

## GESTION FORESTIERE, NATURALITE ET BIODIVERSITE FOREST MANAGEMENT, NATURALNESS AND BIODIVERSITY

Coordinateur scientifique :  
Frédéric GOSSELIN  
Irtsea, UR EFNO, équipe biodiversité  
Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson  
[frederic.gosselin@irstea.fr](mailto:frederic.gosselin@irstea.fr)

*Auteurs du rapport :*  
Gosselin, F.<sup>1</sup>, Paillet, Y.<sup>1</sup>, Gosselin, M.<sup>1</sup>, Durrieu, S.<sup>5</sup>  
Larrieu, L., Marrell, A.<sup>1</sup>, Lucie, X.<sup>5</sup>, Boulanger, V.<sup>2</sup>, Debaive, N.<sup>3,4</sup>,  
Archaux, F.<sup>1</sup>, Bouget, C.<sup>1</sup>, Gilg, O.<sup>3</sup>, Rocquencourt, A.<sup>1</sup>,  
Drapier, N.<sup>4</sup>, Dauffy-Richard, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irstea, UR EFNO, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson, France

<sup>2</sup> Office National des Forêts, Département Recherche et Développement, Boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau, France

<sup>3</sup> Réserves Naturelles de France, 6 bis, rue de la Gouge CS 60100, 21803 Quétigny Cedex, France

<sup>4</sup> Office National des Forêts, Direction Forêts et Risques Naturels, 6, avenue de Saint-Mandé 75570 Paris Cedex 12, France

<sup>5</sup> UMR TETIS - Irstea, Maison de la Télédétection en Languedoc-Roussillon 500, rue J.F. Breton BP 5095, 34196 Montpellier Cedex 05, France

### Synthèse du rapport final 8 novembre 2014

Numéro de contrat MEDDE/MAAF : 10-MBGD-BGF-1-CVS-092, n°CHORUS 2100 214 651



## Contexte général

L'extension raisonnée du réseau de réserves forestières (réserves biologiques et réserves naturelles à dominante forestière) fait partie des mesures adoptées par la Stratégie Nationale pour la Biodiversité pour améliorer la biodiversité forestière métropolitaine française. Au regard de la littérature scientifique, la non-exploitation favoriserait une partie de la biodiversité forestière menacée par la gestion forestière traditionnelle (notamment la biodiversité inféodée aux gros arbres morts et sénescents et aux stades âgés). Néanmoins, les connaissances qui sous-tendent ce choix font défaut :

(i) trop peu de publications scientifiques concernent les forêts tempérées d'Europe de l'Ouest et encore moins les forêts françaises ;

(ii) la différence de biodiversité entre forêts exploitées et non-exploitées dépend fortement du groupe taxinomique considéré ; or les groupes a priori les plus sensibles à l'exploitation forestière (insectes saproxyliques, champignons lignicoles, bryophytes, lichens) ont été peu étudiés en Europe tempérée ;

(iii) les facteurs qui expliquent l'écart de biodiversité entre forêts exploitées et forêts non exploitées restent la plupart du temps au stade d'hypothèses. Or, si l'on souhaite pouvoir conserver ces pans de biodiversité en dehors des réserves, il faudrait savoir quelles sont les variables déterminantes : sont-ce des variables de structure des peuplements, différentes entre forêts exploitées et réserves, ou bien, avant tout et irrémédiablement, le caractère "exploité" ou "non-exploité" ou encore la durée depuis la dernière exploitation ?

(iv) certaines études souffrent de problèmes méthodologiques comme le non-contrôle du contexte stationnel entre forêts exploitées et non exploitées.

L'extension du réseau de réserves forestières rejoint ainsi les nombreuses politiques concernant la biodiversité qui sont mises en œuvre sur la base de concepts ou d'idées consensuelles, mais dont le fondement empirique est mince et l'efficacité pratique peu connue (Sutherland *et al.*, 2004).

## Objectifs généraux du projet

D'envergure nationale, le projet « Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité » (GNB ; <http://gnb.irstea.fr>) a pour objectif principal d'étudier l'impact de l'arrêt d'exploitation forestière dans le réseau des réserves forestières intégrales sur la structure des peuplements et sur la biodiversité. Les résultats de notre étude seront confrontés à une méta-analyse effectuée au niveau mondial sur le sujet.

Notre projet vise par ailleurs à identifier statistiquement quels facteurs expliquent le mieux les variations de différentes parties de la biodiversité des espèces entre des zones exploitées et non exploitées, parmi :

- **la naturalité « anthropique »** : le fait de soustraire les peuplements non-exploités à la perturbation anthropique induite par l'exploitation du bois, qui a une composante temporelle (arrêt de l'exploitation ; durée depuis cet arrêt...) et spatiale (proximité et quantité de réserves dans le paysage) ;

- **la naturalité « biologique et écologique »** : la présence d'éléments structuraux typiques des stades matures de forêts non exploitées tels que le bois mort (qualité et quantité) ou les cavités... ;

- **l'abondance, la composition et la structure du peuplement arboré ;**

- **des facteurs temporels à large échelle (régime de perturbation de la canopée) ;**

- **la pression des grands herbivores sauvages (cerf et chevreuil notamment)** : les impacts d'ongulés sauvages peuvent être positifs ou négatifs, directs ou indirects en fonction de plusieurs facteurs (groupes taxinomiques, échelles temporelles et spatiales).

Pour remplir ces deux premiers objectifs, le projet GNB incorpore un volet méthodologique fort, relatif à :

- l'analyse des effets observateurs sur certains relevés de biodiversité et d'indicateurs indirects ;
- l'analyse de l'effet de la surface de peuplement observée sur le relevé de l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) ;
- la mise au point d'une méthode d'analyse diachronique de photos aériennes pour reconstituer le régime de perturbation du couvert forestier sur les dernières décennies ;
- la mise au point et le test de méthodes statistiques utiles au projet, notamment des méthodes prenant en compte l'autocorrélation spatiale.

### **Quelques éléments de méthodologie (et éventuelles difficultés rencontrées)**

Fin 2012, le plan d'échantillonnage comprenait 213 placettes (Figure 1) réparties sur 15 massifs forestiers dont 9 en hêtraie-chênaie-charmaie de plaine et 6 en hêtraie-sapinière-pessière de montagne. Chacun des massifs comprenait une partie en réserve intégrale et une autre en forêt exploitée pour le bois. Ces types de forêts représentent 40 % de la surface des forêts françaises.

La pré-sélection des massifs reposait sur plusieurs critères :

1. arrêt d'exploitation forestière supérieur à 20 ans dans la réserve forestière ;
2. types de stations similaires entre les forêts exploitées et non-exploitées ;
3. essences autochtones dominantes dans les peuplements étudiés.

Au sein de chaque massif, les placettes ont été tirées au sort sur un maillage carré de 100x100 m. Les placettes sont appariées entre zone exploitée et non-exploitée en fonction de la station : altitude, exposition et description rapide du type de sol.

Sur chacune des placettes, en plus d'autres variables écologiques (Indice de Biodiversité Potentielle sur certains massifs, pression d'abrutissement...), nous avons relevé le peuplement d'arbres et divers paramètres associés (micro-habitats notamment) suivant un protocole inspiré du Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (Bruciamacchie, 2005). Ce dernier est basé sur la superposition de placettes à géométrie variable : placettes concentriques, à angle fixe, transects. Ces différents types d'échantillonnage permettent d'optimiser le relevé des arbres selon leur position (debout, au sol), leur vitalité (mort, vivant) ou leur diamètre.

Nous avons par ailleurs pu estimer la durée depuis la dernière exploitation à partir des documents de gestion et de la connaissance des gestionnaires pour presque toutes les placettes.

En parallèle, des relevés de l'abondance ou de la présence des espèces de 7 groupes taxinomiques ont été effectués sur chacune des placettes : bryophytes, champignons lignicoles, plantes vasculaires, coléoptères saproxyliques et carabiques, oiseaux et chauves-souris – ces dernières ont été relevées uniquement en plaine pour des raisons de sécurité.

L'analyse de ces données s'est appuyée sur des méthodes statistiques innovantes, visant à dépasser le simple cadre de la significativité en donnant des informations sur le sens et la magnitude de la relation entre facteurs explicatifs et biodiversité (en développant la notion de relation négligeable ou non-négligeable). C'est à l'aune de ce choix que doit être interprétée cette synthèse, c'est-à-dire que nous discuterons essentiellement les relations que nous avons qualifiées de « fortes » (ou dit autrement non-négligeable).

## Résultats obtenus

### Des développements méthodologiques importants

Le projet a été l'occasion de mises au point ou d'adaptations de protocoles en collaboration entre gestionnaires et chercheurs. Des protocoles ont notamment été développés pour le relevé des bryophytes et des champignons lignicoles. Ces protocoles ont été réfléchis pour permettre une analyse à plusieurs échelles. Ils pourront être réutilisés par les gestionnaires dans d'autres projets ou dans le cadre de la gestion courante.

Les collectes de données pour estimer l'effet observateur sur les relevés bryologiques et les relevés d'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) ont été effectués. Ils ont impliqué plus d'observateurs que prévu pour l'IBP. Les analyses sont en cours pour l'IBP mais pour la partie bryologique les analyses ont montré que la principale source de variations entre observateurs concernait la détection des espèces sur le terrain. Elle était bien expliquée par la familiarité de l'observateur avec l'espèce, ouvrant ainsi la voie d'une prise en compte de ces effets dans les analyses statistiques.

L'analyse de l'effet de l'échelle sur l'IBP a globalement conforté le choix des concepteurs de l'IBP de mesurer l'IBP sur au moins 1 ha pour des notations à l'échelle placette.

Le développement d'un protocole pour quantifier les perturbations du couvert forestier vise à développer sur le massif de Fontainebleau des Modèles Numériques de Surface et à analyser l'évolution temporelle de la hauteur de la canopée afin de détecter les ouvertures de la canopée et de retracer l'historique de ces perturbations. Les données devraient être disponibles dans les semaines qui viennent pour les massifs de Fontainebleau, Chizé et Auberives.

Enfin, pour la partie statistique, nos résultats ont mis en évidence à la suite d'autres travaux l'intérêt des méthodes bayésiennes pour prendre en compte la dépendance spatiale des données (Saas & Gosselin, Sous Presse). Les résultats de ce travail ont été pris en compte dans la méthode d'analyses des données multi-taxonomiques, en même temps que différentes formes de relation entre variables explicatives et biodiversité (relations quadratiques, à effet seuil ou sigmoïdales en plus de la classique relation linéaire).

### Quantifier et mieux comprendre la réponse de ces groupes taxinomiques à l'arrêt de l'exploitation forestière

La structure des peuplements se révèle être très différente entre les forêts exploitées et non exploitées : les forêts non-exploitées abritent du bois mort et des très gros arbres (diamètre  $\geq 67.5$ cm) en beaucoup plus grande quantité (Pernot *et al.*, 2014). A titre d'exemple, le volume de bois mort moyen est de 51 m<sup>3</sup>/ha en forêt non-exploitée contre 11 m<sup>3</sup>/ha en forêt exploitée. Ces différences apparaissent beaucoup plus fortes en forêt de plaine qu'en forêt de montagne.

A l'inverse, la différence de pression d'herbivorie était faible entre forêts exploitées et non-exploitées, avec un niveau légèrement plus fort en forêt non exploitée. Néanmoins, la pression d'herbivorie avait un effet sur le recouvrement et la richesse en espèces de la flore, qui était négatif pour les ligneux et positif pour les herbacées.

Nous avons par ailleurs mené une nouvelle méta-analyse mondiale, faisant suite à la méta-analyse européenne de Paillet *et al.* (2010). Nous avons analysé l'impact de l'arrêt de l'exploitation forestière sur la richesse spécifique de différents groupes taxinomiques dans 110 publications scientifiques en forêts tempérées et boréales. Les deux principaux groupes qui répondaient fortement et significativement à l'arrêt de l'exploitation étaient les champignons et les bryophytes (mousses). Les

oiseaux avaient aussi une réponse significativement positive à l'arrêt de l'exploitation, mais plus faible. Le résultat était inverse pour la flore vasculaire – effet significatif négatif mais faible. Comparé à la première méta-analyse, pour les coléoptères saproxyliques et carabiques, l'effet n'était plus significatif dans cette analyse mondiale.

Les données du projet GNB donnaient globalement des résultats cohérents avec ceux de la méta-analyse mondiale au niveau des groupes taxonomiques, mais un peu moins significatifs. L'arrêt de l'exploitation et les variables directement associées à la mise en réserve – durée depuis l'arrêt de l'exploitation et surface de réserve ou distance à la réserve – avaient des effets forts principalement sur la richesse en espèces de deux groupes écologiques : les champignons menacés d'extinction et les bryophytes forestières. Ces effets allaient dans le sens d'un effet positif de l'arrêt de l'exploitation. Pour la richesse spécifique des autres groupes, les effets étaient souvent faibles. Ils n'étaient jamais forts et négatifs.

Globalement, on expliquait mieux les variations de biodiversité si on remplaçait ces variables associées à l'arrêt de l'exploitation par des variables associées au bois mort, aux très gros bois ou aux micro-habitats. Les variables associées au bois mort avaient des effets forts et positifs sur les deux catégories de champignons lignicoles analysées et sur les bryophytes forestières. Les effets étaient faibles pour les autres groupes, sauf pour les chiroptères et les Coléoptères saproxyliques pour lesquels nous ne pouvons pas conclure. Nous avons par ailleurs mis en évidence que l'IBP était relié positivement et fortement à la richesse des champignons lignicoles et des bryophytes forestières. Un seuil autour de la note 30 d'IBP a été estimé pour les champignons lignicoles. Certains autres seuils ont été aussi identifiés (très gros bois, volume de bois mort et de très gros bois mort), mais avec une imprécision de l'estimation assez importante.

Les analyses par taxon ont identifié d'autres variables dominantes comme la surface terrière du peuplement (effet positif sur la richesse des Coléoptères carabiques et négatif sur la richesse de la flore vasculaire en plaine ; effet positif de la richesse en pièces de bois morts et de l'ouverture du peuplement pour les Coléoptères saproxyliques ; effet positif du volume de bois mort sur la richesse des oiseaux et des chauve-souris). Ces résultats étaient globalement assez cohérents avec ceux de l'analyse multi-taxon quand on considérait la magnitude de la relation, ces relations étant globalement faibles. Les analyses faites espèce par espèce indiquent assez clairement que la composition des communautés de Coléoptères saproxyliques diffèrent entre forêts exploitées et forêts non-exploitées puisque 25% des espèces testées ont une différence d'abondance significative entre ces deux types de forêts, avec autant d'espèces préférant les forêts exploitées que d'espèces préférant au contraire les forêts non-exploitées. Des différences du même type, apparemment fortes en magnitude, ont été aussi détectées sur les oiseaux et les chiroptères.

### **Implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, valorisation**

- Implications pratiques :

Les résultats du projet GNB corroborent une partie des mesures mises en place en faveur de la biodiversité forestière en France : D'une part, ils montrent l'intérêt du réseau de réserves intégrales pour certains taxons (champignons saproxyliques, bryophytes) et leur composante typiquement forestière (bryophytes forestières). Ces résultats sont cohérents avec la bibliographie internationale.. Ils suggèrent en outre, toujours pour les champignons saproxyliques et les bryophytes, un effet positif des réserves non seulement au sein des réserves, mais aussi dans le paysage environnant. D'autre part, ils montrent aussi l'intérêt de pratiques préconisées en gestion courante hors réserve, en complément du réseau de réserves

(création d'îlots de vieillissement ou de sénescence, augmentation des quantités de bois mort et des très gros bois). Il y a tout intérêt à poursuivre ces pratiques, sachant que la présence de gros et vieux arbres par exemple favorise la richesse en microhabitats autant en forêt exploitée qu'en réserve (c'est un des résultats mis en évidence par le projet), et sachant que ces éléments structuraux liés au bois mort et aux gros bois favorisent la richesse de certains taxons sur l'ensemble de notre jeu de données (forêt exploitées et réserves).

A l'inverse, d'autres mesures souvent préconisées en faveur de la biodiversité ne trouvent pas de justification dans les résultats du présent projet: c'est le cas par exemple de la richesse en essences.

Notre projet a montré que les meilleurs modèles explicatifs de la richesse en espèces concernent les variables liées à la mise en réserve et celles liées au bois mort et aux très gros bois : cela conforte l'utilisation des indicateurs de biodiversité associés tels qu'utilisés dans les indicateurs de gestion forestière durable. ().

Ces résultats mettent en évidence qu'une partie de la biodiversité seulement est fortement favorisée par ces mesures. Il est important de noter que cette composante de la biodiversité est peu étudiée par ailleurs et ne fait pas actuellement l'objet de suivis en France.

- **Recommandations :**

Le projet GNB promeut une approche quantitative et multi-taxonomique de la relation entre variables écologiques liées à la gestion forestière et biodiversité. Il est important de ne pas s'arrêter à la seule significativité statistique des effets, mais d'évaluer la magnitude pour des variations des facteurs explicatifs qui soient envisageables dans le cadre d'une gestion courante ou d'une gestion conservatoire. Le dialogue doit se poursuivre entre chercheurs et gestionnaires pour interpréter ensemble ces résultats et discuter de la faisabilité de leur transfert dans la pratique.

Certains seuils ont été identifiés pour certaines variables (volume de bois mort et très gros bois mort ; surface terrière de très gros bois vivant ; IBP). Il faudra les discuter d'une part en fonction de leur pertinence pour la gestion, d'autre part en fonction de la précision de leur estimation (le seuil est estimé de façon assez précise pour l'IBP, mais pas pour les autres variables).

Pour l'application quantitative à la gestion, les modèles développés pourront être utilisés pour évaluer les effets de différents scénarios de gestion sur la biodiversité : pour l'instant, nous avons évalué la magnitude des effets pour de variations « standards » de chaque variable explicative (leur écart-type en l'occurrence). Il serait intéressant d'envisager différents scénarios avec d'autres niveaux de variations envisagés par les gestionnaires.

En ce qui concerne l'amélioration des mesures déjà préconisées ou des indicateurs actuels de gestion durable, il est important de prendre en compte non seulement le volume total de bois mort, mais aussi le volume de très gros bois morts.

Enfin, les analyses pourraient aller plus loin si l'on disposait de données naturalistes plus structurées, en particulier de bases de traits adaptées au contexte français. Par exemple, nous n'avons pas pu analyser les effets sur les espèces rares ou menacées de bryophytes, faute de données nationales sur ce trait. Ce point rejoint notre remarque selon laquelle les taxons qui répondent le plus aux aspects de naturalité anthropique (réserve) et biologique (bois mort, gros et vieux bois) sont peu étudiés : tout cela milite en faveur de suivis de ces groupes importants pour la biodiversité forestière. Le réseau de placettes du projet GNB et son extension en cours dans le cadre du contrat Etat-ONF pourraient être intégrés au sein d'un réseau plus vaste en vue d'un suivi diachronique.

- Réalisations pratiques et valorisation : (cf. liste ci-dessous)

### **Partenariats mis en place, projetés, envisagés**

Le projet a été l'occasion en premier lieu de consolider les partenariats gestionnaires / chercheurs pour la conception, la réalisation et la mise en œuvre d'une recherche de terrain en lien étroit. Répondant à la demande des gestionnaires, et en collaboration avec eux, des protocoles ont été développés (inventaires bryologiques et mycologiques) et en partie testés, notamment en termes d'effet opérateur (inventaire bryologique et microhabitats). Ce partenariat se poursuivra sans doute au-delà du projet.

Les inventaires des bryophytes a permis de nouer un partenariat sur cette problématique avec l'Université du Québec en Abitibi- Témiscamingue (UQAT). Un partenariat a été établi avec le MNHN et un site du projet a été utilisé pour l'inventaire des aradides (Marchal et al. 2013).

Le plan d'échantillonnage et les données acquises dans le cadre du projet servent de support à d'autres projets de recherche en cours :

- GNB-sol, coordonné par Irstea Grenoble (L. Cecillon) qui vise à quantifier l'influence de l'abandon de gestion sur le carbone du sol ;
- « Construction et potentiel indicateur d'indices de structure forestière à plusieurs échelles » (CONSPIIRE) coordonné par Irstea Nogent (Y. Paillet) en partenariat avec Irstea Grenoble et Aix en Provence, qui vise à analyser plus finement l'influence de la structure forestière sur la biodiversité ;
- Une partie des relevés non triés liés au piégeage des coléoptères carabiques a été transmis à un collègue allemand (T. Blick, Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt) pour détermination des arachnides.

Par ailleurs, les données recueillies pourront être intégrées à des bases de données européennes et servir à une valorisation à plus large échelle, notamment sur la thématique des microhabitats, des coléoptères saproxyliques ou encore de la flore vasculaire.

**Liste des opérations de valorisation et de transfert issues du contrat (articles de valorisation, participations à des colloques, enseignement et formation, communication, expertises...)**

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bouget, C., Larrieu, L., Brin, A., 2014. Key features for saproxylic beetle diversity derived from rapid habitat assessment in temperate forests. <i>Ecological Indicators</i> 36, 656-664.</li> <li>2. Bouget, C., Larrieu, L., Nusillard, B., Parmain, G., 2013. In search of the best local habitat drivers for saproxylic beetle diversity in temperate deciduous forests. <i>Biodiversity and Conservation</i> 22, 2111-2130.</li> <li>3. Bouget, C., Parmain, G., Gilg, O., Noblecourt, T., Nusillard, B., Paillet, Y., Pernot, C., Larrieu, L., Gosselin, F., 2014, sous presse. Does a set-aside conservation strategy help the restoration of old-growth forest attributes and recolonization by saproxylic beetles? <i>Animal Conservation</i>. 17, 342-353.</li> <li>4. Gosselin, F., 2012. Improving approaches to the analysis of functional and taxonomic biotic homogenization: Beyond mean specialization. <i>Journal of Ecology</i> 100, 1289-1295.</li> <li>5. Marchal, L., Paillet, Y., Guilbert, E., 2013. Habitat characteristics of Aradidae (Insecta: Heteroptera) in two French deciduous forests. <i>Journal of Insect Conservation</i> 17, 269-278.</li> <li>6. Parmain, G., Dufrêne, M., Brin, A., Bouget, C., 2013. Influence of sampling effort on saproxylic beetle diversity assessment: Implications for insect monitoring studies in European temperate forests. <i>Agricultural and Forest Entomology</i> 15, 135-145.</li> <li>7. Saas, Y., Gosselin, F., 2014. Comparison of regression methods for spatially-autocorrelated count data on regularly- and irregularly-spaced locations. <i>Ecography</i>, 37, 476-489.</li> <li>8. Toïgo, M., Paillet, Y., Noblecourt, T., Soldati, F., Gosselin, F., Dauffy-Richard, E., 2013. Does forest management abandonment matter more than habitat characteristics for ground beetles? <i>Biological Conservation</i> 157, 215-224.</li> <li>9. *Vuidot, A., Paillet, Y., Archaux, F., Gosselin, F., 2011. Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. <i>Biological Conservation</i> 144, 441-450.</li> </ol>
Publications scientifiques à paraître	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. *Paillet, Y., Coutadeur, P., Vuidot, A., Archaux, F., Gosselin, F., 2015. Strong observer effect on tree microhabitats inventories: a case study in a French lowland forest. <i>Ecological Indicators</i>, 49, 14-23.</li> </ol>
Publications scientifiques prévues	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baltzinger, C., Mârell, A., Rocquencourt, A., et al. Variations in food preferences within and across sites in managed and unmanaged temperate forests. <i>Forest Ecology and Management</i>.</li> <li>2. Bouget, C., Gosselin, F., Brin, A. Empirical shape of the relationship between deadwood and associated biodiversity - an investigation using Species-Area Relationships (SARs) models.</li> <li>3. Bouvet, A., Paillet, Y., Archaux, F., Tillon, L., Denis, P., Gilg, O., Gosselin, F. Comparing the effects of forest structure, management abandonment and landscape on birds and bats.</li> <li>4. Durrieu, S., Lucie X., Gosselin F., Madiou C., Characterizing gaps dynamics in forest areas from time series of archived aerial images</li> <li>5. Durrieu, S., Véga, C., Bouvier, M., Gosselin, F., Renaud, J.P., St-André, L., Optical remote Sensing of tree Height, Book Chapter for the Remote Sensing HandBook.</li> <li>6. Gosselin at al. Lessons learned from managed and unmanaged forests on multi-taxa responses to forest naturalness and management.</li> <li>7. Gosselin, F., Voiry, H., Delabye, S., Debaive, N., Paillet, Y. Wood-inhabiting fungi diversity response to management abandonment: a spatio-temporal perspective.</li> <li>8. Gosselin, M. et al. in prep. Diversity of ground and epiphytic bryological flora in managed and unmanaged forests: effects of management and stand structure characteristics.</li> <li>9. Gosselin, M. et al. in prep. Reliability of forest bryological censuses: observer effect influences far more detection than identification rates.</li> <li>10. Ha, M., Gosselin, M., Cartier, D., Voiry, H., Gosselin, F. et al. Tree scale level biodiversity of bryophytes and fungi links with dead wood and tree stand attributes.</li> </ol>



11. Larrieu, L. et Gosselin, F. Estimating the observer effect on the measurement of an indirect indicator of taxonomic biodiversity: the Potential Biodiversity Index (PBI).
12. Mårell, A., Baltzinger, C., Rocquencourt, A., et al. Effects of large herbivores on ground flora in managed and unmanaged temperate forests: effects on structure, composition and diversity. *Forest Ecology and Management*.
13. Paillet et al. How forest management abandonment influences biodiversity? A worldwide meta-analysis in boreal and temperate forests.
14. Paillet, Y., Archaux, F., Boulanger, V., Bouget, C., Debaive, N., Denis, P., Gilg, O., Tillon, L., Gosselin, F. Linking tree microhabitats to biodiversity: a multi-taxonomic approach in managed and unmanaged forests.
15. Paillet, Y., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F. Tree microhabitats diversity in managed and unmanaged French forests.
16. Paillet, Y., et al. Ground flora in managed and unmanaged forests: effects of forest management and structure on floristic diversity and trophic indices.
17. Paillet, Y., Pernot, C., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F. Quantifying the recovery of old-growth forest attributes: lessons from management abandonment.
18. Parmain et al. How does the surrounding proportion of forest reserves affect local saproxylic beetle assemblages in forest landscapes?

#### COLLOQUES

- |  |   |
|--|---|
| Participations passées à des colloques | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bouget, C. ; Brin, A. ; Brustel, H. ; Larrieu, L. ; Moliard, C. ; Nusillard, B. ; Noblecourt, T. ; Parmain, G. ; Soldati, F. ; Valladares, L. 2012. In search of the best local habitat drivers for saproxylic beetle richness...A case study in temperate deciduous forests. International Workshop on biodiversity research in beech forests with focus on Germany, Nationalpark Bavarian Forest (Germany), 19-21 Octobre 2012</li> <li>2. Bouvet, A., Paillet, Y., Tillon, L., Archaux, F., Gilg, O., Gosselin, F. (2013). Le bois mort, élément structurant des communautés d'oiseaux et de chauves-souris ?. In : <i>Naturalité, vers une autre culture des eaux et des forêts</i>, Chambéry, France, 17-20 Septembre 2013.</li> <li>3. Debaive, N., Paillet Y., Pernot, C., Boulanger, V., Hirbec, P, Drapier, N. Duchamp, L., Gosselin F., Bruciamacchie M., Gilg, O (2013). Première évaluation à grande échelle du volume de bois mort dans les réserves forestières françaises. In : <i>18e Forum des gestionnaires : les suivis écologiques, quelle contribution à la gestion et à l'évaluation de la biodiversité ?</i> Paris, France, 28 Mars 2013.</li> <li>4. Debaive, N., Paillet, Y., Pernot, C., Boulanger, V., Drapier, N., Gilg, O., Hirbec, P., Gosselin, F. (2013). Structure and biodiversity in managed and unmanaged forests: a comparison based on the strict forest reserves network in France. In: <i>Symposium for Research in protected areas</i>, Mittersill, Autriche, 10-12 Juin 2013.</li> <li>5. Gosselin F., Boulanger, V., Debaive, N., Gilg, O., Gosselin, M., Dauffy-Richard, E., Archaux, F., Bouget C., Paillet, Y. (2013) Quels premiers enseignements de l'étude de la biodiversité des forêts après au moins 20 ans de non-exploitation en France ?. In : <i>Naturalité, vers une autre culture des eaux et des forêts</i>, Chambéry, France, 17-20 Septembre 2013.</li> <li>6. Gosselin, F. (2013) Pour une approche multi-taxonomique quantitative, comparative et contextualisée, Journées BGF multi-taxonomiques, Bordeaux, Juin 2013.</li> <li>7. Gosselin, F., Boulanger, V., Debaive, N., Gilg, O., Gosselin, M., Dauffy-Richard, E., Archaux, F., Bouget, C. &amp; Paillet Y. (2014) Une approche multi-sites au coeur de GNB. Journée BGF sur les approches multi-sites, Paris, 30/01/2014.</li> <li>8. Gosselin, M., Cartier, D., Dumas, Y., Gautrot, T., Paillet, Y., Ritz, F., Archaux, F., Gosselin, F. (2011) Comparer la biodiversité entre forêts exploitées et réserves intégrales : le protocole de bryologie dans le projet Gestion, Naturalité, Biodiversité . In: <i>1e Rencontres Françaises de Bryologie</i>, Paris, France, 14-16 octobre, 2011.</li> <li>9. Paillet, Y., Coutadeur, P., Vuidot, A., Archaux, F., Gosselin, F. (2012) Towards the validation of a new forest biodiversity indicator: observer effects on tree microhabitats censuses in a French unmanaged forest. In: <i>IUFRO 2012: Second international conference on biodiversity in forest ecosystems and landscapes</i>, Cork, Ireland, 27-31st August 2012.</li> <li>10. Paillet, Y., Pernot, C., Boulanger, V., Debaive, N., Drapier, N., Gilg, O., Hirbec, P., Gosselin, F. (2013). Structure and biodiversity in managed and unmanaged mixed beech forests: a comparison based on the strict forest reserves network in France. In: <i>Primeval Beech Forests</i>, Lviv, Ukraine, 2-9 Juin 2013.</li> </ol> |
|--|---|

11. Paillet, Y., Vuidot, A., Archaux, F., Gosselin, F. (2011). Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. In: International symposium on dynamics and ecological services of deadwood in forest ecosystems, Rouyn-Noranda, Québec, Canada, May 15-19th, 2011.
  12. Parmain, G., Bouget, C., Gilg, O., Gosselin, F., Paillet, Y., Larrieu, L., Pernot, C., Noblecourt, T., Nusillard, B., 2013. Influence de la durée de non exploitation sur la régénération des stocks de bois mort et de micro-habitats et recolonisation par les coléoptères saproxyliques. 7e rencontres annuelles du Groupe des Entomologistes Forestiers Francophones (GEFF), Brens (81), 22-24 Octobre 2013
  13. Parmain, G., Brin, A., Dufrene, M., Bouget, C., 2012. Influence de l'effort d'échantillonnage sur l'évaluation de la diversité des coléoptères saproxyliques. 6e rencontres annuelles du Groupe des Entomologistes Forestiers Francophones (GEFF), Epernay (51), 25-27 septembre 2012
  14. Toïgo, M., Dauffy Richard, E., Paillet, Y., Fleury, J., Noblecourt, T., Nusillard, B., Soldati, F., Gosselin, F. (2011). Does forest management abandonment affect the diversity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae)? In: XVth European carabidologists meeting, Daugavpils, Latvia, August 23-27th, 2011.
- Participations futures à des colloques
1. Gosselin, F., Voiry, H., Delabye, S., Debaive, N., Paillet, Y. (2014). Wood-inhabiting fungi diversity response to management abandonment: a spatio-temporal perspective. In: XXIV IUFRO World Congress 2014 – Salt Lake City, UT, United States, 5-11 October 2014.

#### THESES

Thèses passées  
Thèses en cours

#### ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION

- Articles de valorisation parus
1. Fleury, J., Nusillard, B., Bouget, B., Moliard, C. (2013). Sur la présence du Charançon *Adexius scrobipennis* Gyllenhal, 1834 dans le Loiret (Coleoptera Curculionidae), *L'Entomologiste* 69, 1.
  2. Gosselin, F., Gosselin, M., Paillet, Y., 2012. Suivre l'état de la biodiversité forestière : pourquoi ? comment ? *Revue Forestière Française* LXIV, n°5-2012, 683-700.
  3. Gosselin, F., Paillet, Y., Hirbec, P., Debaive, N. 2011. La fréquence des micro-habitats sur les arbres est-elle vraiment liée au mode de gestion? *Espaces Naturels*, 36:28.
  4. Pernot, T., Paillet, Y., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F., 2013, sous presse. Impact de l'arrêt d'exploitation forestière sur la structure dendrométrique des hêtraies mélangées en France *Revue Forestière Française* LXV, n°4-2013, 445-461.
  5. Voiry, H., Gosselin, F. 2012 Protocoles d'inventaires mycologiques en réserves forestières - retour d'expérience du réseau Mycologie de l'ONF dans les Réserves biologiques. *Rendez-Vous Techniques*, 35:68-73.
- Articles de valorisation à paraître
1. Gosselin, F., Boulanger, V., Debaive, N., Gilg, O., Gosselin, M., Dauffy-Richard, E., Archaux, F., Bouget, C., Paillet, Y., soumis, *Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité : Premiers enseignements de l'étude de la biodiversité après plus de 20 ans de non-exploitation. Actes du colloque « Naturalité », Chambéry 2013.*

Articles de valorisation prévus

#### AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS

- Actions vers les médias (interviews...) effectuées
1. Tout au long du projet, site web : <http://gnb.irstea.fr>
  2. Octobre 2012 : Fête de la science, Forum des Halles / CNES
  3. Janvier 2011 : Café des Lumières, Centre d'animation de Montparnasse
  4. Mai 2011 : Livret "La Forêt au Cemagref"
  5. Octobre 2010 : Exposition "Biodiversités", Trocadéro
  6. Octobre 2010 : Fête de la science, Belleville sur Loire
- Actions vers les médias prévues
1. Info média Irstea à la fin du projet

<b>ENSEIGNEMENT – FORMATION</b>	
Enseignements / formations dispensés	1. Mars 2014 : Atelier Méta-Analyses – Paris 2. Novembre 2012 : Animation statistiques Bayésiennes – Paris 3. Octobre 2011 : Formation Département Santé des Forêts – Auberive
Enseignements / formations prévus	
<b>EXPERTISES</b>	
Expertises menées	
Expertises en cours	
Expertises prévues	
<b>METHODOLOGIES (GUIDES...)</b>	
méthodologies produites	Protocoles mis au point dans le cadre du projet (cf. Annexe 1).
méthodologies en cours d'élaboration	
méthodologies prévues	
<b>AUTRES</b>	
Précisez...	<p><u>Rapports et mémoires d'élèves</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bouvet, A. (2013) : Influence de l'exploitation forestière sur les communautés d'oiseaux et de chauve-souris. Stage Master 2 Ecologie comportementale, évolution, biodiversité, Tours.</li> <li>2. Coutadeur, P. (2009-2010) : Étude du potentiel indicateur des microhabitats des arbres : lien avec la biodiversité et effet observateur. Stage Master 2, ETAH Orléans</li> <li>3. Delabye, S. (2013) : Réponse de la biodiversité des champignons lignicoles, des lichens et des bryophytes à l'arrêt de l'exploitation et à d'autres variables associées à la gestion forestière : état d'avancement de la méta-analyse. Stage Master 1 Sciences des Environnements Continentaux et Côtiers, Rouen.</li> <li>4. Madiou, C. (2012). Suivi de la dynamique temporelle du couvert forestier par analyse photogrammétrique ? Stage Master 2 SILAT, Montpellier</li> <li>5. Pernot, C. (2012) : Comparaison de structure et de biodiversité entre forêts exploitées et non exploitées en France, Stage Master 2 Environnement et Aménagement, Metz.</li> <li>6. Pernot, C. (2013), Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité, période 2008-2012. Rapport technique, 90p. + Annexes.</li> <li>7. Piney, I. (2010). Comparaison de protocoles de caractérisation des trouées de la canopée sur des séries temporelles de photos aériennes : application à la caractérisation du régime de perturbation. Stage Master 2, Université de Metz.</li> <li>8. Saas, Y. (2012) : Modèles statistiques spatialement explicites de données de comptage : analyse bibliographique et comparaison de différentes approches, Stage Master 2 Mathématiques et Applications, Strasbourg</li> <li>9. Toïgo, M. (2010-2011) : Influence du micro-environnement et de la gestion forestière sur les communautés de coléoptères carabiques. Stage Master 2, Université Montpellier 2.</li> <li>10. *Vuidot, A. (2009) Contribution à l'amélioration du protocole de suivi des espaces naturels protégés en vue de l'étude de la biodiversité : Relevé des microhabitats dans les arbres. Stage Master 2, Université Paris 12 Val de Marne.</li> </ol> <p><u>Communication vers les gestionnaires / Vulgarisation</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Juillet 2013 : Réunion habitat faune-flore – Citeaux</li> <li>2. Mars 2013 : Comité de réserve – Chizé</li> <li>3. Décembre 2012 : Journée de restitution du programme GNB – Gevrey Chambertin</li> <li>4. Septembre 2012 : Réunion du groupe forêt RNF</li> <li>5. Séminaire intermédiaire BGF, tournée terrain – Antony, Verrières-le-Buisson</li> <li>6. Mars 2012 : Comité de réserve – Rambouillet</li> <li>7. Avril 2011 : Présentation du programme, comité consultatif de la réserve – Chizé</li> <li>8. Février 2011 : Présentation du programme, réserves de Lure et Ventoux – Avignon</li> </ol>

\*Les valorisations signalées sont en lien direct avec le projet mais issues de précédentes conventions : ONF-Cemagref, Action 5 « GNB », 2008 et Cemagref DEB (MEEDDAT) 2009-2011.