des graines dans le sol peut être inférieure à une année mais ne dépasse jamais cinq ans.

2. "Long-term persistent": Les semences sont activables pendant plus de cinq ans

(-) : Type de banque de diaspores inconnu, appartenance probable a été dérivée d'espèces proches et du contexte écologique

Bon nombre d'espèces xérothermophiles inféodées aux clairières à pelouses xérothermiques peuvent persister de manière temporaire ou même permanente dans des peuplements forestiers (cf. TREIBER, 1999a). De ce fait, les forêts sèches représentent un habitat partiel des espèces xérothermophiles et peuvent donc jouer le rôle de relais entre des pelouses xérothermiques.

La suppression des arbustes et arbrisseaux au moment d'une coupe de taillis-sous-futaie s'accompagne au sein des formations du Galio sylvatici-Carpinetum betuli d'une alternance de zones à conditions photiques très contrastées. Par rapport aux parterres de coupes forestières, ce sont 51 % des espèces xérothermophiles des pelouses et ourlets qu'on ne retrouve plus dans la phase boisée de maturation. Il y a lieu d'admettre que bon nombre d'espèces sont victimes de la fermeture du couvert causée par les jeunes pousses de charmes ainsi que par divers rejets. Dans les peuplements plus clairiérés du Potentillo albae-

Quercetum petraeae, seuls 14 % des espèces faisaient défaut par rapport aux relevés sur les parterres de coupe. Ces formations moins fermées dont la strate arborescente est dominée par des chênes offrent des conditions propices pour bon nombre d'espèces xérothermophiles, et ce jusque dans les stades boisés terminaux. Les représentants du Festuco-Brometea ne sont toutefois présents en grande partie que sous forme végétative.

Les différences dans la dynamique végétale se reflètent aussi dans les types de banques de diaspores des espèces des pelouses et ourlets qu'on trouve au sein des peuplements forestiers fermés. C'est ainsi que 57 % des espèces du Potentillo albae-Quercetum petraeae ne disposent apparemment d'aucune banque de diaspores permanente, alors que ce taux tombe à 39 % dans les formations du Galio sylvatici-Carpinetum betuli. Dans ces dernières on peut noter que ce sont les espèces à banque de diaspores permanente qui dominent.

**Tableau 6** : Types de banques de diaspores pour les espèces des pelouses et ourlets xérothermophiles des taillis-sous-futaie

Type de banque de diaspores	Galio sylvatici-Carpinetum betuli (n total= 41)	Potentillo albae-Quercetum petraeae (n total= 77)
Long-term persistent	49 % (n = 20)	35 % (n = 27)
Probablement long-term persistent	12 % (n = 5)	8 % (n = 6)
Transient et short-term persistent	34 % (n = 14)	43 % (n = 33)
Probablement transient et short-term persistent	5 % (n = 2)	14 % (n = 11)

Les espèces héliophiles du Galio sylvatici-Carpinetum betuli sont à moyen terme condamnées à une extinction végétative locale dans la phase de fruticée. Alors qu'on a répertorié 31 espèces des pelouses et ourlets xérothermophiles dans la phase pionnière et post-pionnière, on n'en dénombrait plus que 13 dans la fruticée (cf. tableau 7). Des analyses comparatives des banques de diaspores pour divers stades de la succession en taillis-sous-futaie ont révélé pour la phase forestière d'un peuplement non exploité depuis 90 ans qu'une grande partie des espèces héliophiles des formations du Trifolio-

Geranietea, Festuco-Brometea et du Molinio-Arrhenatheretea avaient disparu de la banque de diaspores (REMMERT, 1998). Les espèces héliophiles privées de banque de diaspores permanente disparaissent plus rapidement des chênaies-charmaies non exploitées que cela n'est le cas pour les chênaies plus clairiérées. Une recolonisation progressive des forêts par l'intermédiaire des parterres de coupe ne pourrait probablement s'opérer qu'après un très long laps de temps. La biodiversité des forêts dans lesquelles les espèces héliophiles feraient défaut serait considérablement plus faible.

**Tableau 7 :** Espèces des pelouses sèches et d'ourlets thermophiles dans les coupes de TSF (2001)

Phase de végétation	Galio-Carpinetum			Potentillo-Quercetum		
	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée
<b>nombre d'espèces</b>	19	26	13	35	50	11
<i>Agrimonia eupatoria</i>	13	.	.	.	6	.
<i>Agrostis vinealis</i>	.	.	.	.	13	.
<i>Ajuga genevensis</i>	75	20	13	100	.	.
<i>Allium oleraceum</i>	.	.	.	20	19	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	25	.	.	.	.	.
<i>Avenochloa pratensis</i>	.	.	.	20	.	.
<i>Betonica officinalis</i>	.	40	13	100	88	20
<i>Brachypodium pinnatum</i>	13	.	25	.	81	100
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	6	.
<i>Bromus erectus</i>	.	.	25	20	50	.
<i>Calamintha clinopodium</i>	25	100	.	100	69	20
<i>Campanula rapunculus</i>	25	60	.	60	6	.
<i>Carex caryophyllea</i>	.	.	.	.	19	.
<i>Carex humilis</i>	.	.	.	.	63	80
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	.	20	31	.
<i>Cerastium brachypetalum</i>	.	20	.	.	.	.
<i>Coronilla varia</i>	.	40	.	20	38	.
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	.	13	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	75	100	63	100	94	40
<i>Festuca guesfalica</i>	.	.	.	.	25	.
<i>Fragaria viridis</i>	.	.	.	80	75	.
<i>Galium pumilum</i>	.	60	.	.	94	.
<i>Galium verum</i>	.	.	25	20	25	.
<i>Genista germanica</i>	.	.	13	.	31	.
<i>Genista sagittalis</i>	.	.	.	.	13	.
<i>Genista tinctoria</i>	.	.	.	.	31	.
<i>Geranium sanguineum</i>	.	.	.	.	25	20
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	40	13	.	13	.
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	6	.
<i>Hypericum perforatum</i>	88	100	50	100	19	.
<i>Inula conyza</i>	63	100	25	80	25	.
<i>Lithospermum officinale</i>	38	80	.	.	6	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	60	.	100	38	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	20	6	.
<i>Origanum vulgare</i>	25	.	.	.	6	.
<i>Peucedanum cervaria</i>	.	.	.	.	6	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	20	6	.
<i>Poa angustifolia</i>	38	60	.	100	38	20
<i>Polygala vulgaris</i>	13	60	.	40	31	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	.	.	.	40	31	.

Phase de végétation	Galio-Carpinetum			Potentillo-Quercetum		
	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée	Pionnière	Post-Pionnière	Fruticée
<b>nombre d'espèces</b>	19	26	13	35	50	11
<i>Potentilla arenaria</i>	.	20	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	63	60	38	40	25	.
<i>Potentilla inclinata</i>	.	.	.	.	6	.
<i>Potentilla rupestris</i>	.	40	.	100	25	.
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	.	20	.	40	13	.
<i>Prunella laciniata</i>	.	.	.	20	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	.	20	.	20	.	.
<i>Scilla autumnalis</i>	.	.	.	20	.	.
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	60	25	.
<i>Stachys recta</i>	.	20	.	60	44	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	60	75	40
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	.	25	.
<i>Thymus pulegioides</i>	38	.	.	.	31	.
<i>Trifolium alpestre</i>	.	.	.	60	44	20
<i>Trifolium campestre</i>	.	40	.	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	.	.	.	.	6	.
<i>Trifolium striatum</i>	.	.	.	20	.	.
<i>Valeriana wallrothii</i>	25	80	.	80	81	40
<i>Verbascum lychnitis</i>	.	.	.	20	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	13	40	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirsutum</i>	13	20	13	20	69	.
<i>Viola hirta</i>	50	100	25	100	100	80

## 4 - Recommandations de gestion

### 4.1 - Préconisations patrimoniales en faveur de la gestion en taillis-sous-futaie

Les chênaies-charmaies figurent parmi les habitats à intérêt communautaire et faisant partie du réseau européen Natura 2000. Les états membres se sont engagés à dresser tous les six ans un rapport rendant compte du statut des habitats répertoriés. Dans les forêts des réserves naturelles de Thuringe on a non seulement relevé un recul des espèces héliophiles des ourlets et des prairies, mais aussi des espèces caractéristiques de l'alliance du Carpinion betuli telles *Potentilla sterilis*, *Carex umbrosa*, des différentielles du Galio sylvatici-Carpinetum betuli telles *Festuca heterophylla*, *Carex montana* et d'autres espèces de ligneux héliophiles (par ex. *Sorbus domestica*, *Tilia cordata*) de même que des représentants des strates plus basses. Ce constat est à mettre en rapport avec l'abandon des pratiques des taillis et taillis-sous-futaie au cours des 30 dernières années (WESTHUS & HAUPT, 1990). Une mutation du spectre floristique des chênaies-charmaies a également été documentée par WESTHUS (1986) et VAN DER WERF (1987). Les modalités de ces mutations au sein de chênaies-charmaies anciennement gérées en taillis-

sous-futaie diffèrent en fonction des conditions de site. *Carex depauperata* est une espèce protégée en Alsace où sa répartition est calquée sur les peuplements de la Hardt gérés traditionnellement en taillis-sous-futaie. L'espèce se reproduit principalement dans des sites encore exploités et se maintient de manière végétative dans la phase boisée. Une régression interviendra dès lors que l'exploitation selon des pratiques traditionnelles aura cessé, d'une part en raison de l'absence de régénération sexuée, d'autre part du fait de la fermeture du couvert.

Dans bien des sites, les chênaies-charmaies doivent à la gestion traditionnelle en taillis-sous-futaie leur extension spatiale, la sécheresse, les gelées tardives ou des engorgements contribuant d'ailleurs aussi à leur développement (cf. MÜLLER, 1992). Les types d'intervention associés à ces pratiques ont favorisé les essences aptes à rejeter (charme, tilleul) et par ce fait aussi des espèces héliophiles des strates arbustives et herbacées, ce qui s'est fait au détriment du hêtre comme essence dominante en Europe et à couvert important. En raison de l'absence de critères bien définis, il n'est pas possible de procéder à une distinction par rapport à des chênaies-charmaies soumises à d'autres conditions de site (substrat/climat) et fortement influencées par l'homme (MÜLLER, 1992). La relation entre le nombre d'espèces, le degré de dominance et

de perturbation universelle est fluide selon le modèle proposé par SCHIESS & SCHIESS-BÜHLER (1997). Le spectre en espèces, la représentativité par rapport à l'unité naturelle et le degré de conservation des chênaies-charmaies diminuent dès lors qu'on renonce à une gestion en taillis-sous-futaie. A terme, on ne pourra plus attribuer le qualificatif de « bon état de conservation » dans le sens conféré par Natura 2000 à ces formations dès lors qu'elles ne feront plus l'objet de ces pratiques impliquant ce type de succession (SSYMANK et al. 1998). Le recul des espèces héliophiles précédera aussi celui des espèces caractéristiques des chênaies-charmaies, ces dernières ne pouvant alors se maintenir que dans des conditions de site particulières telles en lisière le long de chemins forestiers (TREIBER & PURSCHKE, 1993).

Les conséquences de l'abandon de telles pratiques traditionnelles ont été bien documentées pour les taillis à chênes pubescent du Kaiserstuhl (WILMANN & BOGENRIEDER, 1995). Le degré de recouvrement de la strate herbacée y est en net recul depuis 50 ans alors que celui de la strate arbustive a augmenté, le tout s'accompagnant d'une baisse du nombre moyen d'espèces. Des compagnes et espèces caractéristiques à affinité héliophiles régressent fortement. C'est ainsi que les effectifs de *Dictamnus albus* ont été réduits en véritable peau de chagrin, alors qu'OLTMANN (1922) faisait encore état de parquets fleuris qui envahissaient les versants.

La végétation a été marquée par des siècles d'exploitation forestière et s'y est adaptée. La durée des révolutions était de l'ordre de 25 à 30 ans en Alsace. Actuellement elle est passée dans certaines forêts communales dans la tranche de 50 à plus de 100 ans (TREIBER & REMMERT, 1998). Ces pratiques ont créé une mosaïque dans laquelle se juxtaposent divers stades de développement forestier, avec une constance dans le temps mais non en un point donné de diverses phases d'utilisation au sein d'une forêt (« Cycle de mosaïque d'utilisation »). L'association entre des milieux soumis à des interventions et la constance assurée par les réserves ainsi que les divers stades de développement de la végétation constituent le fondement même de la biodiversité des taillis-sous-futaie et des taillis (cf. discussion théorique dans HOBOM & HÄRDTLE, 1997). On peut considérer les taillis-sous-futaie du point de vue de leur gradient naturalité-artificialisation comme « mésohémérobe » (DIERSCHKE, 1994). Ces gradients ne constituent en soi pas un critère de valeur patrimoniale ou pour la valorisation d'habitats dérivés de pratiques historiques. Ils reflètent simplement l'intensité des interventions de l'homme sur les écosystèmes (GRABHERR et al., 1998). Les cycles associés aux taillis-sous-futaie ont pérennisé dans le massif de la Hardt le maintien traditionnel de forêts clairsemées remontant à des époques antérieures au Moyen Age (TREIBER, 1996). Ces diverses pratiques englobaient l'agro-pastoralisme et diverses formes d'utilisation du bois du Moyen-Age jusqu'au milieu du XIXe siècle, avant que la séparation des utilisations forestières et agricoles ne débouchent sur cette gestion régulière en taillis-sous-futaie.

La gestion à caractère dynamique des taillis-sous-futaie où se superposent des parcelles utilisées successivement a créé au cours des siècles des habitats pour des animaux et des plantes qu'elle pérennise dans la mesure où sont renouvelés régulièrement des stades pionniers à concurrence limitée et qui précèdent les stades post-pionniers, les fruticées et le stade arborescent. Pour beaucoup d'auteurs on est en présence des écosystèmes forestiers dont la biodiversité est la plus grande en Europe (cf. ELLENBERG, 1996, SCHULZ, 1986, TREIBER & REMMERT, 1998, ROSSMANN, 1996). Le régime de succession-perturbation propre aux taillis-sous-futaie génère une continuité écologique au sein des peuplements forestiers.

Le spectre en espèces des forêts de la Hardt tire probablement son origine dans la fin de la phase chaude subboréale. Il y a lieu d'admettre que des espèces xérophiles des pelouses, ourlets et forêts ont joué un rôle important dans ces milieux encore peu influencés par l'homme en cette période post-glaciaire. Les plantes sauvages adventices sont venues s'ajouter au chanvre, sarrasin et autres céréales lorsque les coupes ont été utilisées à des fins agricoles (TREIBER, 1996). Des espèces nouvelles ont pu s'établir par la suite grâce à ces pratiques de taillis-sous-futaie. Ces peuplements pourront d'ailleurs à l'avenir, et ce en fonction des contextes climatiques, servir de refuges voire des foyers de dispersion pour des espèces xérophiles.

Une gestion forestière différenciée est à même de servir des objectifs patrimoniaux dès lors qu'on procède par une distinction fonctionnelle et spatiale selon les sites et les modalités des utilisations antérieures à l'échelle de massifs forestiers, voire de régions forestières entières. On peut ainsi faire cohabiter les qualificatifs de « production ligneuse écologique », « forêt soustraite à l'impact de l'homme » et « protection des espèces et des habitats ». On peut attribuer aux taillis-sous-futaie le label du FSC (Forest Stewardship Council 2001) en tant que relique de formes d'utilisation historiques ou de peuplements composés d'espèces menacées. Le principe même du FSC peut ainsi se justifier : « Interventions sylvicoles dans des forêts à grande valeur patrimoniale dont il y a lieu de préserver ou développer les caractéristiques ».

L'importance flagrante des taillis-sous-futaie pour des espèces hautement menacées tels les insectes thermophiles ou des coléoptères ou oiseaux lignicoles n'est plus à souligner (ROSSMANN, 1996 ; SCHIESS & SCHIESS-BÜHLER, 1997, COCH, 1997, TREIBER 2001). Les taillis-sous-futaie de la Hardt constituent un foyer de biodiversité pour les papillons en Alsace. Ainsi, on y a déjà relevé 96 espèces de papillons diurnes dont 78 (Rhopalocera) sont encore présentes actuellement (TREIBER, obs. pers.). Trois espèces présentes dans la Hardt figurent dans la liste FFH (Annexe II). *Eriogaster catax* a été observé dans différents sites du nord de la région naturelle. La Lucane (*Lucane cervus*) est encore très répandue. En revanche, la survie du *Cerambyx cerdo* est hypothétique puisque tributaire de vieux chênes devenus très rares dans cette région naturelle.

#### 4.2 - La gestion en taillis-sous-futaie comme approche dynamique de la protection de la nature

Le maintien des taillis-sous-futaie est à préconiser pour les parties du massif forestier ayant fait l'objet d'une pérennisation de ces pratiques (COCH, 1997) où dont le potentiel pour une contribution à une grande biodiversité est élevé. Dans la région naturelle de la Hardt, il s'agit principalement des formations du Galio-Carpinetum sur substrat sec dans la Forêt Domaniale du Kastenwald, certaines parcelles dans le nord de la Forêt Domaniale de la Harth ainsi que les formations à Potentillo-Quercetum. Sur la base des séries de succession établies pour les formations forestières étudiées, on peut énumérer les points suivants pour promouvoir une approche patrimoniale dynamique en forêt :

- Réactivation des pratiques de gestion en taillis-sous-futaie en promouvant des débouchés pour le bois (par exemple, exploitation par des particuliers, trituration).
- Intégrer l'exploitation forestière dans des concepts socio-économiques à l'adresse des utilisateurs locaux, susciter l'intérêt des particuliers par l'organisation de formations (cours pratiques d'utilisation de tronçonneuses), adjudications, fêtes forestières pour clore une saison de coupe, etc... Il importera de veiller à un rajeunissement de la population de particuliers s'intéressant à l'exploitation du bois.
- Limiter la durée des révolutions dans l'exploitation des parcelles à des périodes de 25 à 30 ans, la limite supérieure étant de 35 ans pour le Galio-Carpinetum et de 45 ans pour le Potentillo-Quercetum.
- Les interventions devraient se succéder par parcelles se jouxtant pour favoriser la dispersion progressive d'espèces de grande valeur patrimoniale et pour promouvoir la connectivité avec les clairières à pelouses xérothermophiles.
- Intégrer également les manteaux arbustifs en lisière de clairière dans ces opérations d'exploitation (coupe partielle et par secteurs entiers) pour faciliter le développement d'ourlets thermophiles et l'installation d'espèces héliophiles. Veiller également à la maîtrise des prunelliers trop envahissants et à développer la connectivité des pelouses sèches avec les parterres de coupes.
- Réduction du recouvrement des réserves à un taux ne dépassant pas 30 % pour générer des ambiances plus xérothermiques dans les phases pionnières et post-pionnières et pour favoriser les insectes thermophiles (cf. WARREN, 1985). Les surfaces dégagées devraient avoir au moins 50 mètres de largeur hors de portée de tout ombrage en provenance du couvert forestier voisin. De ce fait, il convient d'opter pour des parterres de coupe orientés nord-sud d'une largeur d'au moins 100 mètres. Les tailles des coupes devraient être de l'ordre de deux hectares au moins lorsqu'il s'agit de promouvoir des populations d'insectes et de quatre hectares pour l'avifaune des fourrés pré-forestiers (par exemple pie grièche écorcheur, fauvettes grisettes). Le massif géré en taillis-sous-futaie devrait avoir une superficie totale d'au moins 40 à 50 hectares.

- Accorder un soin particulier à des essences rares tels les poiriers et pommiers sauvages, l'alisier torminal et le sorbier, ces espèces devant aussi être maintenues parmi les réserves.
- Laisser sur pied un certain nombre d'arbres dépérissants ou morts pour des espèces inféodées à ces habitats (coléoptères, abeilles sauvages, pics, etc.)

D'autres mesures qu'il conviendrait d'observer au moment des interventions dans les diverses strates sont présentées par ROSSMANN (1996).

La fonction patrimoniale assignée aux taillis-sous-futaie mériterait une meilleure application dans les forêts de protection. Dans le Bade-Wurtemberg 1021 hectares de forêts ont le statut de peuplements à sylviculture «douce» (Schonwälder) dont l'objectif est une gestion en taillis-sous-futaie ou qui sont directement issus de telles pratiques (FVA Bade-Wurtemberg). Pour atteindre les objectifs patrimoniaux divers programmes doivent être mis en œuvre. Des communes ou propriétaires forestiers pratiquant une gestion en taillis-sous-futaie ou qui sont disposés à le faire doivent être soutenus financièrement pour compenser les frais supplémentaires engagés et le manque à gagner. Ces pratiques sont à considérer de manière identique à la gestion paysagère extensive pour le maintien des milieux ouverts. Pour assurer un bon état de conservation de ces chênaies-charmaies au sein des sites Natura 2000 il importera de prévoir des soutiens financiers particuliers, même si ces massifs ne figurent pas parmi les forêts de protection où qu'ils n'ont pas été inventoriés par la cartographie des biotopes forestiers. Lors de toute conversion vers une gestion en taillis-sous-futaie il importera d'associer toutes les synergies et possibilités offertes par la protection de la nature et l'exploitation forestière.

## Bibliographie

- Barkman, J. J., Doing, H., Segal, S. (1964)** : Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. - Acta Bot. Neerl. 13 : 394-419. Amsterdam.
- Beck, P. (1986)** : Der Mittelwald - ein räumliches und zeitliches Mosaik verschiedener Ökosysteme. - AFZ 47 : 1170-1171.
- Brandl, H. (1970)** : Der Stadtwald von Freiburg. - Veröff. Archiv Stadt Freiburg 12. 258 S.
- Bréda, N., Dupouey, J.-L., Pfeiffer, M. (1997)** : Étude taxonomique des chênes de la Forêt Domaniale de la Harth (Haut-Rhin). - Unité ecophysiologie, Equipe phytoécologie, INRA-Centre de Nancy - Observatoire Ecologique de la Harth, O.N.F.-Mulhouse. 49 S.
- Coch, T. & Müller-Bauerfreind (2002)** : Wiederaufnahme des Mittelwaldbetriebes im Opfinger Mooswald - ein Pilotprojekt zum Traditionsbezug multifunktional verstandener Forstwirtschaft. - Naturschutz und Landschaftsplanung. In Druck.
- Coch, T. (1997)** : Spechte (Gattung *Picoides*) und Strukturmerkmale als Wegweiser einer Eigenart bewahrenden Pflege und Entwicklung ehemaliger Mittelwälder. Diss. Universität Freiburg, 240 S.
- Cochet, P. (1977)** : Étude et culture de la forêt - manuel pratique de gestion forestière. - 3. Aufl. 235 S. Nancy.
- Collet, G. (1998)** : L'avenir du taillis sous futaie. - La Forêt privée 241: 26-32.
- De Lempis, F. (1951)** : Volume critique, plan de balivage et composition normale dans les taillis sous futaie. Rev. Forest. 3, H. 9: 552-572
- Dehn, R. (1987)** : Eine integrierte rechnergestützte Methode zur Aufstellung lokaler Sortenmodelle am Beispiel der Baumart Fichte. Diss. Universität Göttingen, 129 S.
- Dierschke, H. (1994)** : Pflanzensoziologie. 683 S. Stuttgart.
- Dubourdieu, J. (1991)** : L'intérêt de la conversion des taillis-sous-futaie en futaie et ses limites. - Revue forestière française 43 (2): 147-162.
- Ellenberg, H. (1939)** : Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. Ebenda 5: 3-135.
- Ellenberg, H. (1996)** : Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. 1095 S.
- Forest Stewardship Council (2001): Deutscher FSC-Standard. Freiburg.
- Grabherr, G., Koch, G., Kirchmeir, H., Reiter, K. (1998)** : Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. - Veröff. des Österreichischen MaB-Programms 17. 493 S.
- Hausrath, H. (1982): Geschichte des deutschen Waldbau** : Von seinen Anfängen bis 1850. - Freiburg : Hochschulverlag. 416 S.
- Hobohm, C. & Härdtle, W. (1997)** : Zur Bedeutung einiger ökologischer Parameter für die Artenvielfalt innerhalb von Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. - Tuexenia 17 : 19-52. Göttingen.
- Kretschmar, F. (1994)** : Zur Bedeutung der Samenbank in Böden unter Wiesengesellschaften. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 6: 179-193. Hannover.
- Müller, T. (1992): Carpinion betuli. In** : Oberdorfer, E. : Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Wälder und Gebüsche, Teil IV. Text- und Tabellenband. 2. Aufl. G. Fischer-Verl.
- Oltmanns, F. (1922)** : Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. 1. Aufl. Textbd. Bad. Schwarzwaldver. Freiburg. Reif, A. (1996) : Die Nieder- und Mittelwälder der Eierberge in Oberfranken : Flora, Vegetation, Bewirtschaftung und Bestandsdynamik. - Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth XXIII: 169-271.
- Remmert, G. (1998)** : Vegetationsdynamik in den Mittelwäldern der elsässischen Harth. Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie, Uni Freiburg.
- Rossmann, D. (1996)** : Lebensraumtyp Nieder- und Mittelwälder. - Landschaftspflegekonzept Bayern II, 13: 302 S. ANL (Edit.). München.
- Rubner, H. (1960)** : Die Hainbuche in Mittel- und Westeuropa: Untersuchungen über ihre ursprüngliche Standorte und ihre Förderung durch die Mittelwaldwirtschaft. - Bppard: Boldt (Forschungen zur deutschen Landeskunde 121. 72 S.
- Schiess, H. & Schiess-Bühler, C. (1997)** : Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordschweiz. - Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landschaft 72 (1). 127 S. Birmensdorf.
- Schulz, U. (1986)** : Mittelwald als Naturschutzobjekt. - AFZ 47: 1175.
- Spaak, J. D., De Lempis F. & Ducray, P. (1987): Que faire des taillis-sous-futaie de Bourgogne? Revue forestière française 39 (1): 45-54.

**Ssymank, A., Hauke, U., Ruckriem, C., Schröder, E. & Messer, D. (1998)** : Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. - Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 53. 560 S. Bonn-Bad Godesberg.

**Sturm, K. (1993)** : Prozeßschutz - ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. - Z. Ökologie u. Naturschutz 2: 181-192.

**Thompson, K., Bakker J. P. & Bakker, M. (1997)** : The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press. 275 pp.

**Treiber, R. & Purschke, C. (1993)** : Stadtwald Hochberg - vegetationskundliche und tierökologische Untersuchung. - Unveröff. Gutachten. im Auftrag der Stadt Mühlacker. 34 S.

**Treiber, R. & Remmert, G. (1998)** : Waldgesellschaften xerothermer Standorte der elsässischen Harth (Frankreich, Haut-Rhin). - Tuexenia 18: 21-50. Göttingen.

Treiber, R. (1998): Vegetation und Tagfalterfauna des Forêt Domaniale de la Harth Süd bei Rixheim / Habsheim und der früheren Parzelle 87. - Unveröff. Gutachten im Auftrag des O.N.F. Mulhouse.

**Treiber, R. (1999a)** : Pflanzensoziologische, bodenkundliche und nutzungsgeschichtliche Untersuchungen zur Entwicklung von Trockenrasen-Gesellschaften der südel-sässischen Harth (Frankreich, Haut-Rhin). - Tuexenia 19: 305-342. Göttingen.

**Treiber, R. (1999b)** : Waldgesellschaften auf Daueruntersuchungsflächen des Forêt Domaniale de la Harth. Pflanzensoziologische Untersuchung im Auftrag des Office Nationale des Forêts (O.N.F.) Mulhouse.

**Warren, M. S. (1985)** : The Influence of shade on butterfly numbers in woodland rides, with special reference to the Wood White *Leptidea sinapis*. - Biological Conservation 33: 147-164.

**Werf, S. van der (1987)** : Die Erfassung von Veränderungen in niederländischen Wäldern nach 25 Jahren und ihre möglichen Ursachen. In: Schubert, R. und Hilbig, W. (Hrsg.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. Teil 3. Mat. Internat. Sympos. Internat. Ver. Vegetationskd. Halle/Saale 1986: 187-201.

**Westhus, W. & Haupt, R. (1990)** : Zum Florenwandel und Florenschutz in waldbestockten Naturschutzgebieten Thüringens. - Hercynia N.F. 27 (3): 259-272. Leipzig.

**Westhus, W. (1986)** : Die Vegetation des Naturschutzgebietes „Zickeritzer Busch“. Naturschutzarb. Bez. Halle u. Magdeburg 23 (2): 37-48.

**Wilmanns, O. & Bogenrieder, A. (1995)** : Die Entwicklung von Flaumeichenwäldern im Kaiserstuhl im Laufe des letzten halben Jahrhunderts. Forstarchiv 66/4: 167-174.

**Zeidler, H. (1986)** : Mittelwald als Lebensraum. - AFZ 47:1169

## RESUME

**La dynamique de la végétation induite par certaines pratiques sylvicoles dans l'unité naturelle de la Hardt contribue à créer une succession de formations végétales.** Le régime du taillis-sous-futaie se traduit par une succession structurelle et floristique comprenant les stades pionniers et post-pionniers et les fruticées qui débouchent sur une phase forestière précédant alors la prochaine utilisation.

**Le stade pionnier de coupe forestière se distingue par l'installation d'espèces annuelles et bisannuelles des classes *Stellarieta media* et *Artemisietea*.** Les taux de recouvrement des strates herbacées peuvent déjà se rapprocher des 90 % dès la deuxième année après la coupe.

La **qualité des formations du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*** figurant parmi les habitats Natura 2000 ne pourra à terme être assurée que par le biais d'une utilisation régulière incluant les phases de coupe de taillis-sous-futaie. Ainsi on pourra aussi respecter les objectifs assignés par la Communauté Européenne visant « un bon état de conservation » de ces formations.

On a relevé des **différences notables de la dynamique végétale entre la formation du *Galio-sylvatici-Carpinetum betuli* d'une part et la formation du *Potentillo albae-Quercetum petraea* d'autre part.** Ces différences portent aussi bien sur la durée des phases de succession, sur l'installation d'espèces xérothermiques au sein des peuplements forestiers ainsi que sur le pouvoir de reproduction et les stratégies de survie d'espèces héliophiles. La formation du *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* est soumise à une forte dynamique floristique, contrairement au *Potentillo albae-Quercetum petraeae* qui se distingue par une grande constance jusque même dans la phase forestière.

**Les phases de coupe forestière ont fait apparaître un grand nombre d'espèces xérothermophiles et d'espèces des ourlets.** 49 % de ces espèces associées au *Galio sylvatici-Carpinetum betuli* sont tributaires des révolutions propres au régime des taillis-sous-futaie. Une association fragmentaire du *Brometalia* se développe au sein de la mosaïque forestière dans la phase post-pionnière de la formation du *Potentillo albae-Quercetum petraeae*.

57 % des espèces xérothermophiles ou des ourlets composant le *Potentillo albae-Quercetum petraeae* ne figurent probablement pas dans la banque de diaspores permanente. Ce taux est en revanche beaucoup plus faible (39 %) pour le *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*. Cette formation forestière comprend donc une forte proportion d'espèces susceptibles d'essaimer à partir de la banque de diaspores. **Les espèces héliophiles non dotées d'une banque de diaspores permanente vont disparaître plus rapidement des chênaies-charmaies non sujettes à des coupes régulières que dans les chênaies beaucoup plus clairiérées.** Les utilisations régulières des parcelles contribuent ainsi à pérenniser la présence d'espèces xérothermophiles et des ourlets au sein des massifs forestiers.

Le régime des taillis-sous-futaie appliqué dans l'unité naturelle de la Hardt contribue à **une interconnection des clairières avec les pelouses xérothermiques des substrats acides** (*Koelerio-Phleion*), ce qui peut favoriser à terme des échanges d'espèces au travers des divers stades des coupes forestières.

Les charmaies à gaillet anthropisées du réseau **Natura 2000** ne pourront conserver leur particularité et répondre ainsi aux visées en matière de conservation exprimées par la CEE que dans le cadre d'un maintien de ces pratiques de régime de taillis-sous-futaie. L'abandon de ces types d'intervention s'est soldé dans d'autres régions par la disparition d'espèces caractéristiques des strates herbacées et arbustives des chênaies charmaies.

Le système dynamique engendré par les pratiques des taillis-sous-futaie impliquant une succession des formes d'utilisation des parcelles forestières a permis à des communautés faunistiques et floristiques particulières de s'y établir et d'y être pérennisées. Ces écosystèmes forestiers comptent ainsi **parmi les plus riches en espèces d'Europe Centrale**. Ces régimes à perturbation répétée et différée permettent d'assurer au sein d'un massif forestier une continuité écologique.

**La laïche appauvrie (*Carex depauperata*)** est une espèce protégée en Alsace qui ne pourrait se maintenir à terme sans ces interventions répétées dans les peuplements forestiers, puisque tributaire de bonnes conditions photiques pour fructifier. D'ailleurs, une étude plus ciblée de l'écologie et de la répartition de cette espèce est souhaitable.

## Tableau 1

*Potentillo-Quercetum*



Stade pionnier de coupe



Stade post-pionnier



Stade arbustif



Stade forestier

**Tableau 2**

*Calio-Carpinetum*



Stade pionnier de coupe



Stade post-pionnier



Stade arbustif



Stade forestier



