

FORUM

IMPACT DE LA DENSITÉ DES PEUPELEMENTS FORESTIERS SUR LA BIODIVERSITÉ ET LE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DE L'INTERFACE SOL-VÉGÉTATION

LUDOVIC HENNERON

CONTEXTE

Dans le cadre du réchauffement climatique, les scénarios prévisionnels établis annoncent, pour la France, des vagues de chaleur estivales plus fréquentes, plus longues et plus intenses. Les risques de stress hydrique des peuplements forestiers seront donc de plus en plus importants dans le futur (Allen *et al.*, 2010). Une piste envisagée pour améliorer le bilan en eau des écosystèmes forestiers gérés est la réduction du nombre d'arbres par parcelle, afin de réduire les prélèvements en eau des peuplements (Giuggiola *et al.*, 2013). En préventif, le Plan forestier national suggère d'intensifier les prélèvements de bois par des éclaircies plus fréquentes et de réduire ainsi les densités d'arbres des forêts.

L'impact de ces changements d'itinéraires sylvicoles sur la biodiversité et le fonctionnement de l'écosystème forestier a été peu étudié jusqu'à présent et fait l'objet du projet de recherche IMPREBIO (<http://www1.clermont.inra.fr/imprebio/index.htm>) dans lequel s'inscrivent mes travaux de recherche. Ces derniers s'intéressent plus particulièrement à l'interface sol-végétation ou épisolum humifère, c'est-à-dire l'ensemble des horizons supérieurs du sol contenant des matières organiques. L'organisation de cet épisolum humifère est sous la dépendance essentielle de l'activité biologique (Jabiouk *et al.*, 2007). De plus, ce compartiment de l'écosystème joue un rôle prépondérant dans la décomposition de la litière sur laquelle reposent des fonctions écologiques essentielles telles que le recyclage des nutriments, la structuration du sol ou encore le stockage du carbone (Ponge, 2003). En intensifiant le régime d'éclaircie, le gestionnaire est susceptible de modifier la structure des strates de la végétation. En effet, la réduction de la densité des individus de la strate arborée, en provoquant une ouverture de la canopée, augmentera les ressources en eau et lumière pour les strates végétales basses (arbustive et herbacée), induisant en retour une augmentation de la biomasse végétale du sous-bois. L'ensemble de ces changements de végétation pourrait modifier de nombreux paramètres environnementaux contrôlant la composition et l'activité des communautés d'organismes de l'interface sol-végétation, tels que la quantité et la qualité de la litière ainsi que les conditions d'habitat et de microclimat.

OBJECTIFS

La question scientifique centrale de ma thèse est la suivante : Quel pourrait être l'effet de la réduction de la densité des peuplements forestiers sur l'abondance et la diversité taxonomique et fonctionnelle des principaux groupes d'organismes impliqués dans la décomposition des litières,

TABLEAU I **Caractéristiques de sites d'études et des parcelles expérimentales**

Massif forestier	Caractéristiques du massif forestier			
	Contexte climatique	Type de sol	Forme d'humus dominante	
Bellême	Océanique	Luvisol – Stagnosol	Dysmoder	
Blois	Semi-océanique	Luvisol – Stagnosol	Hémimoder	
Champenoux	Continental	Redoxic cambisol	Mésomull	
Grosbois	Continental	Cambisol	Mésomull	
Montrichard	Semi-océanique	Luvisol – Stagnosol	Oligomull	
Moulins – Bonmoulins	Océanique	Luvisol – Stagnosol	Dysmoder	
Parroy	Continental	Redoxic cambisol	Oligomull	
Réno-Valdieu	Océanique	Luvisol – Stagnosol	Hémimoder	
Tronçais	Continental	Luvisol - Stagnosol	Mésomull	

Caractéristiques des sites et parcelles expérimentales						
	Réseau expérimental	Nom de l'essai	Âge du peuplement	Indice de densité relative (RDI)	pH du sol	Carbone du sol (%)
	LERFoB	Chatellier	174	0,82	4,1	10,1
				0,53	3,9	10,6
	LERFoB	Hallet	121	0,83	4,1	9,0
				0,43	4,0	6,4
	LERFoB	Sablonnière	124	0,91	4,1	6,8
				0,43	4,0	8,8
	LERFoB	Butte de tir	128	0,81	4,7	3,7
				0,51	4,9	4,0
	LERFoB	Grande Bouzule	145	0,8	4,3	3,6
				0,5	4,6	5,2
	GIS-Coop	Grosbois-GIS	32	0,88	5,0	2,7
				0,53	5,4	3,1
	GIS-Coop	Montrichard-GIS	28	1,04	4,7	5,7
				0,43	4,8	3,7
				0,12	4,9	4,5
	GIS-Coop	Moulins-Bonmoulins-GIS	18	1,08	4,1	10,0
				0,51	4,1	6,5
				0,09	4,2	4,6
	GIS-Coop	Parroy-GIS	33	1,01	5,2	4,1
				0,82	4,9	3,8
				0,29	5,5	6,2
	GIS-Coop	Réno-Valdieu-GIS	46	1,03	4,2	6,8
				0,51	4,2	8,5
				0,26	4,4	4,7
	LERFoB	Réno-Valdieu-LERFoB	97	1,21	3,6	13,7
				0,56	4,5	2,3
	LERFoB	Bois Brochet	162	0,74	4,8	2,7
				0,55	4,7	2,2
	GIS-Coop	Coop	50	0,89	5,1	2,8
				0,51	5,1	2,5
				0,22	5,1	3,7
	LERFoB	Trésor	134	0,99	4,7	3,0
				0,59	4,5	3,3

à savoir les micro-organismes et la faune du sol ? Une seconde question qui en découle est de savoir quelles sont les conséquences en termes de décomposition de la litière ? Les trois hypothèses de travail sont :

- la réduction de la densité du peuplement a un impact négatif sur la biodiversité du sol ;
- la modification du microclimat et de la biocénose du sol ont des répercussions importantes sur la vitesse de décomposition de la litière ;
- l'ensemble de ces effets sont contextuels et dépendants des paramètres pédoclimatiques et de l'âge du peuplement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

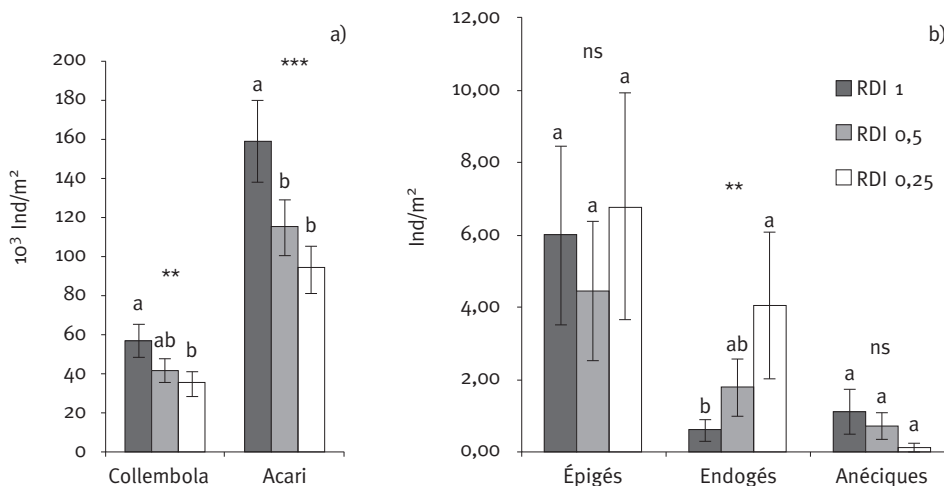
Pour réaliser ce projet, nous avons utilisé deux réseaux expérimentaux de parcelles forestières en futaie régulière de Chêne sessile sur lesquelles la densité du peuplement est contrôlée en appliquant des scénarios de densité contrastés basés sur l'indice de densité de Reineke (RDI cf. Dhôte, 1999). Les deux réseaux sont ceux du groupe « chênes » du « GIS Coopérative des données » sur la croissance des peuplements forestiers porté par l'ONF, l'INRA et Irstea avec le soutien financier du ministère en charge de l'Agriculture et de la Forêt, et des placettes permanentes du « réseau éclaircies » du laboratoire LERFoB – INRA. Trente-trois placettes expérimentales de ces réseaux d'envergure nationale ont été sélectionnées dans neuf massifs forestiers et couvrent une large gamme de contextes pédoclimatiques et d'âges des peuplements (tableau I, pp. 606-607).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les premiers résultats acquis sur de jeunes peuplements (35 ans en moyenne) montrent que les formes d'humus, l'abondance et l'activité des micro-organismes du sol ainsi que la diversité taxonomique de la faune du sol répondent assez peu à l'intensification du régime d'éclaircie. En

FIGURE 1

**ABONDANCE ET ERREUR TYPE D'ORGANISMES DU SOL
EN FONCTION DE TROIS CLASSES DE RDI**
(indice de densité relative ; Dhôte, 1999)
a) microarthropodes et b) groupes écologiques de vers de terre



revanche, l'abondance de plusieurs groupes d'organismes détritvires, à savoir les collemboles, les acariens et les diplopodes, baisse lorsque la densité du peuplement est diminuée (figure 1a, p. 608). La communauté des vers de terre est également affectée (figure 1b, p. 608). L'abondance des vers de terre endogés, qui vivent et se nourrissent en profondeur dans le sol, augmente avec la diminution de la densité en arbres. Au contraire, celle des anéciques, qui vivent dans le sol mais viennent se nourrir de litière en surface, diminue. Cela suggère que l'allocation de la litière est modifiée par l'ouverture de la canopée avec une plus grande proportion de litière racinaire par rapport à la litière foliaire. Ceci pourrait s'expliquer par une augmentation de biomasse de la végétation de sous-bois dont la litière est majoritairement racinaire.

CONCLUSIONS

Ces premiers résultats montrent que la structure du réseau trophique du sol est impactée par l'intensification du régime d'éclaircie, ce qui pourrait avoir des conséquences importantes en termes de décomposition des litières et de recyclage des nutriments, fonctions essentielles pour la fertilité des sols forestiers. Les perspectives finales de la thèse sont de compléter la caractérisation des variations de biocénose du sol, notamment en étudiant les micro-organismes et les nématodes du sol, ainsi que d'étudier les conséquences fonctionnelles, à savoir la qualité et la décomposition de la litière.

Ludovic HENNERON
UNIVERSITÉ DE ROUEN
EA 1293 ECODIV-Rouen, SFR SCALE
UFR des Sciences et des Techniques
Bâtiment IRESE A
Place Émile Blondel
F-76821 MONT SAINT-AIGNAN CEDEX
(ludovic_henneron@hotmail.com)

Encadrants :

Matthieu CHAUVAT, Fabrice BUREAU, Michaël AUBERT — Université de Rouen, EA 1293 ECODIV-Rouen, SFR SCALE, UFR Sciences et Techniques — F-76821 MONT SAINT-AIGNAN CEDEX.
(matthieu.chauvat@univ-rouen.fr) (fabrice.bureau@univ-rouen.fr) (michaël.aubert@univ-rouen.fr)

Philippe BALANDIER — Irstea, Unité de recherche sur les écosystèmes forestiers — Domaine des Barres — F-45290 NOGENT-SUR-VERNISSON. (philippe.balandier@irstea.fr)

Remerciements

Ces travaux se font dans le cadre d'une thèse de doctorat financée par une allocation doctorale de la région Haute-Normandie *via* le Grand Réseau de recherche SER (Sciences de l'Environnement, analyse et gestion des risques) et le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (convention n° 10-MBGD-BGF-3-CVS-081, programme BGF). Nous remercions vivement Marthe AKPA-VINCESLAS, Claudine RICHTER, Vincent BOULANGER, François NINGRE et Sandrine PERRET pour leur participation à ces travaux de recherche.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN (C.D.), MACALADY (A.K.), CHENCHOUNI (H.), BACHELET (D.), McDOWELL (N.), VENNETIER (M.), KITZBERGER (T.), RIGLING (A.), BRESHEARS (D.D.), HOGG (E.H. Ted), GONZALEZ (P.), FENSHAM (R.), ZHANG (Z.), CASTRO (J.), DEMIDOVA (N.), LIM (J.-H.), ALLARD (G.), RUNNING (S.W.), SEMERCI (A.), COBB (N.). — A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. — *Forest Ecology and Management*, vol. 259, n° 4, 2010, pp. 660-684.
- DHÔTE (J.-F.). — Compétition entre classes sociales chez le Chêne sessile et le Hêtre. — *Revue forestière française*, n° 2, 1999, pp. 309-325.
- GIUGGIOLA (A.), BUGMANN (H.), ZINGG (A.), DOBBERTIN (M.), RIGLING (A.). — Reduction of stand density increases drought resistance in xeric Scots pine forests. — *Forest Ecology and Management*, 310, 2013, pp. 827-835.
- JABIOL (B.), BRÊTHES (A.), PONGE (J.-F.), TOUTAIN (F.), BRUN (J.-J.). — L'Humus sous toutes ses formes. 2^e édition. — Nancy : AgroParisTech-École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 2007. — 64 p.
- LOUSTAU (D.), coordinateur. — Rapport final du projet CARBOFOR — Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles. — 2004.
- PONGE (J.-F.). — Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. — *Soil Biology & Biochemistry*, vol. 35, n° 7, 2003, pp. 935-945.

IMPACT DE LA DENSITÉ DES PEUPELEMENTS FORESTIERS SUR LA BIODIVERSITÉ ET LE FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DE L'INTERFACE SOL-VÉGÉTATION [Résumé]

De nouvelles contraintes exercées par le réchauffement climatique font actuellement pression sur les écosystèmes forestiers et vont imposer une adaptation de leur gestion sylvicole pour préserver leur santé. Ainsi, le plan forestier national incite les gestionnaires forestiers à appliquer un régime d'éclaircie plus intensif. Ceci devrait permettre d'atténuer le risque de stress hydrique accru par des sécheresses estivales qui s'annoncent plus fréquentes à l'avenir. Cependant, peu d'études ont encore évalué l'impact potentiel de cette dynamisation de la gestion forestière sur la biodiversité et le fonctionnement du sol : c'est l'objet de mon travail de thèse. Les premiers résultats montrent que la structure du réseau trophique du sol est impactée par l'intensification des éclaircies. En effet, l'abondance de plusieurs groupes d'organismes détritvires, à savoir les collemboles, les acariens et les diplopodes baisse lorsque la densité du peuplement diminue. La communauté des vers de terre est également affectée, l'abondance des endogés augmentant avec la réduction de la densité du peuplement alors que celle des anéciques diminue. Ceci pourrait avoir des conséquences importantes en termes de décomposition des litières et de recyclage des nutriments, fonctions essentielles pour la fertilité des sols forestiers.

IMPACTS OF FOREST STAND DENSITY ON THE BIODIVERSITY AND FUNCTIONING OF THE PLANT-SOIL INTERFACE [Abstract]

Global warming imposes new constraints on forest ecosystems and induces forest management adaptation. French forest policy currently advocates more intensive thinning so as to mitigate the increased risk of water stress from more frequent summer droughts. However, few studies have yet assessed the potential impact of these intensive forest management practices on soil biodiversity, which is the subject of my thesis. The first results show that the soil food web structure is affected by more intensive thinning. Indeed, the abundance of several soil detritivore groups, *i.e.* springtails, mites and millipedes is negatively impacted by stand density reduction. The earthworm community is also affected, as endogeic abundance increases with stand density reduction while anecic abundance decreases. This could have important consequences in terms of litter decomposition and nutrient cycling, which are essential functions for forest soil fertility.
