

## **Vers une meilleure prise en compte de l'impact des sylvicultures sur la biodiversité des sols ?**

Un exemple dans le Massif central avec le projet **InSylBioS**

13/11/2025

Emberger Céline, Chargée de projets Forêts au CEN d'Occitanie

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

# Prise en compte de la sensibilité des sols dans la gestion forestière ?

Prise en compte de la sensibilité physique & chimique à l'exploitation  
(tassemens, export rémanents)



Prise en compte de la sensibilité biologique ?

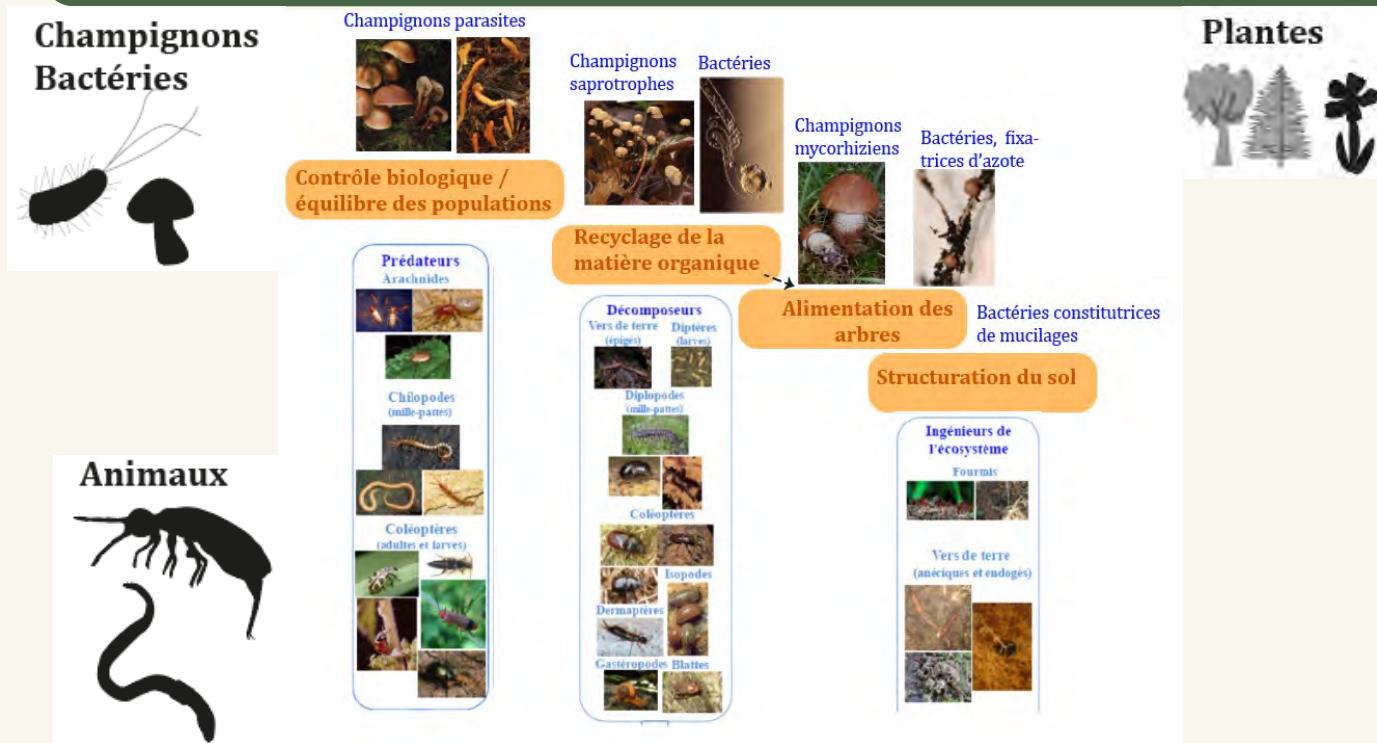
A l'exploitation

En amont de l'exploitation ?  
Dans les itinéraires sylvicoles ?  
Choix des essences / mélanges,  
Régimes de coupes ?  
Etc.



→ Des connaissances très partielles, un manque de traduction opérationnelle pour les sylviculteurs

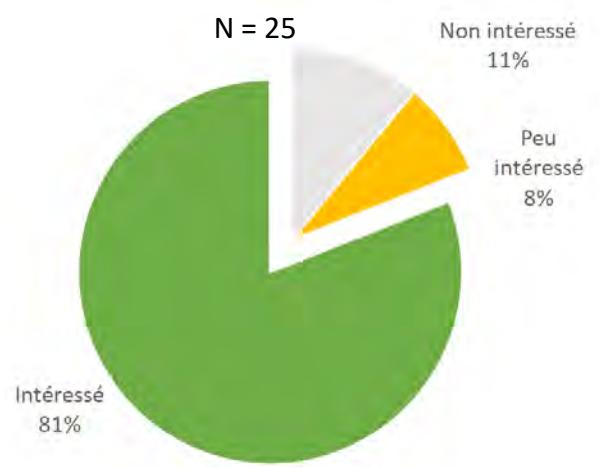
# Rôles de la biodiversité des sols dans le fonctionnement de l'écosystème ?



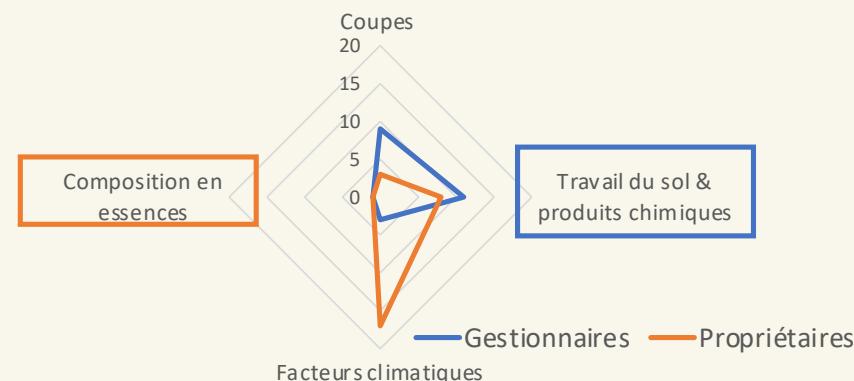
Biodiversité des sols = près  
**60%** de la diversité  
terrestre  
(Anthony et al., 2023)

# Quelle perception par les forestiers ?

... de la biodiversité des sols ?



... des types de perturbation affectant la vie des sols ?



Connaissance liens biodiversité/fonctions des sols ? **88%**

→ **Un intérêt !**

→ **Conscience limitée de l'importance des choix de l'itinéraire sylvicole**

Connaissance d'indicateurs ? **32 %**

→ **Besoin d'outils !**

Extrait de Rotiel S. 2022 – Etude sociologique dans le cadre du projet InSylBio

# Le projet InSylBioS\*, en bref

\*« Mieux comprendre et INtégrer dans les pratiques SYLvicoles le rôle de la BIodiversité des Sols dans le fonctionnement des forêts »

Quoi ?



- ➔ Impacts des pratiques sylvicoles (choix d'itinéraires, amont de l'exploitation) sur la biodiversité des sols et le fonctionnement de l'écosystème ?
- ➔ Intégration dans la gestion ?

Qui ?



• Gestionnaires



• Scientifiques spécialistes



Quand ?

2020 à 2023

Comment ?

Financements :



Où ?



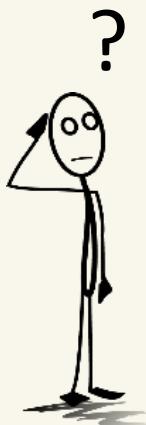
Sud du Massif central : Lozère, Aveyron, Hérault, Gard, Tarn



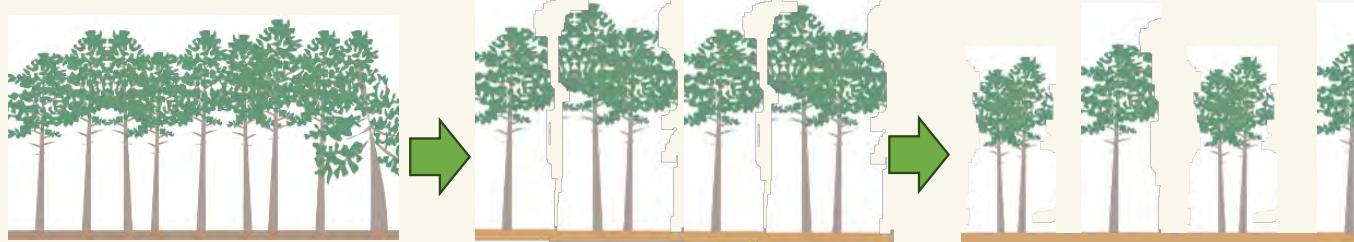
Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)

# Le projet InSylBioS, en bref



Quel effet de l'intensité d'éclaircie des peuplements ?



Sur les communautés biologiques ?

Sur le fonctionnement du sol et de l'écosystème ?



En amont de l'exploitation ?

→ Peut-on identifier des pratiques plus durables ? Des indicateurs ?

# Le projet InSylBioS, en bref



Quel effet de l'intensité d'éclaircie des peuplements ?

Peut-on identifier des pratiques plus durables ? Des indicateurs ?

Mesure d'un réseau de 56 peuplements dominés par Hêtre ou Douglas



Plan d'échantillonnage :

		Absence d'intervention <30 ans	Eclaircies légères < 25% vol.	Eclaircies fortes > 25% vol.	
		LEA	LER	G1	G2
		8 FA	8 FR	8 FR	8 FR
Douglas	Hêtre	8 FA	8 FR	8 FA	0
Total		16	16	16	8
					56 sites

- Peuplements purs
- Contextes stationnels comparables

# Le projet InSylBioS, en bref

veloppement de **protocoles** adaptatifs et reproductibles



→ **Approche multi-taxons**

## *Peuplement*

- Description peuplement :
- Surface terrière
  - Structure (PB / BM / GB...)
  - Hauteur dominante
  - Hauteur moyenne

## *Biodiversité*

Flore (vasculaire + bryophytes)

Macrofaune du sol

Nématodes

ADN faune - fonge

## *Station / sol*

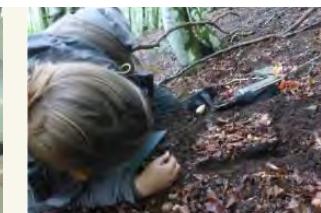
Description station + fosse pédologique

Analyses physico-chimiques

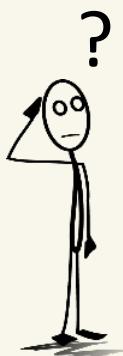
Minéralisation pot. de l'azote

Formes d'humus

BD complétée par données **d'historiques de gestion, traits de vie**



# Le projet InSylBioS, en bref



Permet d'aborder des questions variées, au delà de l'impact de l'intensité de l'éclaircie :

Hypothèses	*communauté des sols (sauf si précision, sous-groupe) = flore, faune, fonge
Sylviculture et biodiversité	GB1 Les communautés des sols sont influencées par le régime d'éclaircie GB2 Les communautés des sols sont influencées par l'essence dominante GB3 Les communautés des sols sont influencées par les essences secondaires GB4 Les communautés des sols sont influencées par l'ancienneté de l'état boisé GB5 Les communautés des sols sont influencées par le stade de développement des arbres GB6 Les communautés des sols sont influencées par la densité des arbres GB7 Les communautés des sols sont influencées par l'importance de la strate arbustive
Fonctionnalité et biodiversité	FB1 Les communautés des sols (faune, champignons) influencent la production forestière FB2 Les communautés des sols (faune, champignons) influencent la disponibilité en nutriments FB3 Les communautés des sols (faune, champignons) influencent la minéralisation de l'azote FB3 Les communautés des sols (faune, champignons) influencent la structure du sol
Interactions et distributions (non liées à la strate herbacée)	ID1 Les communautés des sols sont influencées par la station ID2 La diversité de champignons et macrofaune est liée à la diversité de la flore ID3 La nature de la strate herbacée influence les communautés du sol ID4 La macrofaune influence/est structurante pour le reste des communautés vivant dans les sols (faune, fonge) ID5 Les communautés échantillonnées dépendent de la période de relevé ID6 La forme d'humus est influencée par la macrofaune du sol

# Exemples de résultats : Influence du régime d'éclaircie ?

Eclaircies légères (G1)	Eclaircies moy. à fortes (G2)	Aucune éclaircie (LE)
<p><u>Plus favorable que LE pour :</u></p> <p> Champi (RS) : - sapro - mycor.</p> <p> Flore v. : - Totale (N, RS) - FA (RS)</p> <p> Bryophytes : - FA (RS) - For (RS) Hélio (RS)</p> <p> Nématodes (N)</p>	<p><u>Plus favorable que LE pour :</u></p> <p> Flore v. : - Totale (N, RS) - Hélio (RS) - FA (N, RS)</p>	<p><u>Plus favorable que G1 pour :</u></p> <p><i>Rien</i></p>
<p><u>Plus favorable que G2 pour :</u></p> <p> Nématodes (N) + 50%</p> <p> Champi (RS) : - mycor. + 25%</p>	<p><u>Plus favorable que G1 pour :</u></p> <p><i>Rien</i></p>	<p><u>Plus favorable que G2 pour :</u></p> <p> - mycor. (RS) //LEA</p>



Les éclaircies  
légères, plus  
favorables à la vie  
du sol !

# Exemples de résultats : influence de l'essence ?



## Hêtre plus favorable que Douglas pour :

LE – Forêt ancienne	LE – Forêt récente
N Nématodes	N Nématodes
N Nématodes libres	
<b>N Flore v. totale</b>	
N Flore forestière	
RS FauneADN_S	
N Macrofaune	



## Douglas plus favorable que Hêtre pour :

LE – Forêt ancienne	LE – Forêt récente
RS Champi.patho_O	RS Flore forestière
RS Champi.patho_S	RS Flore de FA
RS Champi.sapro_S	RS Flore v. totale
RS Champi.tot_S	RS Flore héliophile

En amont de l'exploitation

→ Des groupes et indices différents favorisés par l'une ou l'autre des essences

→ Une plus forte diversité de groupes favorisés par le Hêtre

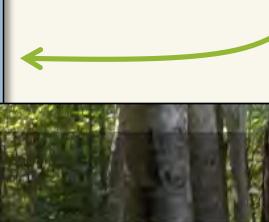
→ Des réponses différentes de la biodiversité en fonction du contexte d'ancienneté

# Transfert aux sylviculteurs



1 Ressource

Synthèse opérationnelle & résumé pour le gestionnaire



2 Ressource

Résultats bruts de l'analyse de données InSylBioS

Cette synthèse s'appuie sur les données aménées au cours de l'analyse de données. En première partie, les résultats sont présentés par gestionnaire puis par variable.

Table des matières

I- Synthèse
II- Synthèse
Remarques
À propos
Des auteurs
La nature
A propos

Quelques précisions sur les résultats.

- Lecture des tableaux
- Ecart-types des variables explicatives numériques liées à la gestion
- Covariables retenues (phase 0)

Résultat des modèles pour les hypothèses principales (Phase 1) ...

Hypothèse GB1 : les communautés des sols sont influencées par le régime d'éclaircie

- Effet des régimes d'éclaircies
- Effet des taux de prélevements
- Effet de la surface terrière

Hypothèse GB2 : les communautés des sols sont influencées par l'essence dominante

- Comparaison de sites en Douglas et en Hêtre (contextes ancienneté et gestion)
- Comparaison de l'effet essence sur l'ensemble des sites (variabilité de contexte)

Hypothèse GB3 : les communautés des sols sont influencées par les essences secondaires

Hypothèse GB4 : les communautés des sols sont influencées par l'ancienneté



3 Ressource

Synthèse bibliographique : impacts de pratiques de gestion sur la biodiversité des sols

C. Emberger, C. Chauvin, Y. Dumas, M. Gosselin, B. Renaux, B. Baron, L. Chabbert, S. Rotiel - Décembre 2023

Dans le cadre du projet InSylBioS, un travail bibliographique a été mené pour recenser l'état de l'art des liens entre la biodiversité des sols, la sylviculture et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. Les éléments bibliographiques recueillis en lien avec trois hypothèses prioritaires du projet sont présentés sous forme de synthèse ici. Les hypothèses traitées dans cette synthèse, en lien avec l'analyse du jeu de données, sont les suivantes :

- Les communautés des sols sont influencées par le régime d'éclaircie (GB1)
- Les communautés des sols sont influencées par l'essence dominante (GB2)
- Les communautés des sols sont influencées par l'ancienneté de l'état boisé (GB4)

Animation de 2 journées de restitution et d'échange



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www foret-mediterraneenne.org](http://www foret-mediterraneenne.org)

# InSylBioS : une première étape...

- Développement de protocoles et méthodologies statistiques, sensibles à la problématique visée, **reproductibles** dans une diversité de contextes
- Des résultats très contextes-dépendant
- Des résultats intéressants pour quelques questions dans un contexte donné , **mais limités** pour aider le sylviculteur dans la gestion courante face à une diversité de situations

En amont de l'explo

Utilisés dans d'autres projets :  
Projet FUSEE,  
PNR des Vosges

Traduits en recommandations de gestion

Quelles suites ?



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)

# Vers davantage d'opérationnalité... Une suite avec InSylBioS 2

- Démultiplier les contextes d'application du protocole pour élargir le référentiel InSylBioS

→ InSylBioS 2 : Contexte chênaies – Gradient de maturité

- Poursuivre le travail d'analyse pour continuer de mieux comprendre les liens entre sylvicultures et biodiversité des sols

→ InSylBioS 2 : (1) Approfondissement relations sylviculture – biodiversité (2) relations formes d'humus – biodiversité – fonctionnalité  
(3) *relations biodiversité – croissance ?*

- Rassembler les éléments de la littérature scientifiques / des autres projets liés

En amont de l'évaluation :

1. Mieux connaître la réponse de la biodiversité à une diversité de contextes et de pratiques



# Vers davantage d'opérationnalité... Une suite avec InSylBioS 2

- 2.** Aller vers un outil opérationnel, qui apporte des éléments de réponses à différentes questions, en fonction des contextes, aux gestionnaires :

Dans un contexte donné :

Substrat ?

Essences ?

Humus ?

Domaine biogéo ?

Ancienneté de l'état boisé ?

...

A une pratique de gestion donnée :

Coupe rase ?

Eclaircie légère ?

Eclaircie forte ?

Travail du sol ?

En

Transformation par plantation ?

Rajeunissement / Impacts sur les attributs de maturité ?

...



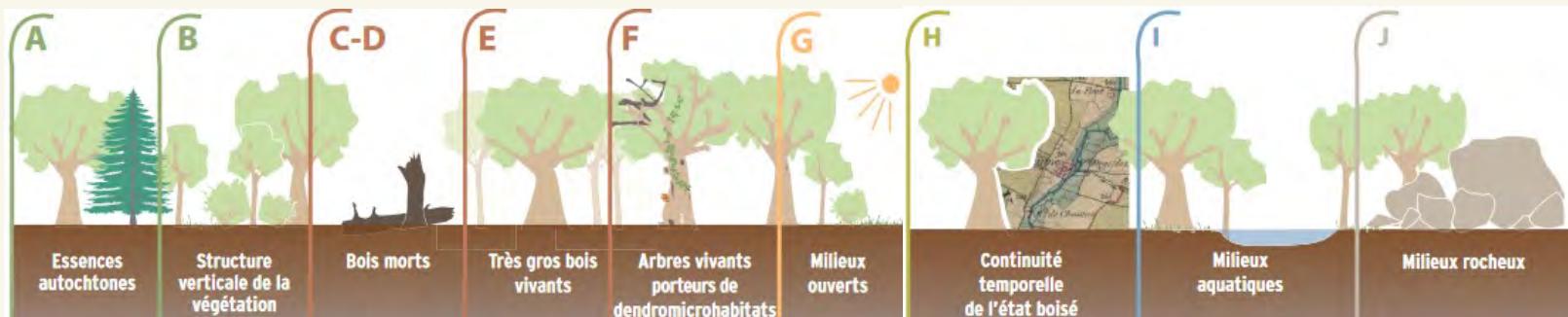
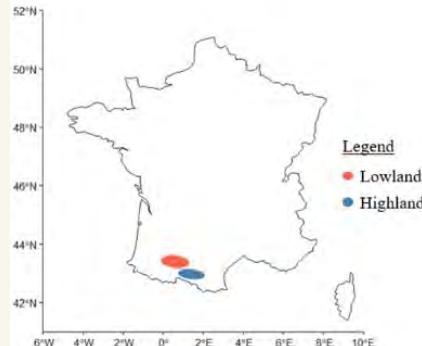
# L'IBP, un indice sensible aux variations de la biodiversité du sol ?



Evaluating soil communities sensibility to forest structure through the use of eDNA metabarcoding and the Index of Biodiversity Potential

Rimbault<sup>a</sup>, A., Roy<sup>b,c</sup>, M., Roy-Camille<sup>a</sup>, C., Savoie<sup>a</sup>, J.-M., Gouix<sup>d</sup>, N., Larrieu<sup>e,f</sup>, L., Brin<sup>a</sup>

Sous presse, *Forest Ecology and Management*

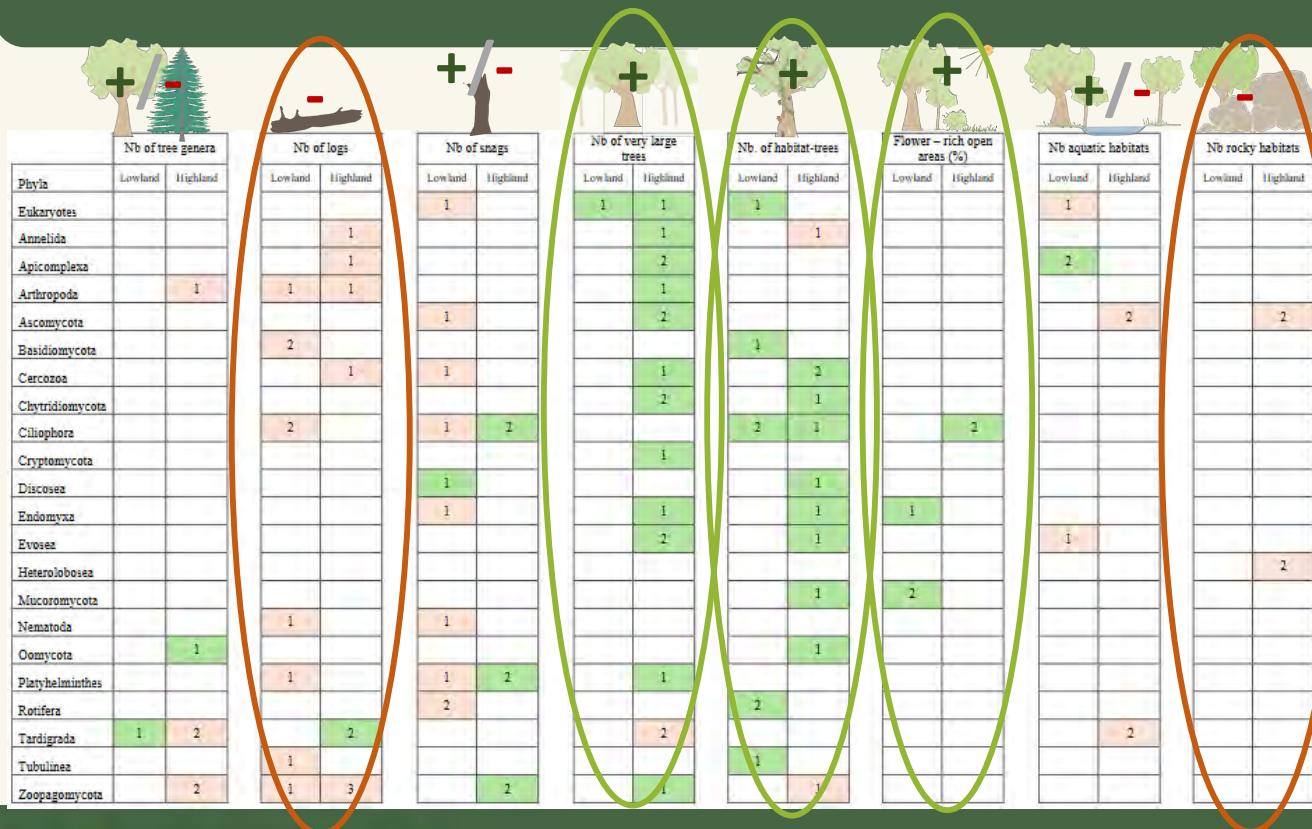


## Plan d'échantillonnage :

- 86 placettes dans 2 régions du SO (Hêtraies-chênaies de plaine, Hêtraies-sapinières de montagne)
- Relevés :
- IBP
- ADNe Eucaryotes (18S)
- Paramètres physico-chimiques (pH, C/N)



# L'IBP, un indice sensible aux variations de la biodiversité du sol ?



Oui, mais avec des résultats contrastés !

1ers résultats encourageants, à garder en tête :

- Relations testées uniquement linéaires
- Plan d'échantillonnage non bâti pour l'IBP (gamme de variations des facteurs non contrôlée)
- Limites de l'ADNe

→ InSylBioS 2 : éléments supplémentaires sur les liens entre IBP et biodiv du sol ?

**MERCI pour  
votre  
attention**

**Et Merci ...**

### **... à l'équipe projet InSylBioS !**

CEN / CRPF : Loïc Molines, Arnaud Goulpeau, Céline Emberger  
INRAE : Marion Vinot-Gosselin, Frédéric Gosselin, Yann Dumas  
ECODIV : Michaël Aubert, Lucie Vincenot, Vincent Moulin  
ELISOL : Camille Chauvin  
CEFE : Thibaud Decaëns  
CBN : Benoit Renaux, Gilles Corriol, Carole Hannoire  
Stages et CDD : Nicolas Roche, Blandine Baron, Sarah Rotiel



### **... au CRPF Occitanie**

Jean-Yves Magaud, Christine Boyer, Jean-Michel d'Orazio, Pascal Mathieu, Magali Rossi, Stéphane Serieye, Grégory Philippe

### **... au CEN Occitanie**

Nicolas Gouix, Margot Delrieu, Antoine Veirman

### **Et aux gestionnaires et propriétaires**

Pour leur aide dans la sélection des peuplements

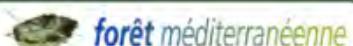
### **... aux financeurs**



AGENCE  
NATIONALE  
DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES



### **... aux membres du COPIL**



Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)



Informer, Échanger, Rassembler, Proposer

### Colloque organisé avec le soutien de



PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR



DÉPARTEMENT  
**BOUCHES-DU-RHÔNE**



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE,  
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE  
ET DE LA SOUVERAINETÉ  
ALIMENTAIRE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

[www.foret-mediterraneenne.org](http://www.foret-mediterraneenne.org)