

# *Gestion, Naturalité et Biodiversité (GNB)*

## Quantifier la réponse de la biodiversité à l'exploitation forestière

Gosselin, F. \*, Paillet, Y. \*, Gosselin, M. \*, Durrieu, S. \*, Larrieu, L. %, Marrell, A. \*,  
Lucie, X. \*, Boulanger, V. #, Debaive, N. @, Archaux, F. \*, Bouget, C. \*, Gilg, O. @,  
Rocquencourt, A. \*, Drapier, N. #, Dauffy-Richard, E. \*, Fuhr, M. \*

\* Irstea, # ONF, @ RNF, %INRA



## Contexte général

Une **biodiversité forestière française** riche de sa variété écologique par rapport aux autres pays européens...

... mais marquée par **l'omniprésence des interventions humaines** (défrichage, bois de feu, reboisement)

↗ 0.2% de forêts « non perturbées par l'homme » en France

(Indicateurs de Gestion Durables des Forêts Françaises

Métropolitaines- IGD - 2010)

# Forêts non exploitées : un facteur limitant de la biodiversité en Europe ?



projet GNB

⇒ **Effet global négatif** de l'exploitation sur la richesse spécifique

⇒ Variabilité en fonction du groupe taxinomique :

- Favorise la **flore vasculaire**

- Défavorise les espèces dépendantes du **bois mort** et des **dendro-microhabitats**

*Méta-analyse de Paillet et al. 2010 Conserv. Biol.*



# Forêts non exploitées : un facteur limitant de la biodiversité en Europe ?

Toutefois, connaissances lacunaires

⇒ Certains groupes **peu étudiés dans le contexte tempéré**

⇒ Pas d'analyse sur des **groupes écologiques**

⇒ Des plans d'échantillonnage et analyses parfois peu rigoureux (**pseudo-réplication, biais stationnels...**)

⇒ Des **explications de la différence de biodiversité entre forêts exploitées et non-exploitées** souvent débattues, rarement quantifiées et pourtant importantes pour la gestion

# 1. Objectifs et problématique

## Objectif 1 **GNB**



*projet GNB*

**Quantifier et mieux comprendre la réponse de la biodiversité à l'arrêt de l'exploitation forestière en France et au niveau mondial**



# 1. Objectifs et problématique



## Hypothèses générales

- certains groupes taxonomiques sont a priori favorisés par l'arrêt d'exploitation et les variables associées (champignons lignicoles, bryophytes, coléoptères saproxyliques) et des groupes a priori favorisés par la gestion (flore vasculaire) (Gosselin 2004, Paillet et al. 2010)
- les groupes forestiers et/ou rares ou menacés sont davantage favorisés par l'arrêt de l'exploitation et les variables associées

# 1. Objectifs et problématique

## Objectif 2 **GNB**



*projet GNB*

**Tester des indicateurs indirects de biodiversité sur un gradient étendu d'intensité de gestion**



# 1. Objectifs et problématique

## Objectif 3 **GNB**



*projet GNB*

## Développements méthodologiques :

- protocoles
- effet observateurs
- dynamique ouverture à l'échelle du paysage
- outils d'analyses statistiques prenant en

**compte l'espace**





# 2. Matériels et méthodes

## 7 groupes taxonomiques



Flore vasculaire



Oiseaux



Bryophytes

Chauve-souris



Coléoptères carabiques et saproxyliques



Champignons



## 2. Matériels et méthodes

### 7 groupes taxonomiques



**Implication forte des réseaux naturalistes**

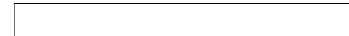
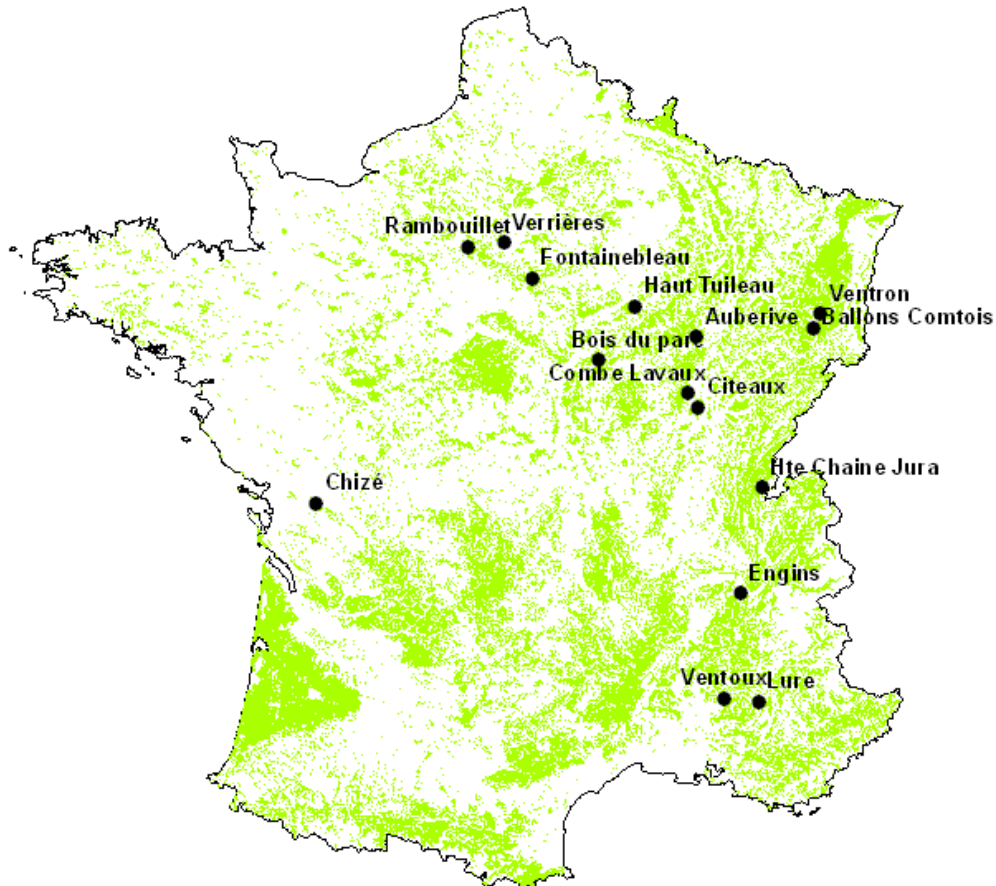


**et des responsables**



## 2. Matériels et méthodes

Etendue du projet GNB à la fin de 2013  
(213 placettes dans 15 massifs)



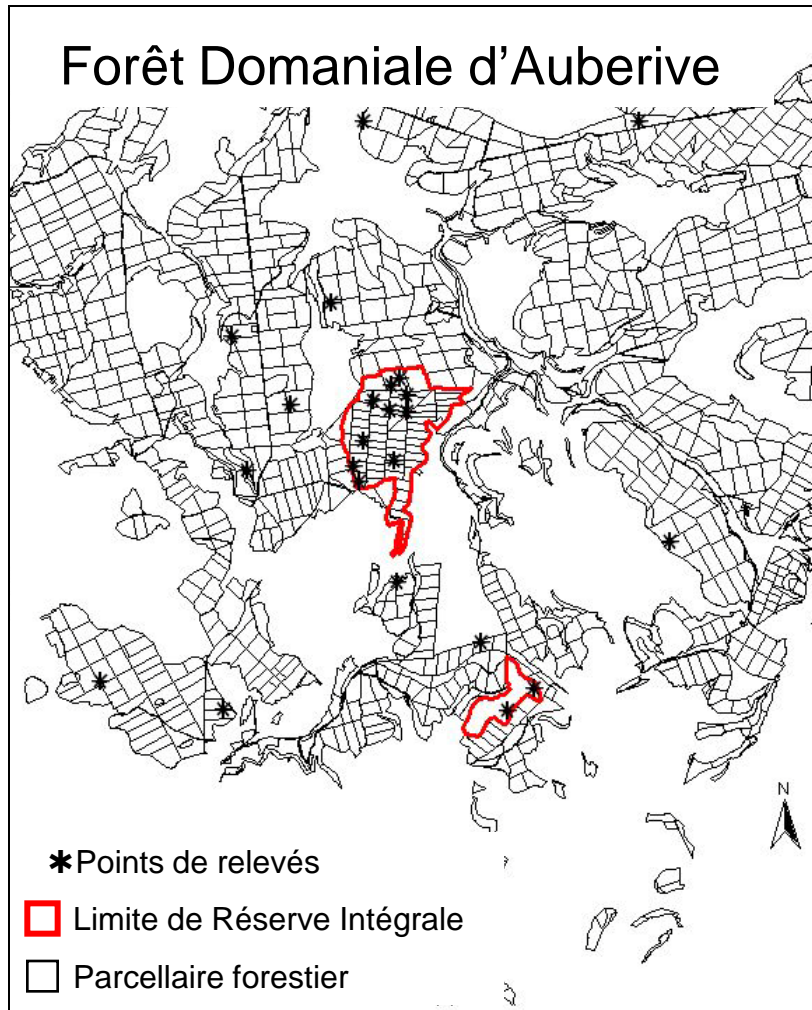
### Choix des massifs

- comprenant une partie non exploitée depuis >20 ans
- type stationnel similaire entre exploité/non-exploité...

# 2. Matériels et méthodes



## Installation des placettes



### Echantillonnage aléatoire sous contrainte

- à peu près autant de placettes en zones exploitée et non-exploitée
- type stationnel contrôlé
- placettes exploitées au plus à 5 km
- pas de peuplement dominé par une essence exotique



# 3. Quelques résultats...

## Méta-analyse mondiale...



### Résultats convergents avec la précédente MA pour certains groupes

⇒ Effet de l'exploitation sur :

- Plantes vasculaires (+),
- Bryophytes (-),
- Champignons (-),
- [[Coléo sapro (-) et Carabes (-)]]

⇒ Effets globalement plus forts en Boréal

### Résultats divergents

- Lichens (ns), Oiseaux (-)
- Date d'arrêt d'exploitation : pas d'effet ou faible

# 3. Quelques résultats...



## Des différences structurales nettes...mais pas partout

Volumes du bois mort total (BMT),  
du bois mort au sol (BMS),  
du bois mort debout (BMD) et des souches (S)

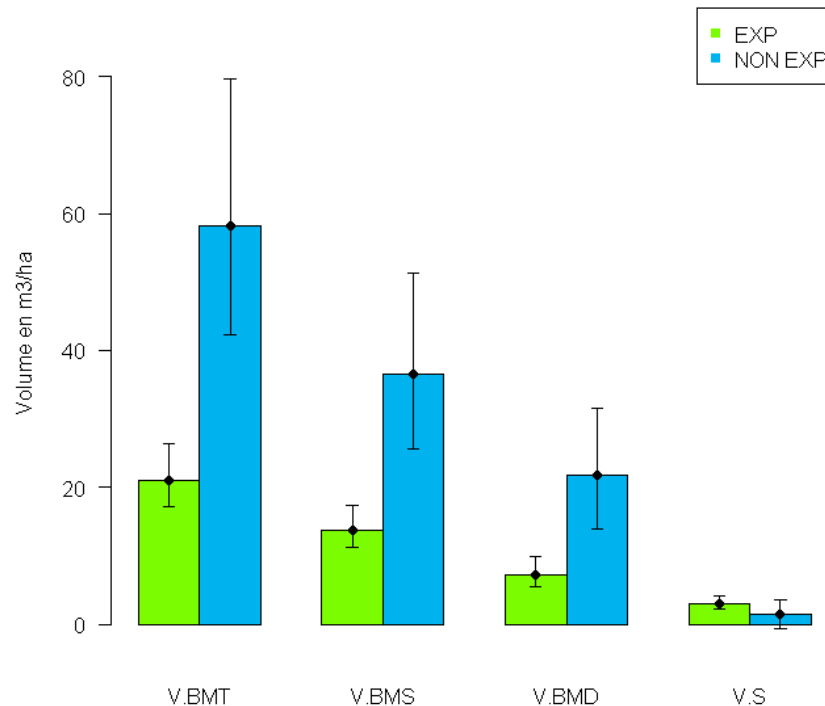


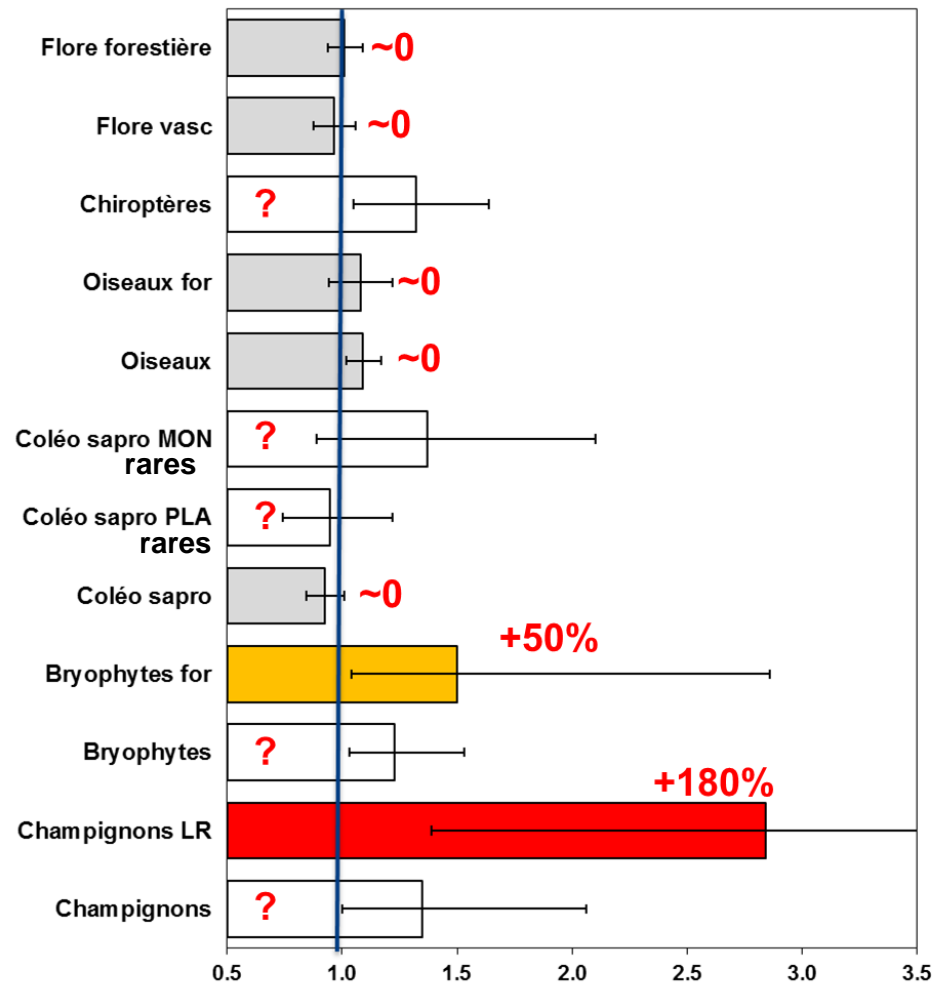
Tableau IV : Comparaison des **volumes de bois mort** (m<sup>3</sup>/ha) entre forêts exploitées et non-exploitées, ventilées par type de bois mort, tous massifs confondus, dans les massifs de plaine et de montagne. Abréviations : cf. Tableau II

	Variables	p	Exploité	Non exploité
Tous massifs	Total	<0,001 ***	11.1 (7.1 ; 17.4)	50.9 (44.6 ; 60.9)
	Debout	<0,001 ***	4.6 (2.9 ; 9.3)	21.2 (17.9 ; 27.5)
	Au sol	<0,001 ***	6.2 (3.6 ; 9.9)	29.6 (25.2 ; 36.1)
Plaine	Total	<0,001 ***	5.6 (3.5 ; 9.0)	41.7 (34.2 ; 52.7)
	Debout	<0,001 ***	1.5 (0.8 ; 3.6)	13.6 (10.6 ; 18.5)
	Au sol	<0,001 ***	4.1 (2.4 ; 6.9)	28.2 (22.7 ; 36.6)
Montagne	Total	0,02 *	34.6 (23.1 ; 49.6)	61.0 (47.2 ; 81.1)
	Debout	0,017 ns	12.5 (5.7 ; 21.6)	33.1 (23.7 ; 49.2)
	Au sol	0,198 ns	20.8 (14.4 ; 30.0)	28.4 (20.5 ; 39.9)

# 3. Quelques résultats...



## Effet de l'arrêt d'exploitation



Effet fort et non négligeable pour Champignons menacés et bryo forestières

Pas d'effet pour flore, oiseaux et coléo sapro

Pas de conclusion possible : chiroptères, sapro rares, bryophytes, champignons

Rapport GNB (2014)



### 3. Quelques résultats...

... écologiques



**Variables de naturalité biologiques (bois mort...)  
expliquent mieux les variations de biodiversité que  
l'arrêt d'exploitation**

### 3. Quelques résultats...

... écologiques

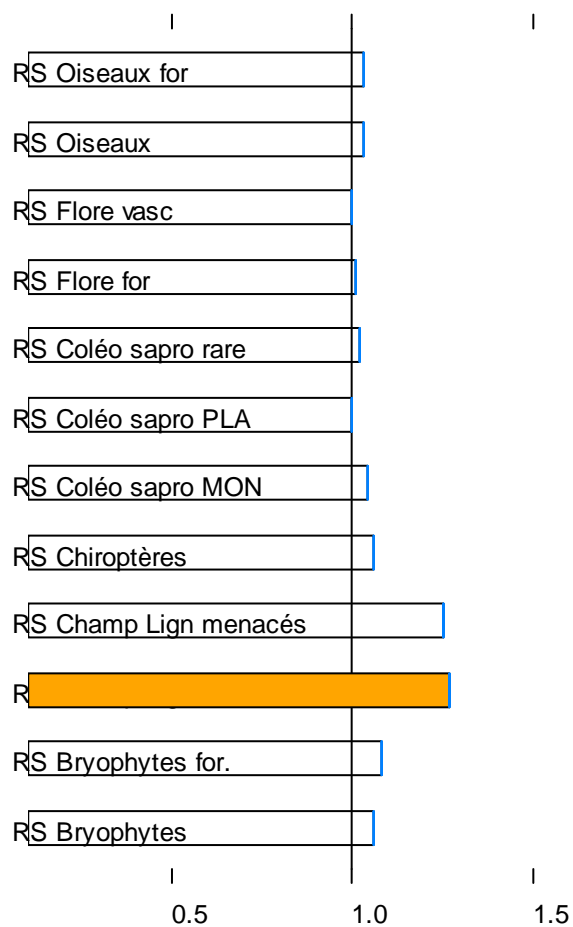


**\* Des effets de forte amplitudes différents suivant le gradient considéré**

# 3. Quelques résultats...



## Effet multiplicatif augmentation



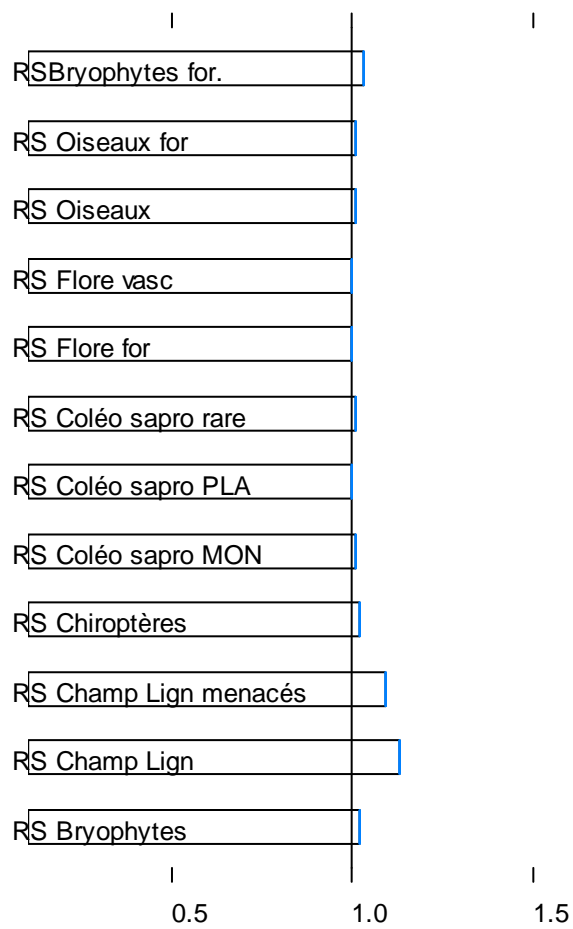
Issu Rapport GNB (2014)

toutes forêts

# 3. Quelques résultats...



## Effet multiplicatif augmentatio



forêts gérées de plaine

Issu Rapport GNB (2014)

## 4. Discussion



- ⇒ Importance des indicateurs de **naturalité biologique** (bois mort, très gros bois...) sur une **partie bien circonscrite de la biodiversité** (champignons lignicoles, bryophytes, notamment)
- ⇒ Si on restreint l'analyse aux **forêts exploitées** de plaine, indicateurs moins forts et différents (IBP, surface terrière, diversité bois mort)
- ⇒ Intérêt d'une approche mixte (amélioration gestion courante, mise en réserve)

# 4. Discussion



⇒ Quelques limites des résultats :

- Compléter les analyses sur d'autres métriques de biodiversité
- Relevés de biodiversité parfois simplifiés (saison...)
- Approche non expérimentale, pas de contrôle des états initiaux
- Peu de très vieilles/très grandes réserves

# 4. Discussion



⇒ A faire :

- Compléter les analyses sur d'autres métriques de biodiversité

⇒ Quelques limites des résultats :

- Relevés de biodiversité en partie simplifiés (saison...)
- Approche non expérimentale, pas de contrôle des états initiaux
- Peu de très vieilles/très grandes réserves

# Valorisations effectuées



## Principaux articles scientifiques

Bouget, C., Larrieu, L., Brin, A., 2014. Key features for saproxylic beetle diversity derived from rapid habitat assessment in temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 36, 656-664.

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. *Forest Ecology and Management*, 22, 2111-2130.

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? *Forest Ecology and Management*.

Gosselin, F., 2012. Improving approaches to the analysis of functional and taxonomic biotic homogenization: Beyond mean specialization. *Forest Ecology and Management*, 100, 1289-1295.

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. *Forest Ecology and Management*, 15, 135-145.

Saas, Y., Gosselin, F., 2014. Comparison of regression methods for spatially-autocorrelated count data on regularly- and irregularly-spaced locations. *Forest Ecology and Management*.

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? *Forest Ecology and Management*, 157, 215-224.



# Valorisations effectuées



## Articles « techniques » :

Gosselin, F., Paillet, Y., Hirbec, P., and Debaive, N. (2011). "La fréquence des micro-habitats sur les arbres est-elle vraiment liée au mode de gestion?" , 36, 28-28.

Gosselin, F., Gosselin, M. & Paillet, Y. (2012) Suivre l'état de la biodiversité interspécifique en forêt pour enrichir le système d'indicateurs de gestion forestière durable : Pourquoi? Quoi? Comment? LXIV, n°5-2012, 683-700.

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.

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. LXV, n°4-2013

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 35:68-73

# Valorisations effectuées



## Formation par la recherche

Master 2 "Conservation de la biodiversité" de l'Université de Montpellier 2 de Maude Toigo (2011).

Master 2 Environnement & Aménagement, Spécialité Biodiversité, Ecotoxicité, Ecosystèmes (BEE), Parcours Conservation et Restauration de la Biodiversité (CRB), de l'Université de Metz de Coryse Pernot (2012)

Master 2 Statistiques Appliquées (Université Strasbourg) de Yannick Saas (2012)

Master 2 SILAT (Montpellier) de Carole Madiou (2012)

Master 1 Sciences des Environnements Continentaux et Côtiers (Oruen) de Sylavin Delabye (2013)

Stage Master 2 Ecologie comportementale, évolution, biodiversité, Tours d'Aurélié Bouvet (2013)

Stage Master 2 EBE, Paris de My-Hai Ha (2014)

# Remerciements

## *Collectif de recherche*



F. Archaux (Irstea)

S. Bailey (Irstea)

T. Barnouin (ONF)

D. Barré (ONF Chizé)

I. Bassi (ONF)

J. Bernard (ONF)

G. Billod (ONF)

E. Bionne (ONF)

B. Blaise (ONF Citeaux)

C. Bouget (Irstea)

V. Boulanger (ONF)

J.-J. Boutteaux (ONF)

A. Bouvet (Irstea)

D. Cartier (ONF)

D. Chagot (ONF)

A. Chevalier (Irstea)

R. Chevalier (Irstea)

Th. Cordonnier (ONF)

S. Coulette (RN Ballons Comtois)

P. Coutadeur (Irstea)

T. Darnis (ONF)

E. Dauffy-Richard (Irstea)

N. Debaive (RNF)

S. Delabye (Irstea)

P. Denis (ONF)

B. Devaux (ONF)

E. Diaz (ONF)

L. Domergue (RN)

N. Drapier (ONF)

C. Druesne (RN Ventron)

S. Ducroux (ONF)

S. Dumas (ONF Hte Chaîne Jura)

Y. Dumas (Irstea)

S. Durrieu (Irstea Tétis)

J.-F. Etchepare (ONF)

# Remerciements

## *Collectif de recherche*



D. Faugere (ONF)

B. Fauvel (ONF)

J. Fleury (Irstea)

T. Freund (ONF)

B. Fritsch (RN Bois du Parc)

M. Furrh (Irstea)

Ch. Gallement (ONF)

J.-C. Gattus (ONF)

Th. Gautrot (ONF)

O. Gigl (RNF)

V. Godreau (ONF)

J.-P. Golé (ONF Lure)

F. Gosselin (Irstea)

M. Gosselin (Irstea)

G. Gruhn (ONF)

B. Guérin (ONF)

M. Hermeline (ONF)

P. Hirbec (ONF)

E. Jensele (ONF Ventoux)

M. Kaczmar (ONF)

L. Lallement (ONF)

L. Larrieu (INRA/CNPF)

J.-L. Leclerc (ONF)

R. Lecomte (RN Chalmessin)

J. Leseure (ONF Haut-Tuileau)

J. L'Huillier (ONF)

C. Madiou (Irstea Tétis)

F. Malgouyres (ONF)

A. Marchand (ONF)

C. Marck (ONF)

A. Marell (Irstea)

H. Martin (Irstea)

E. Michau (ONF)

C. Molliard (Irstea)

A. N'Diaye (Irstea)

# Remerciements

## *Collectif de recherche*



T. Noblecourt (ONF)  
B. Nusillard (Irstea)  
Y. Paillet (Irstea)  
S. Pauvert (RN Haute Chaîne du Jura)  
C. Pernot (Irstea)  
A. Perthuis (ONF)  
I. Piney (Irstea Tétis)  
D. Reboul (ONF Lure)  
C. Ricou (Irstea)  
F. Ritz (ONF)  
A. Rocquencourt (Irstea)  
O. Rose (ONF)  
J. Rosset (RN Haute Chaîne du Jura)  
E. Royer (ONF Rambouillet)  
Y. Saas (Irstea)  
L. Servières (RN Combe-Lavaux)  
G. Sivry (ONF Verrières)  
F. Soldati (ONF)

P. Tardif (Irstea)  
J.-L. Témoin (ONF Rambouillet)  
J. Terracol (ONF Ventoux)  
L. Tillon (ONF)  
M. Toïgo (Irstea)  
H. Tournier (RN Haute Chaîne du Jura)  
R. Truckenwald (ONF)  
A. Villemey (Irstea)  
H. Voiry (ONF)  
A. Vuidot (Irstea)  
P. Xima (ONF)

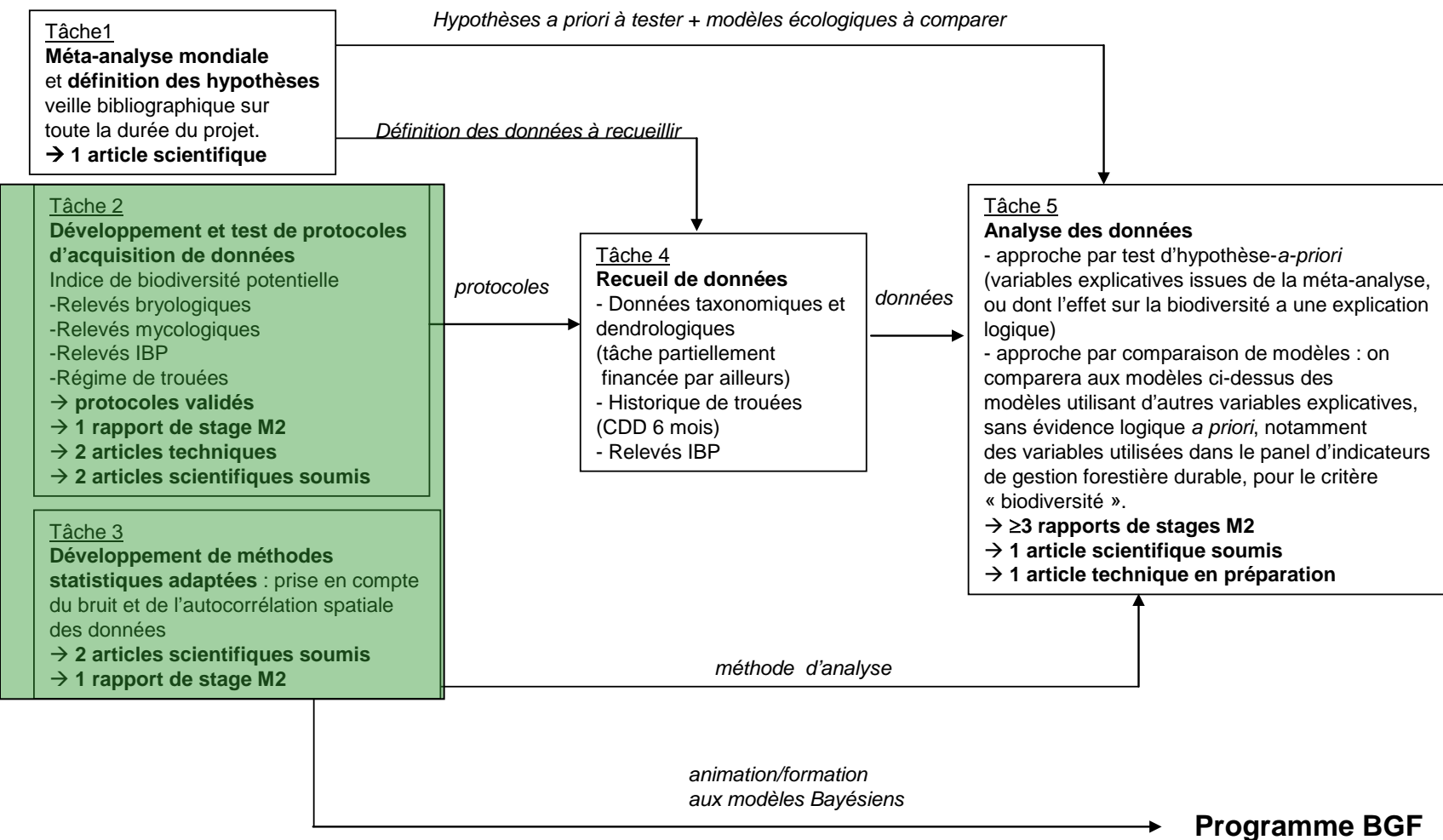
Pour en savoir plus:

<https://gnb.isrtea.fr/>

MERCI DE VOTRE ATTENTION



# 3. Quelques résultats...



# 3. Quelques résultats...

... méthodologiques



Contexte:

- \* données GNB guettées par pseudo-réplication
- \* débat sur l'intérêt d'utiliser des modèles spatialement explicites

Objectif : comparer par simulation différents **outils existants** d'analyse de données de comptage



# 3. Quelques résultats...

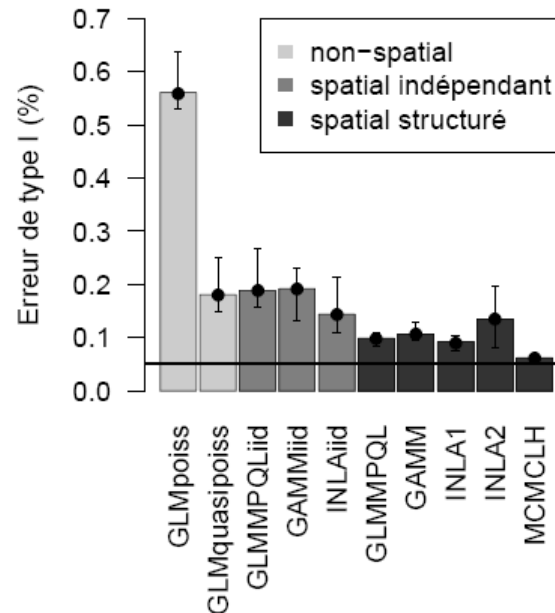


## ... méthodologiques

Résultat :

- \* intérêt d'utiliser des méthodes Bayésiennes spatialement explicites

- \* les méthodes fréquentistes disponibles sont moins bonnes



Saas & Gosselin (2014)

### 3. Quelques résultats...

#### ... méthodologiques



- méthodes statistiques adaptées aux types de données GNB (dépendance spatiale; données de comptage)
- analyse par la magnitude et par comparaison de modèles statistiques
- différentes formes de relations entre variables explicatives et biodiversité

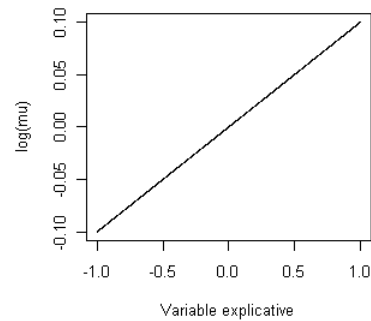
# 3. Quelques résultats...

... méthodologiques

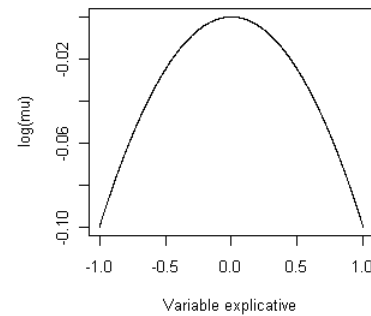


## Formes de relations

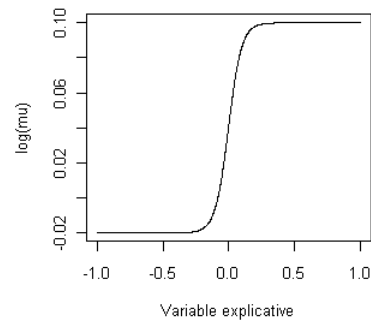
Relation linéaire



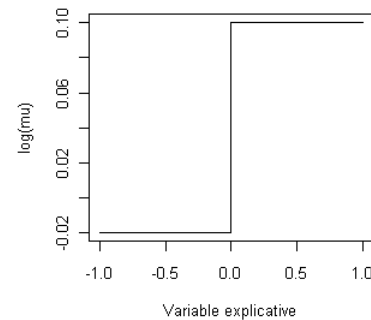
Relation quadratique



Relation sigmoïde



Relation seuil



# 3. Quelques résultats...



## Pourquoi revient-on à la tâche 5 après un détour par la 5?

