

# WEBINAIRE

Les forêts en libre évolution,  
une piste d'adaptation  
au changement climatique ?

## Changement climatique et libre évolution dans les écosystèmes forestiers : que dit la science ?

INRAE : Yoan Paillet Frédéric Gosselin

UMS PatriNat : Joseph Langridge, Yorick Reyjol, Romain Sordello

organisé par

dans le cadre du

avec la participation de

et le soutien de



INRAE



# Contexte du changement climatique

- Le climat **modèle fortement** les aires de répartition à l'échelle du globe
- Le changement climatique provoque un **ajustement spatial** des distributions d'espèces
- En France ces déplacements se font globalement dans **trois directions** (S/N, altitude, littoral)



**Différentes actions**  
sont préconisées  
pour favoriser ou  
compenser ces  
ajustements  
spatiaux...

...mais une des  
options est aussi de  
« **laisser faire la  
nature** »

⇒ Cf. [Webinaire #2](#)



[Heller & Zavaleta, 2009](#)

[Prober et al., 2019](#)

# REVIEW

*Ecological Monographs*, 89(1), 2019, e01333

© 2018 The Authors. *Ecological Monographs* © 2018 The Ecological Society of America

This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Shifting the conservation paradigm: a synthesis of options for  
renovating nature under climate change

SUZANNE M. PROBER,<sup>1,5</sup> VERONICA A. J. DOERR,<sup>2</sup> LINDA M. BROADHURST,<sup>3</sup> KRISTEN J. WILLIAMS,<sup>2</sup> AND FIONA DICKSON<sup>4</sup>

# La naturalité : un sujet retenu dans l'action A4 de Natur'Adapt

- Préoccupation croissante de la part des gestionnaires d'espaces naturels
  - Annonces gouvernementales récentes (30% aires protégées en pleine naturalité)
- ⇒ Choix de ce sujet pour Natur'Adapt (action A4 = 3 revues systématiques)
- ⇒ **Proposition la moins interventionniste** parmi les trois mesures choisies

**Translocation** (déplacement manuel d'espèces /habitats) (cf. [Webinaire #4](#))

**Préservation/restauration de corridors** (cf. [Webinaire #3](#))

**La naturalité** (non-exploitation forestière)

# Les revues systématiques

- Une méthode standardisée pour synthétiser la littérature
- Approche promue à l'échelle internationale (CEE, FRB en France)
- Inclus une méta-analyse si possible
- Ici : reprise d'un travail amorcé par INRAE en 2010-2012
  - ⇒ Renforcement méthodo et mise à jour du corpus
  - ⇒ Publication « hybride » de type « méta-analyse critique »



# Notre objectif précis

Recenser toutes les études de terrain qui ont évalué l'effet

...de la non exploitation ou de l'arrêt d'exploitation



...des forêts boréales, tempérées, méditerranéennes



...sur la richesse spécifique et l'abondance

... de tous les taxons (faune, flore, fonge, ...)



...dans le monde entier



# Principaux points de la méthode

- Equation de recherche avec liste de contrôle
- Trois sources de littérature
- Trois phases de tri (titres, résumés, textes entiers)
- Plusieurs trieurs avec tests de concordance (Kappa)
- Analyse critique
- Extraction des données et méta-analyse



# Problématique

- Précédente méta-analyse (Paillet et al. 2010)

*Conservation Biology*

Review

## Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe

YOAN PAILLET,<sup>1,2</sup> LAURENT BERGES,<sup>1,20</sup> JOAKIM HIÄLTÉN,<sup>3</sup> PÉTER ÓDOR,<sup>4</sup> CATHERINE AVON,<sup>1</sup> MARKUS BERNHARDT-RÖMERMANN,<sup>5</sup> RIENK-JAN BIJLSMA,<sup>6</sup> LUC DE BRUYN,<sup>7,8</sup> MARC FUHR,<sup>2</sup> ULF GRANDIN,<sup>9</sup> ROBERT KANKA,<sup>10</sup> LARS LUNDÉN,<sup>5</sup> SANDRA LUQUE,<sup>2</sup> TIBOR MAGURA,<sup>11</sup> SILVIA MATESANZ,<sup>12</sup> ILONA MÉSZÁROS,<sup>13</sup> M.-TERESA SEBASTIÁ,<sup>14,15</sup> WOLFGANG SCHMIDT,<sup>3</sup> TIBOR STANDOVÁR,<sup>1</sup> BÉLA TÓTHMÉRÉSZ,<sup>16</sup> ANNELI UOTILA,<sup>17</sup> FERNANDO VALLADARES,<sup>12</sup> KAI VELLAK,<sup>18</sup> AND RISTO VIRTANEN<sup>19</sup>



- Travaux du projet Gestion forestière Naturalité et Biodiversité (INRAE, ONF, RNF)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE INRAE

Gestion forestière, Naturalité et Biodiversité

Office National des Forêts

Accueil Descriptif du projet Principaux résultats Publications Nous contacter

RenDez-Vous techniques

Séminaire 2017

Dossier p. 14

Le projet GVN - Gestion, Naturalité, Biodiversité

p. 1



# Problématique

- Différence de biodiversité entre forêts exploitées et non exploitées



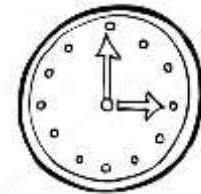
- Différentes métriques de biodiversité: richesse + abondance



- Inclusion de paramètres climatiques

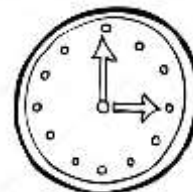


- Effet de la date de dernière exploitation (restauration passive)



# Hypothèses

- Richesse et abondance supérieure en forêt non-exploitée
- ...mais variable par groupe taxonomique / écologique
- Cette différence augmente avec la date de dernière exploitation en forêt non-exploitée
- Cette relation dépend du contexte climatique





# Choix méthodologiques

- Forêts non exploitées : depuis au moins 20 ans
- Exploitation : tous les types d'export de biomasse (> 10 arbres / ha)
- Restrictions sur paramètres locaux / biais:
  - Type stationnel
  - Forêt ancienne
  - Stade successional
  - Evaluation de la « qualité » de chaque publication

# Extraction des données

- Plusieurs comparaisons individuelles dans un même article (Uotila & Kouki, 2005) ?

Table 2

Total numbers of species, Shannon and Pielou diversity indices (means  $\pm$  IS.D.) for each successional stage, and summary of ANOVA results for the species richness comparisons

	Semi-natural					Managed				
	All species at stage									
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Species richness	24.5 $\pm$ 7.8	45 $\pm$ 12.0	39.8 $\pm$ 13.9	34 $\pm$ 4.1	25.9 $\pm$ 8.1	34.8 $\pm$ 5.4	44.7 $\pm$ 6.1	42.7 $\pm$ 5.7	35.7 $\pm$ 5.5	27.3 $\pm$ 2.5
Shannon diversity index	1.76 $\pm$ 0.58	2.38 $\pm$ 0.56	1.58 $\pm$ 0.11	1.99 $\pm$ 0.12	1.69 $\pm$ 0.22	2.04 $\pm$ 0.07	2.34 $\pm$ 0.16	1.97 $\pm$ 0.31	2.04 $\pm$ 0.22	1.84 $\pm$ 0.09
Pielou diversity index	0.55 $\pm$ 0.13	0.60 $\pm$ 0.12	0.47 $\pm$ 0.06	0.57 $\pm$ 0.03	0.52 $\pm$ 0.02	0.55 $\pm$ 0.03	0.62 $\pm$ 0.03	0.53 $\pm$ 0.06	0.57 $\pm$ 0.05	0.57 $\pm$ 0.03

- Stades successionnels => 5 comparaisons
- Données supplémentaires :
  - Localisation
  - date de dernière exploitation
  - Température et Précipitations moyennes annuelles

# Calcul d'une taille d'effet

- Utilisation du « log response ratio » entre groupe expérimental et contrôle

$$\ln R = \ln\left(\frac{\bar{X}_E}{\bar{X}_C}\right) = \ln(\bar{X}_E) - \ln(\bar{X}_C)$$

Expérimental = forêt exploitée

Contrôle = forêt non-exploitée

En clair:

**$\ln R < 0 \Rightarrow$  Richesse non-exploitée  $>$  exploitée**

# Résultats : synthèse bibliographique

	Boreal	Medit	Temp	Tot
Oiseaux	9	2	6	17
Carabes	0	1	7	8
Autres Arthropodes	12	1	1	14
Coléopt. Sapro.	10	0	0	10
Champignons	9	0	21	30
Lichens	14	0	3	17
Bryophytes	5	0	8	13
Plantes vasculaires	30	7	33	70
Total	89	11	79	179

Richesse : 179 comparaisons, 66 articles

- 28% animaux
- 26% champignons
- 46% plantes

50% en boréal, 44% en tempéré, 6% en méditerranéen

	Boreal	Medit	Temp	Tot
Oiseaux	13	2	8	23
Autres Arthropodes	11	0	1	12
Coléopt. Sapro.	7	0	0	7
Lichens	7	0	0	7
Bryophytes	1	0	1	2
Plantes vasculaires	4	5	4	13
Total	43	7	14	64

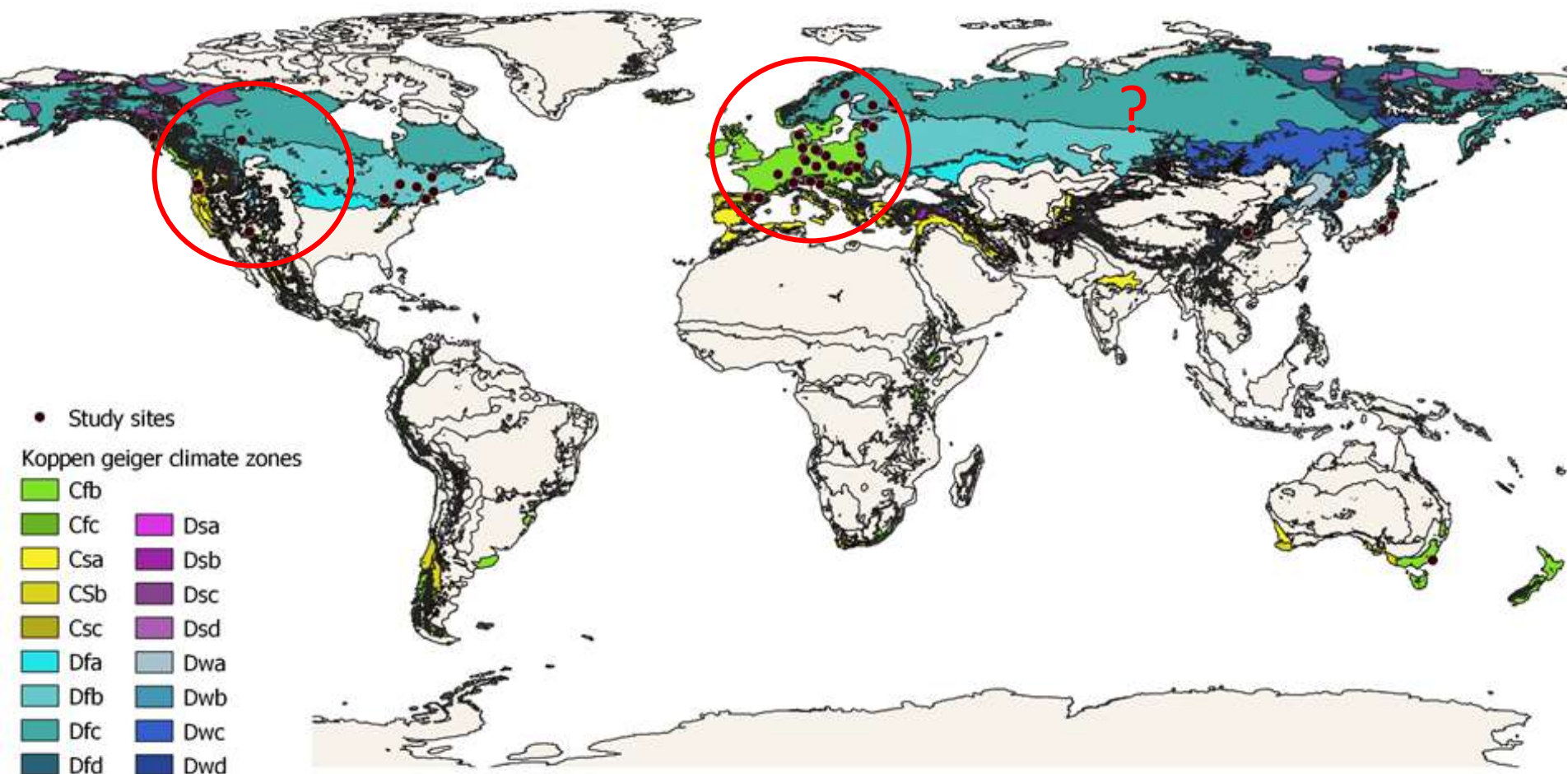
Abondance : 64 comparaisons, 27 articles

- 66% animaux
- 11% champignons
- 23% plantes

67% en boréal, 22% en tempéré, 11% en méditerranéen

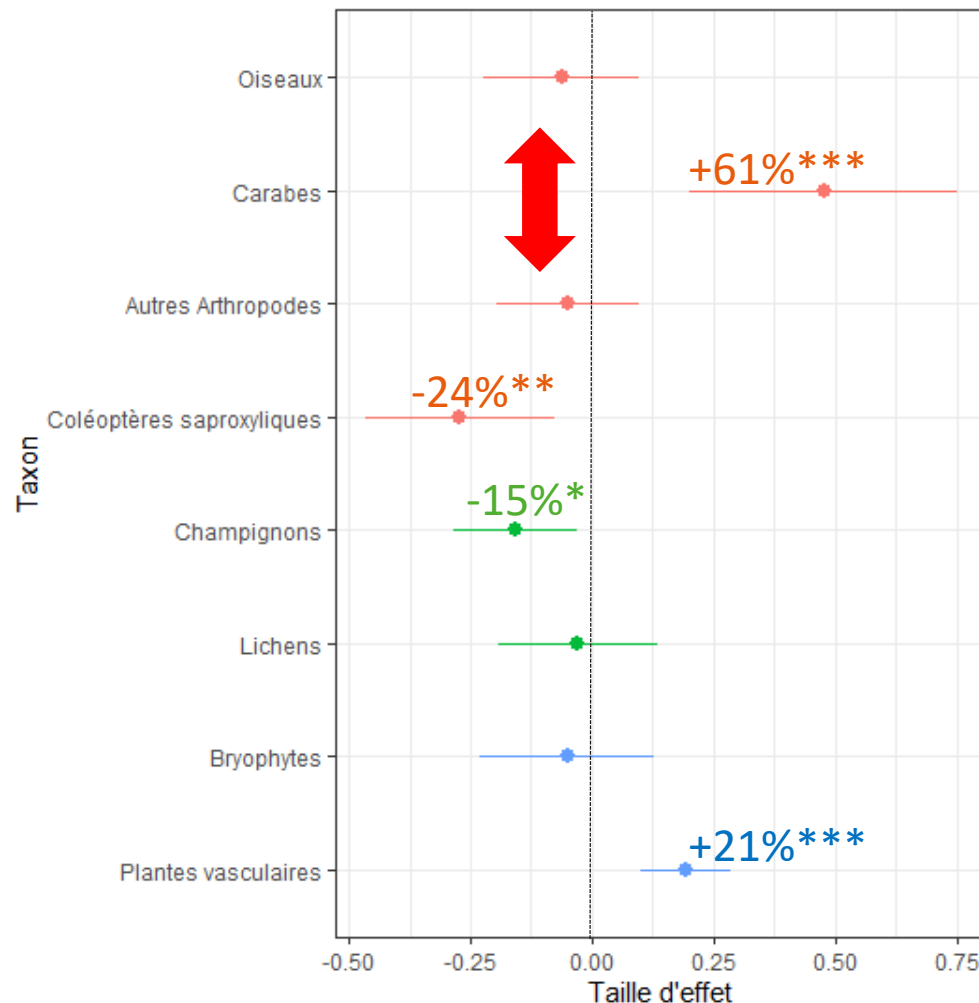
# Résultats : synthèse bibliographique

Selected study site locations



# Résultats : Comparaison EXP / NEXP

## • Richesse (n = 179)



- Réponses hétérogènes des groupes à l'exploitation
- La plupart des effets sont négatifs
- Effet positif de l'exploitation sur les **carabes** et les **plantes vasculaires**
- Effet négatif sur les **coléoptères saproxyliques** et les **champignons**
- Pas d'effets significatifs sur les autres groupes



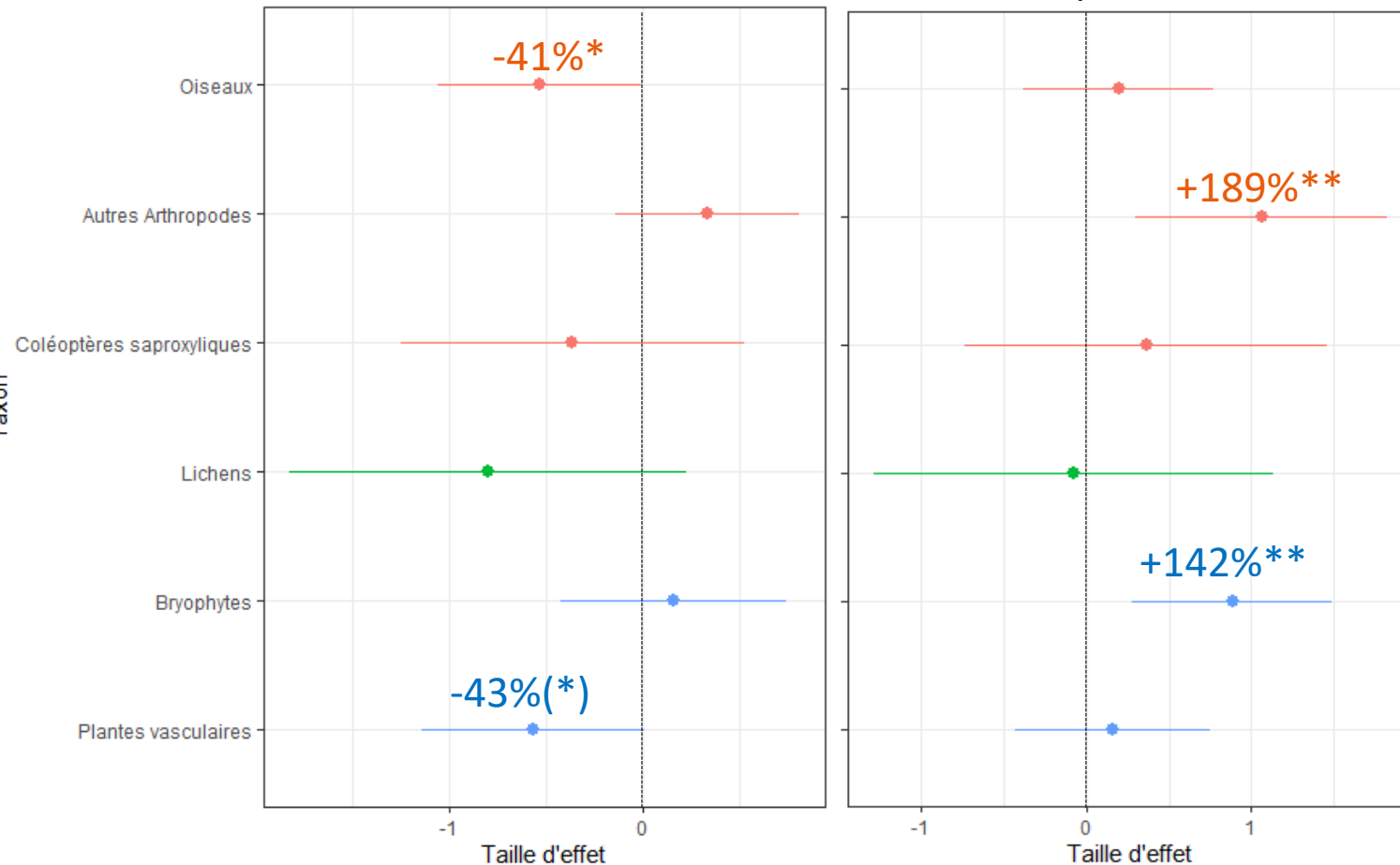
# Résultats : comparaison EXP / NEXP

- Abondance (n = 64)



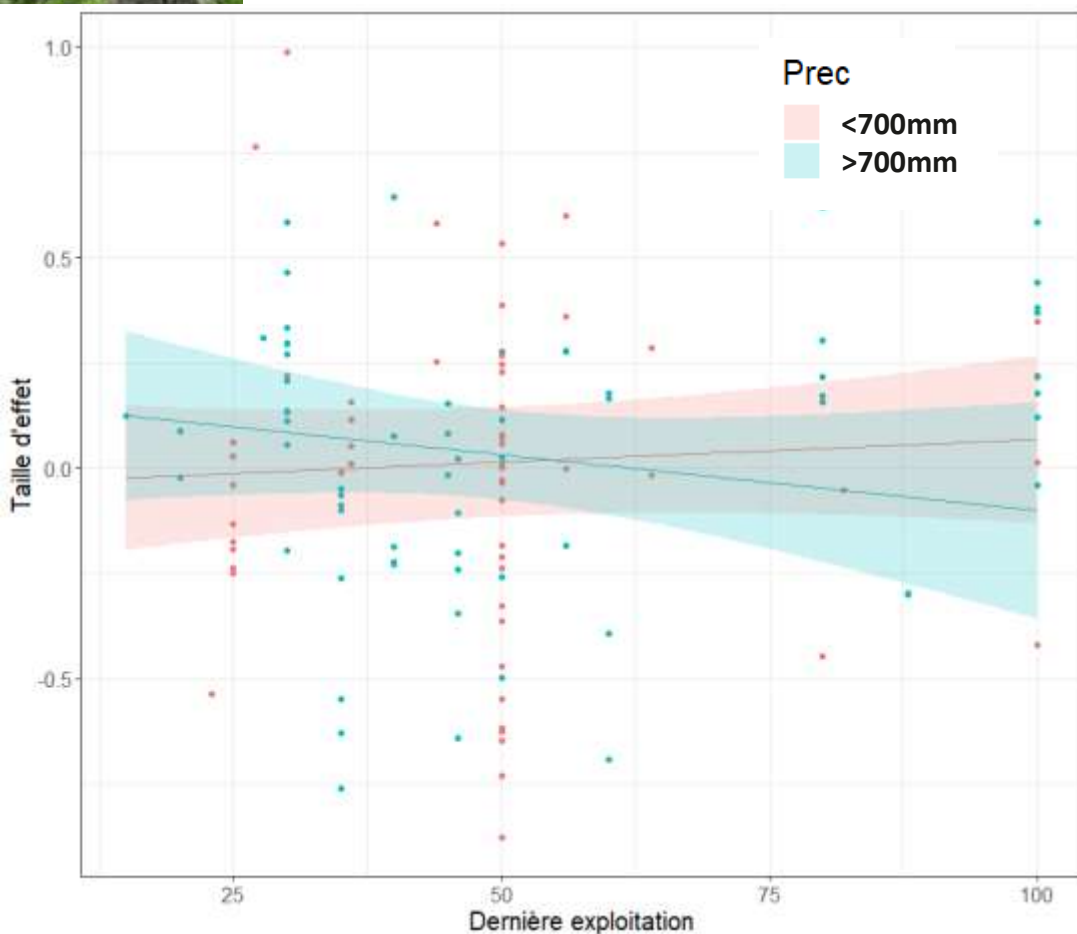
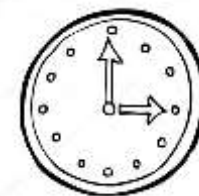
Boréal

Tempéré



# Résultats : date de dernière exploitation

- Richesse (n=125) : Interaction avec la quantité de précipitations



- Pas d'effet durée en zone « sèche »
- Effet significatif négatif en zone « humide »
- => En zone « humide », plus la durée est grande, plus la différence EXP < NEXP est grande
- Pas de résultats sur l'abondance (échantillon trop limité)

# Discussion : effets de l'exploitation

- Certaines tendances se confirment (richesse)
  - EXP < NEXP: Coléoptères saproxyliques, champignons, lichens(?), bryophytes(?)
  - EXP > NEXP: plantes vasculaires

	Cette étude (n=179)	Paillet et al. (2010) (n=120)	Chaudary et al. (2016) (n=245)
Oiseaux	-6.1ns	-7.7ns	-26.3***
Carabes	+61.0***	-29.8*	-
Autres Arthropodes	-4.8ns	-	-
Coléopt. Sapro.	-23.8**	-17.5*	-
Champignons	-14.6*	-17.5*	-33.1(*)
Lichens	-2.9ns	-8.6*	-5.8ns
Bryophytes	-5.0ns	-21.0*	-
Plantes vasculaires	+21.2***	+12.7*	+13.6*

- Pas de résultat net : carabes, oiseaux

*Conservation Biology*

Review

## Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe

YOAN PAILLET<sup>1,2</sup>, LAURENT BERGES<sup>1,2</sup>, JOAKIM HILTEN<sup>3</sup>, PETER ODOOR<sup>4</sup>, CATHERINE AVON<sup>5</sup>, MARKUS BERNHARDT-ROMERMANN<sup>6</sup>, RENSKE JAN BILSMA<sup>7</sup>, LUC DE BRUYN<sup>7,8</sup>, MARK FURB<sup>9</sup>, ELFI GRANÖN<sup>7</sup>, ROBERT KANKA<sup>10</sup>, LARS LUNDIN<sup>7</sup>, SANDRA LUQUE<sup>11</sup>, TIBORI MAGURA<sup>12</sup>, SEVLA MATOSANZ<sup>13</sup>, ILONA MEGAROS<sup>14</sup>, M. TERESA SEBASTIA<sup>14,15</sup>, WOLFGANG SCHMIDT<sup>16</sup>, THOR STANDOVÁR<sup>17</sup>, BELA TOTTFRENSZ<sup>18</sup>, ANNELI UOTILA<sup>19</sup>, FERNANDO VALLADARES<sup>20</sup>, KAU VIELAK<sup>21</sup> AND RISTO VIRTANEN<sup>22</sup>

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

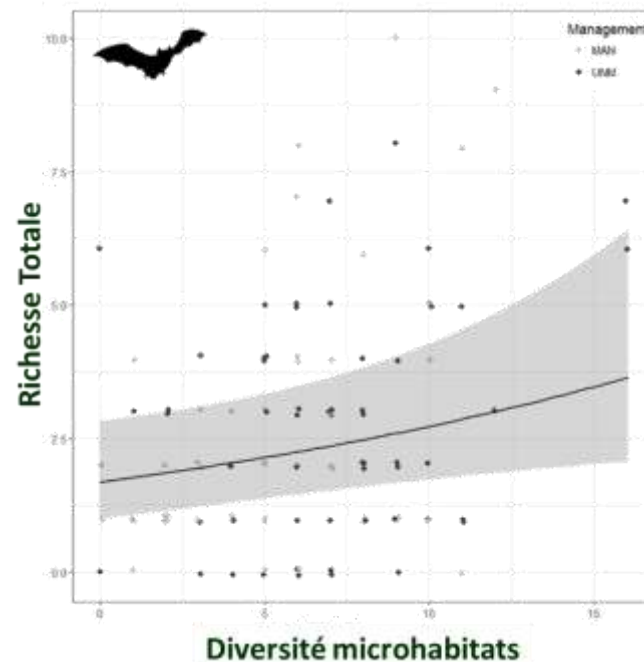
Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs

Received: 18 July 2015  
Accepted: 23 March 2016

Abhishek Chaudhary<sup>1</sup>, Zuzana Boriskova<sup>1</sup>, Liisa Pii Kolh<sup>2</sup> & Stefania Hoffner<sup>3</sup>

# Discussion : effets de l'exploitation

- Groupes dépendants de substrats particuliers restent les plus affectés par l'exploitation du bois
  - Bois mort, gros arbres, microhabitats
  - Lien reste à quantifier précisément (e.g. Paillet et al. 2018)



- Importance des différences métriques de biodiversité : effets plus forts sur abondance

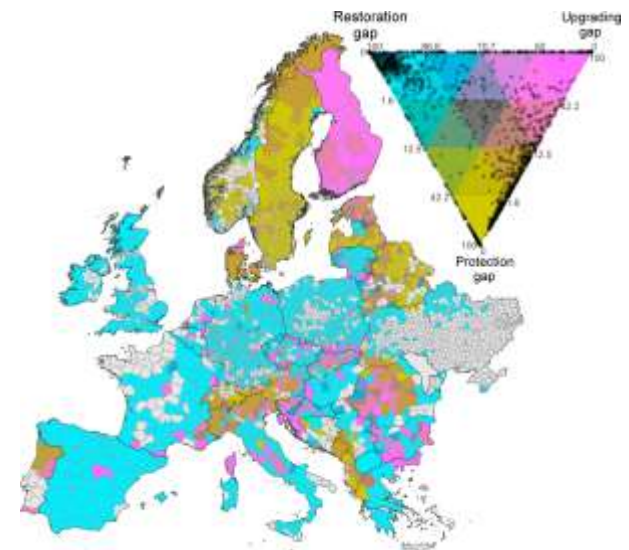
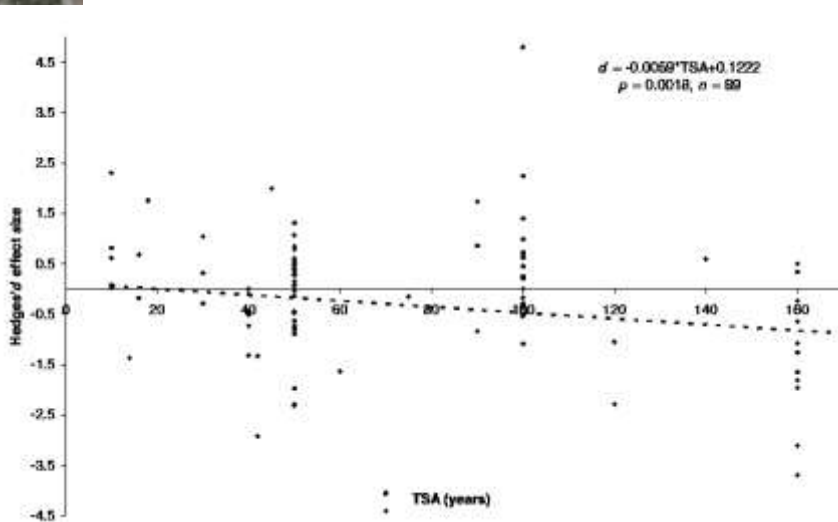
# Discussion : un potentiel de restauration?

- La durée depuis la dernière exploitation augmente la différence  $EXP < NEXP$

- Mais prend du temps...
- Reste à quantifier par taxon



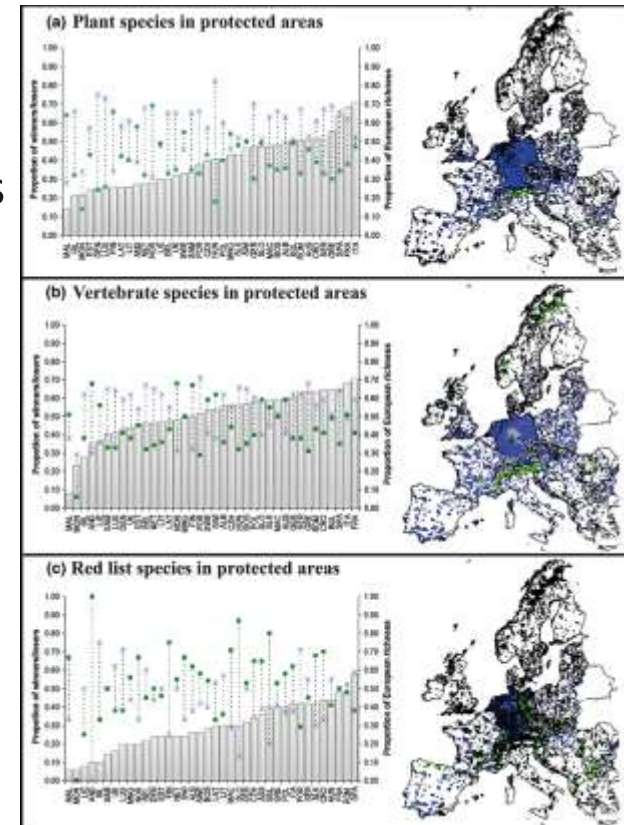
- Semble dépendre du contexte (effet précipitation)
- Potentiel de restauration de la biodiversité (Sabatini et al. 2020)



# Discussion : peu d'effets du climat

- La différence  $EXP \neq NEXP$  ne semble pas dépendre de variables climatiques

- Relation assez universelle?
- Evolution des distributions d'espèces (Araujo et al. 2011)
- Quid de la résilience des aires protégées vs. changement climatique



# Discussion: limites de l'approche

- Sur l'effet de l'abandon d'exploitation
  - Pas d'évaluation de l'effet du type de traitement sylvicole (Nolet et al. 2018, Schall et al. 2018)



DOI: 10.1002/ece3.3737

REVIEW ARTICLE

WILEY Ecology and Evolution

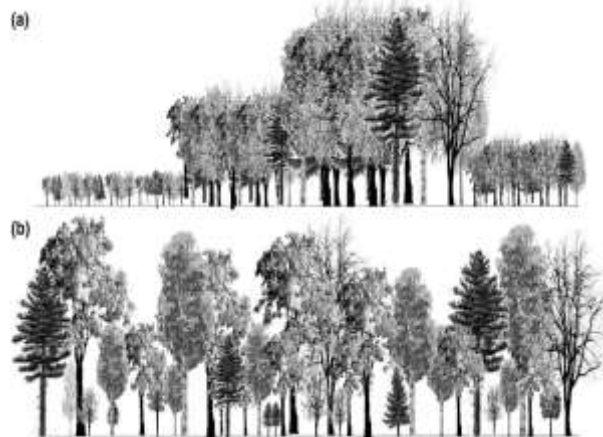
Comparing the effects of even- and uneven-aged silviculture on ecological diversity and processes: A review

Received: 8 December 2016 | Accepted: 31 May 2017  
DOI: 10.1111/1365-2664.12950

STANDARD PAPER

Journal of Applied Ecology

The impact of even-aged and uneven-aged forest management on regional biodiversity of multiple taxa in European beech forests



- Dépendance des données incluses (ou non) dans les articles => permet de dégager des tendances mais pas d'entrer dans les détails d'une étude
- Synthèse biblio: investir sur le suivi des groupes peu connus / à la réponse peu claire

# Discussion: limites de l'approche

- Sur le lien avec les variables climatiques
  - Variables climatiques « simples » => quid de la prise en compte d'autres variables (mois le plus chaud...)
  - Indépendance de la relation ne préjuge pas que les zones non-exploitées sont plus résilientes
  - Nécessité d'un suivi en zone exploitées et en libre évolution
  - => Rôle du réseau des réserves dans le suivi de la biodiversité terrestre





# WEBINAIRE

Les forêts en libre évolution,  
une piste d'adaptation  
au changement climatique ?

Merci de votre attention

Changement climatique et libre  
évolution dans les écosystèmes  
forestiers : que dit la science ?

INRAE : Yoan Paillet Frédéric Gosselin

UMS PatriNat : Joseph Langridge, Yorick Reyjol, Romain Sordello

organisé par

dans le cadre du

avec la participation de

et le soutien de



INRAE

