



**HAL**  
open science

## Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et non exploitées en Europe : chap 4

Yoan Paillet, Laurent Bergès

### ► To cite this version:

Yoan Paillet, Laurent Bergès. Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et non exploitées en Europe : chap 4. Biodiversité, naturalité, humanité - Pour inspirer la gestion des forêts, Vallauri D., André J., Génot J.C., De Palma J.P., Eynard Machet R. (eds), Tec et Doc Lavoisier, p. 41 - p. 49, 2010, 978-2-7430-1262-5. hal-00504476

**HAL Id: hal-00504476**

**<https://hal.science/hal-00504476>**

Submitted on 20 Jul 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Texte publié dans : Vallauri et al., Biodiversité, Naturalité, Humanité - pour inspirer la gestion des forêts, chapitre 4, pp. 41-49, Tec&Doc Lavoisier 2010

## **Naturalité des forêts et biodiversité : une comparaison par méta-analyse de la richesse spécifique des forêts exploitées et des forêts non exploitées en Europe**

Auteurs: Yoan Paillet<sup>1,2</sup> & Laurent Bergès<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Cemagref, UR EMGR, 2 rue de la Papeterie BP 76, F-38402 Saint-Martin-d'Hères, France

### ***Résumé (541 caractères) :***

Cette étude synthétise les résultats de 51 publications comparant la biodiversité de forêts exploitées et non-exploitées en Europe. La richesse spécifique des forêts non-exploitées a tendance à être plus forte que celle des forêts exploitées mais la réponse dépend du groupe taxonomique et/ou écologique étudié. De plus, la différence entre richesses spécifiques s'accroît au profit des forêts non exploitées le long d'un gradient de naturalité. Ces résultats permettent d'identifier les lacunes et d'orienter les politiques de conservation.

### ***Introduction***

Presque toutes les forêts d'Europe ont été exploitées dans un passé plus ou moins récent. Les forêts naturelles représentent aujourd'hui moins de 1% de la surface forestière Européenne contre 13% sur la côte ouest des États-Unis et 40 à 52% au Canada. Même si de récentes décisions nationales et internationales ont mis en évidence la nécessité de stopper l'érosion de la biodiversité et de promouvoir une gestion forestière durable, une gestion forestière intensive orientée vers la production de bois menace toujours la survie de nombreuses espèces dépendantes des forêts naturelles (Gosselin, 2004; Paillet et al., en révision; Vallauri, 2003).

Par ailleurs, les forêts naturelles constituent un état de référence en termes de naturalité et de gestion forestière durable. Les forêts non-exploitées sont caractérisées par des perturbations occasionnelles de grande taille et de fréquentes perturbations de petite taille. Cette dynamique permet le développement de phases de fin de succession et crée une mosaïque fine de différentes phases de développement (Gilg, 2004). Ainsi, les forêts non-exploitées, à haut degré de naturalité, présentent des habitats typiques tels le bois mort, les arbres « habitats », creux ou sénescents, les galettes de chablis... Les pratiques sylvicoles

en Europe ont profondément modifié ce régime de perturbation. Les forêts exploitées sont soumises à des perturbations fréquentes de taille peu variable et présentent une composition en essences, une structure verticale et une dynamique de succession plus homogènes mais peu de phases sénescences (Gosselin, 2004).

Malgré tout, le débat sur l'effet global de l'exploitation forestière sur la biodiversité existe toujours. A l'échelle locale, les forêts non-exploitées sont réputées plus riches que les forêts exploitées. Pourtant, des études sur les plantes vasculaires, les oiseaux et certains invertébrés du sol montrent un effet positif de l'exploitation sur la richesse spécifique totale. Il est donc probable que la réponse de la biodiversité à l'exploitation forestière dépende du groupe taxonomique étudié. De plus, la plupart des réserves intégrales européennes ont connu une exploitation d'intensité variable dans un passé plus ou moins récent. La résilience de la biodiversité une fois l'exploitation forestière abandonnée peut être très lente et les bénéfices espérés de la création de nouvelles réserves peuvent être différés dans le temps. Connaître le temps nécessaire pour un retour à un niveau de biodiversité comparable à celui d'avant exploitation est essentiel pour évaluer l'efficacité des politiques de conservation.

La synthèse de la littérature scientifique concernant l'impact de l'exploitation sur la biodiversité est un bon moyen d'identifier des tendances générales. Mais les synthèses récemment publiées n'utilisent pas d'approche quantitative, ce qui peut biaiser les conclusions. La méta-analyse est une méthode quantitative d'analyse et de synthèse des résultats de plusieurs études indépendantes concernant le même sujet (Arnqvist & Wooster, 1995). L'utilisation d'un indice commun appelé « effet standardisé » permet de prendre en compte les différences de taille d'échantillon entre études. De ce fait, la méta-analyse est particulièrement utile lorsqu'il s'agit d'examiner des patrons généraux de réponse en écologie.

Le but de notre revue est d'identifier les lacunes sur les liens entre exploitation forestière et biodiversité en Europe afin d'aider à la définition des politiques de conservation. Nous avons restreint notre recherche à des articles scientifiques concernant les forêts européennes afin de travailler sur un ensemble relativement homogène en termes bio- et phylo-géographiques. Nous avons utilisé la richesse spécifique en tant qu'indice simple, quoiqu'imparfait, de biodiversité. Cette méta-analyse cherche à répondre aux questions suivantes :

- (1) La richesse spécifique est-elle toujours supérieure en forêt non exploitée et/ou l'effet de l'exploitation est-il variable selon le groupe taxonomique ou écologique étudié ?
- (2) Pour un groupe donné, la richesse spécifique change-t-elle en fonction de la date d'abandon de l'exploitation dans les forêts non exploitées, en lien avec une naturalité croissante ?

## **Sélection des données et méthode d'analyse**

Nous avons suivi les recommandations de Pullin & Stewart (2006) pour réaliser cette synthèse bibliographique systématique. Pour l'inclure dans l'analyse, l'étude devait comparer des forêts exploitées et non-exploitées et mentionner pour chaque modalité la richesse spécifique moyenne, une mesure de variance et la taille de l'échantillon considéré (nombre de placettes par exemple). Le jeu de données utilisé pour la méta-analyse contenait 51 articles publiés entre 1978 et 2007. Une publication pouvait contenir plusieurs comparaisons, par exemple si plusieurs groupes taxonomiques/écologiques étaient étudiés sur le même dispositif. Par contre, les études comparant des stades successionnels différents (par ex. coupe rase vs. forêt mature) ont été exclues. Les publications sélectionnées contenaient ainsi 122 comparaisons individuelles, soit en moyenne 2,4 comparaisons par publication.

Le terme « exploitation » (« management » en anglais) est ici pris au sens large et recouvre tout usage direct de la ressource forestière : éclaircies, coupe à blanc, sylvo-pastoralisme ou plantation. Les différences entre modes de gestion n'ont pas été analysées dans cette étude. La plupart des forêts non-exploitées n'ont pas connu de perturbation humaine directe pendant au moins 20 ans.

Pour chaque comparaison, la richesse spécifique moyenne, l'écart-type et la taille d'échantillon ont été extraites du texte, des tableaux ou des graphiques publiés. L'indice utilisé, ou « effet standardisé », est le  $d$  de Hedges (cf. équation). Il correspond à la différence entre la richesse spécifique moyenne de la forêt exploitée ( $RS^e$ ) et non exploitée ( $RS^{ne}$ ), divisée par un écart type global ( $S$ ) et multiplié par un facteur de correction pour les petits échantillons ( $J$ ) :

$$d = J \frac{RS^e - RS^{ne}}{S}$$

Dans notre cas, une valeur négative de  $d$  signifie que la richesse spécifique en forêt non-exploitée est plus forte qu'en forêt exploitée. L'effet est significatif si l'intervalle de confiance à 95% « bootstrappé » ne contient pas 0.

Une valeur de  $d$  et un intervalle de confiance ont été calculés sur l'ensemble du jeu de données, puis les comparaisons individuelles ont été classées par groupe taxonomique ou écologique étudié. En particulier, les coléoptères autres que carabiques ont été divisés en deux groupes écologiques : coléoptères saproxyliques et non-saproxyliques.

Les données ont ensuite été regroupées en quatre classes en fonction de la date d'abandon de l'exploitation dans les forêts non-exploitées : 20-40 ans, 40-60 ans, >60 ans et forêt primaire, lorsque ce terme ou un terme équivalent (Gilg, 2004) a été utilisé pour qualifier la forêt non-exploitée, sans référence précise à une date d'intervention humaine.

L'effet standardisé et son intervalle de confiance ont été calculés pour chaque classe (taxon, groupe écologique ou durée d'abandon) contenant au moins deux comparaisons.

## **Structure des données**

Les études individuelles sont réparties équitablement entre les plantes et les animaux, mais seulement huit études concernent les champignons. Parmi les études sur les animaux, 86% concernent les arthropodes, principalement les coléoptères. Il y a deux fois plus d'études dans les forêts boréales que dans les forêts tempérées. Certains groupes comme les bryophytes ou les lichens ont été étudiés presque exclusivement dans les forêts boréales, de même que 75% des études sur les coléoptères (figure 1a). La plupart des forêts non-exploitées n'ont pas connu d'intervention humaine depuis 40 ans ou plus (figure 1b).

## ***L'exploitation forestière a un effet négatif sur la biodiversité mais la réponse varie fortement selon le groupe étudié***

La richesse spécifique tend à être plus forte en forêt non-exploitée qu'en forêt exploitée mais l'effet est seulement significatif à la marge (l'intervalle de confiance contient 0 à sa limite supérieure, figure 2).

De plus, la réponse à l'exploitation varie entre groupes taxonomiques et écologiques (figure 2) :

1. Les plantes vasculaires ont une richesse spécifique supérieure en forêt exploitée, mais l'effet est marginalement significatif et la réponse de ce groupe est hétérogène. Les perturbations fréquentes liées à l'exploitation telles que l'ouverture de la canopée, les perturbations de la litière ou du sol favorisent les plantes du sous bois, principalement les espèces peu tolérantes à l'ombre, les rudérales et ou les espèces dont l'aptitude à la compétition est forte. D'une manière générale, ce phénomène entraîne un accroissement de la richesse spécifique totale. Cependant, l'âge de la forêt peut également influencer la richesse spécifique des plantes vasculaires (voir plus loin).
2. Les bryophytes, les lichens, les champignons et les coléoptères saproxyliques ont une richesse spécifique supérieure en forêt non-exploitée, et l'effet est significatif pour les bryophytes, les lichens et les coléoptères saproxyliques et marginalement significatif pour les champignons. Ces espèces, très dépendantes de substrats typiques des forêts naturelles souffrent de la réduction par l'exploitation forestière du nombre et de la qualité des micro-habitats : bois mort (quantité et qualité) et arbres vétérans, perturbations du sol liées à des chablis localisés (Vallauri et al. 2005). Par ailleurs, la continuité spatio-temporelle de ces micro-habitats est particulièrement importante pour les groupes aux capacités de dispersion limitées qui sont favorisés par des conditions stables.
3. Les autres groupes ont des réponses variables. Oiseaux, carabes et coléoptères non-saproxyliques n'ont pas une richesse spécifique significativement différente entre forêts exploitées et non-exploitées. Pour ces groupes, il est possible que l'effet de la structure paysagère environnante masque l'effet de l'exploitation forestière locale. En effet, en

comparaison avec les forêts gérées, la plupart des réserves intégrales sont sans doute trop petites pour être considérées comme des écosystèmes entièrement indépendants. Des surfaces aussi réduites ne permettent pas de maintenir des populations fortement dépendantes des caractéristiques de forêts non-exploitées et ne peuvent pas contenir tous les stades d'une succession forestière naturelle. De plus, la proximité de forêts exploitées et/ou une distance trop courte avec des zones ouvertes (coupes à blanc) peut compromettre la survie d'espèces spécialistes d'intérieur forestier. Pour les oiseaux en particulier, les espèces généralistes peuvent être favorisées au détriment des forestières spécialistes.

***La différence de richesse spécifique entre forêts exploitées et non exploitées s'accroît au profit des forêts non exploitées le long d'un gradient de naturalité***

Même si les différences entre classes sont peu marquées, on observe une tendance commune pour les bryophytes, les lichens, les coléoptères saproxyliques et les champignons : plus la date d'abandon est ancienne, plus la différence entre les richesses spécifiques des forêts exploitées et non-exploitées s'accroît au profit de ces dernières (excepté pour la classe « forêt primaire » des coléoptères saproxyliques, figure 3). Pour les plantes vasculaires, la tendance est inverse avec une différence plus faible entre exploitées et non exploitées pour les forêts primaires. Pour les autres groupes, aucune tendance claire n'apparaît.

Ces variations peuvent être attribuées à des changements de structures forestières. La plupart des forêts européennes ont connu une exploitation par le passé. Une fois l'exploitation abandonnée, la dynamique naturelle de l'écosystème restaure progressivement des conditions appropriées au retour d'espèces dépendantes de substrats typiques de forêts non-exploitées. Les bryophytes, lichens, coléoptères saproxyliques et champignons sont sans doute favorisés par l'abondance croissante de micro-habitats favorables à leur installation. Seul le résultat dans la classe forêts primaires pour les coléoptères saproxyliques est difficile à expliquer. Cette naturalité croissante conduit en outre à une fermeture progressive de la canopée et à une augmentation du volume sur pied, ce qui réduit la richesse spécifique des plantes vasculaires. La mise en place d'une dynamique de trouées dans les forêts très âgées augmente progressivement la disponibilité en lumière, nutriments et eau pour les plantes du sous bois, ce qui peut expliquer l'inversion du signe de l'effet standardisé pour les plantes vasculaires dans la classe forêts primaires (figure 3).

Cependant, la restauration graduelle de la biodiversité dépend de la présence des espèces dans le paysage et de la continuité spatio-temporelle des caractéristiques forestières. Plusieurs études sur les lichens et bryophytes ont ainsi montré qu'une recolonisation pouvait être difficile, même si la forêt n'est pas exploitée pendant plusieurs décennies, en raison

d'une capacité de dispersion limitée des espèces et de la discontinuité spatio-temporelle du bois mort.

### ***Certains groupes et/ou certaines régions d'Europe restent peu étudiées : implications pour la recherche future***

En dehors des contraintes techniques liées à la méta-analyse elle-même (données parfois partielles et peu précises dans la littérature scientifique, utilisation d'autres descripteurs de biodiversité...), notre synthèse bibliographique montre un sérieux manque de données sur certains taxons importants à l'échelle européenne. Ainsi, les arachnides, les mollusques et la faune du sol apparaissent comme les parents pauvres de la recherche alors que d'autres groupes qui montrent une réponse forte à l'exploitation forestière n'ont été étudiés en Scandinavie et en Finlande (bryophytes, coléoptères saproxyliques, lichens et champignons). Au niveau géographique, la zone méditerranéenne, la France et la Pologne sont sous-représentées.

### ***Des arguments pour la création d'un réseau de conservation et de suivi des forêts non-exploitées***

Cette étude met en évidence l'intérêt de conserver des forêts âgées et non exploitées et fournit des arguments pour la création de réserves intégrales à l'échelle européenne. L'effort de conservation doit porter sur les coléoptères saproxyliques, les bryophytes, les lichens et les champignons car ces taxons sont les plus sensibles à l'exploitation forestière. Cependant, les autres groupes taxonomiques doivent aussi être suivis car les connaissances restent fragmentaires, comme l'indique le faible nombre d'études présentes dans cette méta-analyse. Ainsi, nous encourageons fortement la création d'un réseau coordonné de suivi visant à comparer la biodiversité entre forêts exploitées et non exploitées.

De plus, même si des études complémentaires sont nécessaires, nos résultats montrent que le temps nécessaire pour une restauration de la biodiversité dans une forêt laissée à l'abandon peut être supérieur à 60 ans, ce qui signifie que l'efficacité d'une politique de conservation doit être évaluée sur le long terme.

Remerciements : nous tenons à remercier tous les scientifiques qui ont contribué à ce travail : J. Hjältén, P. Ódor, C. Avon, M. Bernhardt-Römermann, R-J. Bijlsma, L. De Bruyn, M. Fuhr, U. Grandin, R. Kanka, L. Lundin, S. Luque, T. Magura, S. Matesanz, M.-T. Sebastià, W. Schmidt, T. Standovár, B. Tóthmérész, A. Uotila, F. Valladares, K. Vellak, R. Virtanen. Nous remercions également G. Erdmann, B. Alonso, K. Heliövaraa, I. Mészáros, F. Gosselin et E. Dauffy-Richard pour leurs différentes interventions au cours du projet. Ce travail a été réalisé dans le cadre du réseau d'excellence européen « Alter-Net ».

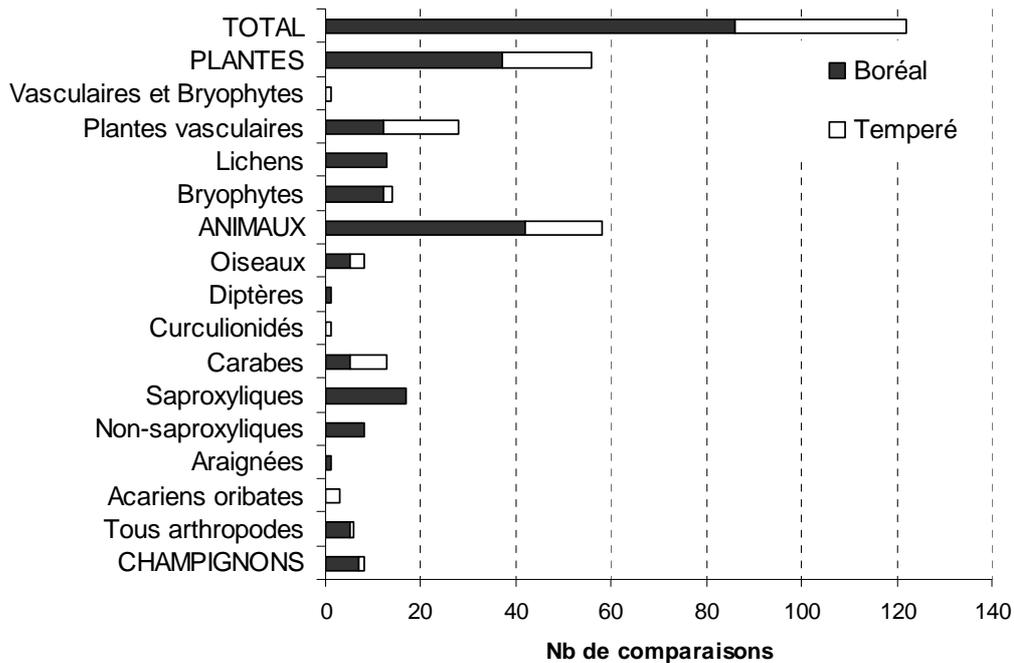
## **Références**

- Arnqvist G. & Wooster D., 1995. Metaanalysis - Synthesizing Research Findings in Ecology and Evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 236-240.
- Gilg O., 2004. Forêts à caractère naturel, Atelier Technique des Espaces Naturels, 96 p.
- Gosselin F., 2004. Imiter la nature, hâter son œuvre ? Quelques réflexions sur les éléments et stades tronqués par la sylviculture. In: Biodiversité et gestion forestière. Connaître pour préserver, Eds Cemagref et GIP-ECOFOR, pp. 217-256.
- Paillet Y., Berges L., Hjältén J., Ódor P., Avon C., Bernhardt-Römermann M., Bijlsma R.-J., De Bruyn L., Fuhr M., Grandin U., Kanka R., Lundin L., Luque S., Magura T., Matesanz S., Sebastià M.-T., Schmidt W., Standovár T., Tóthmérész B., Uotila A., Valladares F., Vellak K., & Virtanen R., en révision. Biodiversity response to forest management varies widely with taxonomic and ecological groups: a meta-analysis on species richness in Europe.
- Pullin A.S. & Stewart G.B., 2006. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. *Conservation Biology* 20: 1647-1656.
- Vallauri D., André J., Dodelin B., Eynard-Machet R., et Rambaud D. (coord.), 2005. Bois mort et à cavités : une clé pour des forêts vivantes, Lavoisier, Tec&Doc, Paris, 405 p.
- Vallauri D. (coord.), 2003. Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France, Lavoisier, Tec&Doc, Paris, 261 p.

## Figures

Figure 1 : Composition de l'échantillon d'études comparant la richesse spécifique de forêts exploitées et non exploitées en Europe. a) Répartition en fonction du groupe taxonomique et/ou écologique et du biome. b) Répartition le long d'un gradient de naturalité, en fonction de la durée depuis l'abandon de l'exploitation dans les forêts non exploitées.

a)



b)

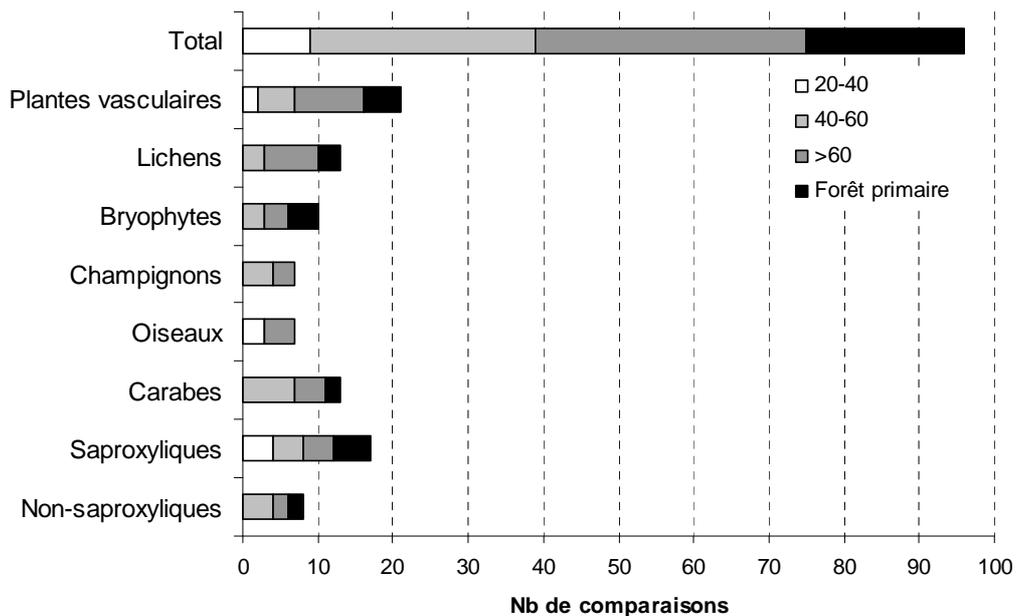


Figure 2 : Résultats de la méta-analyse comparant la richesse spécifique des forêts exploitées et non exploitées en Europe. Lorsque l'effet standardisé est négatif, la richesse spécifique des forêts non-exploitées est supérieure à celle des forêts exploitées. L'effet est significatif si l'intervalle de confiance (barre d'erreur) ne contient pas la valeur 0 et marginalement significatif si la valeur 0 est très proche d'une extrémité de l'intervalle.

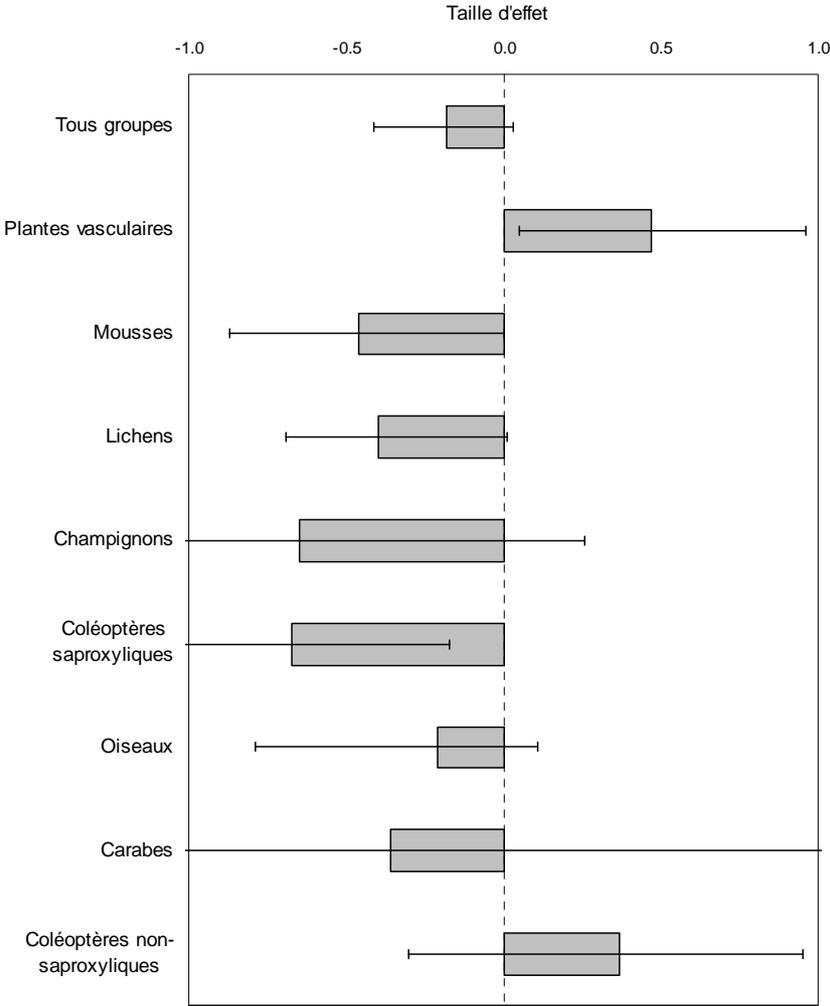


Figure 3 : Effet d'un gradient de naturalité lié à la durée depuis l'abandon de l'exploitation en forêt non exploitée sur la biodiversité (même légende que la figure 2). Les variations de différence de richesse spécifique entre forêts exploitées et non exploitées (flèches) traduisent une restauration graduelle de la biodiversité avec le temps depuis l'abandon.

