

## Conversion de chênaies en futaie régulière : quel impact sur la biodiversité ? Illustration en forêt domaniale de Montargis

*Les guides des sylvicultures des chênaies intègrent à tous les niveaux les grands principes favorables à la biodiversité, en l'état actuel des connaissances. À l'échelle régionale ou du paysage, par exemple, la multiplicité des traitements et des itinéraires proposés contribue à l'expression de la diversité. Les critères de choix du traitement font cependant la plus large part à la futaie régulière et bon nombre de peuplements issus de taillis-sous-futaie seront convertis. Comment les communautés d'espèces réagissent-elles à ce changement de régime ? Les résultats des études du Cemagref en forêt de Montargis sont plutôt rassurants.*

**D**epuis maintenant plus d'un siècle, la majorité des grandes chênaies domaniales françaises sont engagées dans un processus de conversion, dans le but de produire davantage de bois d'œuvre de qualité. Ce passage d'un mode de traitement en taillis-sous-futaie (TSF) à celui de futaie régulière (FR) modifie le régime de perturbations sylvicoles (figure 1), ce qui pourrait avoir des répercussions sur la biodiversité hébergée par ces forêts.

En effet, si ces deux systèmes se caractérisent par des coupes de forte intensité pour l'exploitation du bois, ils se distinguent notamment sur les aspects suivants :

- les coupes de forte intensité sont plus fréquentes en taillis-sous-futaie (20-30 ans) qu'en futaie régulière (180-220 ans), ce qui permet aux peuplements de futaie régulière de bénéficier d'une canopée fermée sur des cinquantaines d'années (en fonction de la sylviculture) et d'atteindre un fort volume sur pied en fin de cycle sylvicole, et ce à l'échelle de la parcelle forestière ;
- mais, en contrepartie, le régime de taillis-sous-futaie assure une

continuité en arbres adultes sur la parcelle au cours du temps, grâce aux réserves de futaie irrégulière, qui coexistent avec le taillis ; au contraire, la futaie régulière implique une disparition d'assez longue durée (plusieurs dizaines d'années) des arbres adultes à l'issue de la phase de régénération ;

- ces deux types de traitements peuvent enfin créer des conditions d'habitat différentes pour les espèces, notamment en termes de structure et de composition en essences des peuplements.

Par ailleurs, la conversion progressive depuis le siècle dernier a généré des peuplements transitoires, issus de taillis-sous-futaie et en attente de conversion vers la futaie régulière, qui sont toujours fréquents aujourd'hui (cf. figure 1). Depuis des décennies, ces peuplements d'anciens taillis-sous-futaie subissent un régime de coupes de faible intensité pour préparer la conversion (épuisement du taillis, régularisation). Ils conjuguent donc une continuité temporelle en arbres adultes sur la même parcelle, une relative fermeture de la canopée

depuis une cinquantaine d'années et un degré de maturité élevé (i.e. un fort volume sur pied).

Quelles sont alors les conséquences de ces changements de sylviculture sur la biodiversité ? La disparition de la canopée lors de la phase de régénération en futaie régulière a-t-elle un impact à plus long terme sur la biodiversité ? La longueur du cycle de futaie régulière est-elle bénéfique à la biodiversité ?

### Principes de l'étude

Différents scénarios peuvent être envisagés selon les exigences autécologiques et la capacité de dispersion des espèces d'un groupe taxonomique donné (cf. Gosselin, 2004, Bergès, 2004, Gosselin et al., 2006).

L'hypothèse la plus optimiste serait que les espèces soient peu sensibles aux changements d'habitats induits par les coupes de régénération, ou seulement temporairement défavorisées. Cette dernière possibilité impliquerait que la reconstitution des peuplements adultes lors du cycle de futaie

régulière permette aux espèces affectées par les coupes de régénération de retrouver un habitat qui leur convienne dans les stades ultérieurs du cycle. Cela suppose que tous les stades de maturité des peuplements soient représentés et accessibles à l'échelle du massif forestier (longueur suffisante du cycle sylvicole, répartition équilibrée des classes d'âge, surface suffisante des parcelles), et que la capacité de dispersion des organismes ne soit pas un facteur limitant. Dans ces conditions, le cycle sylvicole de futaie régulière devrait alors favoriser certaines espèces qui ont besoin de grandes surfaces de peuplement âgé au couvert arborescent dense.

Cependant, il est possible que les espèces forestières observables aujourd'hui soient adaptées au régime sylvicole des siècles passés. Ainsi, on peut s'attendre à ce que certaines espèces soient adaptées à des grandes perturbations fréquentes (régime du TSF) et ne puissent supporter des phases fermées prolongées, comme c'est le cas pour de nombreuses plantes vasculaires.

À l'inverse, on peut aussi s'attendre à ce que les espèces dépendantes des arbres adultes et à faible capacité de dispersion ne puissent ni survivre localement à l'étape d'exploitation et de régénération du peuplement mature, ni se déplacer au sein du massif pour trouver refuge dans d'autres peuplements forestiers adultes lors de la disparition locale de la canopée. Si tel était le cas, les anciens taillis-sous-futaie devraient alors encore abriter ces espèces, du fait de la continuité temporelle en arbres adultes sur la même parcelle, contrairement à la futaie régulière.

Enfin, il est possible que certaines espèces ne retrouvent dans aucun des stades de futaie régulière les conditions favorables à leur existence.

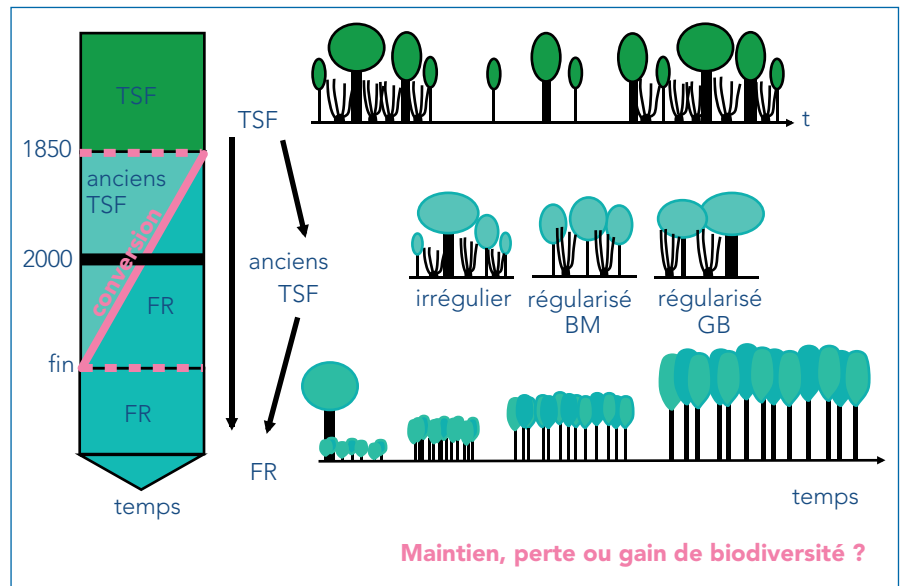


Fig. 1 : la conversion progressive des anciens taillis-sous-futaie en futaie régulière fait actuellement coexister différents types de peuplements au sein d'un même massif de chênaie

### Appréhender la biodiversité en tenant compte de la pluralité des réactions à la conversion

Ainsi, pour tenir compte de la pluralité des réactions attendues, il est utile d'appréhender la biodiversité à travers différents groupes taxonomiques. Les mêmes questions suivantes ont donc été abordées sur trois groupes taxonomiques distincts, en partageant une grande partie du plan d'échantillonnage pour la flore les coléoptères carabiques et les papillons de nuit (figure 2 page suivante) sur le même site d'étude de la forêt domaniale de Montargis, dans le Loiret (chêne acidophile du domaine atlantique, cf. Jarret, 2004) :

- Les coupes de régénération, initiant le cycle de futaie régulière, provoquent-elles la perte d'espèces présentes dans des témoins d'anciens taillis sous futaie ?

- Ces espèces sont-elles capables de recoloniser les peuplements lors de la reconstitution de la strate arborescente, au cours du cycle sylvicole de futaie régulière ?

- La durée du cycle sylvicole de futaie régulière permet-elle à des communautés de se différencier sous forme de succession ?

- Cette succession permet-elle de reconstituer les communautés présentes avant les coupes de régénération ?

- Les différents groupes taxonomiques réagissent-ils de manière contrastée à de tels changements ?

### Trois groupes taxonomiques retenus

Les trois groupes taxonomiques étudiés ont été choisis à partir d'un compromis entre raisons écologiques (cf. ci-dessous), compétences disponibles et facilité d'échantillonnage. Ils diffèrent selon les moteurs d'organisation de leurs communautés (variété des niveaux trophiques, des modes de dispersion et de reproduction, des exigences autécologiques, etc.) :

- les plantes vasculaires (phanérogames et ptéridophytes)<sup>1</sup> (Chevalier, 2003), généralement sensibles à la compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments ;

- les Coléoptères carabiques<sup>2</sup> (Richard, 2004), groupe d'insectes diversifié tant sur le plan taxinomique qu'écologique, principalement prédateur, sensible aux changements de micro-habitats (température, humidité, ouverture,

<sup>1</sup> échantillonnées par quadrat de 400 m<sup>2</sup> sur 96 placettes en 1999.

<sup>2</sup> échantillonnés par pièges à fosse sur 100 placettes en 1999.

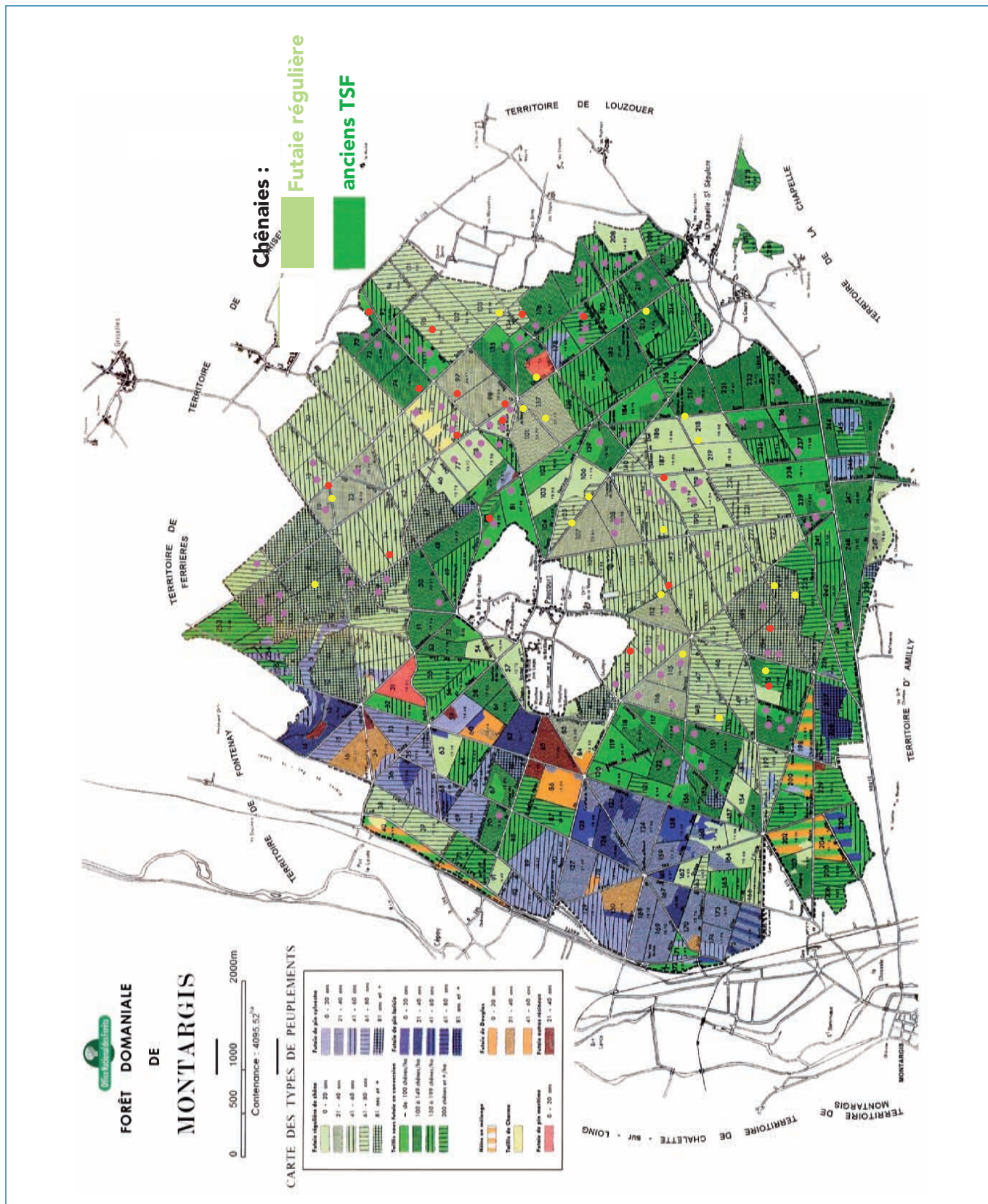


Fig. 2 : plan d'échantillonnage de la flore, des coléoptères carabiques et des papillons de nuit dans les chênaies de la forêt domaniale de Montargis

Les placettes sont indiquées par un point rose pour la flore et les coléoptères carabiques, jaune pour les papillons de nuit et rouge quand elles sont communes aux trois groupes. Les peuplements à base de chêne (anciens TSF et futaie régulière) apparaissent en vert foncé ou vert clair, les tons de violet clair et foncé, orange, rosé ou rouge représentant des peuplements résineux (dans l'ordre : pin sylvestre, pin laricio, douglas, pin maritime et autres résineux)

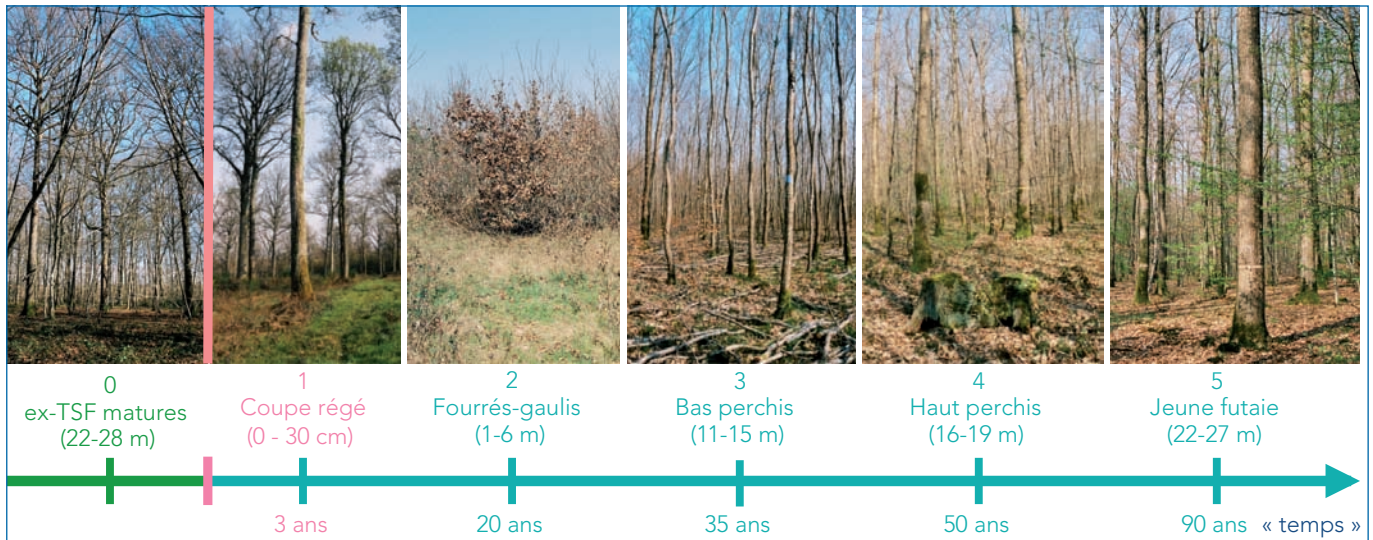


Fig. 3 : comparaison de stades sylvicoles de futaie régulière, en référence aux anciens taillis-sous-futaie

type de sol, etc.) et dont la capacité de dispersion dépend de l'aptitude au vol des individus ;

■ les Lépidoptères hétérocères<sup>3</sup>, ou papillons de nuit (Bonneil, 2005), groupe d'insectes encore peu étudié bien qu'extrêmement riche en espèces, notamment forestières, et qui interagit fortement avec les communautés végétales (herbivorie, pollinisation).

Les communautés floristiques et entomologiques ont été comparées de manière synchronique entre, d'une part, des peuplements forestiers issus de taillis-sous-futaie et en attente de conversion vers la futaie régulière (anciens taillis-sous-futaie) et, d'autre part, quatre ou cinq stades sylvicoles<sup>4</sup> de futaie régulière (3 à 100 ans), allant jusqu'à la moitié du cycle sylvicole indiqué dans l'aménagement (figure 3). Nous présentons ici une synthèse générale de l'ensemble des résultats, en renvoyant le lecteur aux études respectives pour plus de détail sur chacun des groupes taxonomiques.

### Réponse des communautés aux coupes de régénération et au cycle sylvicole de futaie régulière

#### Perturbation puis succession décalée pour les Coléoptères carabiques

À court terme (20 ans), les coupes de régénération perturbent diversement

les communautés de carabiques des anciens taillis-sous-futaie (en abondance ou présence/absence des espèces) :

- elles pénalisent certaines espèces associées aux stades plus matures de la forêt, notamment les espèces forestières généralistes et les espèces forestières à faible capacité de vol ;
- elles favorisent d'autres espèces, notamment des espèces non-forestières, qui colonisent les peuplements en régénération d'autant plus rapidement et d'autant plus fortement que leur capacité de vol est élevée.

À moyen terme (100 ans), les coupes de régénération initient une succession décalée des espèces de carabiques au cours de la première moitié du cycle sylvicole. Les deux tiers des espèces montrent en effet une préférence marquée pour l'un des stades de futaie régulière, et se caractérisent par des profils successionnels précoce, intermédiaire ou tardif (Richard *et al.*, 2004 ; Richard et Gosselin, 2005) (figures 4 et 5 page suivante). Notamment, les espèces forestières augmentent en abondance au cours du cycle, tandis que les espèces non-forestières diminuent en abondance. Ces patrons ne varient pas selon la capacité de vol des espèces, ce

qui laisse penser que la capacité de dispersion des espèces forestières serait suffisante au sein du massif pour que les populations puissent recoloniser les perchis et les jeunes futaies quelques décennies après la coupe de régénération.

#### Perturbation puis succession décalée pour les Lépidoptères nocturnes

La coupe d'ensemencement perturbe négativement les communautés de Lépidoptères nocturnes : la fréquence ou l'abondance d'un grand nombre d'espèces ainsi que la richesse et l'abondance de la majorité des groupes écologiques diminue suite à la coupe, ce qui se traduit par la chute de la richesse spécifique et de l'abondance totales (figure 4).

Au cours du cycle sylvicole, la composition spécifique évolue pour se rapprocher, en jeune futaie vers 100 ans, de la composition d'avant la coupe d'ensemencement. La richesse et l'abondance totales augmentent dans les stades jeunes pour atteindre un maximum en bas perchis vers 40 ans puis tendent à diminuer légèrement jusqu'en jeune futaie où leurs valeurs d'origine sont retrouvées. La majorité des espèces sont indifférentes à la coupe et ne varient pas au cours

<sup>3</sup> échantillonnés par piège lumineux sur 35 placettes en 2003.

<sup>4</sup> quatre pour la flore et cinq pour les Coléoptères carabiques et les papillons de nuit.




	Réponse à court terme (20 ans)	Réponse à moyen terme (100 ans)	
<b>Flore vasculaire</b> 	☺ positive pour la plupart des groupes écologiques	☹ diminution continue de la richesse spécifique totale, y compris pour les espèces sciaphiles	succession emboîtée des espèces
<b>Carabiques</b> 	☹ négative pour les forestières généralistes et forestières à faible capacité de vol ☺ positive pour les non forestières	☺ augmentation de l'abondance forestières ☹ baisse de l'abondance des non forestières ☺ reconstitution des communautés	succession décalée des espèces
<b>Lépidoptères nocturnes</b> 	☹ négative pour la plupart des groupes écologiques	☺ richesse spécifique et abondance totales maximales en bas-perchis (45 ans) puis légère chute ☺ reconstitution des communautés en jeune futaie	succession décalée avec beaucoup d'espèces indifférentes

Fig. 4 : réponse, à court et moyen terme, à la coupe de régénération pour les trois taxons étudiés Insérer la figure 5




Taxons	1 coupe de régénération	2 fourré-gaulis	3 bas perchis	4 haut perchis	5 jeune futaie
<b>Flore vasculaire</b> 	X	4 espèces indifférentes			
		10 espèces			
		8 espèces			
		14 espèces			
		7 espèces			
		5 espèces			
		1 espèce			
<b>Coléoptères carabiques</b> 	8 espèces indifférentes				
	8 espèces				
	1 espèce				
	9 espèces				
	4 espèces				
<b>Lépidoptères nocturnes</b> 	76 espèces indifférentes				
	3 espèces				
	6 espèces				
		8 espèces			

Fig. 5 : profils successionnels des espèces le long du cycle sylvicole de futaie régulière

En saumon : espèces à profil pionnier ; en vert : espèces à profil intermédiaire ; en bleu : espèces à profil plutôt tardif ; en gris : espèces à profil tardif. Les deux premiers types de profils pour les plantes sont tronqués, indiquant que ces espèces n'ont pas été trouvées dans les autres stades.

du cycle, mais certaines ont des réponses contrastées, avec notamment 8 espèces à profil tardif (figure 5).

Les réponses des groupes écologiques étudiés suivent celle de la communauté entière, y compris pour les espèces supposées favorisées par la coupe, à savoir les espèces de milieux ouverts ou espèces liées aux herbacées. Néanmoins, des tendances permettent de séparer les espèces en deux grands groupes :

- les espèces les plus défavorisées par la coupe d'ensemencement à court et à long terme sont les forestières, celles liées aux ligneux, les monophages<sup>5</sup> et les Géométrides, moins aptes à la dispersion ;
- les espèces les moins défavorisées sont les eurytopes<sup>6</sup>, celles liées aux herbacées, les polyphages<sup>7</sup> et les Noctuelles, plus aptes à la dispersion.

La similarité de réponse des groupes écologiques (sauf pour les espèces lichénophages) à la coupe d'ensemencement est surprenante mais elle pourrait s'expliquer par des conditions écologiques pénalisant toutes les espèces (microclimat, qualité du feuillage, prédation et parasitisme), ou peut-être aussi diminuant la capacité de détection des espèces au piège lumineux (prédation accrue à la lumière).

On observe donc une assez grande similarité de réponse des Coléoptères carabiques et des Lépidoptères nocturnes à la coupe de régénération et au cycle sylvicole. L'impact négatif de la coupe de régénération par rapport aux anciens taillis-sous-futaie est cependant encore plus marqué pour les papillons de nuit que pour les carabiques. La succession décalée des communautés, marquée par la présence de profils d'espèces précoces, intermédiaires et tardifs, signifie que tous les stades sylvicoles échantillonnés, notamment les plus tardifs, sont utiles pour conserver la biodiversité de ces deux taxons. La

fermeture du couvert de la strate arborescente semble notamment être une condition déterminante pour les espèces forestières.

### Succession emboîtée pour la flore

En revanche, les coupes de régénération ont un effet positif sur la plupart des groupes biologiques ou écologiques de la flore (figure 4). Après cette phase favorable, le nombre d'espèces diminue de manière continue au cours du cycle sylvicole (figure 5), ce qui correspond à un modèle de succession emboîtée. Ces résultats sont nets pour la flore herbacée mais moins prononcés pour les espèces ligneuses.

Si le premier tiers du cycle de futaie régulière est favorable à la biodiversité de la végétation du sous-bois, le début du second tiers laisse présager une forte érosion, y compris pour les espèces forestières sciaphiles. L'effet de l'ouverture partielle lors des coupes régulières d'éclaircie paraît insuffisant pour compenser cette tendance décroissante. Il semblerait que les régénérations par coupes progressives produisent un niveau de perturbation favorable à la flore, alors qu'une fois passé le stade perchis, le faible niveau de perturbation nuise au maintien de la plupart des espèces.

En conséquence, le retour de certaines plantes au début du cycle suivant pourrait être compromis : il s'agit des espèces forestières, qui ne disposent que de faibles capacités de dispersion ou de persistance sous forme de graines dans le sol (Van Calster *et al.*, 2008). Si les tendances observées à la fin de la première moitié du cycle se poursuivent, elles pourraient décliner pendant la seconde moitié au point de ne pas pouvoir réapparaître lors de la coupe de régénération suivante, si l'effet des lisières comme sources de ces espèces s'avère insuffisant pour aider à la recolonisation effective. Ainsi le groupe des

espèces forestières pourrait s'être appauvri au début du second cycle de futaie régulière par rapport au premier cycle. En revanche, les espèces de milieux ouverts ou de stades pionniers seront *a priori* toujours présentes dans le paysage et disposent de capacités de dispersion suffisantes pour profiter des ouvertures fortes.

### Réponse à la conversion des anciens taillis-sous-futaie en futaie régulière

Malgré ces réponses hétérogènes de la biodiversité à la régénération et à la croissance des peuplements de futaie régulière, les trois études montrent une faible rémanence des effets de la perturbation initiale sur cette biodiversité, à l'échelle de la centaine d'années.

Au cours de la première moitié du cycle sylvicole de futaie régulière, la composition des communautés de carabiques converge vers son état d'avant les coupes de régénération (anciens taillis-sous-futaie). Plus précisément, chacune des espèces, et notamment les espèces défavorisées par la coupe et les forestières aptes ou non au vol, atteint ou dépasse, dans un des stades sylvicoles de futaie régulière, son niveau d'abondance observé dans les anciens taillis-sous-futaie matures.

Pour les Lépidoptères nocturnes, au stade de la futaie régulière le plus âgé (jeune futaie), seule une espèce (*Lymantria monacha*) ne retrouve pas le niveau d'abondance observé dans les anciens taillis-sous-futaie, alors que la plupart des espèces et des groupes écologiques défavorisés par la coupe d'ensemencement regagnent, voire dépassent, leur niveau d'avant la coupe d'ensemencement.

Cela signifie que même si les coupes de régénération pénalisent à court terme certaines espèces de carabiques ou de papillons de nuit, ces

<sup>5</sup> espèce monophage : se nourrissant sur des espèces végétales appartenant à un seul genre.

<sup>6</sup> espèce eurytope : rencontrée dans plusieurs types d'habitat.

<sup>7</sup> espèce polyphage : se nourrissant sur des espèces végétales appartenant à plusieurs familles.

dernières ne semblent pas avoir de difficultés à recoloniser les peuplements forestiers adultes issus de ces coupes de régénération. La qualité de l'habitat semble donc similaire entre les stades subadultes de futaie régulière et les stades matures des anciens taillis-sous-futaie. De même, la capacité de dispersion de ces taxons ne semble donc pas non plus un obstacle à la persistance de ces espèces à l'échelle du massif forestier, pourvu que la proportion de peuplements adultes soit comparable au niveau actuel.

Pour la flore, si la première moitié du cycle de futaie régulière s'avère nettement plus favorable à la biodiversité floristique que l'ensemble des anciens taillis-sous-futaie, cette différence est légèrement inversée lorsqu'on compare des peuplements de structure similaire dans chacun des modes de traitement (stade de jeune futaie en futaie régulière et peuplement régularisé Bois Moyen pour les anciens taillis-sous-futaie). Six espèces – essentiellement des ligneux – sont significativement moins abondantes en jeune futaie qu'en ancien taillis-sous-futaie de structure équivalente, contre deux espèces dans le cas contraire. De même, lorsqu'on compare la richesse spécifique et l'abondance des groupes écologiques de la flore entre ces deux peuplements, les seuls résultats significatifs sont en faveur des anciens taillis-sous-futaie, avec notamment une richesse en ligneux plus élevée. Une partie de ces différences pourrait être liée au plus fort couvert de hêtre dans le sous-étage des jeunes futaies dans la mesure où cette variable a un effet négatif sur la diversité de beaucoup de groupes de la flore. Une autre partie pourrait venir de différences intrinsèques, qui seraient le reflet de l'appauvrissement de la flore au cours du cycle de futaie régulière : le niveau de diversité floristique serait plus faible en fin de demi-cycle de futaie régulière qu'en anciens taillis-sous-futaie.

## Discussion

Soulignons tout d'abord que **les résultats de cette étude sont globalement rassurants**. En effet, contrairement à des collègues américains ou belges (cf. par exemple Duffy et Meier, 1992 ou Godefroid *et al.*, 2005 pour la flore du sous-bois), nous n'avons pas trouvé d'effet très négatif à long terme de la conversion des anciens taillis-sous-futaie en futaie régulière. Cela vaut pour les trois groupes taxonomiques étudiés nous notons seulement un appauvrissement marqué de la flore au cours du cycle de futaie régulière, après une phase d'enrichissement importante en début de cycle. Cependant il ne faut pas se méprendre sur l'interprétation de ces résultats. En première lecture il serait tentant de conclure que la première partie du cycle de futaie régulière est «suffisante» à la prospérité de la très grande majorité des espèces étudiées et qu'il faudrait (pour pallier le déclin présumé de la flore en seconde partie de cycle) se presser de réduire la durée de rotation des chênaies atlantiques. Ce serait une erreur à ce stade des connaissances : nous avons seulement constaté à Montargis que la qualité et la variété des habitats développés durant la première moitié du cycle de futaie régulière convient à la grande majorité des taxons étudiés. Cela ne signifie pas que de tels habitats seront effectivement occupés dans un paysage très rajeuni par rapport au paysage actuel : nos résultats sont en effet conditionnels à l'environnement actuel – entre autres sur le plan de la structure des classes d'âges. Les recherches actuelles en biologie des populations – et notamment la notion de métapopulation – nous enseignent qu'un habitat de bonne qualité peut ne pas être occupé par un taxon si le paysage alentour lui est défavorable. En cas de raccourcissement de la durée

de rotation, le sort des espèces forestières de carabiques et de lépidoptères nocturnes est incertain. Si cette évolution était envisagée, il serait prudent compte tenu de nos résultats de mettre en place une procédure d'évaluation, dans le cadre d'une gestion adaptative active (Cordonnier et Gosselin, 2009) qui permettrait la comparaison avec le cycle actuel.

Enfin, il est difficile de prédire les effets de la conversion de la chênaie à plus long terme, au-delà de 100 ans et après plusieurs cycles de futaie régulière. Dans un domaine aussi complexe que celui des écosystèmes forestiers, il convient, avant de porter des conclusions définitives, d'élargir ce type de travaux à d'autres forêts, avec notamment des stades de futaie régulière plus âgés et de véritables taillis-sous-futaie, et à des contextes stationnels, climatiques et historiques plus variés. On peut par exemple imaginer que l'historique sylvicole ancien de la forêt de Montargis a déjà sélectionné les espèces capables de résister à l'exploitation forestière, auquel cas, les espèces forestières à faible capacité de dispersion et dépendantes de la présence d'arbres âgés ont peut-être déjà disparu ou trop fortement régressé pour être détectées dans nos études.

Les trois taxons étudiés réagissent différemment aux étapes de la conversion, ce qui illustre la nécessité d'étudier plusieurs compartiments taxonomiques lorsque l'on s'intéresse à la biodiversité. Par ailleurs, l'étude d'autres groupes du vivant, davantage liés aux gros bois et au bois mort comme les insectes saproxyliques, les champignons et les bryophytes, pourrait révéler des espèces pénalisées par la conversion des taillis-sous-futaie en futaie régulière. Enfin, des études pluriannuelles seraient bienvenues pour les insectes.

## Conclusions

Au cours du cycle sylvicole de futaie régulière, nous avons observé que les premiers stades sont les plus favorables à la flore, alors que pour les carabiques et les papillons de nuit, tous les stades ont leur importance car ils hébergent des cortèges d'espèces différents. La fermeture de la canopée et la maturation des peuplements sont bénéfiques aux espèces les plus forestières de ces deux taxons entomologiques, mais défavorables aux plantes vasculaires. Du point de vue successional, un massif aménagé en futaie régulière offre ainsi une diversité d'habitats effectivement valorisée par les espèces de carabiques et de papillons de nuit.

Par comparaison aux anciens taillis-sous-futaie matures, les coupes de régénération qui amorcent le cycle de futaie régulière ont un impact fort sur la biodiversité au terme de 20-30 ans. Cet impact est positif pour la flore, variable selon les espèces de carabiques mais plutôt négatif pour les espèces forestières et plutôt négatif pour les papillons de nuit. De manière plus globale, malgré ces réactions contrastées entre taxons et entre espèces d'un même taxon, et mises à part quelques exceptions (*Lymantria monacha*, *Hyacinthoides non scripta*), la conversion des anciens taillis-sous-futaie en futaie régulière ne semble pas menacer la biodiversité de la flore herbacée, des Coléoptères carabiques et des Lépidoptères nocturnes au terme de 100 ans, et à l'échelle d'un massif forestier comme celui de Montargis.

Malgré les limites de nos résultats, certaines recommandations peuvent d'ores et déjà être formulées pour la gestion.

■ Les résultats hétérogènes entre groupes taxonomiques conduisent à rechercher un compromis dans la répartition spatiale et temporelle des coupes et des stades jeunes au sein du massif, de manière à préserver à

la fois les espèces favorisées par les stades jeunes (flore et espèces non forestières de carabiques) et celles favorisées par les stades adultes (espèces plus forestières de carabiques et papillons de nuit).

■ La persistance de certaines plantes forestières soumises en futaie régulière à un épisode de fermeture longue et totale du couvert pose problème. La faible durée de vie de leurs graines dans le sol rend improbable leur réapparition lors des coupes de régénération suivantes et leur faible capacité de dispersion limite leurs perspectives de recolonisation depuis les parcelles environnantes. En revanche, leur survie dans la parcelle pourrait être facilitée par le maintien de trouées tout au long de la vie du peuplement (en tirant parti des trouées de chablis générées par les tempêtes, par exemple) et/ou par le contrôle de l'abondance du hêtre, notamment dans les jeunes futaies. L'idéal serait alors de faire cohabiter, à l'échelle du massif, des parcelles ainsi maintenues légèrement ouvertes pour favoriser la flore vasculaire et des parcelles au couvert bien fermé, qui favoriseront les carabiques forestiers et les papillons nocturnes.

De telles recommandations se rapprochent de celles, plus générales, exprimées dans des synthèses bibliographiques (cf. Gosselin, 2004, Bergès, 2004, Gosselin et al., 2006), comme faire varier les modes de traitement à l'échelle régionale (ou au niveau du massif forestier), pour assurer une variété des régimes de perturbations et des successions ligneuses associées.

**Emmanuelle DAUFFY-RICHARD**

**Laurent BERGÈS**

**Philippe BONNEIL**

**Richard CHEVALIER**

**Frédéric GOSELIN**

Unité de Recherches Écosystèmes

Forestiers — UR EFNO

Cemagref, Nogent-sur-Vernisson

prenom.nom@cemagref.fr

## Remerciements

Nous tenons ici à remercier :

- les services de l'ONF qui nous ont permis de mener ces études dans la forêt domaniale de Montargis, et notamment Pascal Jarret pour l'intérêt qu'il a porté à nos travaux ainsi que François Chieze et Gilles Deboisse qui nous ont fourni des informations précieuses pour la construction des plans d'échantillonnage ;
- les collègues du Cemagref qui ont co-encadré les études (Jacques Lhonoré †) ou aidé sur le terrain et au laboratoire (notamment Jean-François Abgrall, Christophe Bouget, Guillaume Le Goff, Véronique Linz et Carl Moliard) ;
- les collaborateurs scientifiques de cette étude, principalement Hans van Calster, B. Van Wyngene et Martin Hermy de l'Université Catholique de Leuven, Kris Verheyen de l'Université de Ghent (Belgique) ainsi que Jean-François Ponge du Muséum National d'Histoire Naturelle.

## Bibliographie

BERGÈS L., 2004. Rôle des coupes, de la stratification verticale et du mode de traitement sur la biodiversité. In Gosselin M., Laroussinie, O. (Eds), Gestion Forestière et Biodiversité : connaître pour préserver – synthèse bibliographique. Cemagref Editions, Antony. pp. 149-215

BONNEIL P., 2005. Diversité et structure des communautés de Lépidoptères nocturnes en chênaie de plaine dans un contexte de conversion vers la futaie régulière. Thèse de Doctorat, Ecologie, Muséum National d'Histoire Naturelle. 227 p.

CHEVALIER R., 2003. Sylviculture du Chêne et biodiversité végétale spécifique. Étude d'une forêt en conversion vers la futaie régulière : la forêt domaniale de Montargis

(45). Mémoire pour l'obtention du diplôme de l'École Pratique des Hautes Études. Cemagref, Nogent-sur-Vernisson. 111 p.

CORDONNIER T., GOSSELIN F., 2009, La gestion forestière adaptative : intégrer l'acquisition de connaissances parmi les objectifs de gestion. *Revue Forestière Française*, vol. 61 n° 2, pp. 131-144

DUFFY D.C., MEIER A.J., 1992, Do Appalachian herbaceous understoreys ever recover from clearcutting?. *Conservation biology*, vol. 6, n° 2, pp. 196-201

GODEFROID S., RUCQUOIJ S., KOEDAM N., 2005, To what extent do forest herbs recover after clearcutting in beech forest? *Forest Ecology and Management*, vol. 210, n° 1-3, pp. 39-53

GOSSELIN F., 2004. Imiter la nature, hâter son œuvre? Quelques réflexions sur les éléments et stades tronqués par la sylviculture. *In* Gosselin M. et Laroussinie O. (Eds),

Gestion Forestière et Biodiversité : connaître pour préserver — synthèse bibliographique. Coédition GIP Ecofor — Cemagref Editions, Antony. pp. 217-256

GOSSELIN M., VALADON A., BERGÈS L., DUMAS Y., GOSSELIN F., BALTZINGER C., ARCHAUX F., 2006. Prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière : état des connaissances et recommandations. Cemagref, Nogent-sur-Vernisson. 161 p.

JARRET P., 2004. Guide des sylvicultures. Chênaie atlantique. Lavoisier – Office National des Forêts. 335 p.

RICHARD E., 2004. Réponse des communautés de carabiques à la conversion en futaie régulière de chêne : aspects écologiques et méthodologiques. Thèse de Doctorat, Sciences de l'Environnement, ENGREF, Paris. 446+164 p.

RICHARD E., GOSSELIN F. ET LHONORÉ J., 2004. Short-term and mid-term response of ground

beetle communities (*Coleoptera, Carabidae*) to disturbance by regeneration felling. *In* Honnay O., Bossuyt B., Verheyen K. et Hermy M. (Eds), *Forest Biodiversity : Lessons from history for conservation*. Oxon, UK, IUFRO Res. Ser. CAB International, pp. 179-192

RICHARD E. ET GOSSELIN F., 2005. Ecological traits : surrogates for short-term carabid response to regeneration felling of mature oak stands? *In* Serrano J.G. et Ruiz C. (Eds), XII European Carabidologists Meeting, «Ground beetles as a key group for biodiversity conservation studies in Europe», Murcia, Spain. Nausicaä Edicion Electronica, S.L., pp. 85-92

VAN CALSTER H., CHEVALIER R., VAN WYNGENE B., ARCHAUX F., VERHEYEN K., HERMY M., 2008. Long-term seed bank dynamics in a temperate forest under conversion from coppice-with-standards to high forest management. *Applied Vegetation Science* n° 11, pp. 251-260



F. Chièze, ONF

Jeune futaie de 100 ans en forêt domaniale de Montargis