

Projet CANOPEE

1) Résumé du projet

La canopée est un milieu particulier des écosystèmes forestiers, présentant des microclimats et des microhabitats originaux et abritant par conséquent une communauté atypique d'insectes, avec potentiellement de nombreuses espèces patrimoniales. Il s'agit néanmoins d'un milieu assez méconnu car difficile d'accès et par conséquent largement sous-échantillonné. Avec les changements globaux, les dépérissements forestiers tendent à être de plus en plus fréquents et cela induit des transformations graduelles et profondes des canopées. Un certain niveau de dépérissement, en modifiant les microclimats et les micromilieus de la canopée, pourrait ainsi favoriser ou altérer la biodiversité forestière. Le projet CANOPEE ambitionne de lever un verrou technique en utilisant des méthodes innovantes, et un consortium original associant laboratoires académiques, muséum d'histoire naturelle, associations naturalistes, et l'ONF afin d'étudier les canopées. L'objectif général est l'exploration des liens entre l'état sanitaire des chênes pédonculés et la biodiversité des insectes associés à ce milieu particulier. Le projet s'intéressera à la diversité des insectes présents dans les canopées de chênaies plus ou moins dépérissantes de la région Centre-Val de Loire, en termes de communautés et de populations, et en utilisant des outils d'identification classiques et innovants, comme l'ADN environnemental. Le projet s'intéressera aussi aux effets des dépérissements sur deux facteurs susceptibles de moduler cette biodiversité : les microclimats de la canopée et la prédation exercée par les oiseaux insectivores.

2) Responsable

Titre court du projet :	Biodiversité des insectes des canopées de chênes dépérissants				
Jeune chercheur (- de 35 ans)	<input type="checkbox"/> Oui	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Mots-clés espèces patrimoniales ; espèces invasives ; climat		
Durée du projet :	<input type="checkbox"/> 12 Mois	<input type="checkbox"/> 24 Mois	<input checked="" type="checkbox"/> 36 Mois	ACRONYME	CANOPEE
Responsable scientifique (coordinateur du projet) :	Prénom : Aurélien		NOM : SALLE		
	Unité de recherche :				
	Nom complet :		EA 1207 Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures USC INRA 1328		
	Nom court ou sigle :		LBLGC		
	Etablissement de tutelle gestionnaire pour le projet : U ORLEANS				
	Adresse : Rue de Chartres, BP 6759, 1er étage bâtiment Physique-Chimie				
	Code Postal: 45 067 Ville : Orléans cedex 2				
Tel : 0238494905		Email : aurelien.salle@univ-orleans.fr			

3) Partenaires impliqués

Coordinateur du projet (en 1) et Partenaires (Unité de recherche ou partenaire non académique) :		Nom court ou sigle :	Acad. ou non acad.	HT/TTC	BRGM	CEA	CNRS	INRA	INSA	INSERM	IRSTEA	MNHN	UOrléans	UTours	Autres	choix besoin financé NAC
1	EA 1207 Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures USC INRA 1328	LBLGC	AC	HT									G			
2	Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte	IRBI	AC	HT			X							X		-
3	Écosystèmes Forestiers Nogent-sur-Vernisson	EFNO	AC	HT						X						-
4	Unité de Recherche de Zoologie Forestière	URZF	AC	HT				X								-
5	Muséum d'Orléans pour la Biodiversité et l'Environnement	MOBE	NA	HT										X	2	-
6	Coordination Entomologique de la Région Centre pour l'Organisation de Projets d'Études	CERCOPE	NA	HT										X	2	-
7	Entomologie Tourangelle et Ligérienne	ETL	NA	HT										X	2	-
8	Indre Nature	Indre Nature	NA	HT										X	2	-
9	Centre-Sciences	Centre-Sci.	NA	HT										X	2	-
10	Office National des Forêts	ONF	NA	HT										X	1	-

4) Descriptif du projet

Dans un contexte d'érosion globale de la biodiversité, et de perte des services écosystémiques qui lui sont associés, il est primordial de pouvoir caractériser la diversité et la distribution des espèces au sein des milieux (Ozanne et al., 2003 ; Cardinale et al., 2012). Cette caractérisation permet d'une part de comprendre le fonctionnement des écosystèmes et leurs capacités d'adaptation face aux contraintes environnementales et d'autre part d'adapter la gestion des milieux aux problématiques de conservation des espèces (Ozanne et al., 2003). Au sein des écosystèmes forestiers, les principaux processus conditionnant la productivité primaire se déroulent au niveau du sol pour ce qui concerne la nutrition minérale et hydrique et au niveau de la canopée pour ce qui concerne la photosynthèse. Cela s'accompagne d'une forte concentration de la biodiversité forestière dans ces deux compartiments (Stork & Grimbacher, 2006) et il serait par conséquent fondamental de pouvoir intégrer la richesse et la complexité du sol et de la canopée dans les problématiques de gestion forestière (Ishii et al., 2004 ; Ulyshen 2011). Néanmoins, du fait de la difficulté d'accès, la canopée est certainement le compartiment forestier le moins bien connu, à la fois en termes de processus fonctionnels et de biodiversité. Les travaux sur la biodiversité associée aux canopées ont principalement été réalisés dans les immenses réservoirs d'espèces que constituent les forêts tropicales. En dépit de nombreuses études réalisées, en particulier sur différents groupes d'Arthropodes, la contribution relative du sol et de la canopée à la biodiversité globale au sein de ces écosystèmes fait cependant encore débat

(Basset et al., 2003 ; Stork & Grimbacher, 2006). Toutefois, les études réalisées s'accordent toutes sur le fait que les assemblages d'espèces associées aux canopées diffèrent nettement de celles des strates inférieures, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif (Basset et al., 2003 ; Stork & Grimbacher, 2006), et 20 à 25 % des espèces d'Arthropodes seraient potentiellement inféodées aux canopées des forêts tropicales (Ozanne et al., 2003). Trois facteurs majeurs peuvent expliquer ces divergences de communautés d'Arthropodes entre strates verticales. Premièrement les canopées présentent une forte complexité structurale ainsi que des ressources trophiques et des microhabitats qui lui sont soit propres soit plus abondants, comme par exemple du bois mort ou des cavités perchées, des sols suspendus, des végétaux épiphytes ou encore une certaine qualité de feuillage (Basset et al., 2003). Deuxièmement, la canopée se situe à l'interface avec l'atmosphère dans les écosystèmes forestiers. C'est un milieu où la température, l'ensoleillement, l'humidité et la vitesse du vent sont par conséquent beaucoup plus variables et plus extrêmes qu'au niveau du sol où les conditions climatiques sont tamponnées (Basset et al., 2003). Enfin, les interactions interspécifiques, notamment les pressions de prédation, sont probablement différentes entre le sol et la canopée. Certains taxons de prédateurs étant plus abondants près du sol, d'autres au niveau de la canopée, des stratégies d'évitement pourraient ainsi structurer les communautés de proies (Basset et al., 2003). En comparaison, les canopées des forêts tempérées ont pendant longtemps reçu beaucoup moins d'attention (Ulyshen, 2011). Les forêts tempérées présentent en effet une stratification beaucoup moins importante et un nombre de taxons spécifiques à la canopée probablement plus restreint (Ulyshen, 2011). Toutefois, un nombre croissant d'études ont été récemment menées sur ce milieu largement sous-échantillonné. Comme en forêt tropicale, elles ont permis de mettre en évidence une stratification claire des communautés d'Arthropodes en forêt tempérée (e.g. Bouget et al., 2011 ; Vodka & Cizek, 2013 ; Normann et al., 2016 ; Weiss et al., 2016 ; Plewa et al., 2017 ; Seibold et al., 2018), avec 20 à 40% des espèces strictement associées à la canopée (Bouget et al., 2011). Outre ces spécialistes, beaucoup d'espèces d'Arthropodes peuvent aussi dépendre de la canopée pour une partie de leur cycle biologique (e.g. nutrition de maturation sexuelle et accouplement sur le feuillage pour les buprestes (Coleoptera: Buprestidae)) (Sallé et al., 2014). Les canopées de forêts tempérées peuvent ainsi constituer des réservoirs d'espèces rares et patrimoniales (Plewa et al., 2017). Bien que globalement les études aient été menées sur une gamme de taxons assez large (e.g. les Hétéroptères (Gossner, 2009), les Diptères (Maguire et al., 2014), les Arachnides (Larrivée & Buddle, 2009)), la majorité des travaux ont porté sur les Coléoptères saproxyliques au sens large, i.e. associés au bois déperissant ou mort et aux microhabitats. Ces insectes forment un groupe clé dans les écosystèmes forestiers tant d'un point de vue fonctionnel compte-tenu de leur implication dans la dégradation du bois mort, qu'en termes de biodiversité. Au sein de ce groupe, la raréfaction des ressources dans les forêts gérées a entraîné le déclin de nombreuses espèces, devenues patrimoniales et protégées (Grove, 2002). Néanmoins certaines familles de ce cortège ont pu être mal échantillonnées, car mal captées par les pièges à interception classiquement utilisés. C'est le cas des buprestes par exemple, une famille riche en espèces dont les taxons forestiers sont associés aux canopées pour une partie (cf. supra) voire l'ensemble de leur cycle biologique (Wermelinger, 2007 ; Sallé et al., 2014). Cette famille inclut des taxons jouant des rôles fonctionnels clés, en tant que facteurs aggravants lors des déperissements forestiers, mais aussi plusieurs espèces invasives particulièrement dommageables dans les forêts tempérées d'Amérique du Nord (Sallé et al., 2014). Bien que les systèmes de piégeages pour ces taxons aient été optimisés récemment

(Domingue et al., 2013), il n'y a que très peu de caractérisations des communautés de buprestes forestiers (Wermelinger, 2007 ; Vodka et al., 2009 ; Redilla & McCullough, 2017). Comme en forêt tropicale, la plupart des travaux en forêt tempérée se sont intéressés à la distribution verticale de la biodiversité et aux facteurs liés aux peuplements forestiers (e.g. la nature, la structure ou la gestion des peuplements (Ulyshen, 2011 ; Bouget et al., 2011 ; Vodka & Cizek, 2013)) ou aux communautés d'Arthropodes (e.g. les groupes taxonomiques et guildes fonctionnelles (e.g. Ulyshen, 2011 ; Bouget et al., 2011 ; Maguire et al., 2014 ; Weiss et al., 2016)). Très peu de travaux cependant ont considéré les communautés d'Arthropodes des canopées comme un objet d'étude en tant que tel et se sont intéressés aux facteurs pouvant moduler ces communautés particulières comme par exemple la luminosité (Gossner, 2009) ou l'altitude (Röder et al., 2010). Les facteurs environnementaux majeurs influant la distribution verticale des espèces, i.e. la distribution des ressources, les microclimats et les interactions biotiques (cf. supra), contribuent certainement à moduler la composition des communautés dans la canopée (Gossner, 2009). L'ensemble de ces facteurs est susceptible de subir des modifications profondes lors des phénomènes de dépérissement forestier. Les dépérissements forestiers se traduisent par une perte de vigueur progressive des arbres sous l'effet d'une succession de facteurs prédisposants (e.g. pédologiques), déclenchants (e.g. une sécheresse) et aggravants (e.g. des parasites de faiblesse) (Sallé et al., 2014). Cette perte de vigueur se répercute sur les canopées, où le bois mort s'accumule, des cavités se forment au niveau des trous alimentaires des pics et des nécroses aux nœuds des branches tombées, le feuillage s'éclaircit. Ainsi un dépérissement tend à accroître la complexité structurale à l'échelle des peuplements, arbres et branches au sein de la canopée et à transformer les microclimats (Ishii et al., 2004). La perte de feuillage affecte probablement plusieurs variables microclimatiques comme l'intensité lumineuse, la température et l'humidité et la transformation de la canopée pourrait aussi modifier les communautés de prédateurs et leur activité. Avec les changements globaux, les dépérissements forestiers vont certainement atteindre une ampleur et une intensité exceptionnelles et des transformations profondes des canopées forestières sont déjà observables dans les écosystèmes méditerranéens (Allen et al., 2010 ; Carnicer et al., 2011). En revanche, **actuellement aucune étude ne s'est intéressée aux conséquences d'un dépérissement sur la biodiversité associée aux canopées.**

5) Objectifs du projet

Le projet CANOPEE ambitionne d'étudier la biodiversité de l'entomofaune associée aux canopées de chênes de la Région Centre-Val de Loire, et d'évaluer l'impact d'un dépérissement sur cette dernière. Le premier objectif est de caractériser les communautés de Coléoptères saproxyliques, d'insectes cavicoles et d'Hétéroptères avec différentes méthodes d'échantillonnage récemment optimisées, notamment pour la capture des buprestes, et le développement d'une méthode d'ADN environnemental sur le terreau des cavités d'arbres. La diversité intraspécifique de certains taxons de buprestes sera aussi quantifiée à l'aide d'outils de biologie moléculaire. Le deuxième objectif sera de confronter ces données de diversité à des évaluations de l'état sanitaire des arbres, parcelles et massifs échantillonnés afin d'évaluer les relations entre dépérissement et biodiversité des canopées à plusieurs échelles spatiales. Enfin, les troisième et quatrième objectifs seront d'évaluer l'impact de l'état sanitaire des arbres et parcelles sur deux facteurs probablement majeurs

d'organisation des communautés de canopées : les microclimats et la pression de prédation de l'avifaune insectivore.

6) Dispositif expérimental

Le projet CANOPEE ambitionne d'étudier la biodiversité de l'entomofaune associée aux canopées de chênes de la Région Centre-Val de Loire, plus particulièrement dans les forêts d'Orléans (45), Vierzon (18) [en 2020 et 2021], Châteauroux (36) et Boulogne (41) [en 2021]. La caractérisation des communautés de Coléoptères saproxyliques, d'insectes cavicoles et d'Hétéroptères sera menée avec différentes méthodes d'échantillonnage récemment optimisées.

Le dispositif d'échantillonnage envisagé en 2020 est constitué de 66 pièges au total, 12 pièges Polytraps, 54 Lindgrens (36 lindgrens verts et 18 Lindgrens noirs dits portrap) répartis dans les forêts d'Orléans et de Vierzon.

Le dispositif d'échantillonnage envisagé en 2021 est constitué de 24 triplets de pièges Polytraps, Lindgrens verts et Lindgrens noirs répartis dans les forêts cibles (6 triplets Polytrap/Lindgren/Portrap au sein des massifs cibles).

Ces dispositifs sont spécifiques aux insectes, mais ne sont pas sélectifs quant aux espèces échantillonnées. Parmi les espèces constituant le groupe d'étude, certaines bénéficient d'un statut de protection National (tels *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina*, *Osmoderma eremita*). Les différentes forêts cibles sont susceptibles d'abriter ces espèces d'insectes protégées dont certains spécimens pourraient être capturés accidentellement par les dispositifs d'échantillonnage.

Ces pièges, lorsqu'ils sont placés dans la canopée des arbres, peuvent occasionner la capture accidentelle de chiroptères dans de rares cas. Des dispositifs d'empêchement passifs, de répulsion actifs et d'échappement sont mis en place (filets autour des pièges, croisillons au fond des entonnoirs (avant le collecteur) et émission d'ultrasons). La répartition des pièges équipés ainsi que des visuels de ces dispositifs sont présentés sur les fiches « pièges » et « fiche technique 2020 ».

Bibliographie

Allen et al. (2010) *For. Ecol. Manage.* 259, 660-684 ; Basset et al. (2003) *Arthropods of Tropical Forests*, 17-23 ; Bouget et al. (2011) *For. Ecol. Manage.* 261, 211-220 ; Cardinale et al. (2012) *Nat.* 486, 59 ; Carnicer et al. (2011) *Proc. Nat. Acad. Sci.* 108, 1474-1478 ; Domingue et al. (2013) *Entomol. Exp. Appl.* 148, 116-129 ; Gossner (2009) *Eur. J. Entomol.* 106, 241-252 ; Grove (2002) *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 33, 1-23 ; Ishii et al. (2004) *For. Sci.* 50, 342-355 ; Larrivé & Buddle (2009) *Agric. For. Entomol.* 11, 225-237 ; Maguire et al. (2014) *Environ. Entomol.* 43, 9-17 ; Normann et al. (2016) *For. Ecol. Manage.* 361, 421-431 ; Ozanne et al. (2003) *Science* 301, 183-186 ; Plewa et al. (2017) *For. Ecol. Manage.* 402, 186-193 ; Redilla & McCullough (2017) *Can. J. For. Res.* 47, 1131-1139 ; Röder et al. (2010) *For. Ecol. Manage.* 259, 1513-1521 ; Sallé et al. (2014) *For. Ecol. Manage.* 328, 79-93 ; Seibold et al. (2018) *For. Ecol. Manage.* 409, 564-570 ; Stork & Grimbacher (2006) *Proc. R. Soc. B.* 273, 1969-1975 ; Ulyshen (2011) *For. Ecol. Manage.* 261, 1479-1489 ; Vodka & Cizek (2013) *For. Ecol. Manage.* 304, 33-41 ; Vodka et al. (2009) *J. Ins. Conserv.* 13, 553-562 ; Weiss et al. (2016) *PloS one* 11, e0149506 ; Wermelinger et al. (2007) *J. Appl. Entomol.* 131, 104-114.