



SYNDICAT DE L'ORGE

OPIE



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la vallée de l'Orge

Vers une trame écologique « vieux bois »

Rapport final

Novembre 2022



Ce document a été réalisé par l'Office pour les insectes et leur environnement (Opie), association agréée par les ministères chargés de l'environnement et de l'éducation nationale, membre de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), structure de référence régionale dans le cadre du Système d'information sur la nature et le paysage (SINP) et correspondante du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) pour l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) en partenariat avec le Syndicat de l'Orge et en particulier l'équipe « Prospective et étude des milieux ».

Conception et montage du projet :

Xavier HOUARD et Lucile FERRIOT, Sébastien NYS et Bruno MERIGUET.

Relevés de terrain :

Bruno MERIGUET, Mathieu GOUIRAND, Lucile FERRIOT, Manon LAVAUD, Naomi DORIAAC et Antoine KITA.

Identification :

Bruno MERIGUET.

Traitement de données et cartographies :

Bruno MERIGUET, Mathieu GOUIRAND, Lucile FERRIOT.

Rédaction, analyses :

Bruno MERIGUET.

Mise en page :

Valentin SPECKENS.

Relecture :

Théo DUQUESNE, Lucile FERRIOT, Mathieu GOUIRAND, Xavier HOUARD et Valentin SPECKENS.

Photos en couverture :

1^{er} de couverture : Sallemouille – Syndicat de l'Orge 2022 ; de gauche à droite : *Tetratoma ancora* (Tetratomidae), *Melandrya barbata* (Melandryidae), *Elater Ferrugineus* (Elateridae), *Necydalis* (Cerambycidae), Quatre coléoptères saproxyliques remarquables observés en au cours de l'étude. Crédits P. ZAGATTI

4^e de couverture : de haut en bas et de gauche à droite : *Agrilus guerini* (Buprestidae), *Thymalus limbatus* (Trogossitidae), *Platystomos albinus* (Anthribidae), *Gasterocercus depressirostris* (Curculionidae), *Trox perrisi* (Trogidae), *Neomida haemorrhoidalis* (Tenebrionidae). Crédits P. ZAGATTI.

Ce document doit être référencé comme suit :

MERIGUET B., GOUIRAND M., FERRIOT L., DUQUESNE T. & SPECKENS V., 2022. – Inventaire des Coléoptères saproxyliques de vallée de l'Orge – vers une trame écologique « vieux bois » - rapport final. Office pour les insectes et leur environnement – Syndicat de l'Orge. Région Île-de-France - Département de l'Essonne. 111 p + annexes.

Résumé

Le Syndicat de l'Orge a en charge sur son territoire de la gestion des milieux naturels, comprenant de nombreux boisements. En 2013, le Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) a permis d'initier une réflexion sur la trame écologique liée au cours d'eau et milieux forestiers. Des lacunes et un besoin d'identifier les enjeux pour une gestion cohérente ont été relevés. Afin de combler ces lacunes et orienter les actions de gestion, le syndicat s'est engagé dans une démarche de projet Trame verte et bleue (TVB).

En 2018, une convention de partenariat scientifique et technique a été formalisée entre le Syndicat de l'Orge et l'Office pour les insectes et leur environnement afin de répondre conjointement à l'appel à projets régional « *Lutte contre l'érosion de la biodiversité en Île-de-France* ». Les objectifs de ce partenariat ont été **(1)** d'améliorer les connaissances naturalistes sur le territoire du bassin versant de l'Orge et identifier les enjeux sur les coléoptères saproxyliques, **(2)** d'alimenter la réalisation d'un schéma directeur intercommunal « Trame verte et bleue », **(3)** de sensibiliser les communes à leur patrimoine naturel et leur apporter des éléments pour les guider dans l'élaboration et la révision de leurs documents d'urbanisme et **(4)** d'orienter les gestionnaires de milieux naturels dans leur choix de gestion via un plan d'action opérationnel.

Pendant trois ans, un inventaire a été conduit dans une sélection de 30 boisements (10 par ans) potentiellement favorables à une grande diversité de coléoptères saproxyliques. Afin de connaître la capacité d'accueil pour la biodiversité, une description de l'habitat par l'Indice de biodiversité potentielle (IBP) a été réalisée. Dans chaque boisement, deux pièges à interception ont été posés.

En trois ans, 13 733 coléoptères ont été identifiés, comptant 551 espèces, dont 422 « saproxyliques » (liées au bois mort et/ou en décomposition). Ainsi, ce sont 305 nouvelles espèces pour le territoire du Syndicat, 128 pour le département de l'Essonne puis enfin, trois nouvelles espèces pour l'Île-de-France qui ont été recensées. Dans le territoire du Syndicat, deux espèces protégées au niveau régional, 49 espèces (dont 43 saproxyliques) déterminantes de Znieff et 35 espèces présumées « peu communes à rares » ressortent des données.

D'après l'IBP, les boisements étudiés ont globalement des caractéristiques favorables pour la biodiversité saproxylique. Les analyses de l'inventaire font ressortir deux cortèges d'espèces bien distincts, liés à deux « sous-trames » complémentaires possédant chacune leurs propres espèces indicatrices : le cortège d'espèces liées aux boisements humides et celui à rapprocher des boisements mésophiles des coteaux et plateaux bordant la vallée. En outre, nous avons pu comparer ces résultats avec ceux observés dans d'autres boisements emblématiques de la Région. Les boisements humides du territoire apparaissent globalement fonctionnels avec une faune saproxylique encore bien développée (bon état de conservation). Alors que la qualité des boisements de coteaux et de plateaux est, du point de vue de leurs faunes saproxyliques, beaucoup plus disparate, révélant des situations contrastées voir localement une valeur patrimoniale faible.

En complément, des pistes de gestions axées sur de la « non-intervention » dans des boisements peu accessibles au public, pouvant faire office de « réservoir de biodiversité » sont proposées. Pour le gestionnaire, l'IBP s'affirme comme un outil de diagnostic adéquat pour appréhender l'état de santé d'un boisement en corrélation avec les besoins de la faune saproxylique. Enfin, continuer à définir les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques du territoire du Syndicat serait pertinent pour consolider la démarche de trame « vieux bois ».

Cette étude construite en partenariat entre une collectivité et une association apporte une perception originale du territoire dont découle une analyse innovante propice à la mise en place d'actions de préservation de la biodiversité.

Comment lire ce rapport

Le présent rapport est conçu pour mettre en valeur les résultats de 3 années d'étude en regroupant et résumant l'essentiel des informations acquises dans un **format adaptable et modulable** pour différents publics (élus, gestionnaires, citoyens, naturalistes).

Le rapport est donc constitué d'un **texte (format portrait A4)** et d'un document PowerPoint comprenant l'ensemble des illustrations. Les **illustrations (format paysage A3)** sont aussi présentes dans le rapport à la suite du texte.

L'ensemble de ces éléments pourront être réassemblés pour constituer une présentation à destination de différents publics.

Pour l'impression du rapport (hors annexes), le texte est compris dans les sections paires (**1, 2 à 60**). Les illustrations quant à elle sont dans les sections impaires (**3 à 59**).

En format numérique, il est possible de visualiser une figure ou un tableau (Figure X et Tableau X1) associé au texte en utilisant la commande (**crtl+clic gauche**). Il en va de même avec la table des matières, une note de bas de page, quand une partie se réfère à des éléments d'une autre (§ X) ou qu'un lien hypertexte est présent. Vous pouvez tester la commande avec cette note de bas de page -> 1¹.

¹ Test de la commande de renvoi (crtl + clic) au format numérique.

Lexique

Coléoptère : insectes dont les larves et les adultes ont des morphologies très différentes (contrairement aux punaises par exemple). Leurs ailes antérieures sont transformées en étui pour protéger les ailes postérieures qui se rangent dessous, pliées en deux grâce à une articulation au milieu de cette aile, articulation qui n'existe chez aucun autre ordre d'insecte. Les adultes se caractérisent par des pièces buccales broyeuses, des antennes (généralement à 11 segments) et une cuticule fortement durcie (dite « sclérifiée »). Les larves sont généralement vermiformes, molles, à régimes alimentaires ou mobilité très variés. Les coléoptères sont l'ordre avec le plus grand nombre d'espèces décrites. Celui-ci est estimé à 387 000 espèces. Ainsi, une espèce animale sur quatre dans le monde est un coléoptère (INPN²).

Connectivité : importance des relations physiques entre les éléments du paysage terrestre (et marin) favorisant une gamme complète de processus naturels, comme la migration des espèces ou tout simplement les échanges entre sous-populations. Il s'agit également du degré avec lequel des processus naturels sont maintenus au travers des paysages. La connectivité est un paramètre [...] qui mesure les processus par lesquels les sous-populations des organismes sont interconnectées dans une unité démographique fonctionnelle (TRIPLÉ, 2022).

Corridor : espace reliant des taches d'habitats situés dans un environnement moins hospitalier pour les espèces concernées (TRIPLÉ, 2022).

Microhabitat : habitat de faible étendue et présentant des caractéristiques différentes des habitats contigus (TRIPLÉ, 2022).

Patrimonial : qui accorde de la valeur à ce qui est rare ou risque de le devenir. La valeur patrimoniale d'un site est estimée en fonction du nombre d'espèces animales et végétales et du nombre d'habitats hébergés par ce site. Elle est la résultante de la patrimonialité cumulée de chacune de ces composantes (TRIPLÉ, 2022).

Réservoir de biodiversité : espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante, qui abritent des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou qui sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces (TRIPLÉ, 2022).

Saproxylique : toute espèce qui dépend, pendant une partie de son cycle de vie, du bois mort provenant d'arbres vivants, affaiblis ou morts (BOUGET *et al.*, 2019 ; STOKLAND *et al.*, 2012)

Trame « verte et bleue » : réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de planification de l'État, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle contribue à l'amélioration de l'état de conservation des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'applique à l'ensemble du territoire national à l'exception du milieu marin (Site du Centre de ressources pour la mise en œuvre de la Trame verte et bleue³).

Trame « vieux bois » : afin d'assurer la conservation de la biodiversité liée aux vieux bois, il est progressivement mis en place une trame de vieux bois. Elle est constituée d'arbres vieillissants ou sénescents, isolés, en îlots ou sur de larges surfaces, répartis et contrôlés à différentes échelles géographiques, et menés ou conservés volontairement au-delà de l'âge d'exploitabilité habituellement retenu en sylviculture de production⁴.

² https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/184612

³ <https://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/qu-est-ce-que-trame-verte-bleue/definitions-trame-verte-bleue?language%25253Den=fr&language%253Den=fr>

⁴ http://www1.onf.fr/enforet/hourtin/approfondir/faune_flore_biodiversite/20111027-124204-736127/@@index.html

Table des matières

RESUME	3
COMMENT LIRE CE RAPPORT	4
LEXIQUE	5
TABLE DES MATIERES	6
1. CONTEXTE	9
1.1 LOCALISATION DU PROJET.....	9
1.2 PRESENTATION DES PARTENAIRES	11
1.2.1 Missions du Syndicat de l'Orge.....	11
1.2.2 Missions de l'Opie.....	12
1.3 PARTENARIAT OPIE-SYNDICAT DE L'ORGE	13
1.3.1 Démarche du Syndicat	13
1.3.2 Réponse à l'appel à projet de la région.....	13
1.4 PRESENTATION DES COLEOPTERES SAPROXYLIQUES	15
1.4.1 Description des coléoptères liés au bois mort	15
1.4.2 Des insectes indicateurs de fonctionnalités écologiques.....	15
1.4.3 Le bois mort : une diversité de microhabitats	18
1.5 RECENSEMENT DES CONNAISSANCES DISPONIBLES AVANT L'INVENTAIRE	20
1.5.1 Etat initiale des connaissances.....	20
1.5.2 Sources des connaissances.....	20
1.5.3 Connaissances départementales.....	20
1.5.4 Connaissances territoriales	20
2. MATERIEL ET METHODES UTILISES	22
2.1 EXPLICATION DE LA DEMARCHE D'INVENTAIRE.....	22
2.2 PRECISIONS SUR LA DEMARCHE APPLIQUEE	22
2.3 CHOIX DU SITE ET DES BOISEMENTS ETUDIES	24
2.3.1 Présélection des sites	24
2.3.2 Evolution du protocole suite à l'extension du Syndicat.....	24
2.4 PROTOCOLE D'INVENTAIRE DES COLEOPTERES SAPROXYLIQUES	27
2.4.1 Piégeage des coléoptères saproxyliques.....	27
2.4.2 Tri et identification des individus	27
2.4.2.1 Espèces d'identifications constantes.....	29
2.4.2.2 Espèces d'identifications délicates.....	29
2.4.3 Traitement des données récoltées	29
2.4.4 Association des espèces à des statuts	30
2.4.5 Evaluation de la qualité de l'inventaire.....	31
2.4.6 Recherche analytique des espèces indicatrices.....	31
2.4.7 Patrimonialité des coléoptères et des boisements	32
2.4.7.1 Présentation des indices liés à la patrimonialité	32
2.4.7.2 Intérêt de ces indices dans une logique de TVB.....	32
2.5 ANALYSE ECOLOGIQUE DES BOISEMENTS	35
2.5.1 Méthode d'évaluation écologique des boisements.....	35
2.5.1.1 Présentation de l'Indice de biodiversité potentielle.....	35
2.5.1.2 Application de l'IBP sur le territoire	35
2.5.1.3 Niveaux de lectures de l'IBP	35
2.5.1.4 Facteurs importants pour les coléoptères saproxyliques	35
2.5.2 Méthode d'identification des paramètres environnementaux structurants.....	38
2.5.2.1 Analyse de regroupement de sites.....	38

2.5.2.2	Facteurs environnementaux testés.....	38
2.5.2.3	Exigences écologiques des espèces prises en comptes.....	38
2.5.2.4	Méthode d'analyse utilisée.....	38
3.	RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	40
3.1	RESULTATS DE L'INVENTAIRE.....	40
3.1.1	<i>Quelques espèces observées.....</i>	40
3.1.2	<i>Synthèse de la campagne entomologique.....</i>	42
3.1.3	<i>Amélioration des connaissances entomologiques.....</i>	44
3.1.3.1	A l'échelle départementale.....	44
3.1.3.2	A l'échelle du territoire du Syndicat.....	44
3.1.3.3	Avancée dans la connaissance du territoire.....	44
3.1.4	<i>Exhaustivité de la campagne et perspectives associées.....</i>	48
3.1.4.1	Représentativité de l'inventaire.....	48
3.1.4.2	Perspectives en termes de richesse du territoire.....	48
3.2	ESPECES A ENJEUX.....	52
3.2.1	<i>Statuts retenus.....</i>	52
3.2.2	<i>Les espèces protégées.....</i>	52
3.2.3	<i>Les espèces déterminantes de Znieff.....</i>	52
3.2.4	<i>Espèces rares.....</i>	54
3.2.5	<i>Regroupement des espèces à enjeux.....</i>	54
3.2.6	<i>Exemple d'espèces remarquables.....</i>	56
3.3	DESCRIPTION DES BOISEMENTS.....	59
3.3.1	<i>Description des ressources.....</i>	59
3.3.1.1	Résultats globaux de l'IBP.....	59
3.3.1.2	Résultats en détail de l'IBP.....	61
3.3.1.3	Limites de l'IBP.....	62
3.3.2	<i>Facteurs importants pour les coléoptères saproxyliques.....</i>	65
3.3.2.1	Recherche de facteurs environnementaux.....	65
3.3.2.2	Boisements humides et secs : des facteurs structurants.....	65
3.3.2.3	Subtilités de l'analyse.....	68
3.3.3	<i>Espèces indicatrices de deux sous-ensembles écologiques.....</i>	70
3.4	SYNTHESE PATRIMONIALE DES ESPECES OBSERVEES.....	72
3.4.1	<i>Mise en perspective avec les boisements d'Île-de-France.....</i>	72
3.4.1.1	Choix de boisements régionaux.....	72
3.4.1.2	Comparaison des boisements.....	72
3.4.1.3	Boisements remarquables.....	73
3.4.2	<i>Patrimonialité des boisements étudiés.....</i>	76
3.4.2.1	Les sites humides.....	76
3.4.2.2	Les sites de coteaux et plateaux.....	76
3.4.2.3	Conclusion.....	77
3.4.3	<i>Evaluation des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques.....</i>	82
3.4.3.1	Les réservoirs.....	82
3.4.3.2	Les corridors écologiques.....	83
4.	ITINERAIRES ET PISTES DE GESTION.....	86
4.1	GESTIONNAIRES D'UNE TRAME ECOLOGIQUE FONCTIONNELLE.....	86
4.1.1	<i>Actions du gestionnaire.....</i>	86
4.1.2	<i>L'IBP en appui à la gestion.....</i>	86
4.1.3	<i>Interventions raisonnées possibles.....</i>	87
4.1.4	<i>Prise en compte des dynamiques environnementales actuelles.....</i>	87
4.1.5	<i>Prise en compte du public et de la sylviculture.....</i>	87

4.2	ENJEUX ET EXEMPLE D'ITINERAIRES	88
4.2.1	<i>Projection de gestion sur le long terme</i>	88
4.2.2	<i>Aides au gestionnaire</i>	88
4.2.3	<i>Milieus humides</i>	90
4.2.3.1	Espèces associées.....	90
4.2.3.2	Typologie des milieux humides	90
4.2.3.3	Typologie de la végétation	90
4.2.3.4	Menaces.....	90
4.2.3.5	Actions de gestion.....	90
4.2.3.6	Complexité des boisements humides.....	92
4.2.3.7	Exemple du bois du Grillon	92
4.2.4	<i>Coteaux et plateaux</i>	95
4.2.4.1	Espèces associées.....	95
4.2.4.2	Typologie des milieux de coteaux et plateaux.....	95
4.2.4.3	Typologie de la végétation	95
4.2.4.4	Menaces.....	95
4.2.4.5	Actions de gestion.....	95
4.2.4.6	Exemple du bois de Vaucluse	97
5.	CONCLUSION	100
5.1	IBP ET INVENTAIRES ENTOMOLOGIQUES POUR LA TVB.....	100
5.2	APPORTS DE L'ETUDE POUR LA GESTION	100
5.2.1	<i>Objectifs et bilan</i>	100
5.2.2	<i>Principaux résultats</i>	100
5.2.3	<i>Perspectives liées au public</i>	101
5.3	RECONDUIRE, DECLINER ET AMELIORER UN PROJET SIMILAIRE	102
5.3.1	<i>Ampleur et évolution de l'étude</i>	102
5.3.2	<i>Amélioration du protocole</i>	102
5.3.2.1	Axer sur le suivi pluriannuel	102
5.3.2.2	Mieux connaître la connectivité des sites.....	102
5.3.2.3	Développer l'étude des corridors	102
5.3.2.4	Renforcer la communication	102
5.4	ORIGINALITE DE L'ETUDE	103
5.4.1.1	Genèse, développement et bilan du projet.....	103
5.4.1.2	Valorisation des données	103
5.4.1.3	Amélioration des connaissances écologiques.....	103
5.4.1.4	Relevé de deux sous-trames.....	103
5.4.1.5	Perspectives pour la TVB sur le territoire.....	103
5.4.1.6	Pertinence d'une étude à grande échelle	104
6.	TABLE DES FIGURES	105
	TABLE DES TABLEAUX	107
	BIBLIOGRAPHIE	108
	ABREVIATIONS	111

1. Contexte

1.1 Localisation du projet

Le territoire du Syndicat de l'Orge est situé (essentiellement) dans le département de l'Essonne (91), au Sud-Ouest de l'Île-de-France. En 2019, il regroupe 62 communes suite à la fusion des Syndicat de la Vallée de l'orge Aval (SIVOA) et Syndicat Mixte du Bassin Supérieur de l'Orge (SIBSO), 483 km² de bassin versant ainsi qu'environ 300 km de cours d'eau et nombreux points d'eau.

La carte du territoire du Syndicat avec les regroupements et les cours d'eau est présentée dans la Figure 1.

1.2 Présentation des partenaires

1.2.1 Missions du Syndicat de l'Orge

Le Syndicat de l'Orge est un syndicat de communes et de communautés d'agglomération regroupant 62 communes autour de questions liées au transport des eaux usées, à la gestion hydraulique des cours d'eau, à la prévention des risques inondation, à l'amélioration du fonctionnement des réseaux d'assainissement et à la reconquête de la qualité des rivières et des milieux naturels⁵.



Huit ambitions définissent les missions du Syndicat de l'Orge⁶ :

- **Atteindre le bon état écologique de l'Orge et de ses affluents.** Soit améliorer la qualité de l'Orge et de ses affluents, prévenir les pollutions, réhabiliter les collecteurs, mettre en conformité les branchements, restaurer les cours d'eau ;
- **Valoriser écologiquement la vallée et affirmer la TVB.** Soit préserver les cœurs de biodiversité, développer les continuités écologiques à l'échelle des vallées et des territoires qui l'entourent ;
- **Prévenir le risque inondation.** Soit développer la connaissance du fonctionnement hydraulique de la rivière, contenir les effets de l'urbanisation par une meilleure gestion des eaux de pluie à la source et sensibiliser au risque inondation notamment à travers « Vigi'Orge », un système d'alerte aux riverains ;
- **Réduire les impacts environnementaux de nos activités.** Soit lutter contre le réchauffement climatique, maîtriser les déchets, réduire les impacts des chantiers et ouvrages d'assainissement ;
- **Préserver la santé, la sécurité et valoriser les compétences de ses collaborateurs.** Soit respecter les règlements, prévenir les risques, développer les compétences, sensibiliser et valoriser les connaissances de l'ensemble de ses collaborateurs ;
- **Garantir la pratique éthique.** Soit agir dans le respect des lois, des réglementations et des exigences internes et externes, respecter les autres, faire preuve de loyauté et d'honnêteté dans ses pratiques et favoriser une culture de l'intégrité ;
- **Développer les solidarités internationales.** Soit s'engager dans des actions de coopération décentralisée au Niger par l'intermédiaire de programmes d'appui au développement durable (présence depuis 1995) autour d'objectifs précis (fourniture en eau potable, lutte contre l'érosion des sols, assainissement et formation des acteurs locaux). ;
- **Mobiliser les énergies locales et partager nos engagements.** Soit Développer des actions de sensibilisation et d'information pour mobiliser ses différents publics, plus particulièrement en milieu scolaire, et encourager ses prestataires et fournisseurs dans la voie du développement durable et de la consommation responsable.

⁵ <https://syndicatdelorge.fr/qui-sommes-nous.html>

⁶ <https://syndicatdelorge.fr/un-engagement-durable/214-huit-ambitions-concretes-pour-un-engagement-durable.html>

1.2.2 Missions de l'Opie

L'Office pour les insectes et leur environnement est une association nationale loi 1901 d'éducation à l'environnement et de protection de la nature.



Elle a pour missions principales :

- **L'éducation à l'environnement** de la faune du sol, des insectes aquatiques et terrestres pour tous les âges à travers⁷ :
 - Des animations au sein de la Maison des Insectes située à Carrière-sous-Poissy (78955) ;
 - Des sorties nature dans toute la France ;
 - Des propositions d'élevages pédagogiques.
- **La formation professionnelle** sur les insectes au travers de stages de différents niveaux destinés aussi aux naturalistes débutants qu'aux professionnels confirmés ;
- **L'expertise et la conservation** des insectes à travers :
 - De déterminations d'échantillons que ça soit par individus ou par lots ;
 - D'avis d'expert sur des ouvrages ;
 - De diagnostics entomologiques de sites ;
 - D'inventaires et suivis d'espèces patrimoniales ou de groupes fonctionnels ;
 - De préconisations de gestion ;
 - De réalisation de Plan Nationaux d'Actions (PNA) en faveur d'espèces menacées (insectes pollinisateurs sauvages, papillons diurnes, odonates).
- **Le soutien aux sciences participatives** à travers :
 - Du suivi des insectes pollinisateurs Spipoll⁸ ;
 - Des enquêtes d'insectes⁹ permanentes (Lucane cerf-volant, Rosalie des Alpes, Laineuse du prunelier, Phasme français) ou temporaires (Lucine, Petit Capricorne).
- **L'édition** de revues et publications à travers :
 - De la revue trimestrielle *Insectes*¹⁰ axée sur la découverte du monde des insectes ;
 - De la revue semestrielle *Ephemera* axée sur la diffusion d'articles scientifiques autour des insectes aquatiques ;
 - De la lettre d'information *Inf'opie* ;
 - De publications et collaborations à divers ouvrages.

⁷ <https://www.insectes.org/content/category/5-nos-services>

⁸ <https://www.spipoll.org/spipoll/edito/le-spipoll>

⁹ <https://enquetes.insectes.org/>

¹⁰ <http://www.insectes.xyz/>

1.3 Partenariat Opie-Syndicat de l'Orge

1.3.1 Démarche du Syndicat

Le Syndicat a en charge la gestion des milieux naturels, dont de nombreux boisements. Le Schéma régional de cohérence écologique (SRCE 2013) a permis d'initier une réflexion sur la trame écologique liée au cours d'eau et milieux forestiers (Trame verte et bleue ou TVB), intégrant les différentes fonctions et qualités de ces milieux.

Des lacunes et un besoin d'identifier les enjeux pour une gestion cohérente ont été relevés dans un bilan de connaissance de l'équipe « Prospective et étude des milieux » du Syndicat de l'Orge. Elles concernent particulièrement les milieux boisés en termes d'enjeux écologiques liés à la TVB (espèces à enjeux, originalité, milieux remarquables, etc.) et la connaissance sur l'état des boisements (maturité, ancienneté, composition, etc.).

En 2017-18, il apparaît indispensable de mettre en place une démarche d'expertise scientifique et technique comblant une partie de ces lacunes et orienter les actions de gestion et restauration.

Le syndicat s'est donc engagé dans une démarche de projet TVB en 3 étapes :

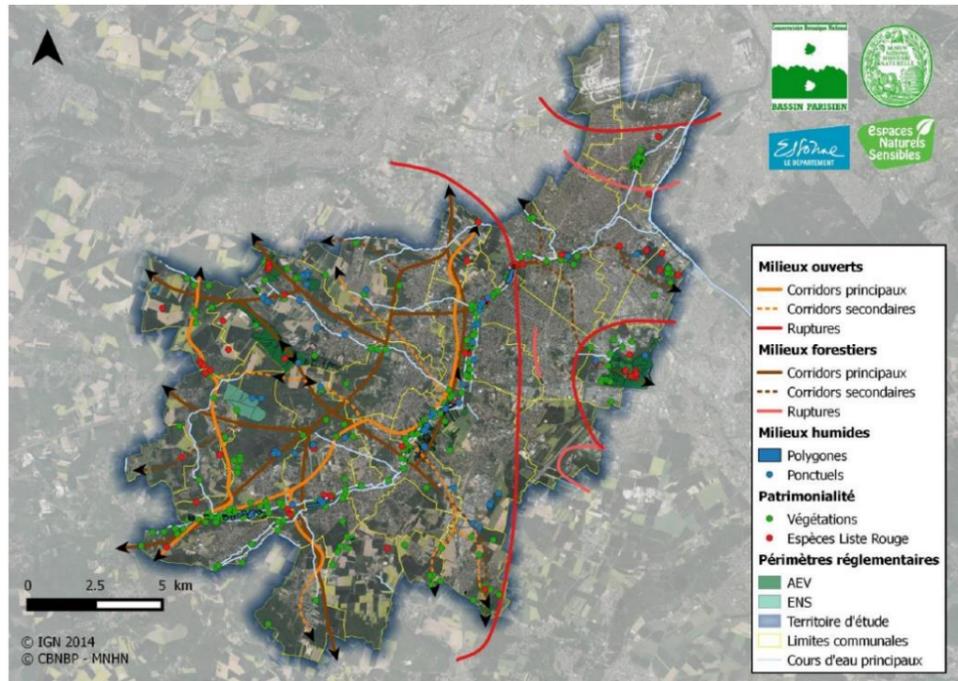
- **Réalisation d'un diagnostic écologique (présente étude) ;**
- Réalisation d'un schéma directeur TVB (détaillant les orientations et objectifs) ;
- Mise en place d'un plan d'action.

1.3.2 Réponse à l'appel à projets de la région

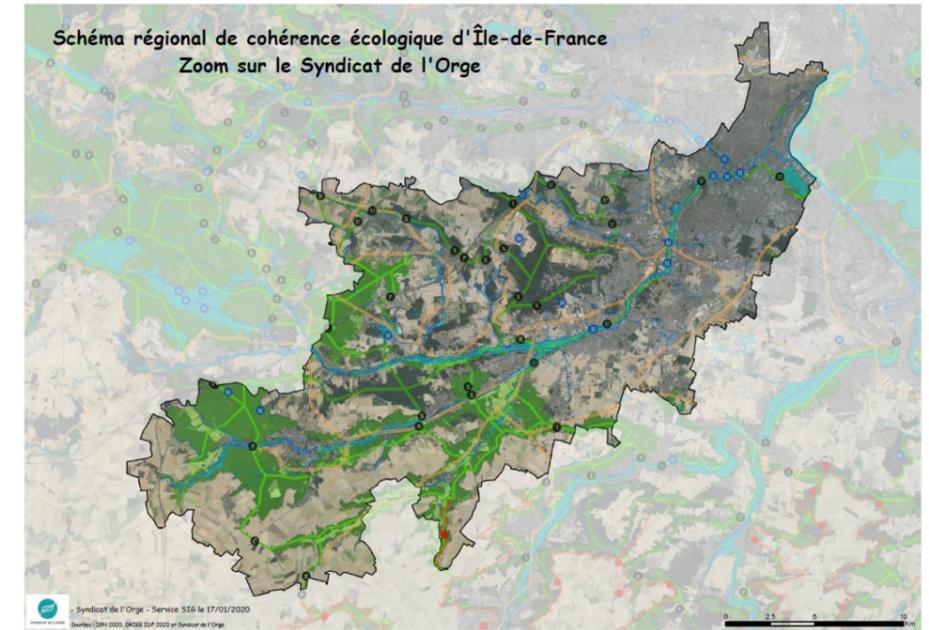
Dans ce contexte, l'appel à projets régional « Lutte contre l'érosion de la biodiversité en Île-de-France » a été l'occasion de concevoir un partenariat entre le Syndicat de l'Orge et l'Office pour les insectes et leur environnement (Figure 2).

Les objectifs de ce partenariat sont :

- D'améliorer les connaissances naturalistes sur le territoire du bassin versant de l'Orge et identifier les enjeux sur les coléoptères saproxyliques ;
- D'alimenter la réalisation d'un schéma directeur intercommunal « Trame verte et bleue » ;
- De sensibiliser les communes à leur patrimoine naturel et leur apporter des éléments pour les guider dans l'élaboration et la révision de leurs documents d'urbanisme ;
- D'orienter les gestionnaires de milieux naturels dans leur choix de gestion via un plan d'action opérationnel.



Ébauche d'une TVB en Vallée de l'Orge Aval - 2015



SRCE à l'échelle du nouveau territoire

Aides régionales et appels à projets

Partagez sur

Reconquête de la biodiversité

Environnement Budget participatif écologique et solidaire

BUDGET PARTICIPATIF ÉCOLOGIQUE DE LA RÉGION ÎLE-DE-FRANCE

La Région et l'Agence régionale de la biodiversité (ARB) soutiennent les acteurs franciliens qui s'engagent en faveur de la biodiversité à travers un appel à projets dédié. L'appel à projets concerne tout le territoire francilien.

SYNDICAT DE L'ORGE

Étude du groupe fonctionnel des coléoptères saproxyliques en vallée de l'Orge et déclinaison d'une gestion opérationnelle cohérente

Lucile Ferriot & Xavier Houard - mai 2019

Figure 2 : Étapes de la conception du projet.

1.4 Présentation des coléoptères saproxyliques

1.4.1 Description des coléoptères liés au bois mort

Les coléoptères sont un groupe particulier d'insectes caractérisés par leur carapace durcie, leur première paire d'ailes coriace et leurs pièces buccales broyeuses. Ils présentent une très grande diversité, liée en particulier à l'originalité qu'ils partagent avec les abeilles, mouches et papillons, d'avoir une étape de métamorphose (chrysalide) entre la larve et l'adulte. Ils présentent également des traits de vies (biologie) très diversifiés et sont capables d'exploiter des ressources très variées (bois morts, excréments, racines, champignons, etc.). Les coléoptères comptent en France (Corse incluse) plus de 12 000 espèces, dont 2 500 sont directement liées au bois mort et mourant. On les désigne sous le terme de coléoptères saproxyliques (Figure 3a¹¹ et b).

Ce groupe d'insectes est souvent mal connu et résumé à quelques espèces qui marquent les esprits par les dégâts qu'elles peuvent produire (Scolytes typographe, vrillette et capricorne des maisons, etc.) en forêt ou dans les maisons. C'est en réalité seulement un infime pourcentage des espèces qui peuvent causer des problèmes à mettre en perspective avec les services rendus qui sont bien moins connus et compris du grand public (Figure 3c ; SCHVESTER, 1985 ; ULYSHEN, 2018).

1.4.2 Des insectes indicateurs de fonctionnalités écologiques

Les coléoptères saproxyliques forment un groupe écologique fonctionnel de référence pour l'étude des insectes en forêt qui intègre les notions de maturité des boisements et leur ancienneté (NAGELEISEN & BOUGET, 2009).

Pour réaliser leur cycle de vie, à chaque génération, les individus adultes doivent trouver du bois mort ou une ressource dépendante de ce dernier (champignons, mousses, etc.) pour que les larves puissent se nourrir sans quasiment se déplacer et arriver jusqu'à l'état adulte (Figure 4¹²). Les espèces saproxyliques interagissent en général en collaboration (synergie) avec d'autres organismes comme les bactéries et les champignons. Les insectes liés au bois mort exploitent des niches écologiques de petite dimension : les microhabitats (petite ou grosse branche morte, tronc ou souche, cavité, lésion dans l'écorce, champignon lignivore, etc.). Ces microhabitats sont en général abondant dans les forêts et boisements anciens en libre évolution, mais plus rares dans les forêts où l'homme est intervenu régulièrement (CATEAU *et al.*, 2015).

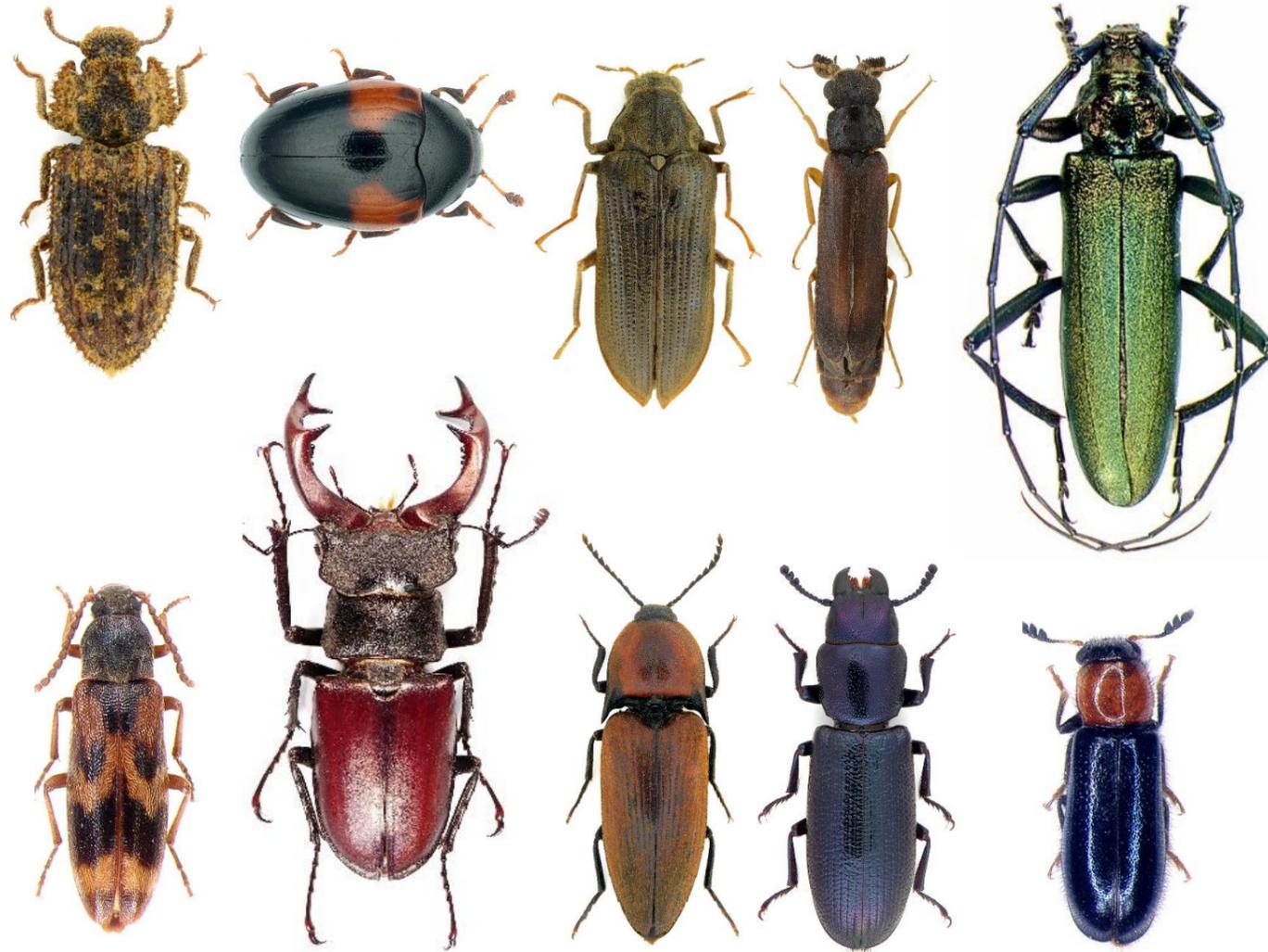
Ainsi, ces insectes participent au cycle de la matière, à la transformation du bois en humus (minéralisation du bois), à la constitution des sols et au maintien des dynamiques forestières (régénération, croissance, mortalité, décomposition du bois ; STOKLAND, 2001). Leurs actions sont limitées spatialement par leur taille très réduite, mais leur nombre et leur capacité de dispersion en font des acteurs majeurs de l'écosystème forestier. C'est donc un équilibre entre les ressources locales et la capacité de colonisation qui explique la pérennité des espèces dans un milieu donné.

¹¹ Espèces illustrées : *Endophloeus marckovichianus*, *Tritoma bipustulata*, *Potamophilus accuminatus*, *Aromia moschata*, *Dermestoides sanguinicolis*, *Hypulus quercinus*, *Lucanus cervus*, *Elater ferrugineus*, *Temnochila caerulea*, *Lymexilon navale* et représentation graphique de la proportion d'espèces inféodé à un stade de vie d'un arbre.

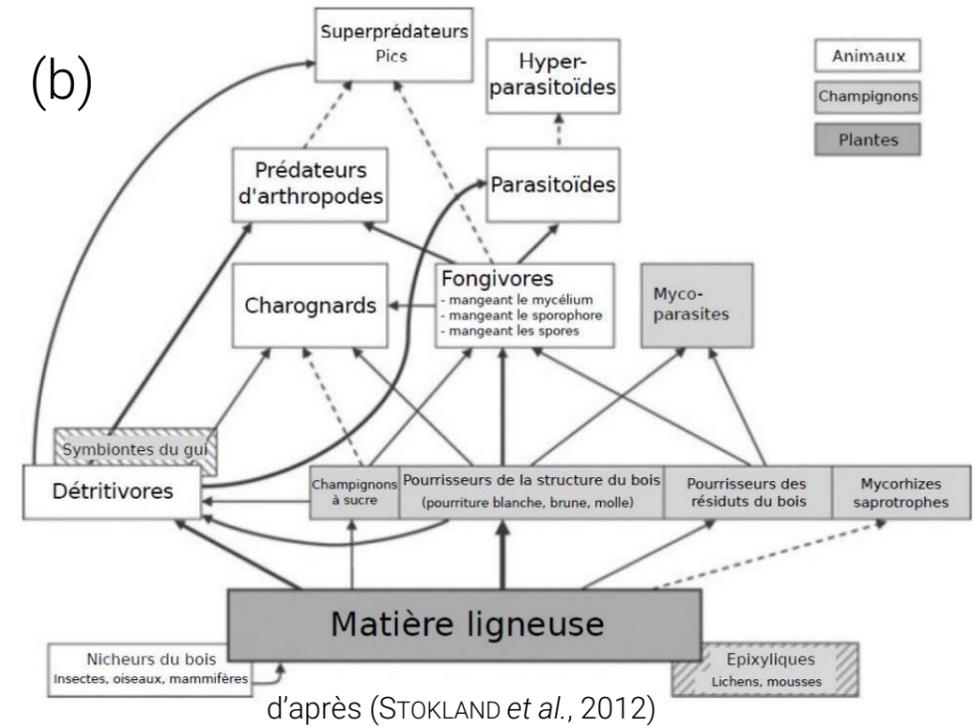
¹² Exemple du cycle biologique du Lucane cerf-volant. L'adulte est reconnaissable et les autres formes du cycle de vie sont bien plus discrètes et n'en sont pas moins indispensables.

Les coléoptères saproxyliques : 2 500 espèces liées/dépendantes au cycle de dégradation du bois en milieu naturel métropolitain.

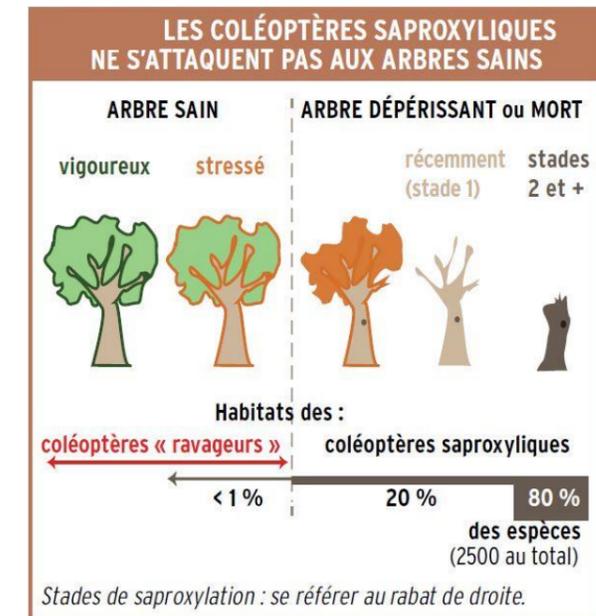
(a)



(b)



(c)



Extrait d'EMBERGER *et al.* 2013

Figure 3 : Quelques coléoptères saproxyliques (a), réseau trophique (ou « chaînes alimentaires ») des organismes liés directement ou indirectement au bois mort (b) et représentation graphique de la proportion d'espèces inféodées à un stade de vie d'un arbre (c).

Exemple du Lucane cerf-volant

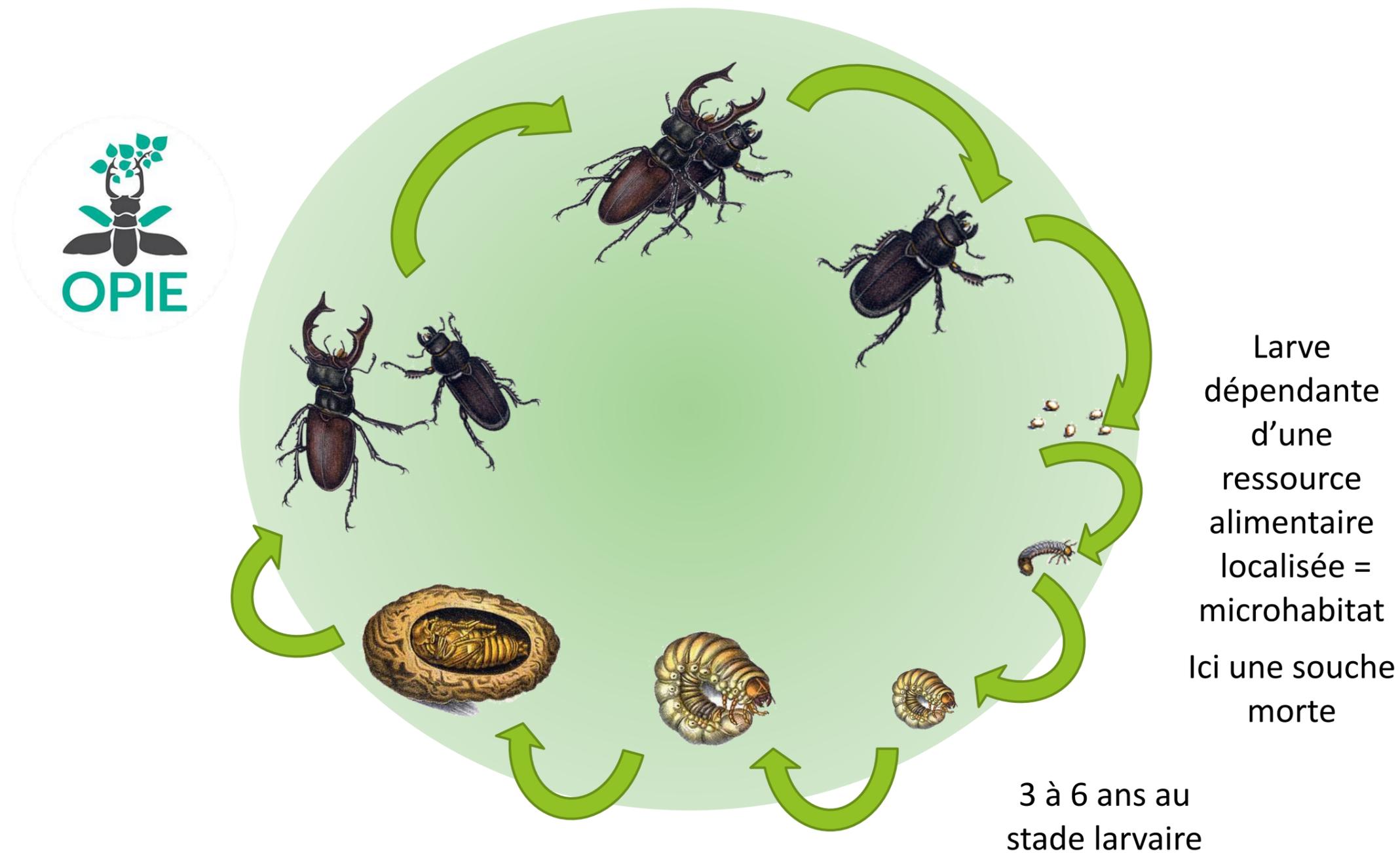


Figure 4 : Le cycle de développement du Lucane, un coléoptère saproxylique, emblème de l'Opie.

1.4.3 Le bois mort : une diversité de microhabitats

Le processus de mise en place d'une faune saproxylique s'appuie sur l'accumulation de matière ligneuse en forêt sous forme de matière organique vivante (bois vivant), de matière organique morte stabilisée (bois de cœur d'arbre physiologiquement mort, mais à l'abri momentanément de l'attaque des champignons) et de matière organique en cours de minéralisation (bois mort) qui sert de ressource aux organismes (Figure 5).

La réserve et le volume du bois mort stabilisé constituent un « fonds de roulement », une « trésorerie » écologique qui permet, lorsque cette matière est rendue disponible, à des espèces qui ne se développeraient pas dans des branchettes ou des brindilles de se développer. La diversité des espèces est donc en partie dépendante de la présence de bois mort et mourant de gros diamètres. Les exigences et la diversité des différentes espèces composant la communauté peuvent être quantifiées sous forme d'indices (§ 2.4.7.1).

Si les conditions de reproductions ne sont pas réunies localement (absence de microhabitat, de ressources), les individus adultes (qui sont les plus mobiles) peuvent tenter d'atteindre un microhabitat favorable au développement d'une nouvelle génération. Durant ce déplacement, si les distances à parcourir sont trop longues ou les ressources indisponibles, la dispersion sera un échec. La population s'éteint alors localement et seules persistent les espèces moins exigeantes.

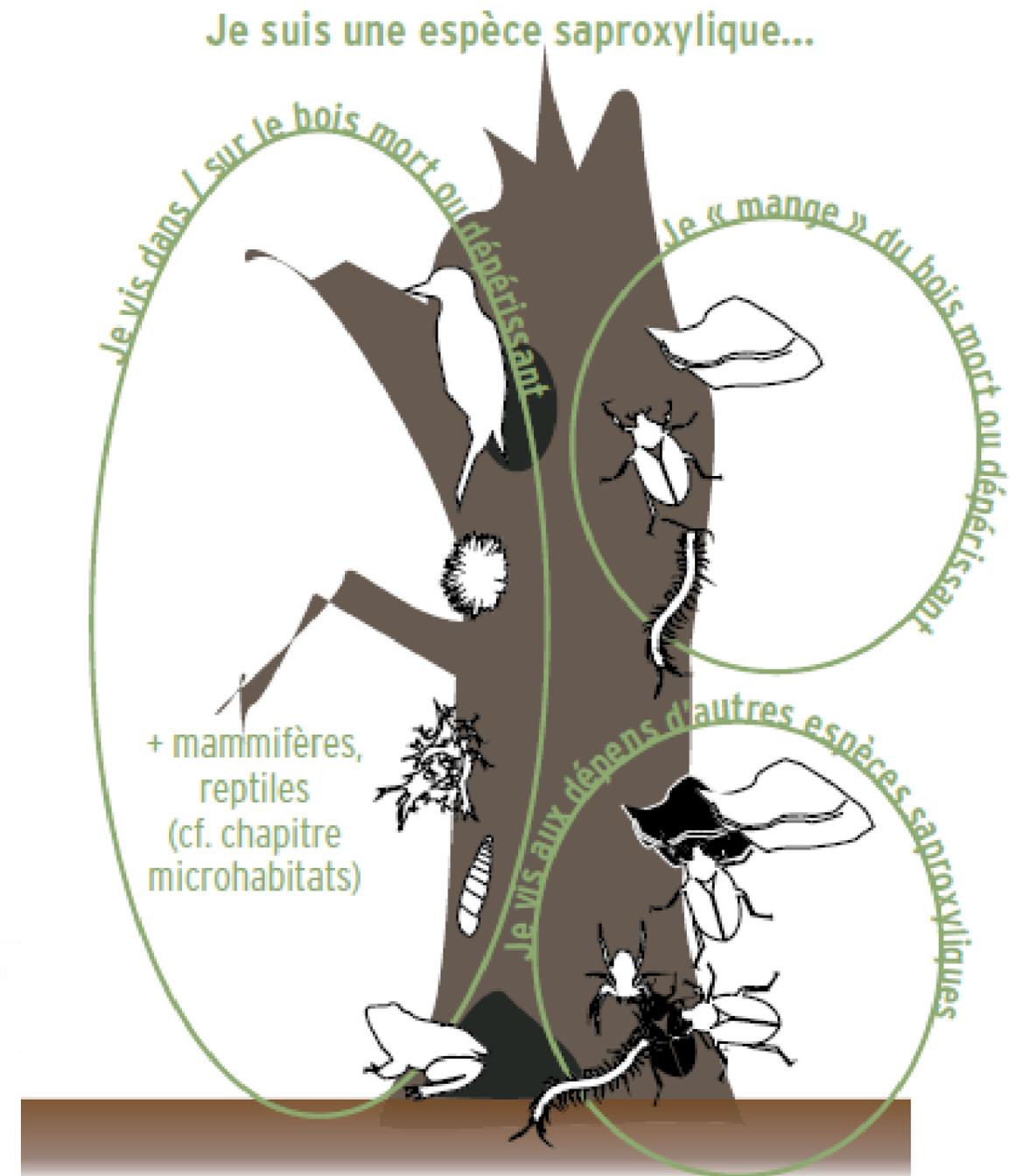
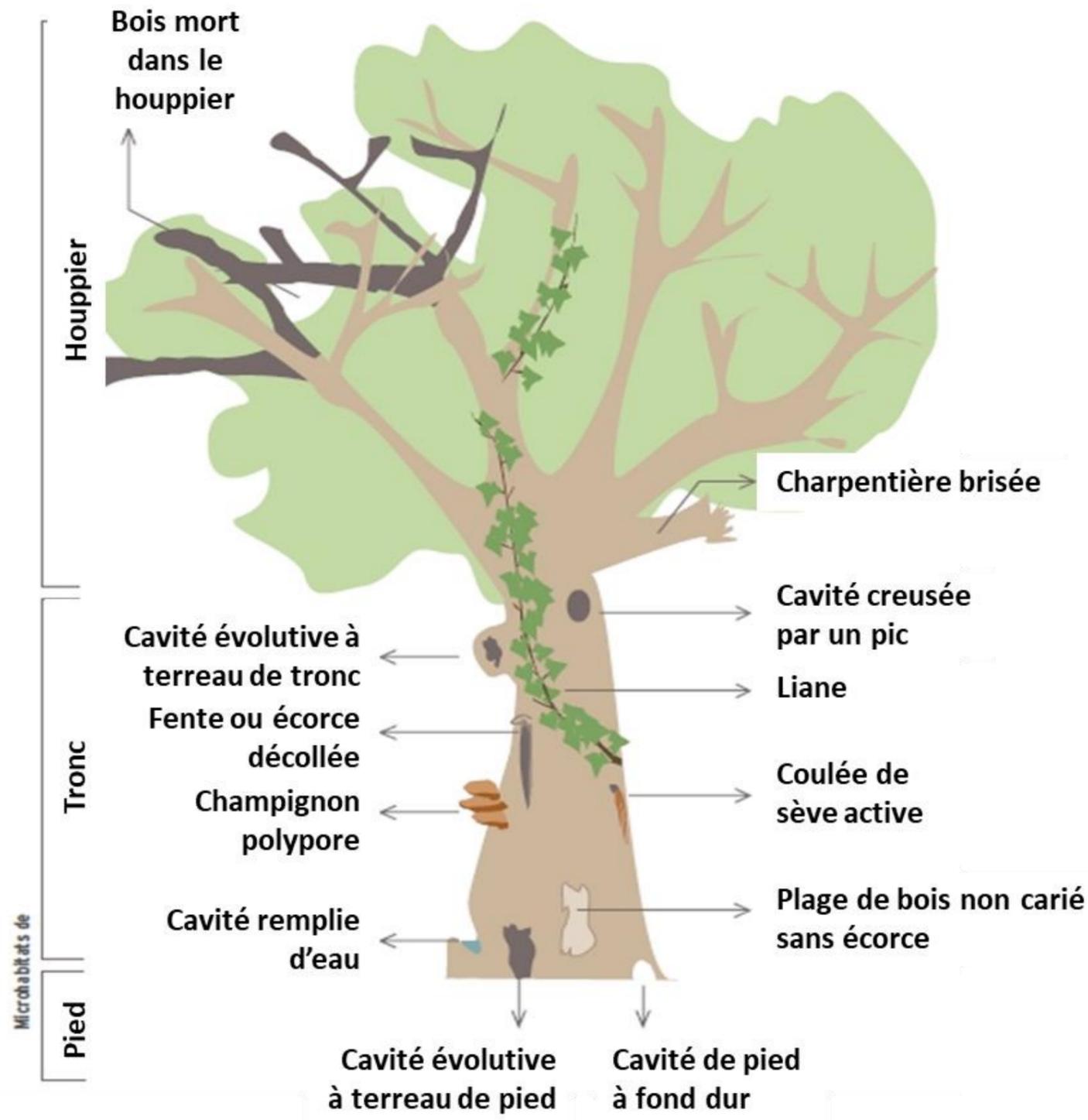


Figure 5 : Illustration d'un arbre avec des microhabitats (à gauche) et illustration d'un arbre à microhabitats et les groupes zoologiques associés (à droite). Relation entre les coléoptères saproxyliques et les arbres (Extrait d'Emberger *et al.*, 2013).

1.5 Recensement des connaissances disponibles avant l'inventaire

1.5.1 État initial des connaissances

Sur le territoire du Syndicat, les recherches bibliographiques préliminaires ont montré des lacunes de connaissances sur le groupe des coléoptères et en particulier pour les espèces liées aux vieux arbres et aux bois morts. Parallèlement, l'équipe « Prospective et étude des milieux » a identifiée des boisements avec un fort potentiel écologique, le long du cours de l'Orge et de ses affluents.

1.5.2 Sources des connaissances

À plus grande échelle, les sources de données disponibles pour un état des lieux de cette faune sont diversifiées. Les principales ressources que nous avons utilisées sont les bases de données régionales (GeoNat'IDF, maintenue par l'Agence régionale de biodiversité anciennement Cettia) et la base de données nationale du SINP interrogeable en ligne Openobs¹³ ainsi que la liste régionale des 3 745 espèces de coléoptères d'Île-de-France (établie par l'Opie - non publiée).

1.5.3 Connaissances départementales

Dans l'Essonne, 13 927 données d'observations de coléoptères provenant de 128 sources différentes (jeux de données) sont référencées depuis 1900¹⁴. Ces données d'observations comprennent 2080 espèces, dont 691 saproxyliques (85 rares dont 6 d'enjeux nationaux¹⁵). Le département abrite ainsi 56 % des espèces de la faune régionale.

1.5.4 Connaissances territoriales

Au niveau du territoire du Syndicat, les mêmes sources donnent 1 373 données d'observations concernant 604 espèces, dont 215 saproxyliques (11 rares dont 1 d'enjeu national). Le territoire abrite ou a abrité 16 % des espèces de la faune régionale.

Cependant, le niveau de connaissance qui peut sembler satisfaisant en termes de liste d'espèces apparaît comme un peu dérisoire en considérant que les données disponibles correspondent à 2 données pour chacune des espèces du territoire du Syndicat, soit 3 données par kilomètre carré.

La carte de synthèse des données disponibles révèle également des lacunes de connaissances qui se traduisent par des communes dont le nombre d'espèces connues est en moyenne inférieur à 25 (Figure 6).

Pour la réalisation du diagnostic écologique, le niveau de connaissance de la faune est très insuffisant. Il est nécessaire de mettre en place une stratégie d'amélioration des connaissances.

¹³ <https://openobs.mnhn.fr/> Source : données transmises par l'INPN-plateforme nationale du SINP – 5/01/2022 »

¹⁴ Toutes les données disponibles ont été prises en compte afin de partir de la totalité des données. Toutes les espèces observées ont encore raisonnablement des chances d'être présentes sur le territoire concerné.

¹⁵ Espèces avec un indice de patrimonialité = 3 ou 4, cf. illustration rubrique 3

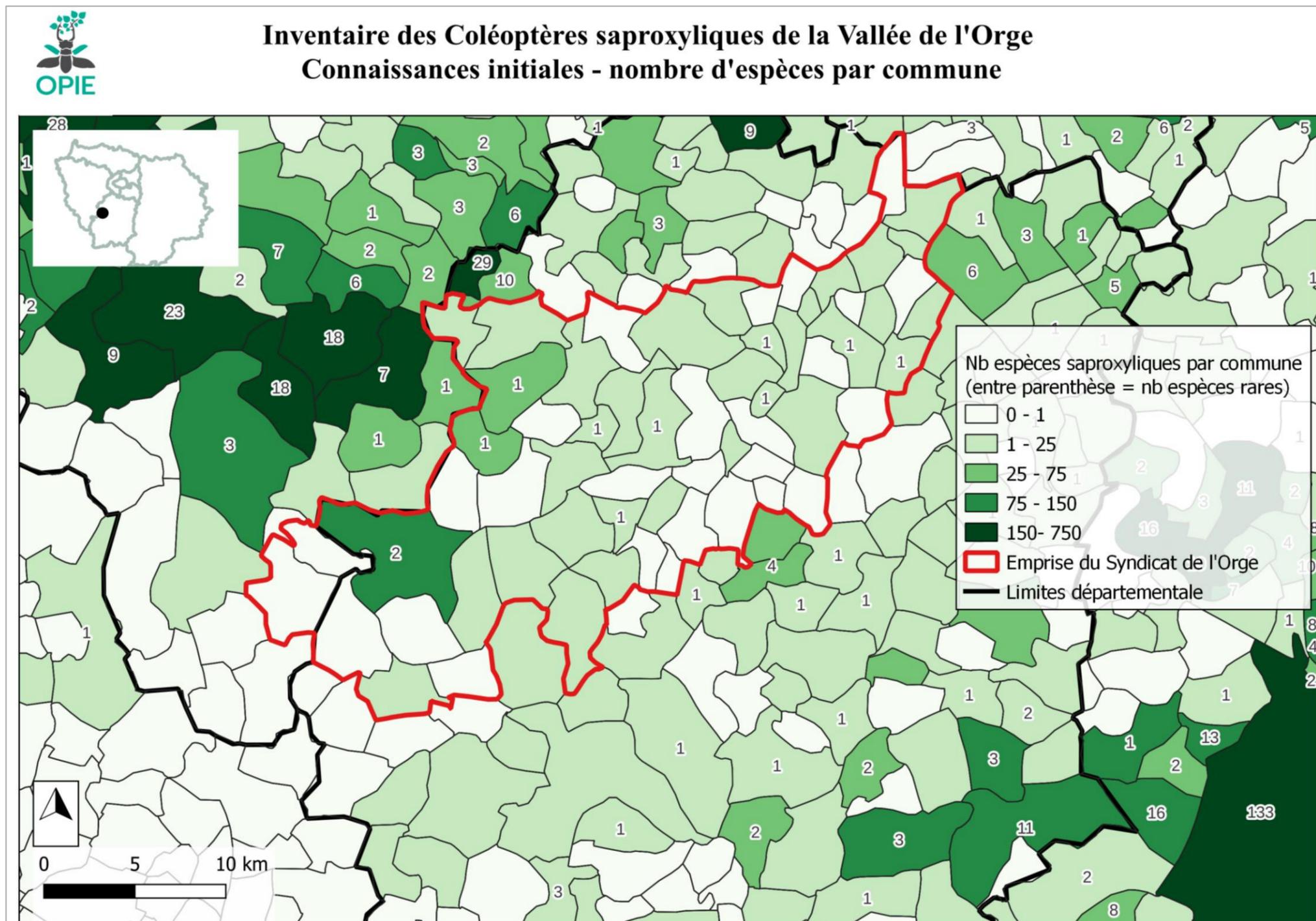


Figure 6 : Carte représentant l'état initial des connaissances. Le gradient de couleur représente le nombre d'espèces saproxyliques par commune, le chiffre indique le nombre d'espèces rares.

2. Matériel et méthodes utilisés

2.1 Explication de la démarche d'inventaire

Un inventaire entomologique est une démarche d'investigation de terrain qui vise à révéler la présence d'une ou plusieurs espèces d'insectes dans un espace donné. Toutes les façons de procéder ne répondront pas nécessairement aux besoins initiaux. C'est pourquoi la démarche d'inventaire est à cadrer en amont de la mise en place de l'étude.

La rubrique « Matériels et méthodes » couvre des éléments suffisamment distincts du projet pour être développée sous 3 facettes différentes :

- Le choix des sites ;
- L'échantillonnage et la description de la communauté de coléoptères ;
- La description des milieux.

2.2 Précisions sur la démarche appliquée

Les termes « inventaire entomologique » couvrent des objectifs très différents (liste d'espèces, recherches d'espèces rares, évaluation de la gestion, suivi d'espèces, etc.). L'ouvrage « L'étude des Insectes en forêt » (BOUGET & NAGELEISEN, 2009) explique bien la diversité des objectifs pouvant être fixés dans une étude entomologique.

Deux fortes orientations d'études existent : l'inventaire et le suivi. L'inventaire veut tendre vers l'exhaustivité (maximisation du nombre d'espèces révélées) et le suivi privilégie la répétabilité (dans un but de comparaisons, à différentes échelles : spatiales, situationnelles ou temporelles ; Figure 7a¹⁶).

Dans le cadre de la gestion des milieux naturels, la phase de suivi d'un milieu requiert préalablement une phase d'inventaire (Figure 7 b¹⁷). Dans le cadre de cette étude, comme les connaissances initiales en coléoptères saproxyliques sont lacunaires sur le territoire du Syndicat (§ 1.5.1), une phase d'inventaire est nécessaire pour servir de base à un potentiel suivi de coléoptères saproxyliques.

¹⁶ Gradient des objectifs d'une étude selon que l'on souhaite tendre vers une démarche exhaustive (gauche de la flèche) ou mettre en place un suivi (droite de la flèche).

¹⁷ Présentation des différentes phases de la prise en compte de l'entomofaune dans les milieux.

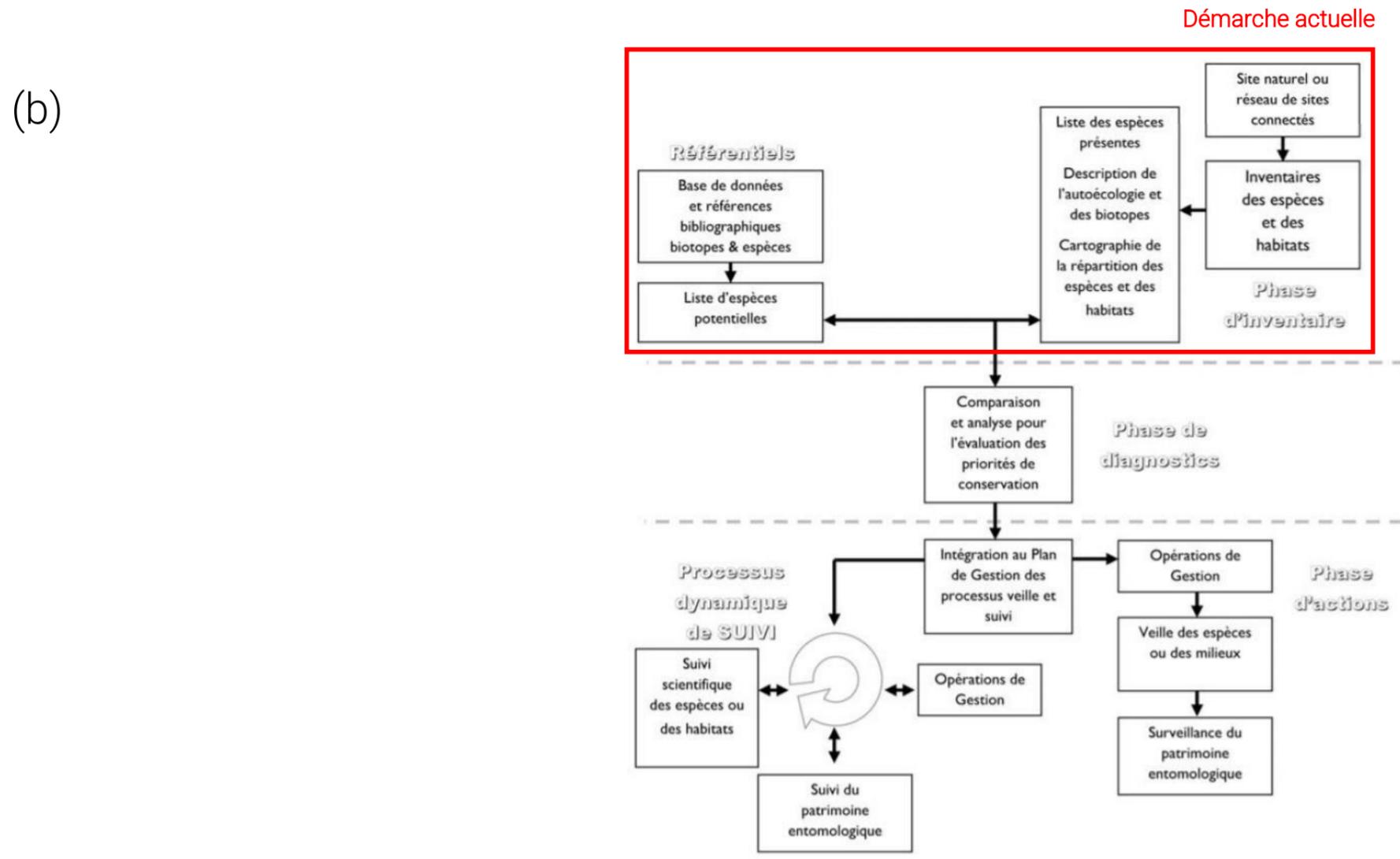
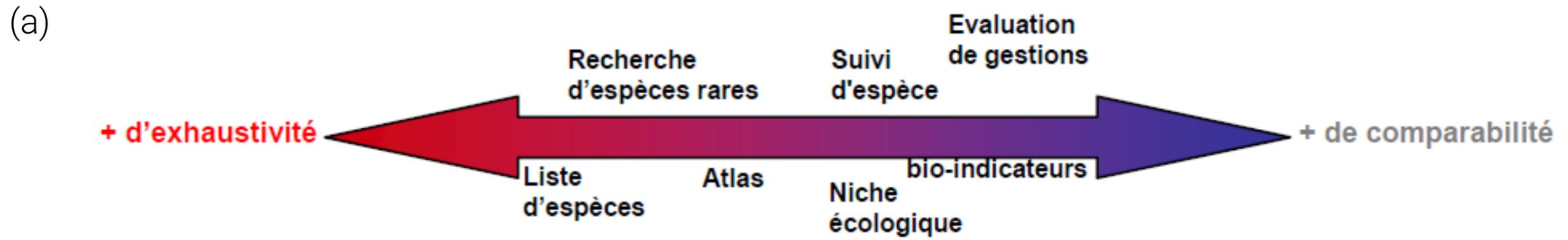


Figure 7 : Schéma de la priorité à l'exhaustivité ou à la comparabilité de l'échantillonnage selon l'objectif de l'inventaire (a) et schéma de l'intégration de la prise en compte de l'entomofaune dans la gestion des milieux (b ; a : d'après Nageleisen & Bouget, 2009 -p.18 ; b : d'après Houard, 2010).

2.3 Choix du site et des boisements étudiés

2.3.1 Présélection des sites

Pour avoir une vision de la faune représentative de la capacité d'accueil du territoire, deux approches étaient possibles :

- Un examen du territoire sans sélection particulière des sites (échantillonnage aléatoire) dans les secteurs boisés du territoire ;
- Un échantillonnage des milieux avec des caractéristiques favorables à une diversité de coléoptères saproxyliques (échantillonnage stratifié).

L'objectif étant d'identifier une trame forestière fonctionnelle, nous avons retenu la seconde stratégie. L'un des éléments clés liant la diversité des coléoptères saproxyliques avec leur milieu est l'ancienneté de l'état boisé. Cette information est disponible par l'étude des cartes (Géoportail¹⁸).

Afin de restreindre nos recherches pour identifier les sites favorables, nous avons consulté les cartes d'état-major (1820-1866 ; Figure 8¹⁹) représentant le territoire métropolitain lorsque les surfaces des forêts françaises étaient les plus basses, suite à la fin de l'utilisation du bois comme source de chauffage (source : le dessous des cartes, Arte 2005). De ce principe, nous postulons que si une forêt est présente sur cette carte et que le milieu est encore boisé, alors elle peut être qualifiée de forêt ancienne avec une continuité temporelle de l'état boisé supérieur à 200 ans. Cette qualification ne présage cependant pas de la gestion ou de l'état du boisement.

Une équipe du Syndicat de l'Orge composé de Mathieu Gouirand et Lucile Ferriot s'est chargée de sélectionner une vingtaine de boisements anciens sur la base des cartes. Par la suite, une réunion a permis de faire une première évaluation et priorisation des sites à fort intérêt écologique afin de cibler des boisements structurants de la trame verte. Les protocoles d'inventaires (§ 2.4 et 2.5) ont été appliqués sur 10 d'entre eux, chaque année (Figure 9²⁰).

2.3.2 Évolution du protocole suite à l'extension du Syndicat

Les sites présélectionnés devaient initialement être suivis trois ans pour fournir une bonne résolution d'inventaire (ou couverture d'échantillonnage). Mais, en 2019, le Syndicat de l'Orge voit sa taille considérablement augmenter à la suite de la fusion avec des syndicats mitoyens. La stratégie d'échantillonnage a donc été révisée.

L'effort d'échantillonnage a donc été réparti sur l'ensemble du territoire, ce qui implique un changement de place des dispositifs de captures des coléoptères tous les ans ainsi qu'une recherche de nouveaux sites chaque année. En trois ans, 30 sites ont été inventoriés.

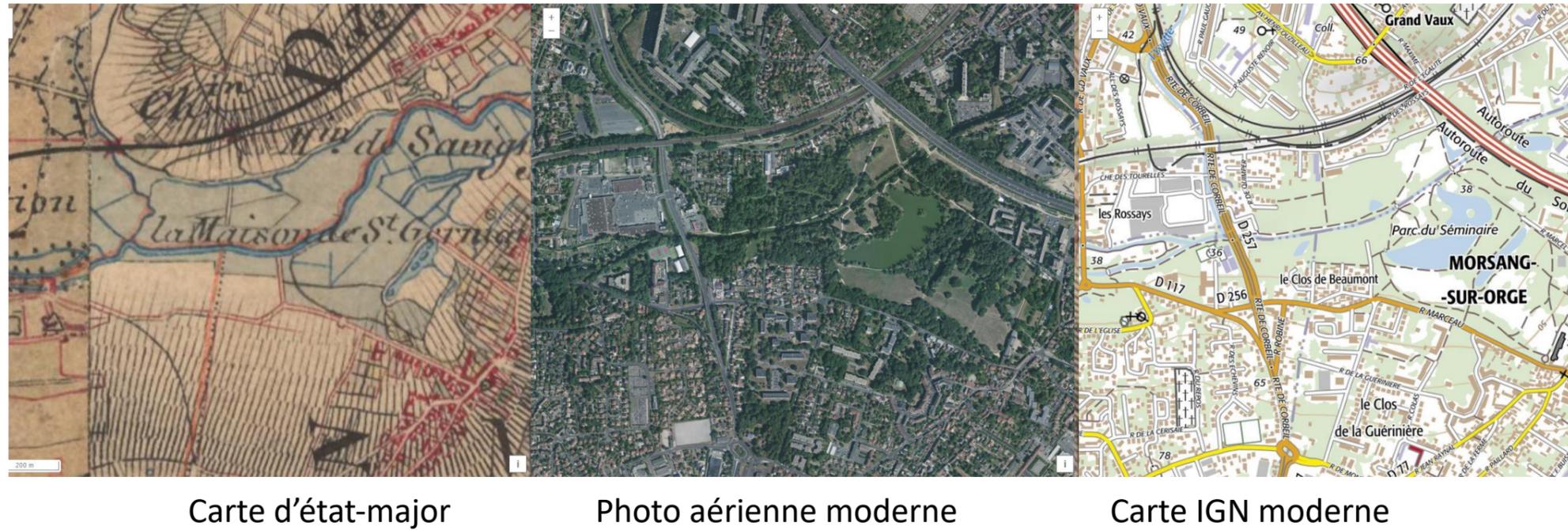
¹⁸ <https://www.geoportail.gouv.fr>

¹⁹ Illustration de la procédure de sélection des sites sur la base de la carte d'état-major et fond de carte simple, plan de localisation des dispositifs, symbolique par année.

²⁰ Fond de carte simple, plan de localisation des dispositifs, symbolique par année.

Recherche de sites pouvant constituer une trame fonctionnelle :

Critère n° 1 Forêt ancienne – objectif continuité temporelle de l'état boisé



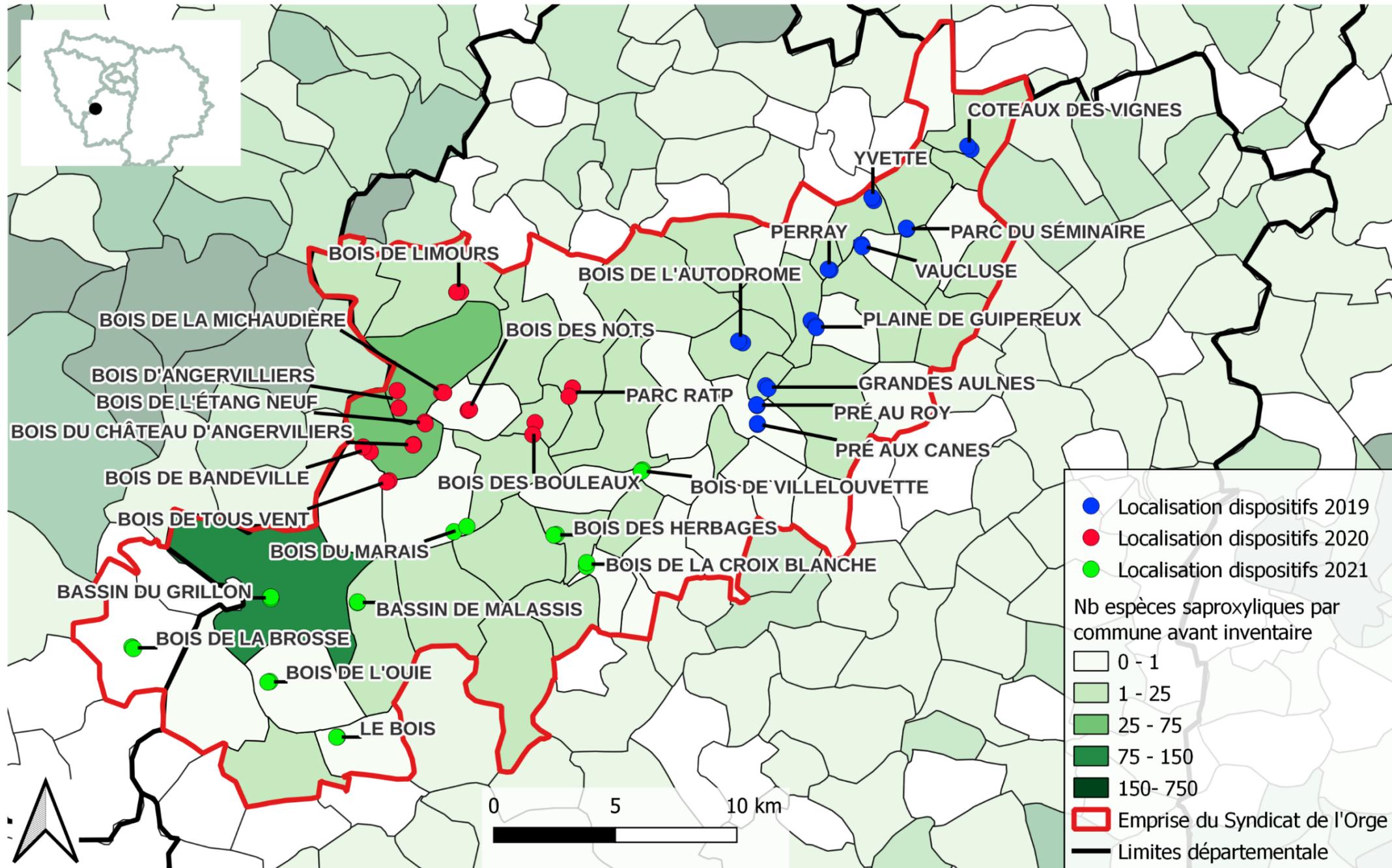
Repérage sur site des boisements les plus favorables dans le cadre de l'étude.
=> Autres caractéristiques favorables (essences, classe d'âge, contexte, microhabitats, accessibilité)



Figure 8 : Démarche de sélection des sites en partant des cartes d'état-major



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge Localisation des dispositifs



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2022 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 9 : Carte de localisation des dispositifs et du phasage annuel de l'étude.

2.4 Protocole d'inventaire des coléoptères saproxyliques

2.4.1 Piégeage des coléoptères saproxyliques

Pour mener une étude de comparaison entre les sites, l'utilisation de dispositifs de collectes est incontournable. Actifs en permanence, ils capturent les coléoptères (en théorie) de manière uniforme, qu'importe la situation ou le moment de la journée.

L'objectif étant en partie de comparer les sites entre eux, un seul type de dispositif est utilisé. Pour les coléoptères saproxyliques, le piège d'interception est très adapté à de la capture lors d'une phase d'inventaire (Figure 10a et b). Par rapport aux autres méthodes, il fournit beaucoup de données en limitant la capture d'autres insectes (mouches, abeilles, papillons, etc.).

Deux dispositifs sont placés par sites de la mi-avril à la mi-juillet. Leurs localisations sont décrites en annexe 1. Ils sont installés sur les arbres les plus favorables, idéalement un arbre vétéran avec des microhabitats (champignon, branches mortes, cavités, etc.), un arbre mort ou un arbre effondré (chablis) en fonction des ressources disponibles sur le site. Tous les quinze jours, le contenu du dispositif est récolté.

Lors de la récolte, le flacon de collecte est passé sur un filtre, transféré sur du papier absorbant puis rangé dans un sachet plastique rigoureusement étiqueté pour assurer un bon suivi des données. Le sachet est ensuite conservé avec l'ensemble de la récolte au congélateur jusqu'à la phase de tri (en fin de saison).

2.4.2 Tri et identification des individus

La phase de tri consiste à séparer les insectes pertinents à identifier pour notre sujet de ceux ne l'étant pas. Pour ne rater aucun spécimen, notamment ceux inférieurs à 1 mm, elle est réalisée sous une loupe binoculaire.

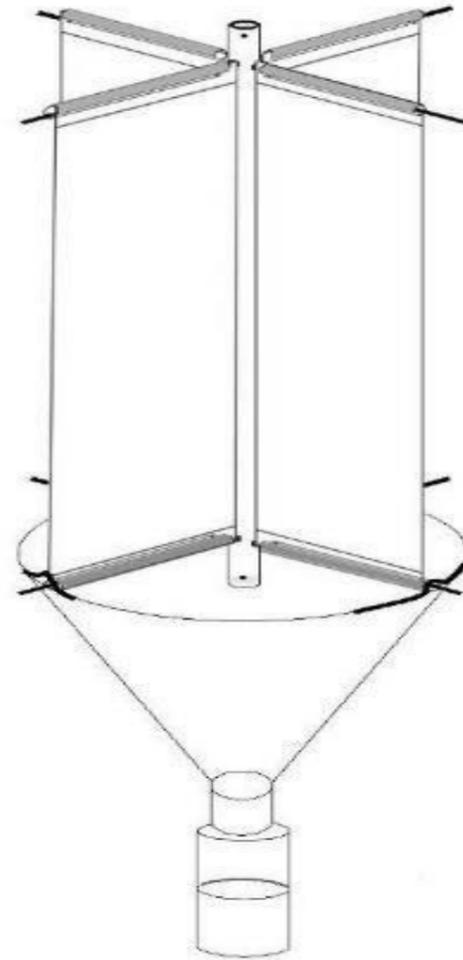
Toujours sous une loupe binoculaire, l'identification est la phase où les insectes sont nommés le plus précisément possible (ordre, famille, genre, espèce) à l'aide d'ouvrages de référence (liste en annexe 6 ; Figure 10c). Les spécimens remarquables ou nécessitant d'être examinés par un autre entomologiste sont mis en collection pour permettre une contre-expertise.

Nous discernons deux lots d'espèces : ceux d'identifications constantes et ceux d'identifications délicates.

(a)



(b)



(c)



Figure 10 : Photographie (a) et schéma (b) d'un dispositif de collecte des coléoptères saproxyliques et photographie d'un déterminateur devant une loupe binoculaire durant une phase d'identification (c).

2.4.2.1 *Espèces d'identifications constantes*

Ce sont les coléoptères traités de façon homogène sur l'ensemble des stations et des trois années (Aderidae, Anthribidae, Biphyllidae, Bostrichidae, Bothrideridae, Buprestidae, Byturidae, Cantharidae, Carabidae, Cerambycidae, Cerylonidae, Chrysomelidae, Cleridae, Coccinellidae, Cucujidae, Curculionidae, Dermestidae, Drilidae, Dryophthoridae, Elateridae, Endomychidae, Erotylidae, Eucnemidae, Geotrupidae, Histeridae, Laemophloeidae, Lampyridae, Lucanidae, Lycidae, Lymexylidae, Melandryidae, Meloidae, Melyridae, Monotomidae, Mycetophagidae, Nitidulidae, Oedemeridae, Omalisidae, Ptinidae, Pyrochroidae, Salpingidae, Scarabaeidae, Silphidae, Silvanidae, Sphindidae, Tenebrionidae, Tetratomidae, Trogidae, Trogossitidae, Zopheridae).

2.4.2.2 *Espèces d'identifications délicates*

Ce sont les coléoptères d'identification délicate appartenant à des familles habituellement non traitées (Staphylinidae Pselaphinae, Scymnenidae, Cyptophagidae, Latridiidae, Ciidae, etc.) dans le cadre des études sur les saproxyliques.

De façon non systématique, des spécimens de ce lot sont prélevés et identifiés gracieusement par un tiers (Olivier Rose, membre du réseau entomologique de l'ONF). Ces coléoptères ne sont pas pris en compte dans les analyses pour éviter les biais, mais le sont dans les calculs du nombre de données régionales et sur l'emprise du territoire.

2.4.3 **Traitement des données récoltées**

L'ensemble des observations est versé dans une base de données de l'Opie, puis transféré à la base de données régionale (Cettia devenue en 2021 Geonat'IdF). Les données ont également été transmises au Syndicat de l'Orge pour alimenter directement les Atlas de la biodiversité communale en cours (ABC).

2.4.4 Association des espèces à des statuts

À partir de l'ensemble des données produites au cours de l'étude (sachant qu'un spécimen est obligatoirement associé à un site et une date), il est possible de conduire les analyses suivantes :

- Une estimation du nombre d'espèces (richesse spécifique) potentiellement présent sur chacune des stations et sur l'ensemble de la vallée ;
- L'établissement de la liste des espèces à enjeux dites à « haute valeur patrimoniale » sur la base des listes suivantes :
 - Espèces protégées à l'échelle régionale (ministère de L'Environnement, 1993) ;
 - Espèces menacées à l'échelle nationale (ministère de L'Environnement, 2007) ;
 - Espèces « Natura 2000 » - Directive habitats faune flore (DIRECTIVE 92/43/CEE du conseil de l'Europe) ;
 - Espèces déterminantes de Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en Île-de-France, récemment actualisée (DIREN IDF, 2017) ;
 - Espèces indicatrices de la qualité des milieux forestiers (BRUSTEL, 2004) et des espèces rares sur le territoire national identifiées dans le cadre du projet Frisbee (BOUGET, 2017) ;
 - Espèces remarquables par le faible nombre d'observations sur le territoire au cours des dernières décennies ;
 - La liste des espèces proposées à la protection par l'Opie en 2021²¹ ;
- Établir une évaluation de la patrimonialité saproxyliques des sites sur la base de la méthodologie proposée par PARMAN en 2019 ;
- De mener une comparaison entre les sites ;
- Réaliser une analyse croisée des résultats entre les descripteurs écologiques et la liste des espèces observées, en particulier en évaluant si la composition faunistique des milieux est significativement différente ;
- Identifier les secteurs avec le plus d'enjeux et leurs caractéristiques écologiques.

Les possibilités d'analyses sont nombreuses, mais un choix restrictif a été fait pour identifier les éléments les plus informatifs dans le cadre du projet, en particulier pour une classification des milieux au regard de leurs perspectives d'évolution.

²¹ L'actuelle liste des espèces protégées a fait l'objet d'un travail de réévaluation en 2021 et une nouvelle liste a été présentée par l'Opie au CSRPN (Conseil scientifique régional du patrimoine naturel). Dans le cadre de cette proposition, 27 espèces présentes sur cette liste ont été observées dans le cadre de l'inventaire, dont 22 saproxyliques, révélant ainsi les enjeux associés aux boisements de la vallée. Les espèces proposées à la protection ont été sélectionnées selon leur affinité avec les milieux naturels ou semi-naturels, afin d'apporter une protection réglementaire à ces espaces (graphique : répartition des espèces proposées à la protection au niveau régional).

2.4.5 Évaluation de la qualité de l'inventaire

Cet aspect n'est pas pertinent à présenter à tous les publics, il peut être passé sous silence en allant directement à la présentation des espèces patrimoniales par catégories (protection, Znieff, rares ; § 2.4.7.1). Il en va de même pour les résultats qui y sont associés (§ 3.2).

Nous avons voulu savoir si la communauté de coléoptères saproxyliques échantillonnée est représentative de la communauté réellement présente sur le territoire du Syndicat. Des outils d'analyses statistiques permettent d'évaluer, sur une échelle donnée (dispositif, site, commune, territoire), le nombre d'espèces que l'on serait en mesure de trouver si on continuait l'inventaire, autrement dit une richesse spécifique théorique.

Avec, il est possible d'indiquer le pourcentage d'espèces qui a déjà été trouvée et l'effort à fournir pour trouver de nouvelles espèces. On réunit ces deux éléments sous les termes de « couvertures d'échantillonnages ». Lorsque cette dernière est inférieure à 95 %, l'inventaire est considéré comme incomplet. Lorsqu'elle est supérieure à 95 %, l'inventaire est considéré comme exhaustif.

Cette exhaustivité est calculée grâce au logiciel iNEXT (iNterpolation et EXTrapolation) (HSIEH et al. 2016) disponible en ligne (CHAO et al. 2016).

2.4.6 Recherche analytique des espèces indicatrices

Certaines espèces peuvent être inféodées à certains types de milieux (ou sous-ensembles écologiques, ou sous-trames). Une fois ces derniers définis, une espèce ne se retrouvant assez fréquemment que dans l'un d'eux est considérée comme indicatrice.

La méthode IndVal permet de les qualifier lorsqu'au moins deux sous-ensembles sont discernés (ROBERTS, d'après DUFRENE & LEGENDRE, 1997). Elle permet aussi de fixer des contraintes. Dans cette étude, il faut qu'une espèce soit saproxylique, représentée par plus de 20 individus, avec une valeur Indval supérieure à 0,3 et une p-value inférieure à 5 %.

Les espèces indicatrices nous servent ainsi de signature écologique.

2.4.7 Patrimonialité des coléoptères et des boisements

2.4.7.1 Présentation des indices liés à la patrimonialité

L'indice de patrimonialité

Il existe depuis peu une synthèse sur les traits de vies des espèces de coléoptères regroupant l'ensemble des connaissances actuellement disponibles. Elle a été mise à disposition de la communauté scientifique (BOUGET *et al.* 2019 ; Figure 11a). Nous utiliserons ces connaissances pour former des sous-groupes de coléoptères saproxyliques en fonction des exigences écologiques. Ce travail reprend et actualise un outil d'évaluation de la rareté des espèces : l'indice de patrimonialité (Ip).

Cet indice allant de 1 (espèces largement répartie et facile à observer) à 4 (pour les espèces les plus rares et localisées) permet de faire ressortir les espèces remarquables de manière homogène sur l'ensemble de la France.

Valeur patrimoniale

Avec cet indice, au registre des outils d'évaluation, il nous semble pertinent de présenter ici la valeur patrimoniale (Vp) d'un site. PARMAIN a proposé en 2009 cet indicateur basé sur la patrimonialité des espèces saproxyliques. Il est constitué, pour un site, de la somme des indices de patrimonialité des espèces connues en son sein.

Classe de patrimonialité

Cette valeur patrimoniale est doublée d'un autre indicateur : la classe de patrimonialité. Elle permet de formaliser un degré de responsabilité des gestionnaires dans la préservation de la faune présente dans une forêt au regard des enjeux nationaux. Trois classes sont définies :

- **Classe 1** : aucune espèce Ip4 : forêt à intérêt patrimonial faible à fort à l'échelle nationale ;
- **Classe 2** : une à trois espèces Ip4 : forêt à intérêt patrimonial très fort à l'échelle nationale ;
- **Classe 3** : plus de trois espèces Ip4 : forêt à intérêt patrimonial exceptionnel (« point chaud ») à l'échelle nationale.

Nous allons utiliser la valeur patrimoniale comme une approximation des enjeux associés aux coléoptères saproxyliques. Cette approche permet, sous conditions, de comparer des sites entre eux.

2.4.7.2 Intérêt de ces indices dans une logique de TVB

Les ressources associées au bois mort ainsi que l'intérêt d'évaluer la qualité écologique d'un site selon la patrimonialité des espèces qui y sont présentes sont à mettre en lien avec l'enjeu des TVB. Elles consistent à préserver des continuités écologiques qui permettent à de nombreuses espèces de passer d'un territoire à l'autre (§ 1.4.3).

L'érosion de la biodiversité est une érosion de notre environnement et de sa capacité à maintenir un cadre de vie pour l'espèce humaine. Sa complexité est telle que pour l'instant il est difficile de dire à quel point nous pouvons lui porter atteinte sans que cela soit irréversible pour notre avenir. Nous partageons un avenir commun avec les écosystèmes terrestres que nous connaissons.

La diversité des espèces et la présence de certaines connues pour leurs exigences écologiques (espèces à écologie étroite – sténoèce) sont des indicateurs des enjeux associés aux milieux.

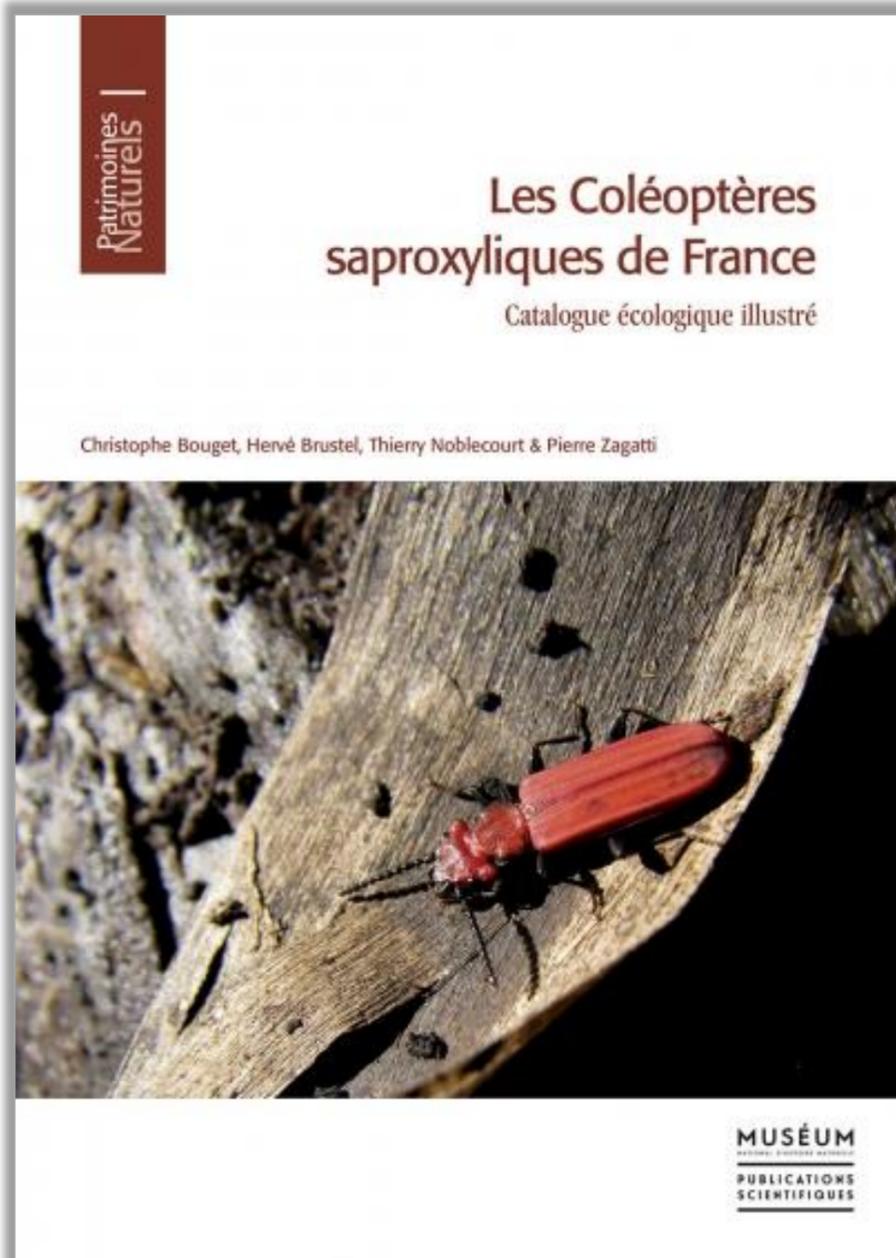
L'objectif de la démarche est donc d'identifier les éléments boisés avec les plus forts potentiels d'accueil écologique (les milieux les mieux conservés et les plus favorables) pour évaluer leur participation à la structure de la trame.

L'étude des coléoptères saproxyliques, vise à mesurer le bon fonctionnement des sites étudiés et à révéler par sondage local l'état de la trame verte du territoire (réserves de biodiversité et corridors).

Pour cela nous avons constitué 2 ensembles de connaissances :

- L'un sur les boisements (description de 10 variables liées aux boisements par une méthode légère et reconnue).
- L'autre sur la faune (inventaire entomologique).

(a)



2019

(b)

Des connaissances actuelles et actualisées sur la biologie de ces espèces.

Traits de vie, répartition, patrimonialité.

IP (indice de patrimonialité de 1 à 4) pour l'ensemble des espèces hors introduction.

Ip = indice situant le niveau de rareté chorologique des espèces comme une appréciation de leur valeur patrimoniale :

– « 1 » pour les espèces communes et largement distribuées (faciles à observer),

– « 2 » pour les espèces rencontrées en faible densité, mais largement distribuées ou, localisées, mais éventuellement abondantes (difficiles à observer),

– « 3 » pour les espèces rares et sporadiques, localisées et jamais abondantes (demandant en général des efforts d'échantillonnage spécifiques),

– « 4 » pour les espèces très rares, connues de moins de 5 localités actuelles ou contenues dans un seul département en France, ou de quelques individus depuis un siècle,

– « NN » pour les espèces Non Notées (espèces introduites depuis moins d'un siècle).

Figure 11 : Couverture de l'ouvrage « coléoptères saproxyliques de France » (a) et Catégorie de l'indice de patrimonialité (b)

2.5 Analyse écologique des boisements

2.5.1 Méthode d'évaluation écologique des boisements

2.5.1.1 Présentation de l'Indice de biodiversité potentielle

En complément de l'inventaire entomologique, il est nécessaire de pouvoir disposer d'une description de l'état des boisements issus du terrain. L'indice de biodiversité potentielle (IBP; LARRIEU & GONIN, 2008) a été choisi pour sa facilité d'utilisation permettant de décrire 10 facteurs favorables à la biodiversité en forêt (Figure 12a). Chaque facteur est évalué par une note (0, 2 ou 5).

2.5.1.2 Application de l'IBP sur le territoire

L'IBP a été réalisé sur une surface de 2,5 ha autour de chaque piège. Ainsi, sur chaque site ayant possédé un piège, une description écologique a été faite par rapport à : 7 facteurs influencés par la gestion permettant de calculer l'**IBP de gestion** (note cumulée allant de 0 à 35) ; 3 facteurs liés au contexte au contexte (ancienneté de l'état boisé, etc.) permettant de calculer l'**IBP de contexte** (note cumulée allant de 0 à 15).

2.5.1.3 Niveaux de lecture de l'IBP

Les résultats sont exploitables à différents niveaux de lecture, du plus synthétique (IBP de gestion + IBP de contexte allant de 0 à 50) au plus fin (comparaison du nombre d'arbres morts ou d'arbres porteurs de microhabitats) (Figure 13).

Cette approche, en plus de donner des éléments pour l'analyse écologique, permet une lecture rapide des actions à mener pour un gestionnaire (laisser plus de bois mort, diversifier les essences, laisser des arbres porteurs de microhabitats, etc. ; Figure 12 b).

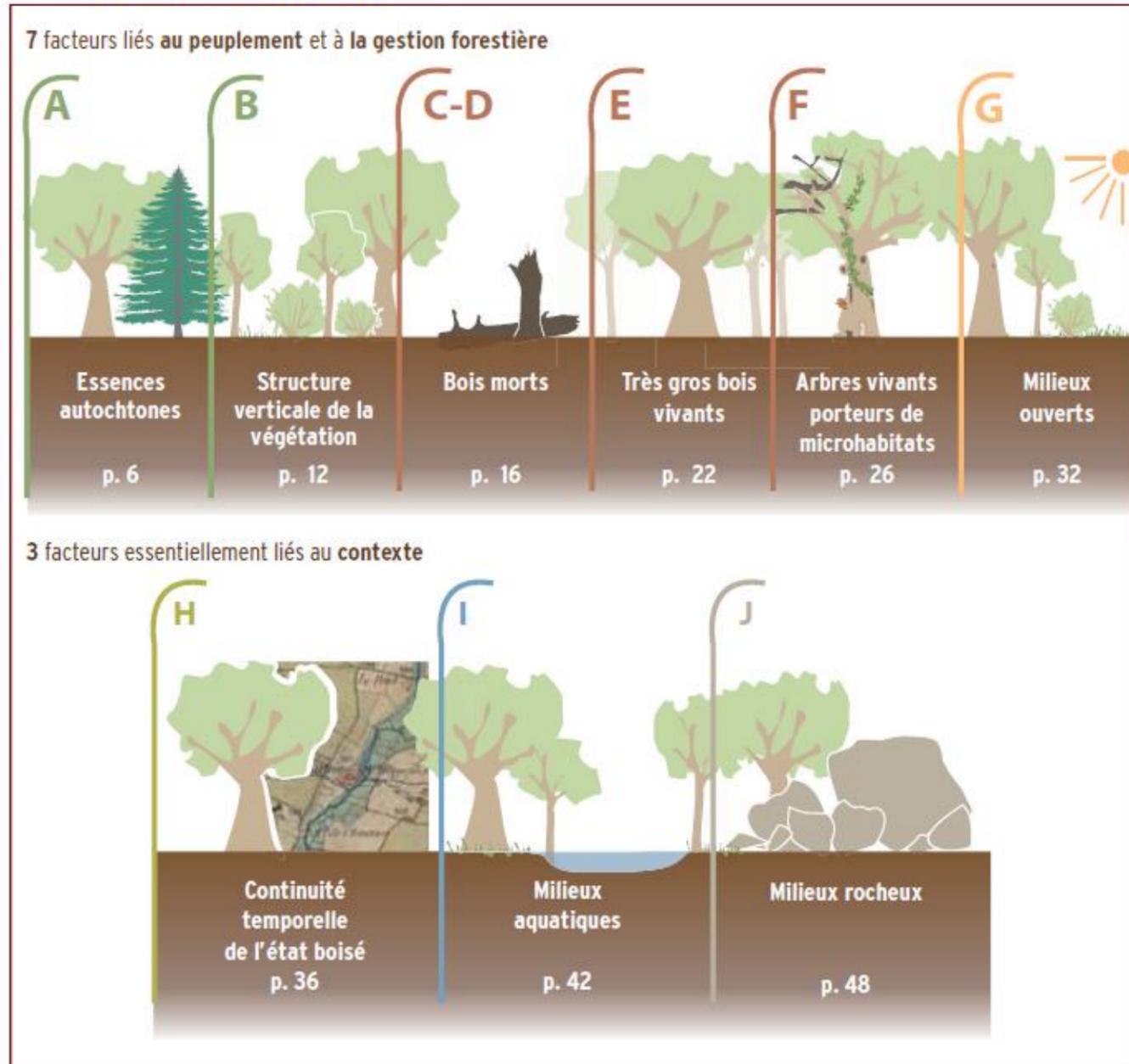
2.5.1.4 Facteurs importants pour les coléoptères saproxyliques

Enfin, quatre facteurs sur les sept liés à la gestion sont retenus comme essentiels pour les coléoptères saproxyliques :

- Le bois mort sur pied (qui est un futur bois mort au sol) ;
- Le bois mort au sol ;
- Les arbres de très gros diamètre ;
- Les arbres vivants porteurs de microhabitats.

(a)

LES 10 FACTEURS DE L'IBP (note = 0, 2 ou 5)



(b)

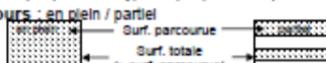
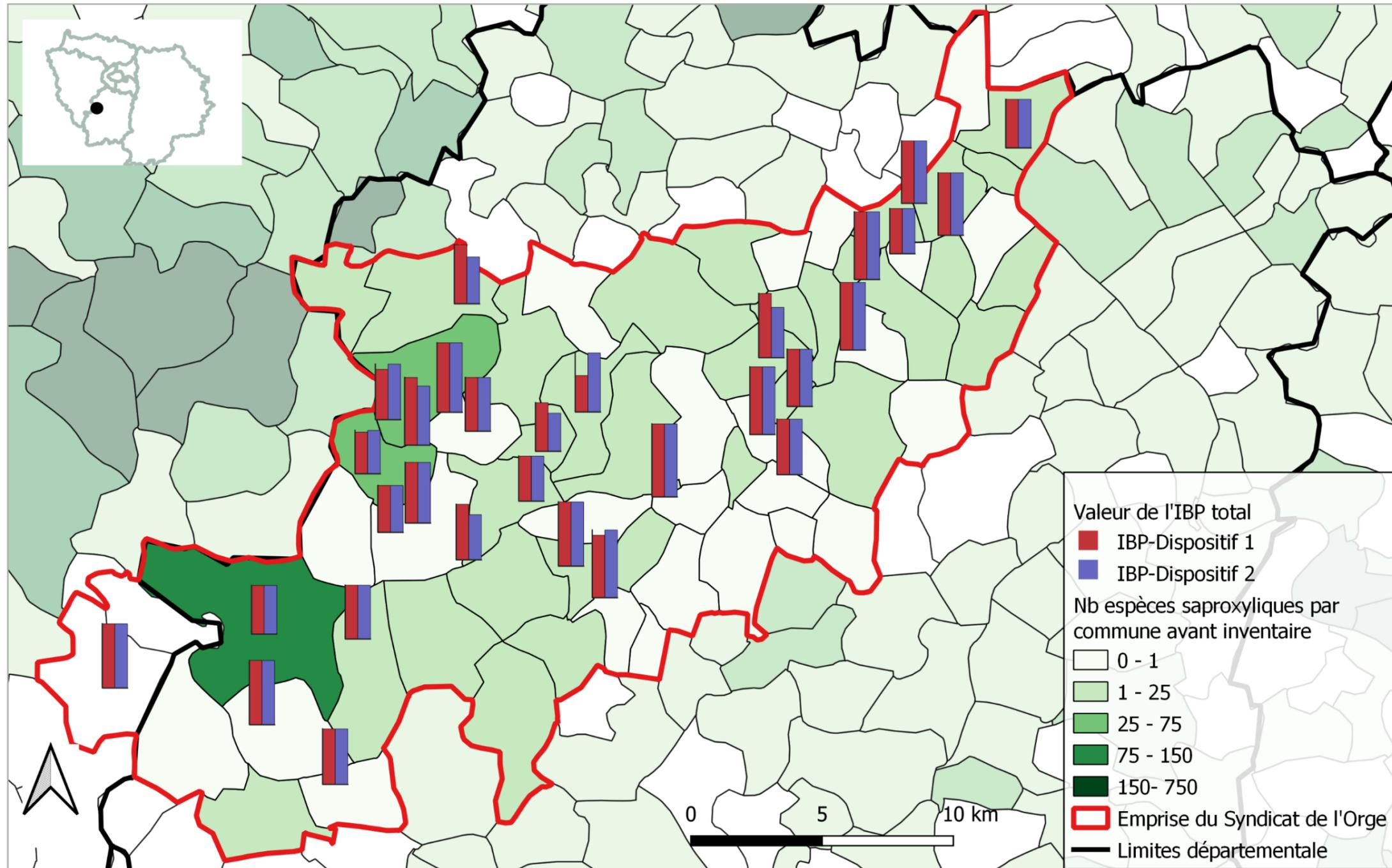
FICHE DE RELEVÉ IBP		relevé par <u>parcours</u> (rubriques IBP obligatoires en gras)		
		REFERENCES DU RELEVÉ Nom du relevé : Date : Surf. parcourue (ha) : Surf. totale (si parcours partiel) : Nom des observateurs : Commentaire sur le relevé :		
Version IBP : Domaine : atlantique / continental / méditerranéen / htes montagnes Etage : planitiaire et coll. / montagnard / subalpin / supra ou mésoméditerranéen Fertilité : fertile à moy. fertile / peu ou très peu fertile		CRITERES DE DIAGNOSTIC IBP Surface décrite : peuplement / type de peuplement / placette Type de parcours : en plein / partiel 		
Facteurs liés au peuplement et à la gestion forestière - Total =				
RELEVÉ IBP v2.7 AC - voir Fiche de définition IBP	A	Essences autochtones	Liste des autochtones (plafonnée à 5 essences) : Couvert libre de l'ensemble des autochtones : < 10% / ≥ 10% Liste des exotiques (non utilisées pour l'IBP) :	0 - 2 - 5
	B	Structure verticale végétation	Liste strates ≥ 20% : herbacée + semi-ligneuse. / feuillage bas / feuillage intermédiaire / feuillage haut	0 - 2 - 5
	C	Bois mort sur pied de grosse circonférence (BMP)	Nombre de BMP (plafonné à 3/ha) =	0 - 2 - 5
	D	Bois mort au sol de grosse circonférence (BMS)	Nombre de BMS (plafonné à 3/ha) = Présence de petits bois morts au sol : oui / non	0 - 2 - 5
	E	Très gros bois vivants (TGB)	Nombre de TGB (plafonné à 5/ha) =	0 - 2 - 5
	F	Arbres vivants porteurs de microhabitats (mh)	Nombre de microhabitats (plafonné à 2 mh/type/ha et total 6 mh/ha) : Cavité de pics = Fente ou écorce décollée = Cavité de pied à fond dur = Champignon = Bois non carlé = Coulee de sève (résine exclue) = Cavité à terreau ou bois carlé, tronc = Charpentière ou cime brisée (d>20 cm) = Cavité à terreau ou bois carlé, pied = Bois mort dans houppier (>20% ou d>20) = Cavité remplie d'eau = Lianes et guil (>1/3) =	0 - 2 - 5
	G	Milieux ouverts : PC : peuplement clair à végétation de milieu ouvert (pas de trouées nettes) T : trouées (diam. < 1,5 Ho) L : Isolères	PC présent (surf. > 5%) → score 2, sauf au subalpin score 5 PC quasi-abs. (surf. ≤ 5%) → indiquer surf. pour les 3 types : . surf. PC (m²) = . surf. T (m²) = . long. L (m) =	total (%) plaf. à 6% 0 - 2 - 5
	Facteurs liés au contexte - Total =			
	H	Continuité temporelle de l'état boisé	Signes de discontinuité temporelle (murette, terrasse...)	0 - 2 - 5
	I	Milieux aquatiques (d'origine naturelle ou artificielle)	Liste (plafonné à 2 types / relevé) : Sources / Ruisselets, fossés humides non entretenus et petits canaux (largeur < 1 m) / Petits cours d'eau (l de 1 à 8 m) / Rivières et fleuves (l > 8 m) / Bras mort / Lacs (plans d'eau profonds) / Etangs (plans d'eau peu profonds) / Mares (autres petits points d'eau) / Tourbières / Zones marécageuses	0 - 2 - 5
J	Milieux rocheux (surface > 20 m²)	Liste (plafonné à 2 types / relevé) : Falaise / Dalle / Lapiaz (et grandes diaclasses fraîches) / Grotte gouffre / Amoncellement de blocs stables (dont tas de pierre, murette > 20 m, ruine) / Affleurement de bancs de galets / Eboulis instable / Chaos de blocs > 2 m / Rochers (de hauteur inférieure à celle du peuplement : gros blocs > 20 cm, paroi ou corniche rocheuse, affleurements autres que dalle ou lapiaz)	0 - 2 - 5	
TOTAL GENERAL (valeur absolue & relative) =				
		Habitats ou espèces remarquables observés : Commentaire sur le diagnostic IBP et préconisations sylvicoles :		
CRPF Midi-Pyrénées, IDF-CNPF, INRA Dynafor – 20/04/13				

Figure 12 : Les dix facteurs de l'IBP (a) et la fiche de relevé de terrain de l'IBP (b).



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge Valeur de l'indice de biodiversité potentiel par dispositif



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2022 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 13 : Carte figurant les notes totales de l'IBP par dispositif

2.5.2 Méthode d'identification des paramètres environnementaux structurants

Cette partie de l'étude n'est pas nécessairement pertinente à présenter à tous les publics. Elle peut être passée sous silence en allant directement aux résultats (§ 3.3.2).

2.5.2.1 Analyse de regroupement de sites

En plus de l'IBP, nous avons cherché à identifier s'il existait des caractéristiques écologiques qui permettraient de regrouper les sites étudiés en fonction de la composition faunistique observée.

Une analyse exploratoire des données est effectuée pour apporter des nuances dans la typologie des milieux boisés, dans la perspective de rédaction du schéma directeur de la TVB. L'objectif ici est de former des groupes de milieux cohérents dont la gestion pourra intégrer des enjeux écologiques et entomologiques plus finement.

2.5.2.2 Facteurs environnementaux testés

L'approche mise en œuvre s'appuie sur les informations écologiques et paysagères relevées lors de l'étude (type de milieu, gestionnaire, positionnement dans la vallée, description des boisements) pour chaque dispositif (tableau de synthèse par dispositifs en annexe 2). Ces informations sont regroupées en 8 « familles » de variables :

- Situation (coteaux/plateau/fond de vallée) ;
- Zone humide (oui/non) ;
- Espaces gérés par le Syndicat de l'Orge (oui/non) ;
- Surface (ha) ;
- Statut ZNIEFF de type 1 ;
- Boisement (Saulaie blanche, Aulnaie, vieille peupleraie, Chênaie, Chênaie-châtaigneraie, Alignement de Saules, Chênaie + quelques peupliers, Aulnaie marécageuse, Frênaie-chênaie, Aulnaie-peupleraie, etc....) ;
- Type de bois (dur/tendre) ;
- Note IBP (et les déclinaisons) entre 3 et 5 groupes.

2.5.2.3 Exigences écologiques des espèces prises en compte

Pour caractériser les 60 sites, la composition faunistique de chacun d'entre eux a été utilisée comme système de coordonnées (projection graphique et mathématique).

Nous avons exploré différents sous-ensembles d'espèces sur la base de leurs régimes alimentaires (xylophages, prédateurs, mycétophages, etc.) ou de leurs exigences écologiques (diamètre du bois exploité, exposition à la lumière, humidité, etc.).

Ensuite, les sites ont été regroupés par catégories paysagères.

2.5.2.4 Méthode d'analyse utilisée

L'analyse des similarités (Anosim) est un outil statistique qui nous permet dans cette étude de mesurer si des regroupements de sites sont basés sur une composition faunistique proche entre eux ou si les regroupements sont les résultats d'une répartition aléatoire.

Les valeurs résultantes de ce test sont comprises entre -1 et 1. Si elles sont proches de 0, alors les assemblages faunistiques proviennent d'un regroupement aléatoire d'éléments. À l'inverse, si elles sont proches de -1 ou 1, alors ils diffèrent dans leur

composition spécifique. Ainsi, si les différences sont statistiquement significatives entre les groupes, alors la valeur s'éloigne de 0 et le risque de se tromper est inférieur à 5 % (p-value).

Seize combinaisons (ou sous-ensembles) du jeu de donnée entomologique basées sur les coléoptères saproxyliques et les huit familles de variables (ci-dessus) sont utilisées pour regrouper les sites entre eux, soit 224 combinaisons (synthèse en Tableau 3 ; tableau complet en annexe 5).

3. Résultats et discussions

3.1 Résultats de l'inventaire

3.1.1 Quelques espèces observées

La Figure 14 montre les différentes espèces représentant une part des familles de cette diversité. Génération après génération, ces populations interagissent avec leur environnement. Notre étude n'a fait que les relever.

Il est possible de trouver en annexe 1 la liste des espèces observées. Aussi, en allant sur le forum « Le monde des insectes²² », des photographies de quasiment toutes les espèces identifiées durant cette étude sont disponibles.

La biologie d'une partie de ces espèces est bien connue et l'on sait quels sont leurs besoins en termes d'habitat et de ressources. Pour d'autres, il reste encore des lacunes de connaissances.

Voici les espèces illustrées dans la Figure 14 :

- Première ligne : *Dorcatoma robusta*, *Ptilinus pectinicornis*, *Cryptolestes duplicatus*, *Agrilus guerini*, *Tillus elonguatus*, *Lichenophanes varius*, *Phymatodes testaceus*, *Rhamnusium bicolor*, *Aegosoma scabricorne*, *Megatoma undata*, *Thymalus limbatus* et *Triplax collaris*.
- Deuxième ligne : *Cerylon deplanatum* de dos et de profil, *Scolytus ratzeburgii*, *Tetratoma ancora*, *Abdera fasciata*, *Platyrhinus resinosus*, *Platystomos albinus*, *Leptura aurulenta*, *Calambus bipustulatus*, *Ampedus sanguinolentus* et *Anidorus sanguinolentus*.
- Dernière ligne (plus facilement observables) : *Cetonia aurata*, *Dorcus parallelipedus*, *Lucanus cervus*, *Rutpela maculata*, *Cerambyx scopolii*, et *Oryctes nasicornis*.

²² <https://www.galerie-insecte.org/galerie/>

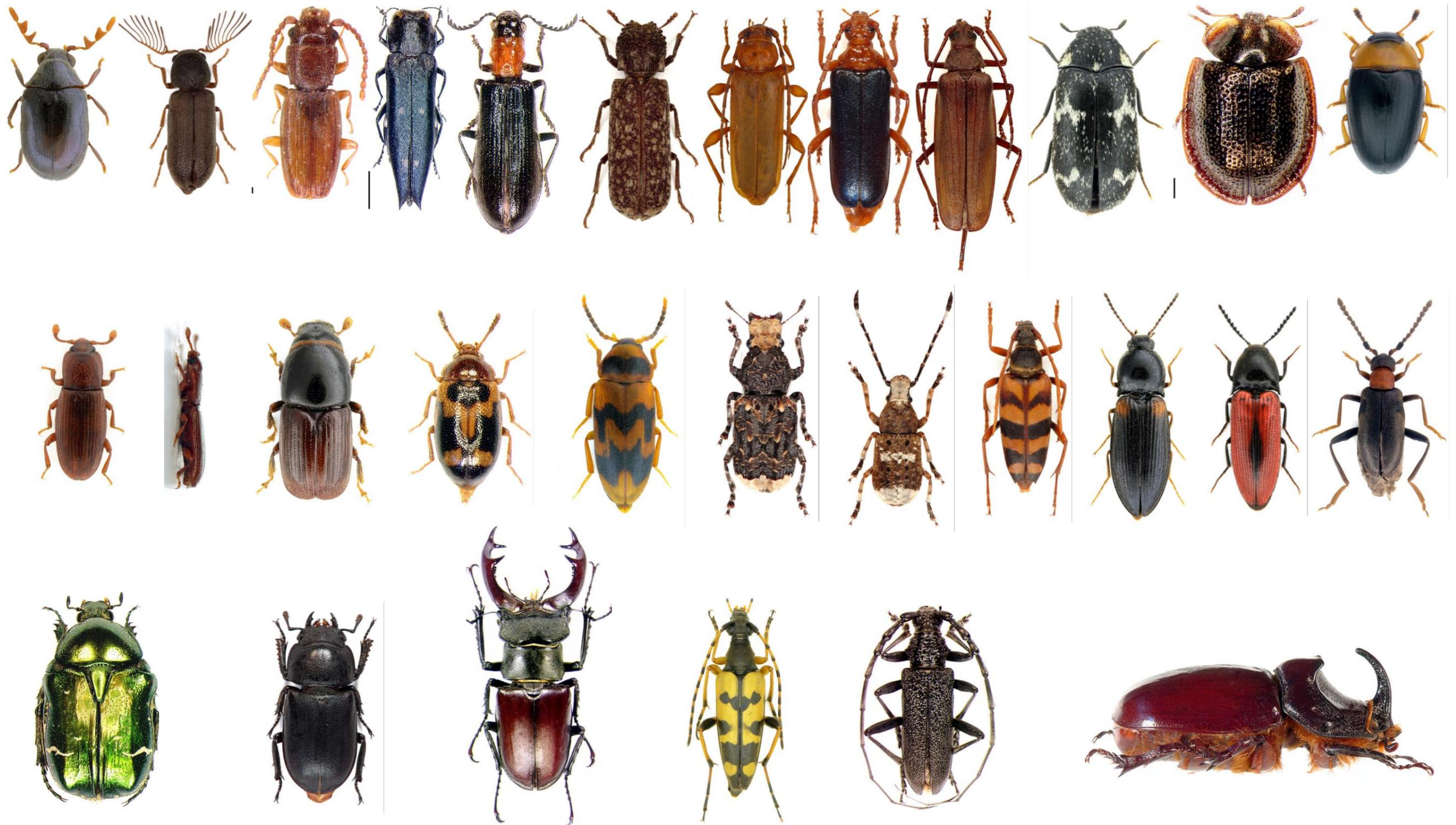


Figure 14 : Quelques coléoptères saproxyliques observés au cours de l'étude. De gauche à droite et de haut en bas : *Dorcatoma robusta*, *Ptilinus pectinicornis*, *Cryptolestes duplicatus*, *Agilus guerini*, *Tillus elonguatus*, *Lichenophanes varius*, *Phymatodes testaceus*, *Rhamnusium bicolor*, *Aegosoma scabricorne*, *Megatoma undata*, *Thymalus limbatus*, *Triplax collaris*, *Cerylon deplanatum* de dos et de profil, *Scolytus ratzeburgii*, *Tetratoma ancora*, *Abdera fasciata*, *Platyrhinus resinosus*, *Platystomos albinus*, *Leptura aurulenta*, *Calambus bipustulatus*, *Ampedus sanguinolentus*, *Anidorus sanguinolentus*, *Cetonia aurata*, *Dorcus parallelipedus*, *Lucanus cervus*, *Rutpela maculata*, *Cerambyx scopolii*, et *Oryctes nasicornis*.

3.1.2 Synthèse de la campagne entomologique

À l'issue des trois années d'inventaire, de nombreuses informations sont collectées lors d'un inventaire de coléoptères saproxyliques (§ 2.4). Une synthèse des résultats est disponible dans le Tableau 1. Les années d'observations d'observation sont indiquées en colonne. Dans la dernière colonne, la somme des résultats des trois années est indiquée. En ligne sont référencés différents éléments importants de la campagne relatifs au déroulé de cette dernière.

13733 coléoptères ont été identifiés, comptabilisant 551 espèces, dont 422 saproxyliques (liste en annexe 2). 327 de ces dernières sont utilisées dans des analyses comparatives.

Trois nouvelles espèces pour l'Île-de-France ont été découvertes lors de cet inventaire. Il s'agit d'espèces très petites, dont l'identification a été rendue possible par des travaux de systématique récents (de nouveaux outils pour bien identifier les espèces) : *Stagetus byrrhoides* (BARNOUIN, 2020), *Dorcatoma ambjoerni* (DELACLOS E. non publié) et *Acritus nigricornis* (SECQ, 1992). Ces coléoptères sont des consommateurs de bois mort ou des prédateurs.

Tableau 1 : Synthèse des résultats annuels et de l'ensemble de la campagne.

	2019	2020	2021	2019-2021
Première collecte	08/04/2019	04/05/2020	04/05/2021	08/04/2019
Dernière collecte	30/07/2019	19/08/2020	27/07/2021	27/07/2021
Nb de dispositifs	21	21	19	61
Nb de spécimens collectés	3 430	3 690	5 613	12 733
Nb d'observations	1 429	1 291	1 361	4 084
Nb d'espèces	400	255	282	551
Nb d'espèces d'identification constante (cf.2.4)	259	255	282	410
Nb d'espèces déterminantes de Znieff	26	20	31	49
Nb d'espèces saproxyliques	220	208	237	327
Nb d'espèces saproxyliques rares (IP4 indiquées entre parenthèses)	21	24 (1)	23 (2)	46 (3)
Nb d'espèces protégées régionales	1	0	0	1
Nb d'espèces protégées nationales	0	0	0	0

3.1.3 Amélioration des connaissances entomologiques

3.1.3.1 À l'échelle départementale

Au niveau départemental, 128 espèces saproxyliques observées entre 2019 et 2021 sont considérées comme nouvelles pour le département (Tableau 2). Elles n'apparaissent pas dans les données que nous avons consultées et dans la liste de référence que nous avons constituée. Elles sont peut-être présentes dans d'anciens catalogues, mais nous n'avons pas pu passer ceux-ci en revue. Le nombre d'espèces connues du département est donc de 2 245 soit 60 % des espèces connues d'île de France.

3.1.3.2 À l'échelle du territoire du Syndicat

305 espèces saproxyliques sont nouvelles pour le territoire. Le nombre d'espèces connues sur l'emprise est de 521 espèces saproxyliques (54 rares, dont 4 présentent des enjeux nationaux) et de 988 pour tous groupes de coléoptères confondus (Tableau 2). Cela correspond à 44 % des espèces la faune départementale et 26 % de la faune régionale.

3.1.3.3 Avancée dans la connaissance du territoire

En comparant la carte avant l'étude (Figure 15) et celle incluant nos résultats (Figure 16), la qualité de la couverture territoriale est nettement améliorée par l'étude. Les communes inventoriées présentent un profil qui se rapproche de celui des communes plus régulièrement inventoriées, autour des grands massifs forestiers par exemple.

Le nombre d'espèces rares augmente significativement, même dans de petites communes.

La trame verte commence à se dessiner avec une forte densité d'espèces saproxyliques en fond de vallée.

Le nombre de dispositifs n'a pas été réparti par commune, mais dans des boisements qui présentaient des caractéristiques d'ancienneté. Nous allons donc utiliser une représentation par station pour la suite de l'analyse.

Cette étude a rempli les objectifs en termes d'améliorations des connaissances.

Tableau 2 : Synthèse des résultats sous l'angle de l'amélioration des connaissances.

	Département		Territoire du syndicat	
	Coléoptères saproxyliques	Tous coléoptères	Coléoptères saproxyliques	Tous coléoptères
Données antérieures	13 927		1 373	
Données associées à la présente étude	4 084		4 084	
Groupe de coléoptères pris en compte	Coléoptères saproxyliques	Tous coléoptères	Coléoptères saproxyliques	Tous coléoptères
Nombre d'espèces antérieures	691	2 080	216	603
Présente étude	327	410	327	410
Espèces nouvelles	128	165	305	386
Nombre d'espèces total [progression]	819 [+ 18 %]	2 245 [+ 7 %]	521 [+ 140 %]	988 [+63 %]

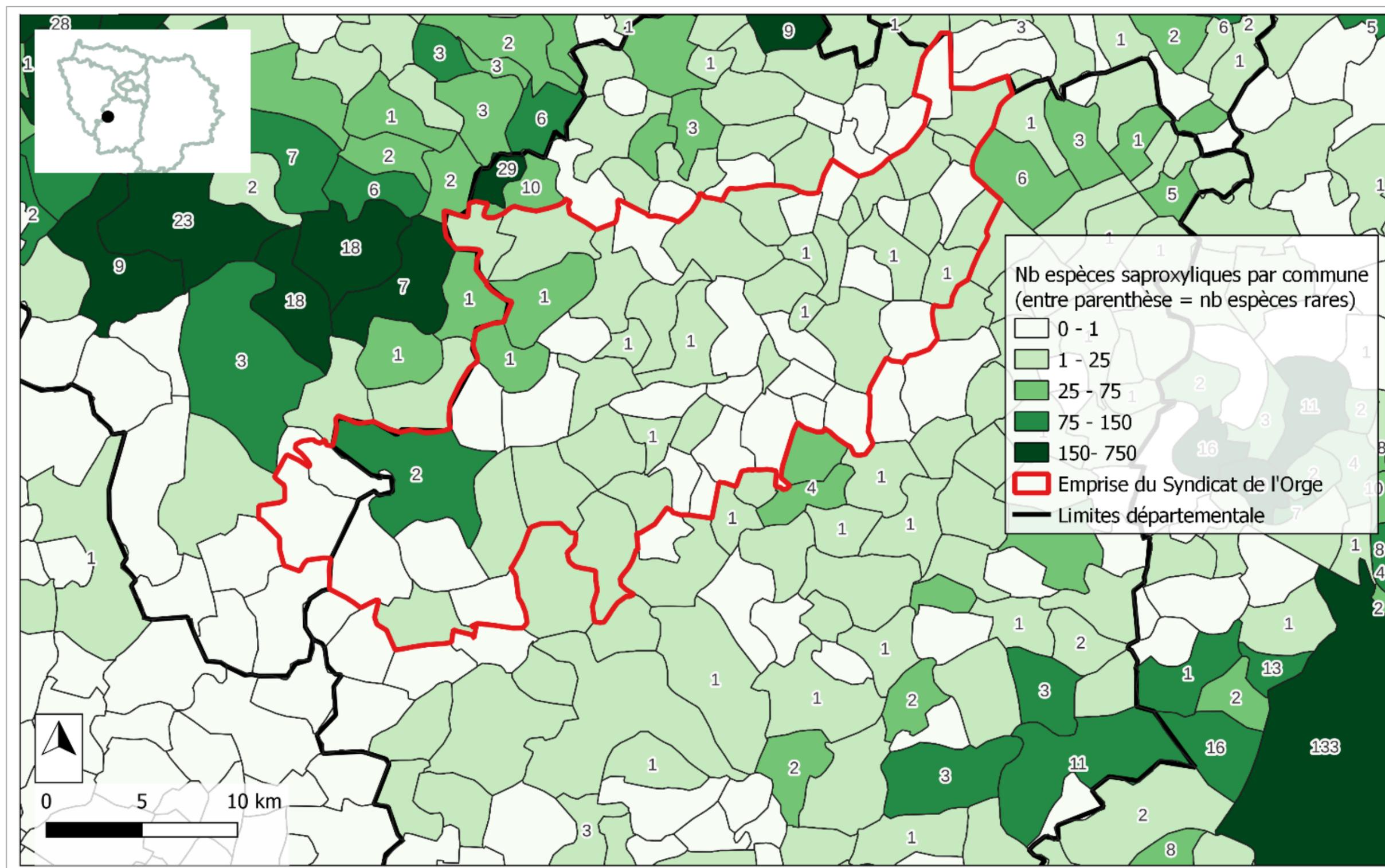
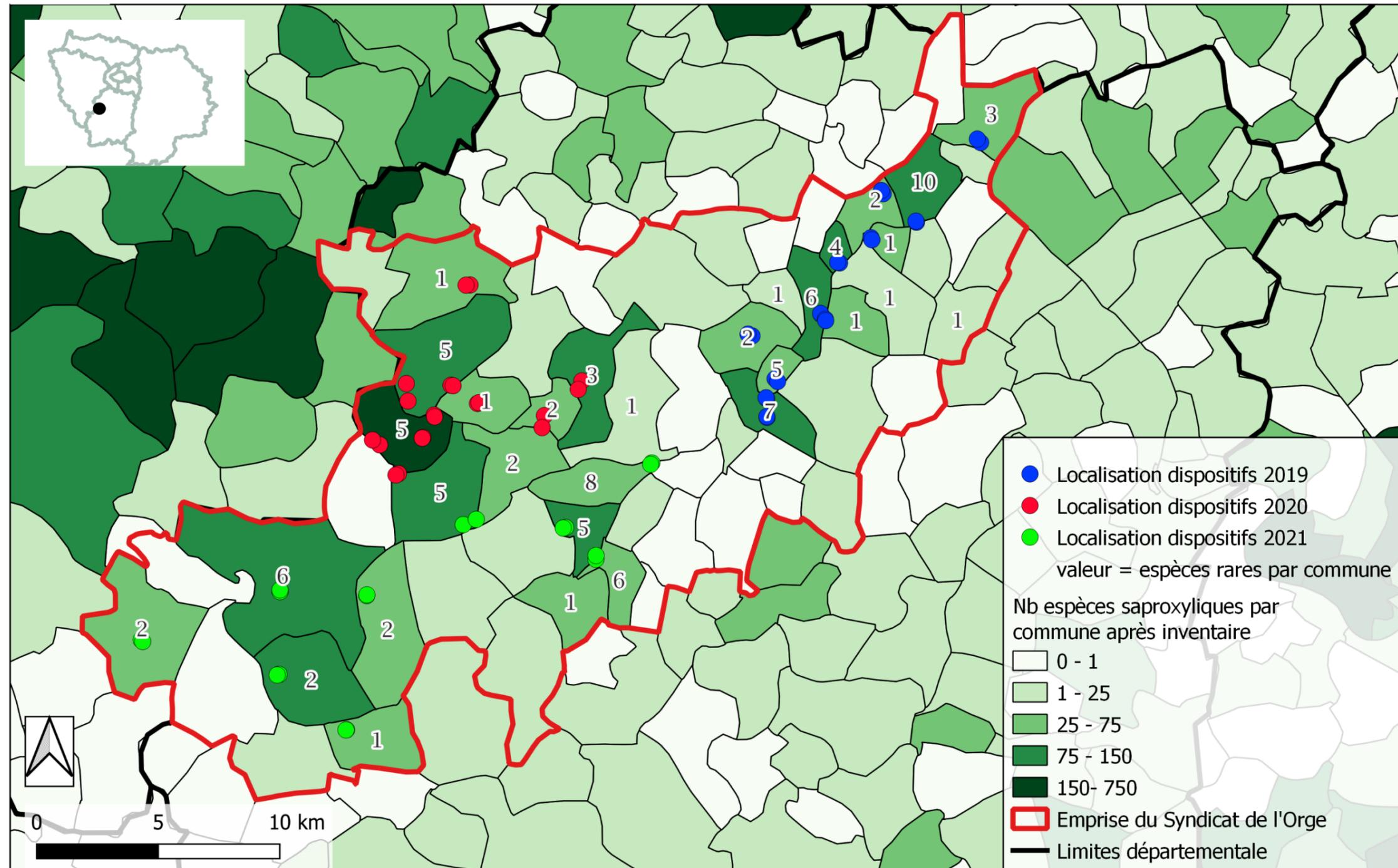


Figure 15 : Carte représentant l'état des connaissances avant la campagne d'inventaire – nombre d'espèces connues par site (rappel de la figure 6).



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge

Connaissances à l'issue des 3 années d'inventaire - nombre d'espèces par commune



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2022 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 16 : Carte représentant l'état des connaissances après la campagne d'inventaire – nombre d'espèces connues par site.

3.1.4 Exhaustivité de la campagne et perspectives associées

Cet aspect n'est pas pertinent à présenter à tous les publics, il peut être passé sous silence en allant directement à la présentation des espèces patrimoniales par catégories (protection, Znieff, rares, § 3.2) et en lisant le dernier paragraphe de cette sous-partie en gras. Il en va de même pour la méthode qui y est associée (§ 2.5).

3.1.4.1 Représentativité de l'inventaire

À l'échelle du territoire, la courbe dite d'accumulation (Figure 17a) illustrant le nombre d'espèces en fonction du nombre de spécimens capturés montre une « saturation » satisfaisante (les pointillés représentant la tendance si l'effort était prolongé). Sur cette même échelle, la couverture d'échantillonnage (§ 2.4.5) est de 99,4 %. Une bonne vision de la diversité des boisements de la vallée de l'Orge semble présente. Explicitement, le nombre d'espèces inventoriées de la vallée durant l'étude est de 327 et la reconduction d'inventaire (effort égal, soit 60 dispositifs par année) permettrait, en théorie, de détecter 45 espèces en plus.

À l'échelle des stations, les couvertures d'échantillonnage allant de 78 à 99 % sont très disparates (Figure 17 b ; Figure 18). Les connaissances locales sont donc bien avancées, mais rarement considérées comme complètes. En réalité, le Bois de l'Ouie est la seule station ayant une couverture d'échantillonnage suffisante.

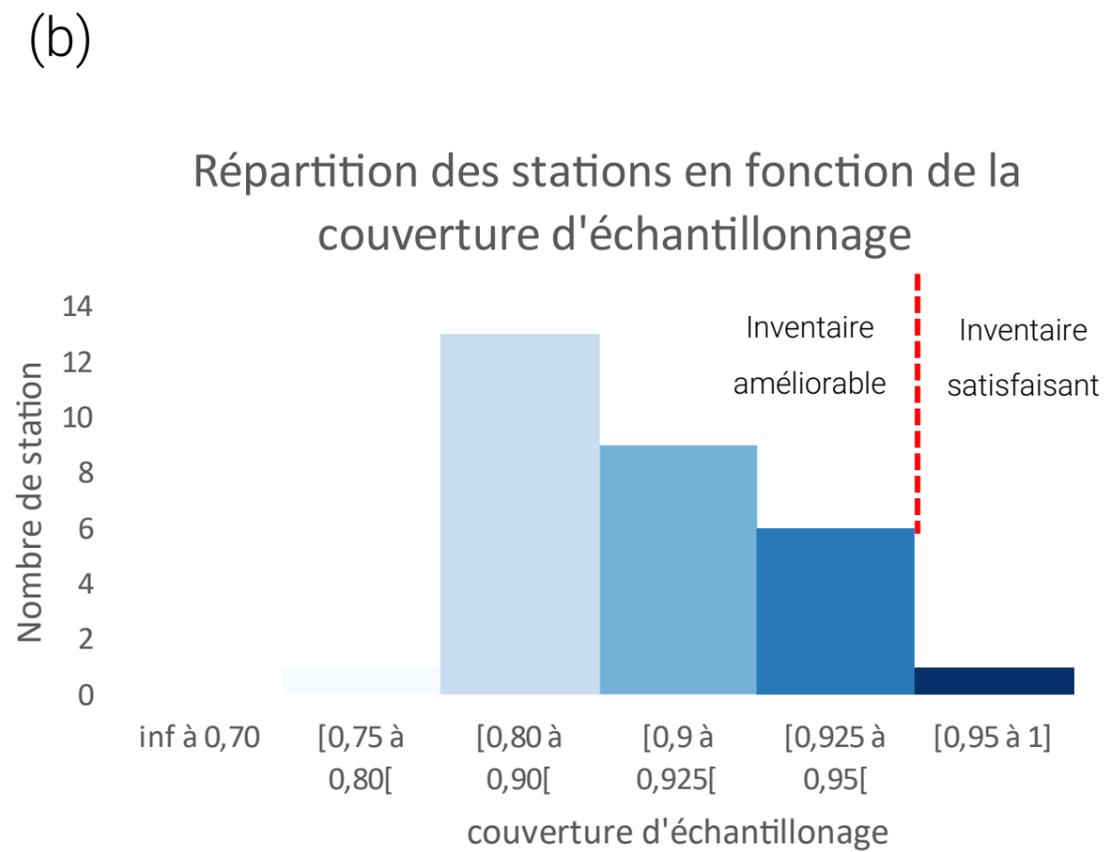
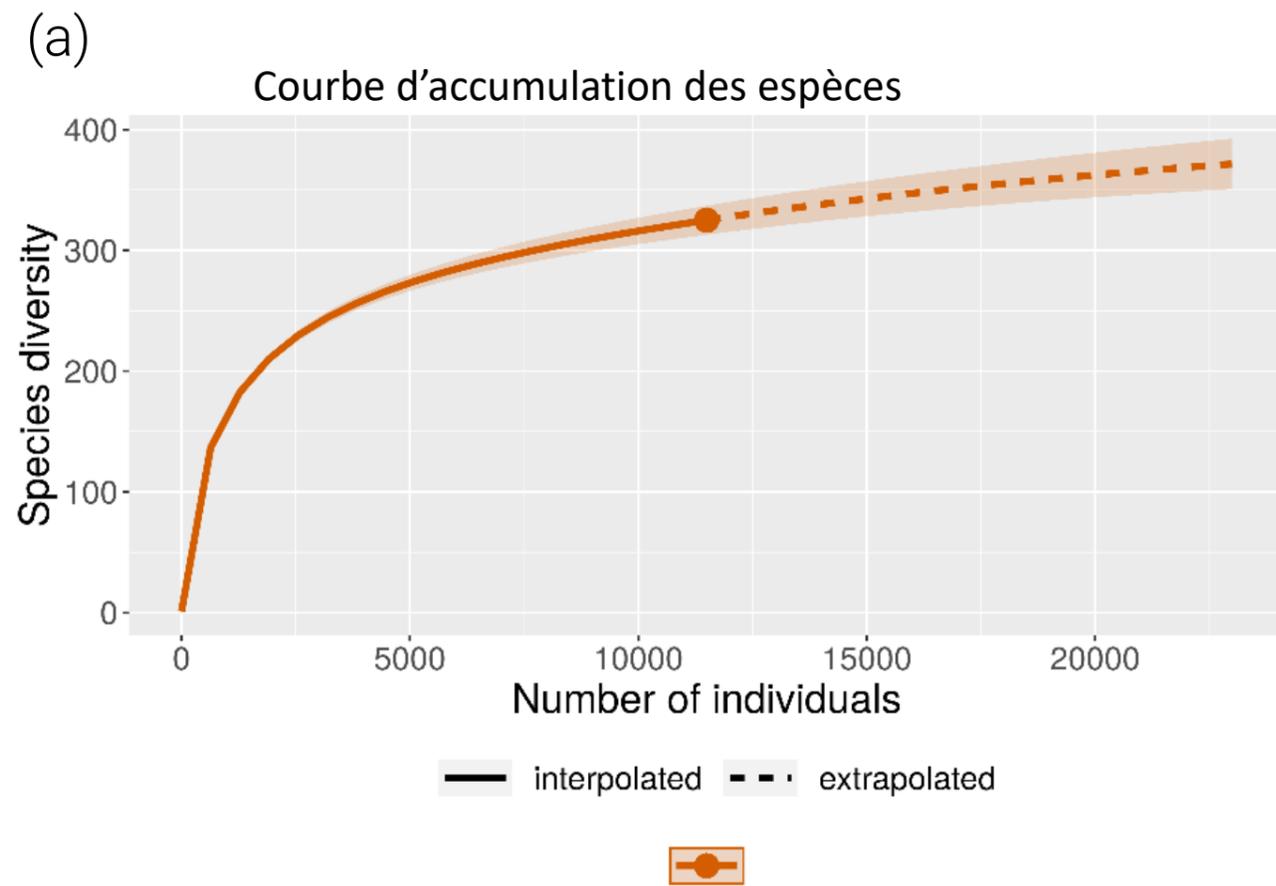
3.1.4.2 Perspectives en termes de richesse du territoire

Si ces résultats devaient être considérés comme un point faible de l'étude, il faut se souvenir qu'une modification du protocole a dû avoir lieu pour prendre en compte l'augmentation de la surface du Syndicat. Initialement, chaque site devait être étudié 3 années de suite (§ 2.3). Cette durée est en général nécessaire une complétude d'échantillonnage satisfaisante permettant de comparer les stations entre elles, mais également une même station sur plusieurs inventaires (soit une phase de suivi ; § 2.2).

La comparaison entre les stations peut tout de même se faire. Néanmoins, des précautions sont à prendre, surtout pour comparer les listes d'espèces demandant à être complétées.

Il est également possible de déterminer plus ou moins précisément le nombre d'espèces théorique présent sur chaque station (Figure 19). Le nombre d'espèces moyen par site passerait de 63 (valeur observée) à 109 (valeur prédite). On retrouve ainsi plusieurs sites avec près de 150 espèces potentielles, en particulier en fond de vallée.

Pour conclure, cette approche nous suggère que nous avons une bonne connaissance de la faune des coléoptères saproxyliques à l'échelle de la vallée, mais qu'il y a encore beaucoup d'espèces qui pourraient être détectées au sein des stations. La cartographie (Figure 18 ; Figure 19) révèle où les marges de progrès sont les plus fortes. L'inventaire réalisé permet de conduire une investigation sur l'état de la trame verte locale.



La couverture d'échantillonnage est un indicateur des espèces restant potentiellement à détecter. En deçà de 0,95 l'inventaire peut être considéré comme améliorable.

Figure 17 : Courbe d'accumulation du nombre d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage (a) et distribution de la couverture d'échantillonnage des stations étudiées (b).

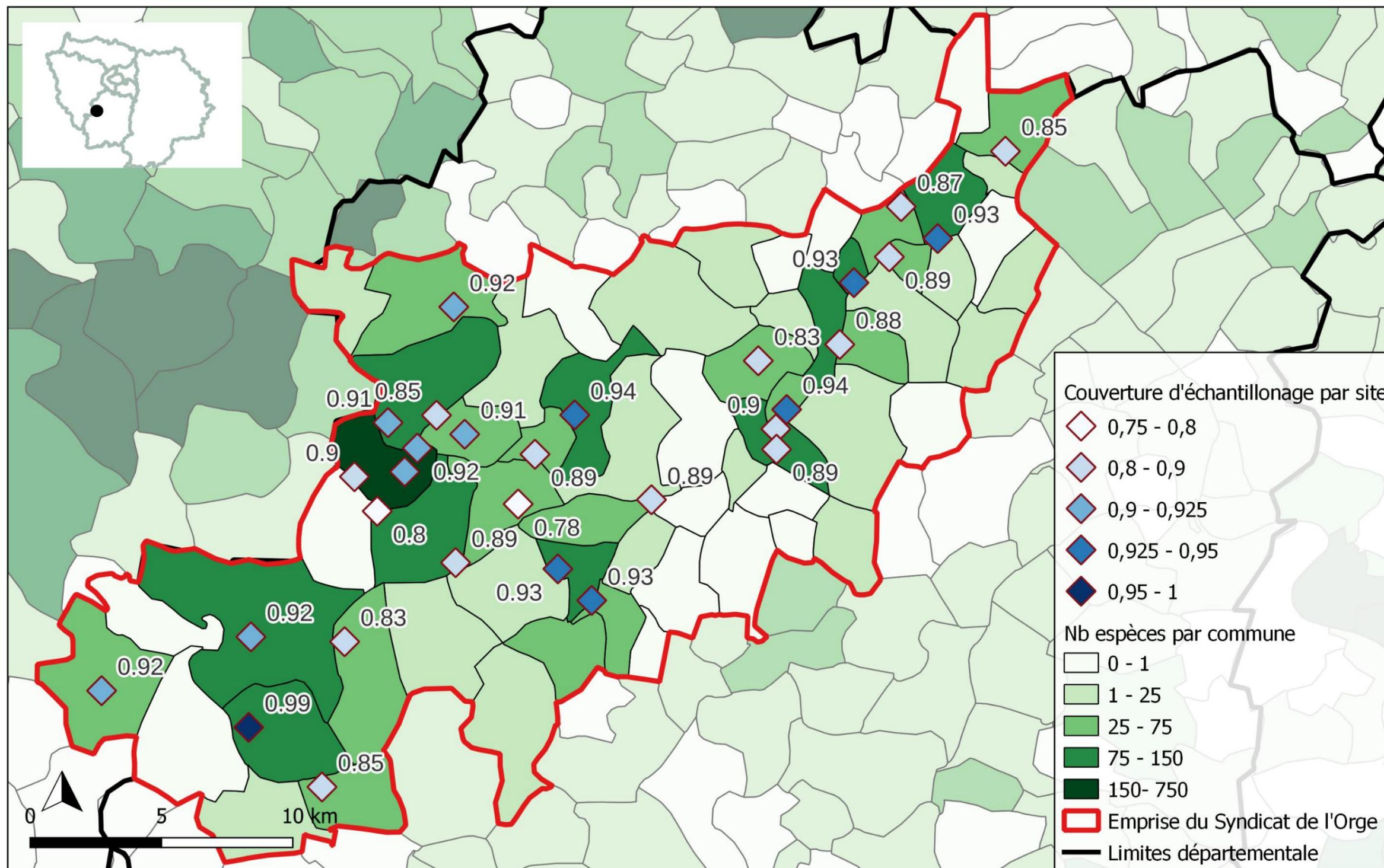
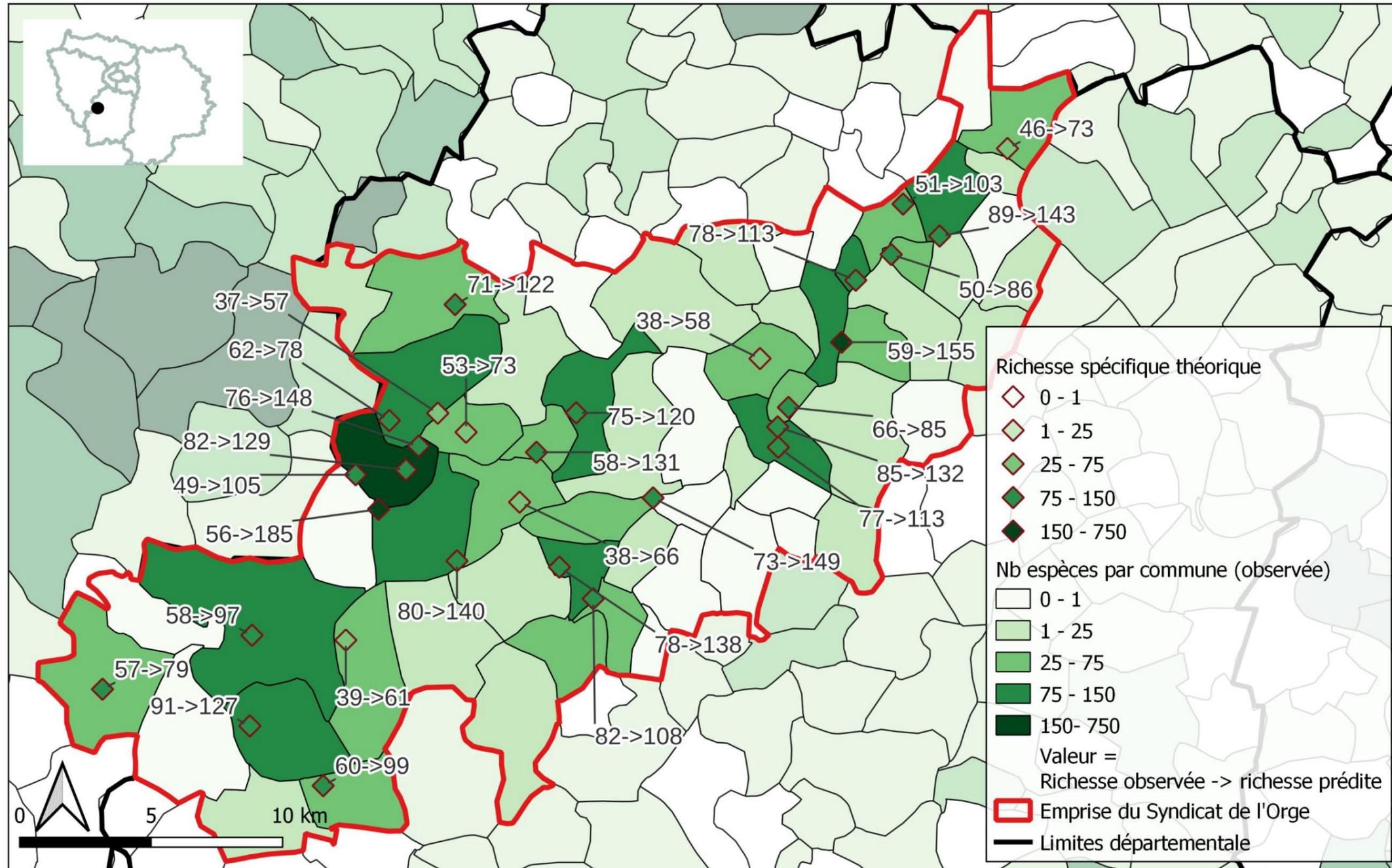


Figure 18 : Carte de représentation de la couverture d'échantillonnage par station.



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge

Richesse spécifique théorique par site



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2021 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 19 : Carte de représentation du nombre d'espèces potentielles par station.

3.2 Espèces à enjeux

3.2.1 Statuts retenus

Pour rendre compte des enjeux écologiques associés à cette campagne d'inventaire des coléoptères et de toutes les observations produites, nous avons retenu 3 référentiels permettant de mettre en avant les enjeux associés :

- Les espèces protégées au niveau régional et les espèces inscrites sur la proposition 2021,
- Les espèces déterminantes de Znieff,
- Les espèces saproxyliques rares.

La liste des espèces pour chacune de ces catégories est illustrée en annexe 3.

Quelques espèces remarquables sont illustrées (§ 3.2.6) pour montrer la diversité d'exigence écologique des coléoptères saproxyliques présente sur le territoire.

3.2.2 Les espèces protégées

Deux espèces protégées au niveau régional ont été identifiées dans le cadre de cette étude :

- *Aegosoma scabricorne*, espèce saproxylique très localisée dont les seules stations pour l'Île-de-France sont la forêt de Fontainebleau et la vallée de l'Orge.
- *Meloe proscarabaeus*, espèce non saproxylique liée aux abeilles solitaires. Elle est un peu plus largement répartie, mais était rarissime il y a encore 15 ans.

Vingt-sept espèces de coléoptères présentes dans la vallée de l'Orge ont été proposées à la protection en 2021. Dans le cadre de la présente étude, 85 % des espèces observées (et inscrites sur cette proposition) sont des espèces liées aux milieux forestiers matures et sur-matures. La vallée de l'Orge abrite donc 25 % des espèces protégées de la catégorie « milieux forestiers sur-mature » et 10 % des espèces de coléoptères proposées à la protection (Figure 20).

3.2.3 Les espèces déterminantes de Znieff

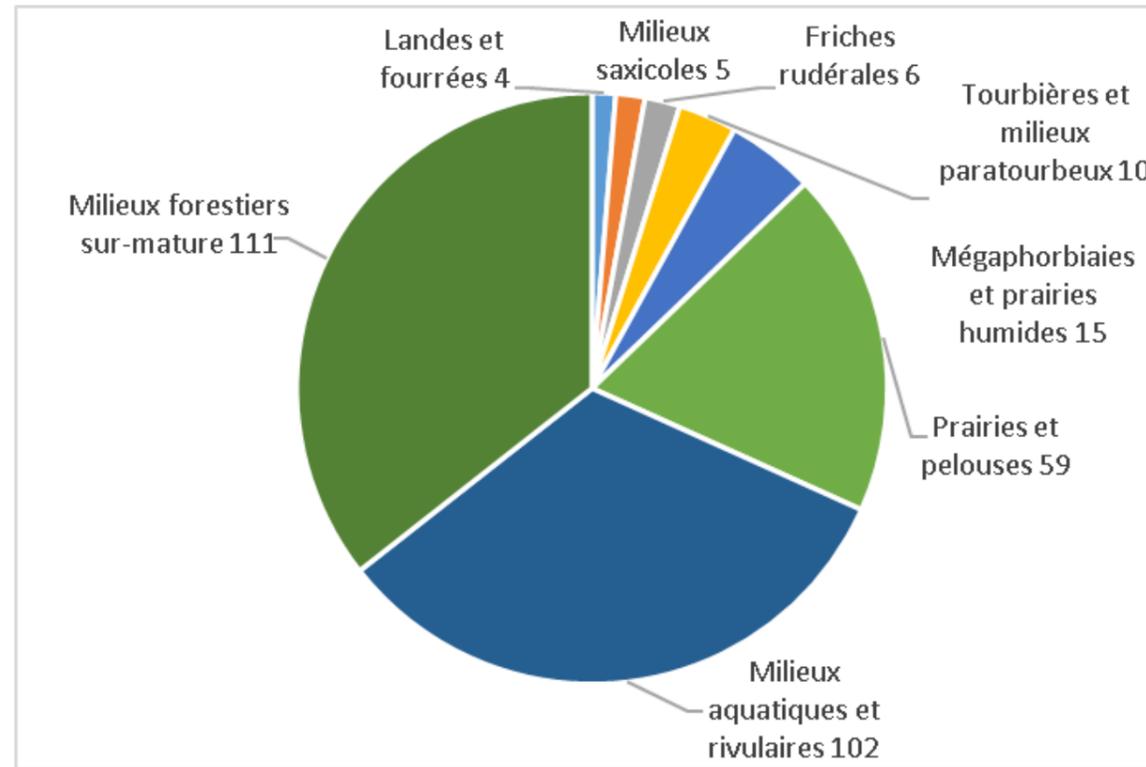
Les Znieff (zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique) sont des espaces naturels considérés en raison de leurs caractères remarquables. Cette démarche s'appuie sur les connaissances naturalistes et sur des listes d'espèces considérées comme particulièrement dépendantes de certains milieux.

Les Znieff complètent les zonages réglementaires (aires protégées) pour guider les décisions d'aménagement du territoire (documents d'urbanisme, créations d'espaces protégés, schémas départementaux de carrière...) et éviter l'artificialisation des zones à fort enjeu écologique. La liste des espèces déterminantes pour les coléoptères d'Île-de-France a été actualisée en 2017 et publiée en 2019.

Les espèces déterminantes de Znieff observées dans le cadre de cette étude sont à 80 % des espèces liées aux milieux forestiers. Les espèces déterminantes de Znieff regroupent 49 espèces (dont 43 saproxyliques). Encore une fois il s'agit d'un indicateur qui met en avant la responsabilité du Syndicat dans la conservation des espèces et de la trame verte et bleue.

(a)

Répartition des espèces proposées à la protection **au niveau régional** en fonctions des milieux dont elles dépendent.



(b)

Répartition des espèces proposées à la protection au niveau régional **et observées dans l'étude** en fonctions des milieux dont elles dépendent.

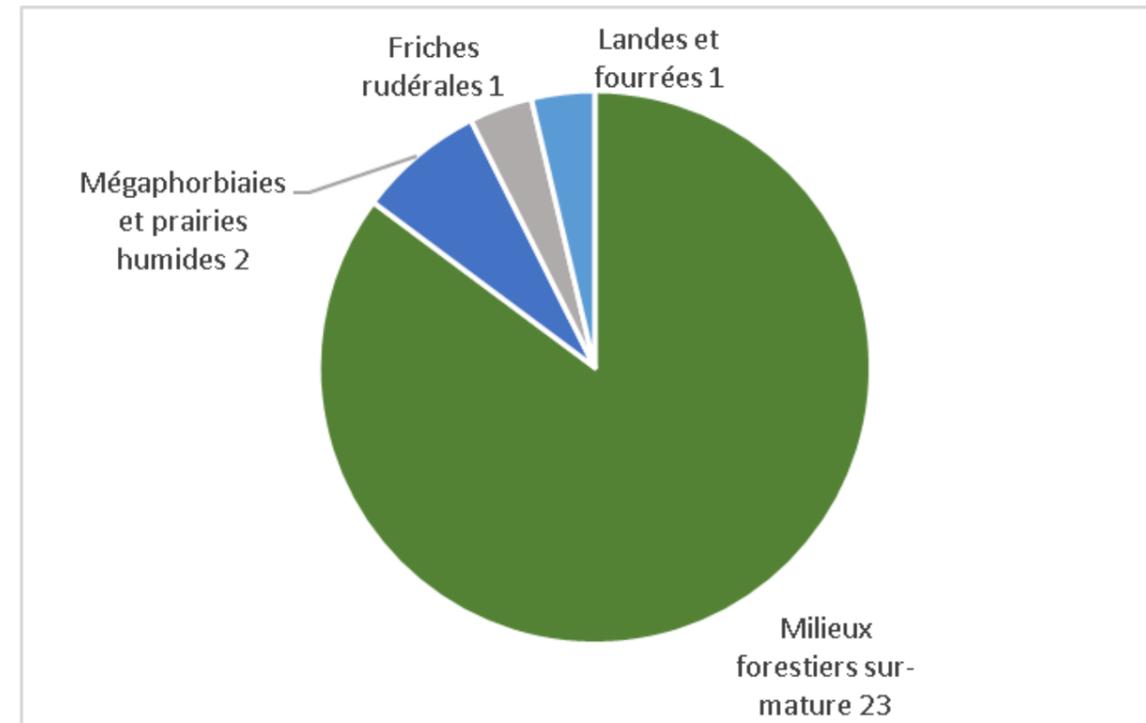


Figure 20 : Répartition des espèces proposées à la protection dans les différents milieux dont elles dépendent à l'échelle de l'Île-de-France (a) et la répartition des espèces proposées à la protection dans les différents milieux dont elles dépendent observées dans le cadre de l'étude réparti en fonction des milieux dont elles dépendent.

3.2.4 Espèces rares

Le catalogue national a été publié en 2019 (BOUGET *et al.* 2019 ; Figure 11a). Les espèces sont présentées par familles et leurs traits de vie connus sont indiqués. Les espèces sont également évaluées en termes de patrimonialité (indice de patrimonialité). Les espèces classées Ip 3 et 4 sont au nombre de 35 sur la vallée, révélant sous un autre angle, la diversité et les enjeux associés à cette cohorte.

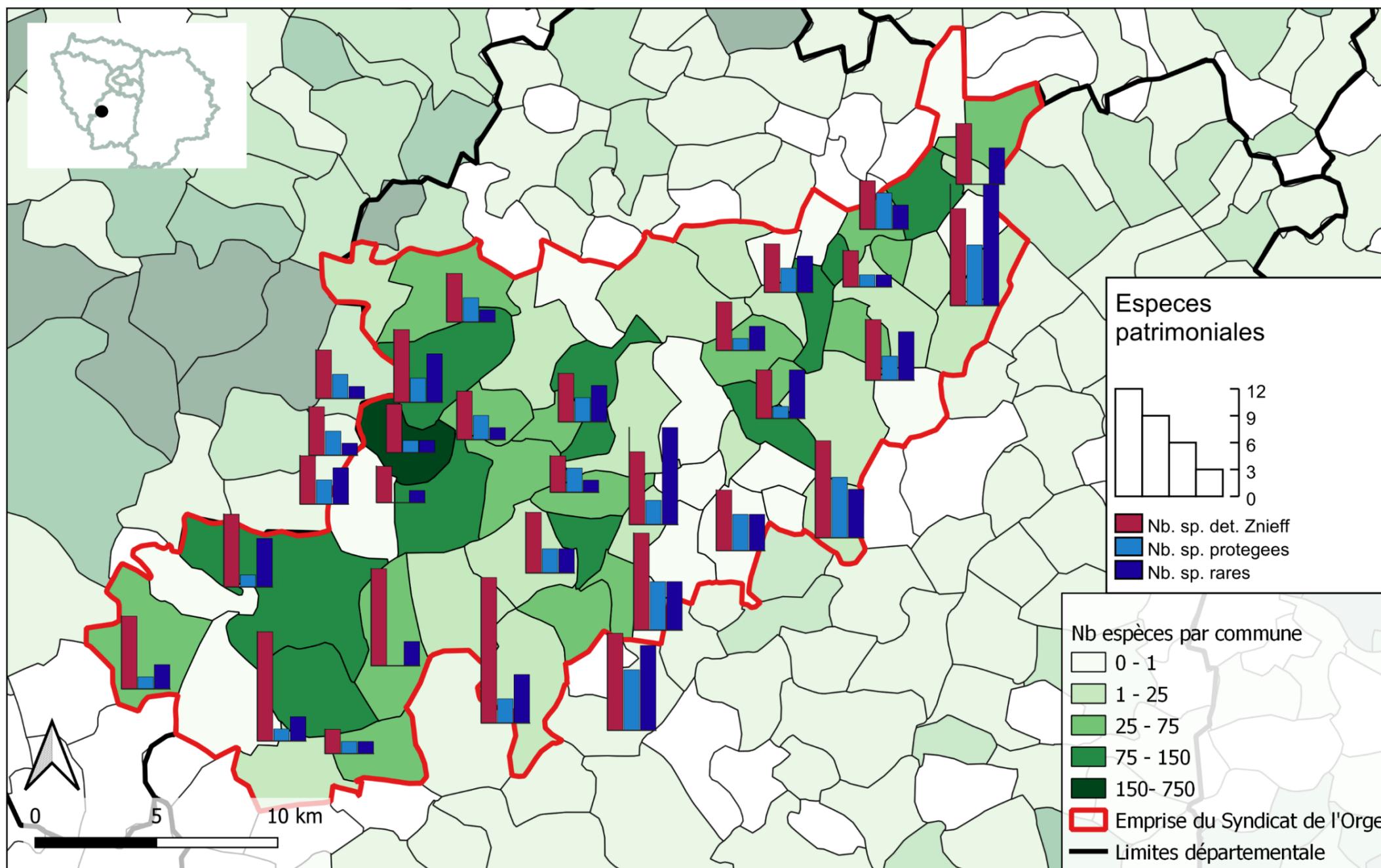
3.2.5 Regroupement des espèces à enjeux

Les 3 indicateurs d'espèces à enjeux (protégées, déterminantes de Znieff et rares) peuvent être calculés pour chaque site et figurés. Ils rendent compte des enjeux sur le territoire du Syndicat (Figure 21). Certaines espèces apparaissent dans plusieurs catégories. Dans la mesure où les éléments qui ont motivé la sélection de ses espèces ne sont pas les mêmes, nous avons fait le choix de compter les espèces dans chacune des catégories. Le recouvrement partiel de ces listes entre elles ne doit pas masquer la diversité des enjeux associés.

Les listes d'espèces protégées ou à enjeux sont des outils pour freiner l'érosion de la biodiversité. Elles constituent également un signal de la responsabilité des gestionnaires d'espace naturel. Le nombre d'espèces observé dans les différentes catégories est particulièrement élevé pour une étude entomologique. Elle dénote de la dimension écologique du site et de l'effort d'investigation consenti dans des milieux favorables. **Elle révèle également la responsabilité du Syndicat sur les espaces dont il a la gestion et son rôle majeur dans l'animation d'une gestion cohérente à l'échelle du territoire.**



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge Patrimonialité par stations



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2022 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 21 : Carte de représentation du nombre d'espèces patrimoniales par station et des proportions dans les différentes catégories de patrimonialité.

3.2.6 Exemple d'espèces remarquables

Sont présentés ci-dessous quelques espèces reconnaissables assez facilement, peu fréquente en Île-de-France, et dont la présence dépend de l'existence d'un microhabitat qui doit perdurer dans l'espace (suffisamment au même moment) et dans le temps (de manière continue, années après année, décennie après décennie et siècle après siècle). Faute des microhabitats, les espèces associées disparaissent localement et ne pourront revenir que si leurs ressources se reforment et qu'une continuité écologique existe entre les sites refuges et les nouveaux milieux.

Voici les espèces (photographies des espèces et de leur microhabitat en Figure 22) :

- ***Necydalis major*** (Cerambycidae) Capricorne. Son habitat larvaire est un tronc d'arbre mort au sol (aulne, tremble ou bouleau). Cette espèce se développe dans le tronc d'arbre mort lorsque celui-ci est envahi par un champignon particulier (*Mensularia radiata*). La présence du champignon (assez fréquent) n'explique pas la rareté de cette espèce qui reste localisée aux vieilles futaies et boisements très âgés ;
- ***Trox perrisi*** (Trogidae) Scarabée. Son habitat est un nid d'oiseau cavicole (chouette ou pic) ;
 Cette espèce se développe exclusivement des déchets produits par des oiseaux vivants dans les cavités d'arbres comme des pics ou des chouettes. Elle est donc dépendante de la présence de vieux arbres pouvant offrir des cavités et de la présence des oiseaux ;
- ***Elater ferrugineus*** (Elateridae) Taupin. Son habitat larvaire et à l'état adulte est une cavité de tronc à terreau occupée par des cétoines (*Liocola marmorata*, *Cetonischema speciosissima*, *Osmoderma eremita* entre autres...). Le grand taupin roux est prédateur à l'état larvaire de larve de cétoine qui vivent elles-mêmes dans les cavités de tronc contenant du terreau (naturel) et suffisamment fermées pour ne pas sécher ou se remplir d'eau en fonction des conditions météorologiques. C'est une espèce mobile, mais essentiellement connue des vieilles futaies et parfois des alignements de vieux arbres en ville ;
- ***Biphyllus lunatus*** (Biphyllidae). Son habitat est la fructification d'un champignon poussant sur frêne. *Biphyllus* se développe sur une fructification de champignon lignivore spécifique des frênes fraîchement morts : *Daldinia concentrica* ;
- ***Gasterocercus depressirostris*** (Curculionidae) charançon. Son habitat est un chêne sec mort sur pied ou une branche sèche dans le houppier. Ce charançon se développe dans le bois mort sec de chêne. La larve fore le bois à cœur et l'adulte émerge en général sous l'écorce qui se décolle. Cette espèce ne s'observe que sur les arbres fraîchement morts et pas dans le bois de chauffage. Pour que la population de cette espèce se maintienne, elle a donc besoin d'un peuplement de chêne suffisamment vaste pour qu'il y ait chaque année des arbres favorables à la réalisation de son cycle biologique ;
- ***Neomida haemorrhoidalis*** (Tenebrionidae) ténébrion. Son habitat est un polypore type *Fomes fomentarius* se développant principalement sur peuplier, parfois sur hêtre. Ce coléoptère cornu se développe dans les fructifications (carpophore d'amadouvier). Cette espèce est bien plus rare que son habitat. Elle est favorisée par un contexte humide (vallée) et semble plus fréquente au sud de la France.

Parmi toutes celles observées, ces espèces rendent compte de la diversité de la complexité des interactions entre les insectes, le reste de la faune, les arbres, les boisements et les paysages. Cette richesse d'interaction doit être intégrée à une échelle suffisamment simple pour que les gestionnaires puissent s'emparer des enjeux associés, sans pour autant être simplistes et mener une gestion idéalisée.

La vallée présente au moins par endroits des milieux issus d'une longue continuité écologique malgré les très fortes transformations du territoire (urbanisation, dégradation, minéralisation, etc.). Une formation des gestionnaires à la reconnaissance de ces microhabitats pourrait favoriser leur prise en compte dans la gestion courante (§ 4.1.2).

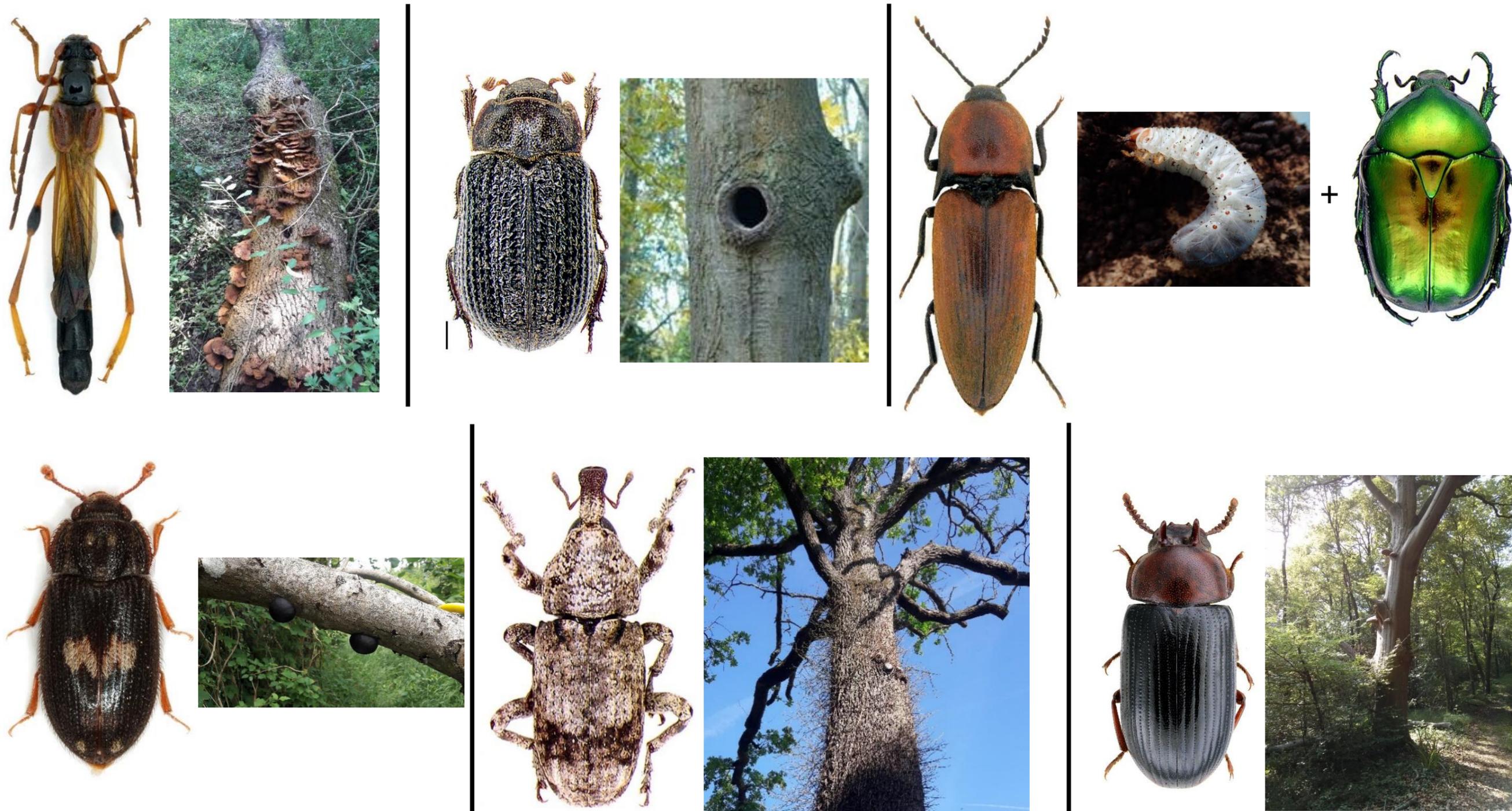


Figure 22 : Quelques espèces remarquables avec leur microhabitat associé. De gauche à droite et de haut en bas : *Necydalis major* (Cerambycidae) Capricorne et son habitat, un tronc d'arbre mort au sol (aulne tremble ou bouleau) souvent colonisé par des champignons ; *Trox perrisi* (Trogidae) Scarabée et son habitat, un nid d'oiseau cavicole (chouette ou pic) ; *Elater ferrugineus* (Elateridae) Taupin et son habitat, une cavité à terre où se développe des cétoines ; *Biphylus lunatus* (Biphyllidae) et son habitat, un carpophore de champignon du genre *Daldinia* poussant sur frêne ; *Gasterocercus depressirostris* (Curculionidae) charançon et son habitat, un chêne sec mort sur pied ou une branche sèche dans le houpier ; *Neomida haemorrhoidalis* (Tenebrionidae) ténébrion et son habitat, un polypore type amadouvier (*Fomes fomentarius*) se développant principalement sur peuplier, parfois sur hêtre.

3.3 Description des boisements

3.3.1 Description des ressources

3.3.1.1 Résultats globaux de l'IBP

Le choix a été fait de se restreindre aux sites ayant une continuité temporelle de l'état boisé depuis au moins 200 ans (§ 2.3.1). Pour la description des boisements, nous nous sommes concentrés sur les sept facteurs favorables liés à la gestion et les trois facteurs de contexte liés à la présence de milieux humides et de milieux rocheux influençant de manière marginale la richesse et la patrimonialité (Figure 12a, ligne du haut ; § 2.5.1.1) ; Fortel, 2010)

Certains sites présentent un profil régulier correspondant à la note maximale de 5 pour les 7 facteurs et pour les 2 dispositifs, tels que le bois du château d'Angervilliers ou le Bois de Villelouvette (Figure 23). Pour les autres sites, les décrochements correspondent à des facteurs qui n'atteignent pas la valeur maximale.

La Figure 23, qui est particulièrement chargée, illustre que les milieux présentent globalement des caractéristiques favorables à la biodiversité saproxylique. La trame de bois mort explorée est bel et bien celle d'un milieu forestier comprenant des éléments essentiels à la diversité des espèces et de leurs interactions.

Les évaluations de l'IBP sont assez hétérogènes entre les sites, y compris au sein des sites où deux dispositifs peuvent être dans des contextes différents.

Les informations associées à chacune des stations tant pour l'IBP que pour des synthèses entomologiques sont regroupées dans l'annexe 4.

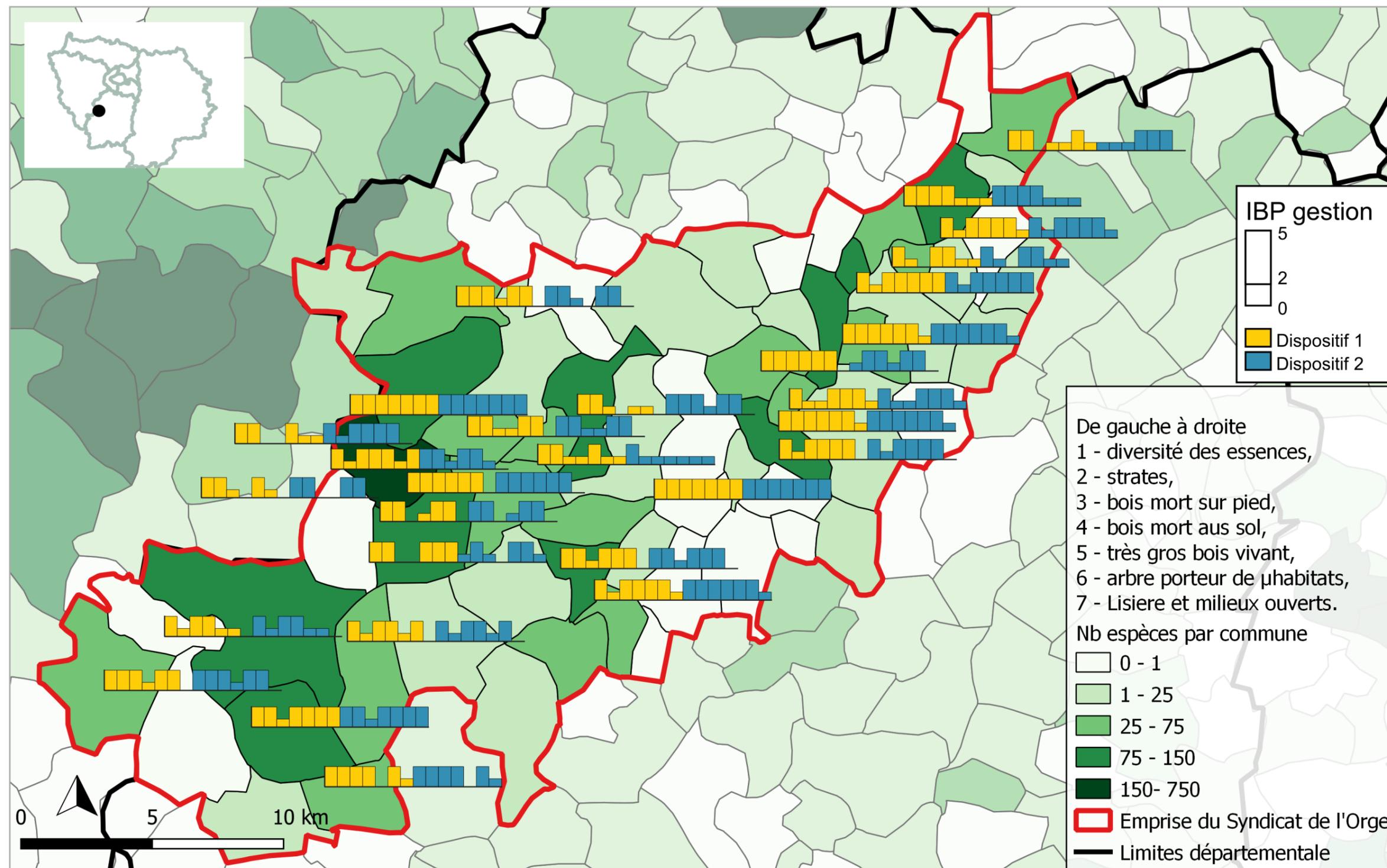


Figure 23 : Carte de représentation des facteurs de gestion de l'IBP par station.

3.3.1.2 Résultats en détail de l'IBP

Démarche mise en œuvre

Pour plus de finesse, il est possible de lire cet inventaire en creux en identifiant cette fois-ci les lacunes du milieu présentes autour des dispositifs étudiés. Nous avons réduit ici la lecture à quatre facteurs essentiels aux organismes saproxyliques (BOUGET *et al.*, 2021). Les trois facteurs écartés (diversité des essences, strates et milieux ouverts) constituent de notre point de vue des facteurs qui soutiennent les 4 retenus. Les voici :

- La présence de bois mort sur pied (qui est un futur bois mort au sol ; C) ;
- La présence de bois mort au sol (D) ;
- Les arbres de très gros diamètre (E) ;
- Les arbres vivants porteurs de microhabitats (F).

Nous avons calculé une valeur de déficit, soit la note maximale de l'IBP dont est déduite la note observée pour le facteur manquant (Figure 24).

Ressources manquantes sur le territoire

Les lacunes qui ressortent sont les suivantes :

- Le bois mort sur pied est largement absent, surtout à l'aval du site. Cette ressource est importante pour sa potentialité à devenir la réserve du bois mort au sol. Néanmoins, les stations plus en retraits sont les plus riches. La relation entre le bois mort sur pied et l'ouverture du site reste à explorer tout comme la mise en œuvre d'une gestion particulière de ce type de bois mort ;
- Le bois mort au sol est en déficit, particulièrement au nord de la vallée dans le secteur élargi d'Angervilliers. En revanche, il semble être bien présent dans le fond de la vallée ;
- Les très gros bois vivants sont mal représentés, en particulier en tête de bassin et ponctuellement le long de la vallée. Ils sont présents quasiment partout où il y a un déficit de bois mort sur pied sans que nous ayons d'explication ;
- Les arbres vivants porteurs de microhabitats (qui sont souvent corrélés aux très gros bois vivants) présentent des lacunes dans le nord du territoire ainsi que ponctuellement le long de la vallée de l'Orge.

Quand les lacunes du milieu autour d'un piège augmentent, la faune saproxylique régresse de manière significative. Ceci s'appuie sur l'analyse de l'impact de ces lacunes sur la communauté saproxylique et en particulier sur les espèces exigeantes. Nous avons représenté pour chaque station la moyenne des lacunes des IBP réalisés et la somme des I_p avec une régression linéaire (Figure 25²³ ; § 2.4.7.1 pour la description de l' I_p et § 3.2 pour les résultats liés à la patrimonialité). Une forte corrélation significativement négative ($r = -0.40$; p -value = 0.02) entre les deux variables témoigne du fait énoncé en début de paragraphe.

²³ La ligne est une régression linéaire, soit une droite dessinant une tendance selon les résultats obtenues. L'intérêt du résultat du calcul de corrélation qui accompagne le graphique consiste à trouver une **éventuelle** liaison entre les deux variables décrites dans cette partie.

Enjeux pour la gestion

Cette analyse doit vous convaincre des enjeux existants à maintenir et renforcer l'état écologique des boisements. Elle doit être réalisée pour chacun des sites lorsque se posera la question de sa gestion, idéalement en compagnie du gestionnaire pour l'accompagner dans un diagnostic partagé et une prise en compte des enjeux locaux. Chaque site étudié n'est pas forcément représentatif des sites proches. Chaque parcelle a pu avoir un historique de gestion très différent.

De plus, la note cumulée maximale de l'IBP pour les sept facteurs (étant de 35) n'a pas vocation à être l'objectif final. Elle est, à notre sens, la valeur à partir de laquelle la diversité fonctionnelle peut s'exprimer et faire face aux aléas de leur environnement (en d'autres termes, être résiliente). Dans le cadre d'une gestion fonctionnelle idéale, un boisement devrait avoir une évaluation minimale d'IBP de gestion de 35 pour être écologiquement fonctionnel.

Prendre en main l'IBP

Il existe des formations pour être autonome sur la prise en main de l'IBP. Exemple :

- ⇒ Proposition d'action, formation à l'IBP (comme réalisée par Chaville environnement) pour les propriétaires, aidant à ne plus voir le bois mort comme un déchet. <https://reconnect-biodiversite.fr/event/formation-a-lindice-de-biodiversite-potentielle-4/>.

3.3.1.3 *Limites de l'IBP*

L'IBP présente des limites comme lorsqu'il est réalisé hors des boisements classiques (haies, ripisylves, etc.). JANSSEN *et al.* (2021) proposent un indice biodiversité et de connectivité des ripisylves (IBCR), qui est une déclinaison de l'IBP pour les cours d'eau. Évaluer la portée de cet indice sur le territoire du Syndicat peut être pertinent dans les cadres de l'identification de la TVB de la vallée de l'Orge.

Une autre difficulté de l'exercice réside dans le fait que le diagnostic, statique dans le temps, essaie d'évaluer des phénomènes dynamiques. Ainsi, un biais de représentation peut se créer en s'appuyant sur la faune et son milieu à un moment donné pour analyser la capacité des milieux à permettre la circulation de la faune sur plusieurs années.

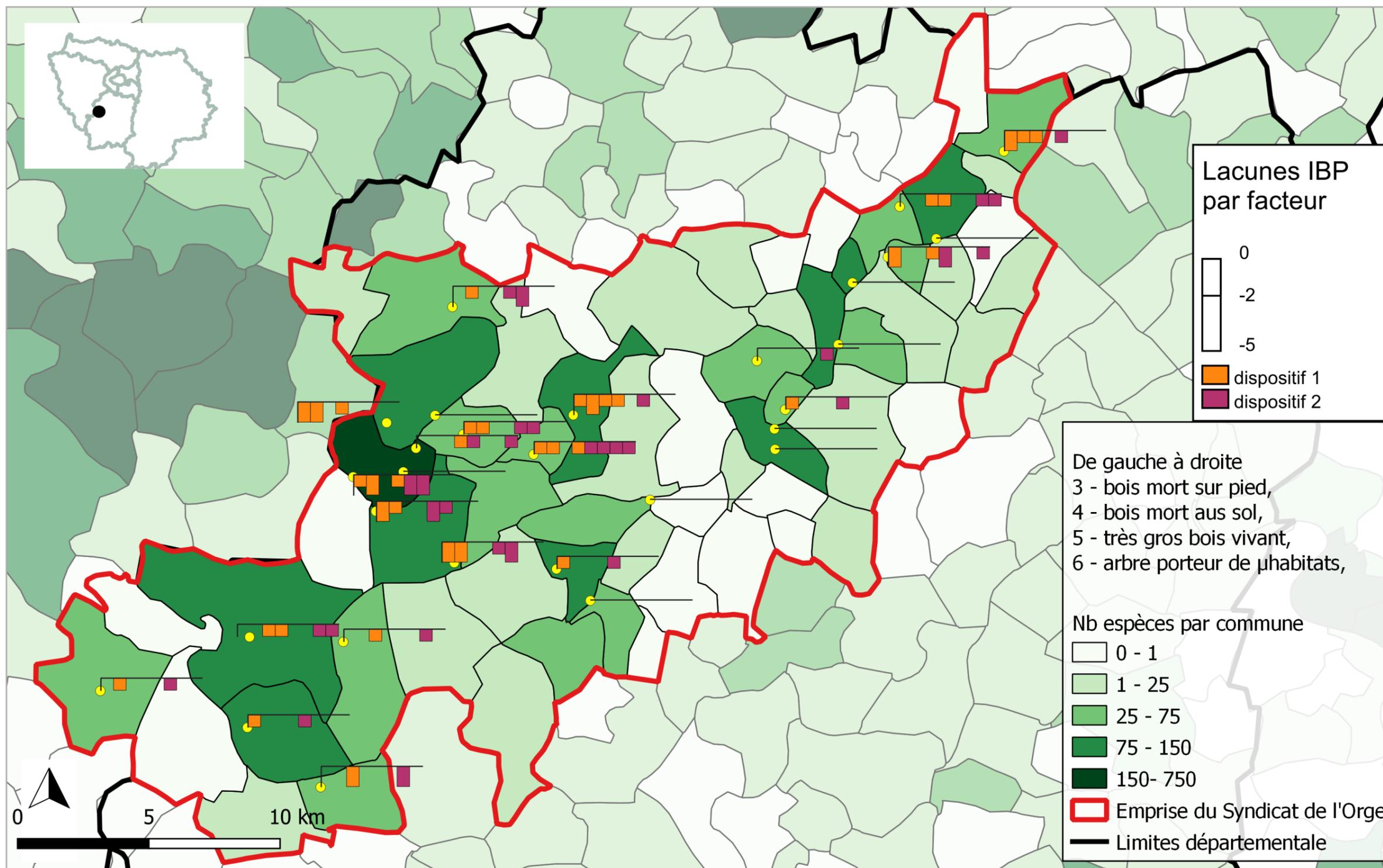
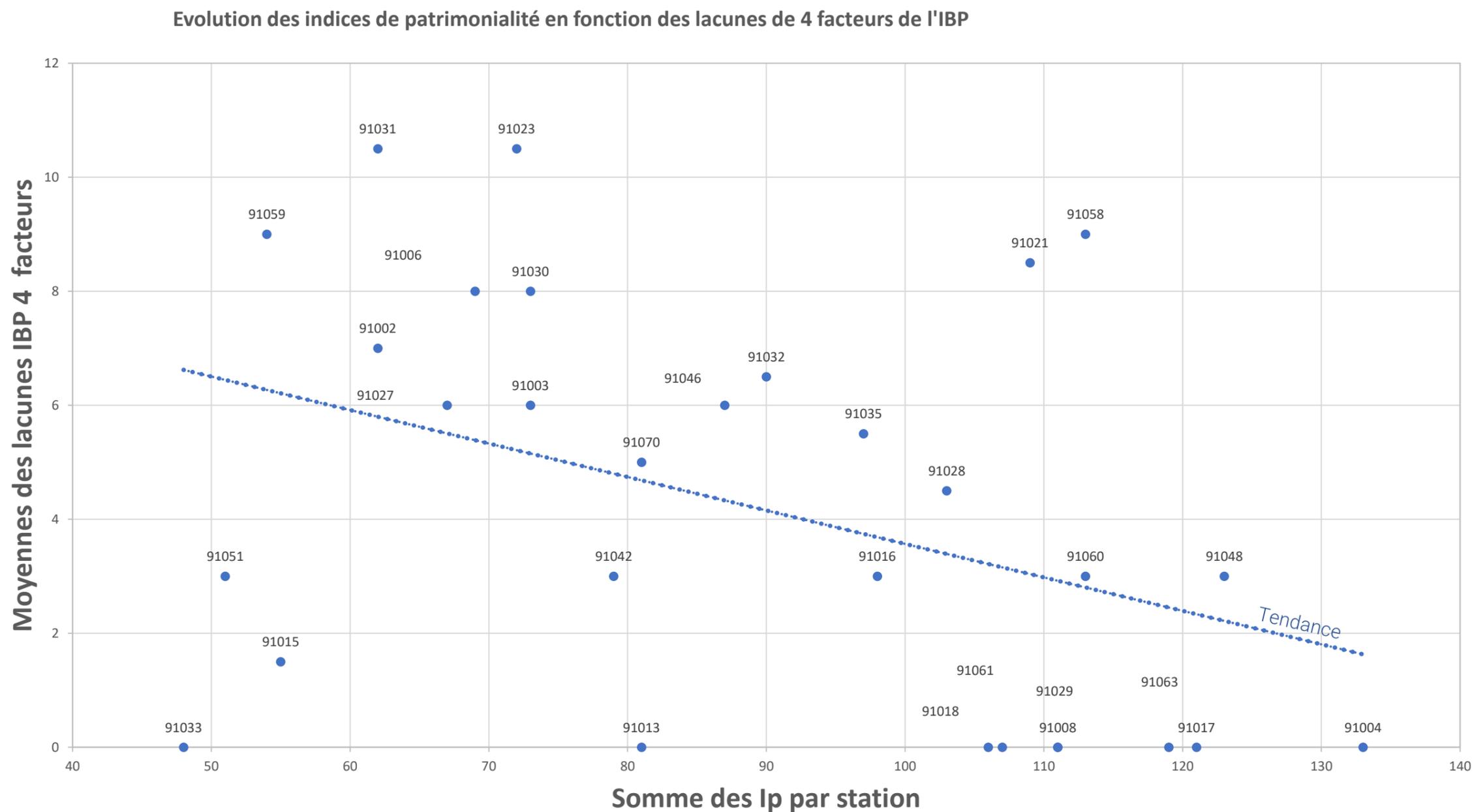


Figure 24 : Carte de représentation des lacunes des 4 facteurs « bois et microhabitats » par station.



Plus les lacunes sont faibles, plus les sites ont une valeur patrimoniale élevée. La corrélation entre ces facteurs est négative (-0.40) et significative avec un indice de confiance P de 0,02.

Figure 25 : Graphique de l'évolution de la moyenne des lacunes en fonction de la valeur tirée de l'IBP de la station.

3.3.2 Facteurs importants pour les coléoptères saproxyliques

Cet aspect n'est pas pertinent à présenter dans sa totalité pour tous les publics. Il peut être passé sous silence en lisant les éléments en gras.

3.3.2.1 Recherche de facteurs environnementaux

Nous recherchons ici des paramètres environnementaux qui soient structurants pour les coléoptères saproxyliques et qui soient informatifs pour le gestionnaire.

L'IBP n'est pas la seule information dont nous disposons sur les milieux (§ 2.5.1.4). L'analyse des similarités a permis d'identifier des configurations où les différences de compositions en coléoptères saproxyliques entre les groupes (Figure 26a) et les modalités du paysage (Figure 26 b) sont explicites, significatives et avec un indice de confiance fort (synthèse en Tableau 3 ; tableau complet en annexe 3).

Par exemple, la composition faunistique des espèces liées au gros bois mort (un sous-groupe de coléoptères saproxyliques) est significativement différente selon que le boisement est une propriété du Syndicat ou non. À l'inverse, la composition faunistique des mêmes espèces liées au gros bois mort n'est pas significativement différente entre les sites selon la note de l'IBP.

Les scénarii qui rendent compte de différences les plus significatives et explicites avec les plus fortes valeurs sont ceux qui s'appuient sur la totalité du jeu de données et sur l'ensemble des espèces saproxyliques. Les scénarii sont classés sur la base des essences d'arbres, selon le fait qu'il s'agisse d'une zone humide ou non, d'une Znieff ou encore d'une propriété du Syndicat (cercles verts et flèches du Tableau 3). Les 2 scénarii fléchés proposent des valeurs proches. Dans l'esprit de cet inventaire, nous avons retenu la combinaison qui est la plus facile à intégrer pour la gestion.

3.3.2.2 Boisements humides et secs : des facteurs structurants

Les boisements humides (de fond de vallées) et le groupement des boisements de coteaux et de plateaux constitueraient les 2 sous-ensembles qui présentent des compositions faunistiques suffisamment différentes. Les boisements de fond de vallées sont constitués de bois blancs dits tendres (saules, peupliers, aulnes) et les boisements de coteaux et plateaux de bois plus dur (chênes, châtaigniers, charmes, hêtres), illustrant le fait que les scénarii ne sont pas si éloignés les uns des autres.

Les résultats ne sont pas pertinents à présenter à tous les publics. Elle peut être passée sous silence en lisant directement le résultat en gras (cf.3.3.2).

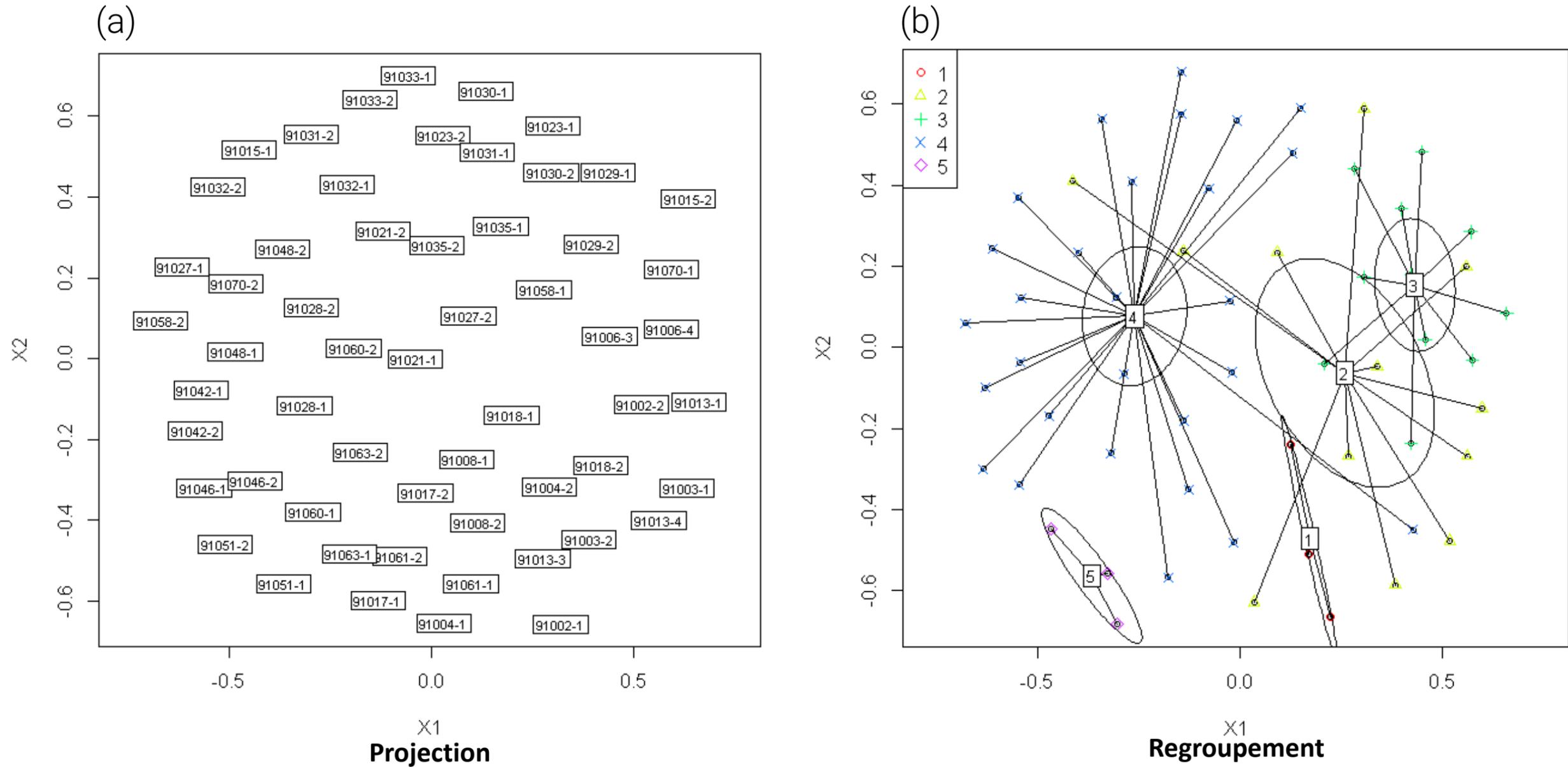


Figure 26 : Représentation de la projection sur un seul plan des stations positionnées entre elles sur la base de la composition faunistique (a) et exemple de représentation du regroupement des stations selon un critère écologique (b).

Tableau 3 : Résultats des Analyses de similarités.

Les résultats ne sont pas pertinents à présenter à tous les publics. Elle peut être passée sous silence en lisant directement le résultat en gras (cf.3.3.2).

	Tout_taxon	Obli&fac.	Obligatoire	Det Znieff	PR2021	PR2021-cut	Saprox rares	GBM	CAVIT oblig	Mycophage
V_situation_3_groupes	0,1184	0,1195	0,1127	0,04882	-0,01266	-0,007448	0,06264	0,03258	0,05978	0,06691
	0,011	0,011	0,013	0,1	0,671	0,529	0,017	0,243	0,108	0,074
Zones_humides_2_groupes	0,275	0,2586	0,245	0,05794	0,03732	0,09187	0,11	0,1241	0,07725	0,05416
	0,001	0,001	0,001	0,018	0,032	0,012	0,001	0,001	0,005	0,033
V_durete_2_groupes	0,2421	0,2288	0,2179	0,06446	0,04739	0,1191	0,08441	0,1301	0,06065	0,06594
	0,001	0,001	0,001	0,014	0,024	0,002	0,001	0,001	0,035	0,036
V_syndicat_2_groupes	0,2447	0,2251	0,2145	0,07425	0,07358	0,1831	0,02502	0,2047	0,007771	0,07173
	0,001	0,001	0,001	0,035	0,007	0,001	0,13	0,001	0,373	0,068
IBP_total_5_groupes	0,03993	0,04454	0,03686	-0,054	0,00372	0,02209	0,02471	-0,0005602	0,01922	-0,004039
	0,135	0,143	0,179	0,967	0,392	0,225	0,185	0,494	0,293	0,503
IBP_gestion_5_groupes	-0,04366	-0,03203	-0,03648	0,002234	0,005309	-0,0006963	-0,005528	-0,008154	0,01118	0,04103
	0,826	0,764	0,782	0,443	0,348	0,427	0,57	0,555	0,403	0,157
IBP_total_4_groupes	0,071	0,07384	0,06399	-0,03642	0,007249	-0,0336	0,04718	0,0393	0,05684	-0,01222
	0,056	0,034	0,057	0,878	0,325	0,78	0,077	0,16	0,079	0,594
IBP_gestion_4_groupes	-0,04482	-0,03784	-0,04291	0,004137	-0,001531	-0,008015	0,03524	-0,01755	0,02975	-0,03063
	0,89	0,846	0,88	0,422	0,49	0,568	0,077	0,691	0,196	0,798
IBP_total_3_groupes	0,04492	0,04684	0,03346	-0,02325	-0,01498	-0,03565	0,03118	0,02693	0,09501	-0,04509
	0,233	0,229	0,291	0,662	0,657	0,884	0,105	0,342	0,086	0,751
IBP_gestion_3_groupes	-0,03079	-0,02744	-0,03503	0,001526	0,007406	-0,01392	0,0372	-0,001235	0,0223	-0,0127
	0,867	0,815	0,912	0,423	0,318	0,617	0,058	0,491	0,187	0,601
V_znieff_2_groupes	0,03528	0,0381	0,04513	-0,02177	-0,06562	-0,07571	0,02846	0,1523	0,1945	0,0735
	0,303	0,323	0,307	0,567	0,963	0,851	0,302	0,086	0,058	0,218
V_boisement_3_groupes	0,1574	0,1636	0,1598	0,07551	-0,009765	0,1112	0,06628	0,1359	0,1089	0,03665
	0,013	0,016	0,014	0,065	0,589	0,003	0,029	0,037	0,098	0,288
V_boisement_4_groupes	0,2569	0,2496	0,2427	0,07392	0,0594	0,0943	0,06469	0,1827	0,06178	0,1254
	0,001	0,001	0,001	0,043	0,025	0,012	0,015	0,003	0,135	0,011
V_boisement_5_groupes	0,27	0,2639	0,2531	0,07801	0,04624	0,1355	0,06331	0,1994	0,07935	0,1003
	0,001	0,001	0,001	0,052	0,072	0,006	0,023	0,004	0,129	0,054

0,02471 5 plus fortes valeurs de l'Anosim d'une ligne

P. Value (dois être inférieur à 0,05)

3.3.2.3 Subtilités de l'analyse

La Figure 27 montre le résultat de ces regroupements. Trois stations se trouvent projetées dans les groupes opposés et, pour la cohérence des groupes, deux sont réaffectés dans le groupe opposé :

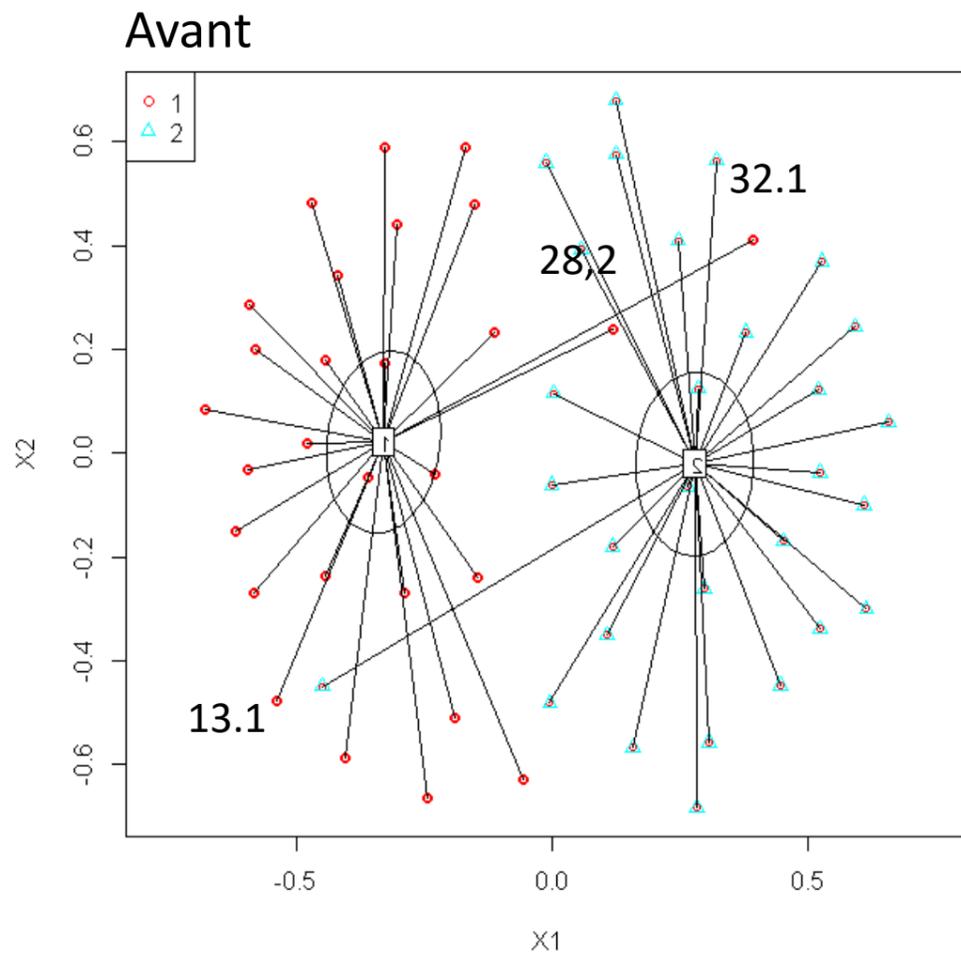
- La station 32-1 du bois d'Angervilliers est placée en limite de zone humide (sur le plateau) sur une chênaie. Elle a été classée comme milieu humide, car le piège était placé en limite de zone inondable de l'étang Baleine. Mais, après examen, son profil entomologique est celui d'une chênaie de plateau. Ce statut a été corrigé pour consolider l'analyse.
- La station 13-1 était d'abord classée en zone de plateau, mais se comportant écologiquement comme un secteur humide. Il s'agit d'un dispositif supplémentaire mis en place à la Plaine de Lormoy sur un tilleul, le peuplement a du bois plutôt tendre avec des ruissèlements d'eau proche. Ce statut a aussi été corrigé pour consolider l'analyse.
- La station 28-2 est situé au bois de l'étang neuf. Il est dans un milieu qui nous semblait très similaire à la 28-1. La composition faunistique de cette station est plus proche de celle d'un milieu de forêt « normale » qu'un boisement humide. En l'absence d'éléments objectifs pour faire changer ce site de catégorie, le choix a été fait de ne pas modifier l'attribution au milieu humide, illustrant ainsi la variabilité écologique.

En reconduisant l'Anosim après correction des placettes 32-1 et 13-1, la valeur de l'Anosim est de 0,3409 avec une valeur de confiance à 0,001.

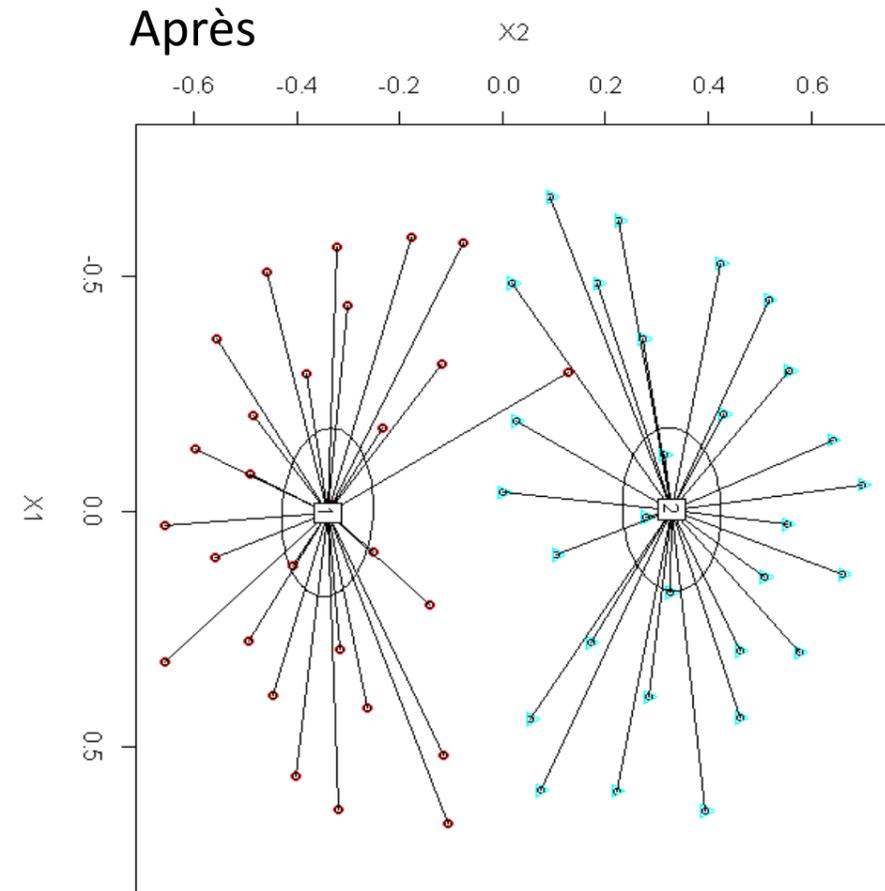
Les résultats ne sont pas pertinents à présenter à tous les publics. Elle peut être passée sous silence en lisant directement le résultat en gras (cf.3.3.2).

Le facteur boisement humide [1] et boisement de coteaux et plateau [2] est le facteur qui nous semble le plus pertinent

=> Examen des cas surprenants et éventuellement



Les boisements 13.1 et 32.1 sont affectés à l'autre typologie de milieu



Anosim recalculée 0.3409 avec une valeur de confiance à 0,001.

Figure 27 : Représentation des regroupements avec la variable écologique : boisements humides vs autres boisements et ajustement après examens des cas litigieux.

3.3.3 Espèces indicatrices de deux sous-ensembles écologiques

Les communautés de coléoptères saproxyliques sont différentes en fonction du sous-ensemble écologique présent (milieux humides ou coteaux et plateaux). Dans ces derniers, des espèces emblématiques ressortent selon une méthode de calcul définie (§ 2.5.1.4).

Dans les deux types de milieux, les espèces indicatrices sont faciles à observer et parfois très abondantes. Dans les boisements « secs », plusieurs scolytes sont indicateurs (Tableau 4a). Dans les boisements « humides », ce sont plusieurs espèces de Ptinidae (vrillettes) et leur prédateur (Tableau 4 b).

Ces espèces indicatrices pourraient permettre de confirmer qu'un boisement est dans une catégorie ou une autre.

D'après les facteurs de contexte de l'IBP (Figure 12 a ligne du bas), les milieux humides et ceux rocheux influencent très peu la richesse en espèces saproxyliques (FORTEL, 2010 ; § 2.5.1.1). Nos résultats suggèrent que les milieux humides influencent, au moins au travers des essences végétales, la communauté de coléoptères saproxyliques des boisements. La présence d'eau est une dimension supplémentaire qui complexifie le schéma de la répartition des espèces dans un boisement.

Pour ce qui est des milieux de coteaux et ceux de fond de vallées, deux trames vertes différentes se profilent avec chacune sa faune saproxylique associée. Les espèces indicatrices montrent qu'une trame n'est pas équivalente à une autre, au moins du point de vue de ces espèces qui, bien que saproxyliques (§ 1.4) ont des exigences écologiques différentes.

Le réexamen de ces deux trames permettra d'avoir une vision plus fine de l'état de la fonctionnalité des milieux.

Tableau 4 : Espèces indicatrices associées aux milieux humides (a) et celles associées aux coteaux et plateaux.

(a)

Espèces indicatrices milieux humides
Ochina ptinoides (Marsham, 1802)
Tillus elongatus (Linnæus, 1758)
Cerylon ferrugineum Stephens, 1830
Paromalus flavicornis (Herbst, 1791)
Cossonus linearis (Fabricius, 1775)
Ampedus pomorum (Herbst, 1784)
Anisotoma humeralis (Herbst, 1791)
Anobium punctatum (De Geer, 1774)
Vincenzellus ruficollis (Panzer, 1794)
Kissophagus vicinus (Comolli, 1837)
Cerylon histeroides (Fabricius, 1792)
Rhizophagus perforatus Erichson, 1845
Bolitophagus reticulatus (Linnaeus, 1767)
Dorcatoma dresdensis Herbst, 1791
Grammoptera ruficornis (Fabricius, 1781)
Dorcatoma minor Zahradník, 1993
Mycetophagus quadripustulatus (Linnaeus, 1760)
Dorcatoma robusta A. Strand, 1938
Mesocoelopus niger (P.W.J. Müller, 1821)

(b)

Espèces indicatrices des coteaux et plateaux
Xyleborus dryographus (Ratzeburg, 1837)
Xyleborus monographus (Fabricius, 1792)
Xylosandrus germanus (Blandford, 1894)
Eulagius filicornis (Reitter, 1887)
Stenagostus rhombeus (Olivier, 1790)
Triplax russica (Linnaeus, 1758)
Dryocoetes villosus (Fabricius, 1792)
Athous vittatus (Fabricius, 1792)
Anisandrus dispar (Fabricius, 1792)
Scolytus intricatus (Ratzeburg, 1837)
Cyclorhipidion bodoanum (Reitter, 1913)
Lymexylon navale (Linnæus, 1758)

3.4 Synthèse patrimoniale des espèces observées

Les milieux humides et secs ont des caractéristiques complémentaires. À partir de ce fait, nous nous sommes demandé si les deux sous-trames présentent la même capacité d'accueil et la même patrimonialité, ou si elle présentait des nuances significatives pour le gestionnaire.

Les milieux humides et secs présentent des états écologiques variables selon leur interaction avec l'homme et souvent selon un gradient de simplification ou de complexification du boisement. Pour évaluer l'état de ces milieux, nous avons procédé en deux étapes :

- Une mise en perspective de la valeur patrimoniale des sites étudiés de la vallée de l'Orge avec des boisements de références d'île de France (§ 3.4.1).
- Un examen de valeur patrimoniale des sites à l'échelle du territoire de la vallée de l'Orge et selon les deux sous-trames identifiées (§ 3.4.2).

Nous avons choisi la somme des Ip comme indicateur de l'intégrité écologique. S'il est bas, le milieu présente des lacunes sur les quatre facteurs de l'IBP de gestion directement liée au bois mort (§ 2.4.7.1).

3.4.1 Mise en perspective avec les boisements d'Île-de-France

3.4.1.1 Choix de boisements régionaux

Un référentiel de boisements d'Île-de-France déjà étudiés avec la même méthode de piégeage de coléoptères saproxyliques (2 dispositifs sans attractifs par saison ; § 2.4) a été constitué. Ils comprennent des sites avec des profils de milieux correspondant à la classification des sites retenue pour la vallée de l'Orge (boisements humides et boisements secs), couvrant différents degrés de patrimonialité. Dans les graphiques proposés (Figure 28 et Figure 29), les sites régionaux sont signalés par un astérisque (*).

3.4.1.2 Comparaison des boisements

Boisements humides

Les boisements humides de la vallée de l'Orge ont des valeurs patrimoniales en moyenne plus élevée que les sites de références régionaux (Figure 28). Cet élément était notre sentiment que les sites retenus pour l'étude sont très fonctionnels et abritent une faune saproxylique exigeante. Ils constituent donc des réservoirs d'une trame de vieux bois mort « humide » dans la vallée.

Boisements de coteaux et plateaux

Les boisements secs de coteaux et plateaux se répartissent quant à eux plus régulièrement entre les sites de références régionaux (Figure 29). Certains sites, dont le bois de l'Ouie, du Marais et du château d'Angervilliers, ont une patrimonialité proche des sites les plus fonctionnels de la région (Espace Nature du Parc de la poudrière de Sevrans, Réserves Biologiques Intégrales en forêt de Fontainebleau). D'autres se positionnent proche de boisements modernes néoformés ou très affectés par les interventions

humaines (Parcs départementaux de Seine–Saint-Denis²⁴). Cette répartition régulière au sein des sites de références illustre que tous les boisements anciens ne sont pas systématiquement des boisements fonctionnels.

3.4.1.3 Boisements remarquables

L'examen des deux sous-trames ci-dessus révèle que de nombreux sites retenus sont très fonctionnels et abritent une faune saproxylique exigeante aux regards des sites de références d'Île-de-France. Certains boisements peuvent constituer des réservoirs d'une trame de vieux bois dans la vallée et sur les coteaux & plateaux. La classe de patrimonialité (outil d'évaluation national ; § 2.4.7.1) des types de milieux nous indique que quatre sites abritent des espèces ayant un indice de patrimonialité 4 :

- *Abraeus parvulus*, présent au Bois de l'Ouie, au Bois du Marais et au Bois de Villelouvre, soit trois sites parmi les mieux évalués de l'étude.
- *Acritus minutus* présent au Bois de Villelouvre,
- *Dorcatoma ambjoerni* présent à Lormoy (ce site n'apparaît pas sur les graphiques suivants, car équipé d'un dispositif « bonus » et donc non comparable avec les autres).

Si la majorité des sites n'abritent pas d'espèces Ip4 et que les rares sites qui en hébergent n'en abritent qu'une voir deux, à l'échelle de la vallée ce sont bien trois espèces qui sont présentes. Les enjeux de conservation de la biodiversité des coléoptères saproxyliques selon cette grille se situent bien à un niveau national (PARMAIN, 2009).

Cette étude ne présage pas de l'état de conservation de ces espèces et des perspectives d'évolutions des milieux entre les pressions anthropiques directes (pressions immédiates) et le réchauffement climatique. La qualité de la trame (continuité, résiliences, surface) reste à évaluer dans le cadre de la réalisation d'un schéma directeur de la trame (détaillant les orientations et objectifs) et peut faire l'objet du plan d'action complémentaire.

²⁴ Les boisements de ces parcs, plantés à la fin des années 60 et des années 80, étudiés dans les années 2010 constituent une référence très pertinente pour le processus de constitution de la faune saproxylique.

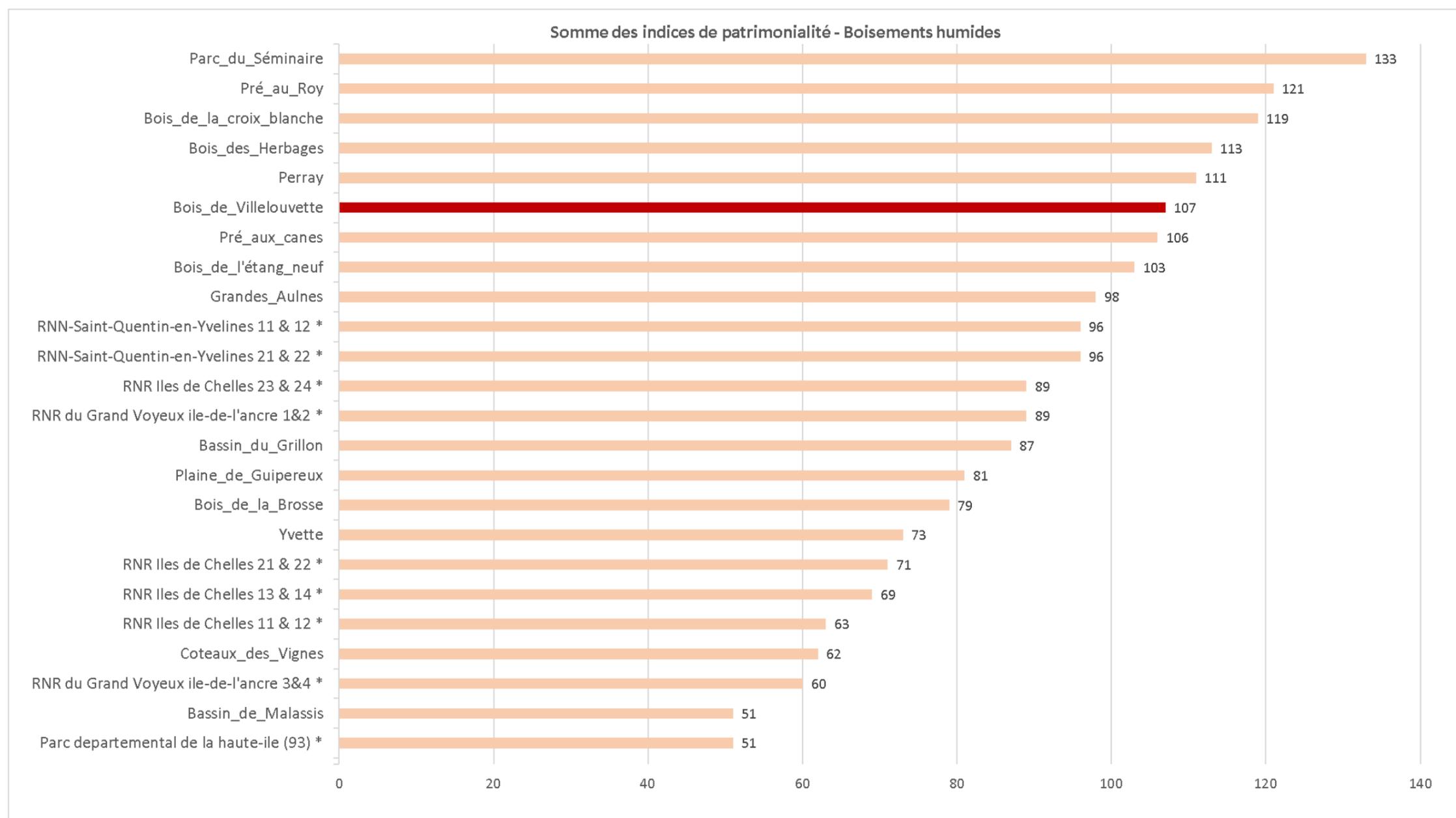


Figure 28 : Mise en perspective des sites de boisement humides de la vallée de l'Orge avec des boisements de références en Île-de-France.

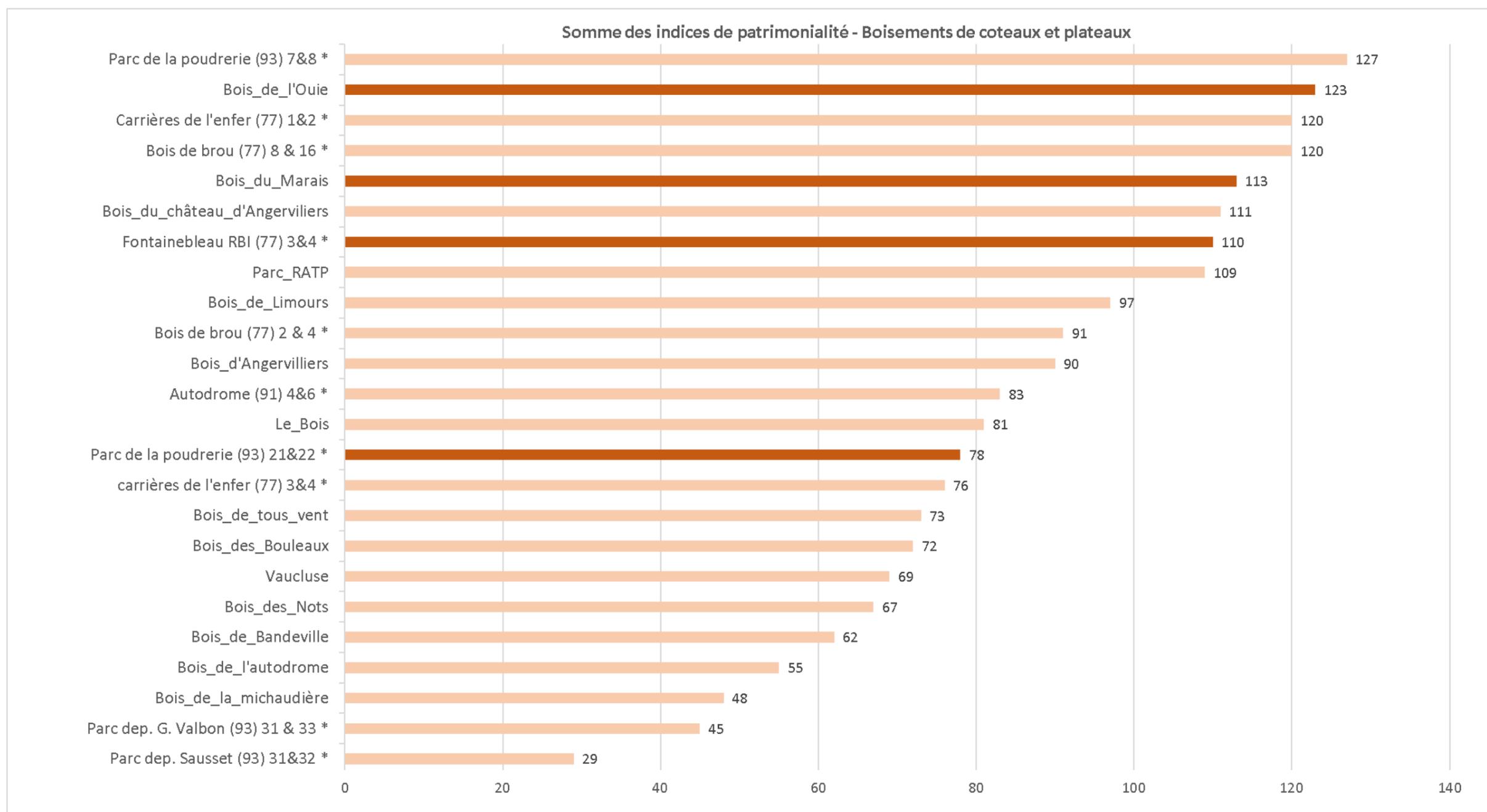


Figure 29 : Mise en perspective des sites de boisement de coteaux et plateau de la vallée de l'Orge avec des boisements de références en Île-de-France.

3.4.2 Patrimonialité des boisements étudiés

La comparaison avec les boisements franciliens a positionné les milieux de fonds de vallées comme un peu mieux conservés que les boisements de coteaux et de plateaux (§ 3.4.1.2).

La Figure 30 représente les sites situés sur les deux sous-trames (losanges = milieux secs ; cercles = milieux humides). La valeur patrimoniale des sites est reportée afin que les différences entre eux ressortent.

3.4.2.1 Les sites humides

Situés le long de la vallée de l'Orge, ils présentent un Ip intermédiaire à fort. Le bassin de Malassis est cependant dans la catégorie la plus faible. Aucune explication évidente par suite de l'examen des données n'est apparue. À l'inverse, les sites du bois de la croix blanche, du pré au Roy et du parc du séminaire sont dans la catégorie la plus forte.

Ces trois derniers représentent pour nous des réservoirs particulièrement fonctionnels (§ 3.4.1.3). L'examen des écarts à la moyenne des IBP pour cette sous-trame par rapport à la valeur patrimoniale des stations (

Figure 31) se comporte comme de manière cohérente avec les résultats obtenus toutes trames confondues.

3.4.2.2 Les sites de coteaux et plateaux

Le bois du tous vents, de l'autodrome et de la Michaudière sont dans la catégorie la plus faible. Ils ont pour caractéristique commune d'être des châtaigneraies plantées avec des arbres greffés, arbres de dimensions souvent remarquables, correspondant bien au canon de l'IBP. Malgré leurs très bonnes notes, ces milieux n'abritent pas une faune de coléoptères saproxyliques correspondant à ce que l'on rencontre dans d'autres types de boisements.

En effet, les châtaigneraies à gros arbres sont des éléments remarquables qui offrent des abris de haute qualité pour différents groupes de vertébrés (oiseaux, chauves-souris, autres mammifères...). Cependant, il s'agit de boisements peu favorables pour les coléoptères saproxyliques. Cela vient du fait que cette essence, introduite il y a 4000 ans en Europe de l'Ouest, a un bois résistant aux attaques de champignons lignivores. Sa prise en compte dans la trame ne peut pas se faire au même titre que les boisements de chênes. Il s'agit de boisement avec un fonctionnement différent. **Les châtaigneraies constituent des discontinuités masquées au sein de la trame boisée pour les coléoptères saproxyliques.**

À l'inverse, le bois de l'Ouie et le bois du marais sont classés dans la catégorie la plus élevée. De plus, ceux du château d'Angevilliers (Vp=111) et du parc de la RATP (Vp=109) sont à la limite de se trouver dans la catégorie supérieure. Les boisements de feuillus ont plus de mal à entrer dans la catégorie haute, ce qui est cohérent avec le positionnement des boisements à l'échelle régionale. Ces sites peuvent prétendre au titre de réservoir de biodiversité, éventuellement avec des réserves en fonction de l'écart qui les sépare des seuils.

L'examen des écarts à la moyenne des IBP par rapport à la valeur patrimoniale des stations révèle, pour les coteaux et plateaux, une déconnexion de ces deux facteurs

(Figure 32). Le même examen en soustrayant les vieilles châtaigneraies nous permet de retrouver la relation entre l'IBP et la valeur patrimoniale des sites (Figure 33).

3.4.2.3 Conclusion

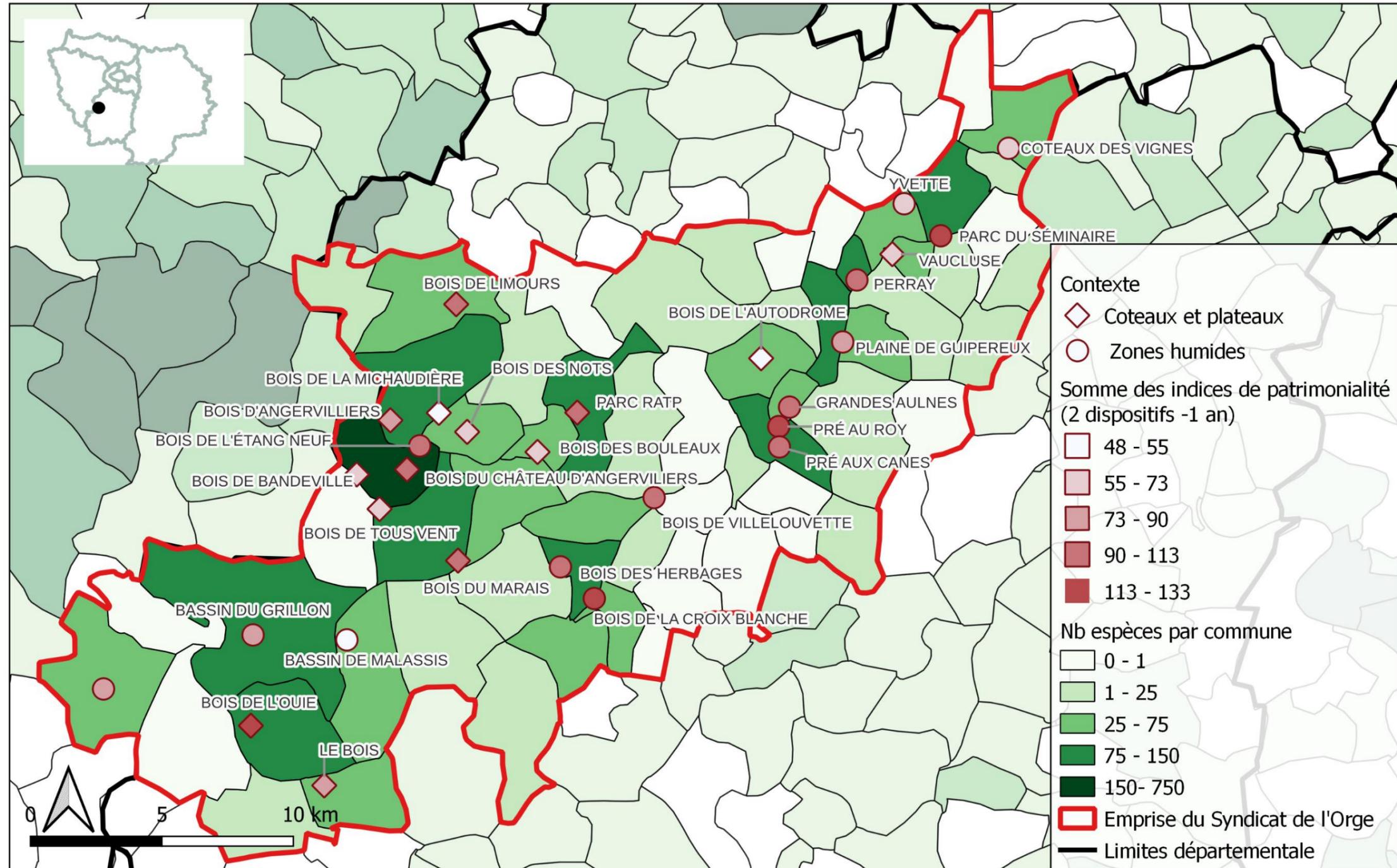
La trame de boisements humides semble présenter des sites avec une plus forte patrimonialité que ceux de coteaux et plateaux. De plus, ceux humides ont une meilleure fonctionnalité malgré quelques sites peu favorables.

Un examen au cas par cas de la structure de la sous-trame peut donc être conduit en s'appuyant sur les éléments identifiés. Une évaluation des surfaces disponibles pour chacun des types de milieux sera également un indicateur de surface de trame disponible.



Inventaire des Coléoptères saproxyliques de la Vallée de l'Orge

Somme des indices de patrimonialité par sites



© Opie - Syndicat de l'Orge, B. MÉRIGUET, 2019- 2022 - ©IGN 2021 Fond : Orthophotographie IGN - WMS

Figure 30 : Carte représentant les deux sous-trames forestières et les indices de patrimonialité associés (losanges = milieux secs ; cercles = milieux humides).

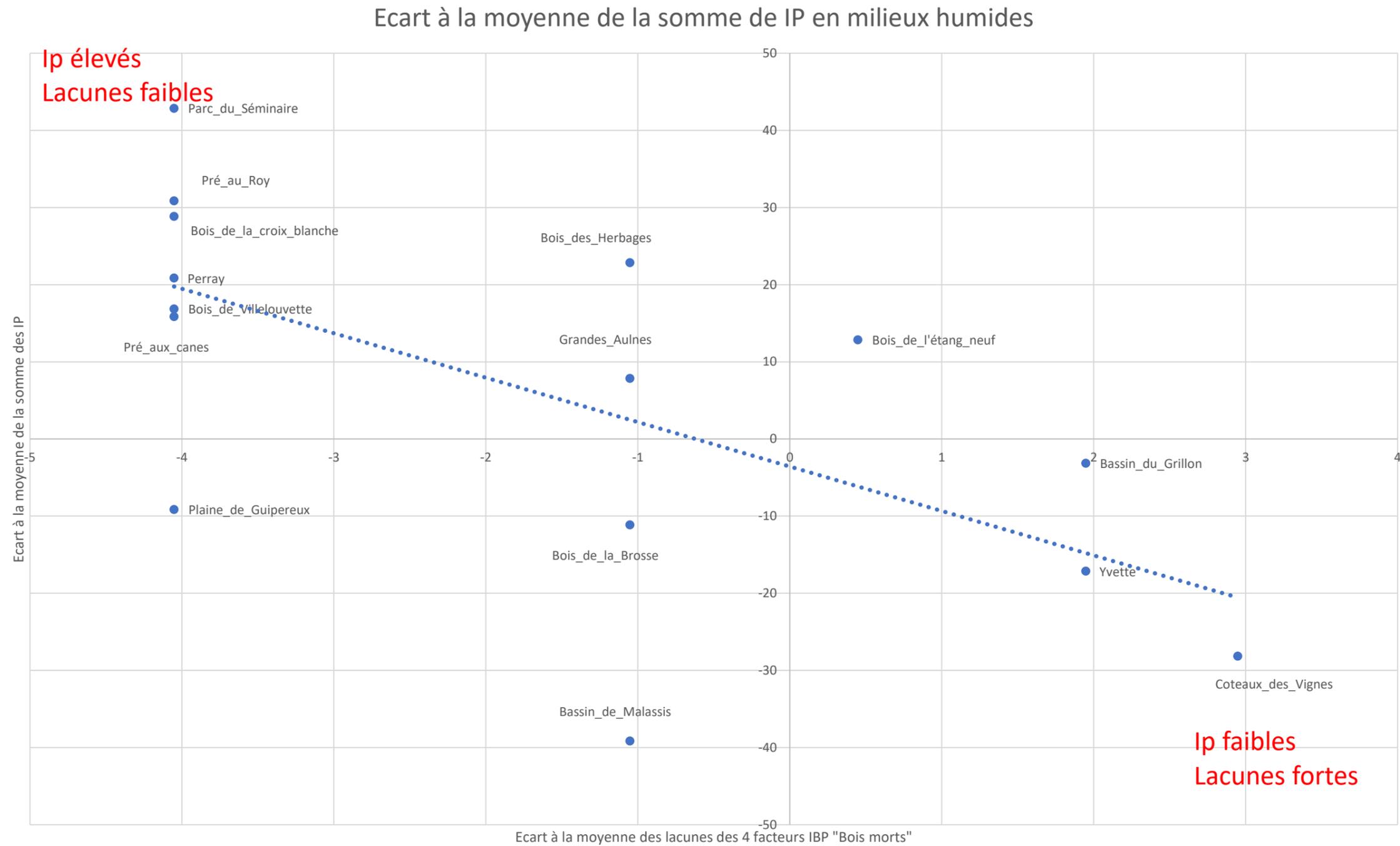


Figure 31 : Examen de la sous-trame humide par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique.

Ecart à la moyenne de la somme de IP en milieux "secs" avec châtaigneraies

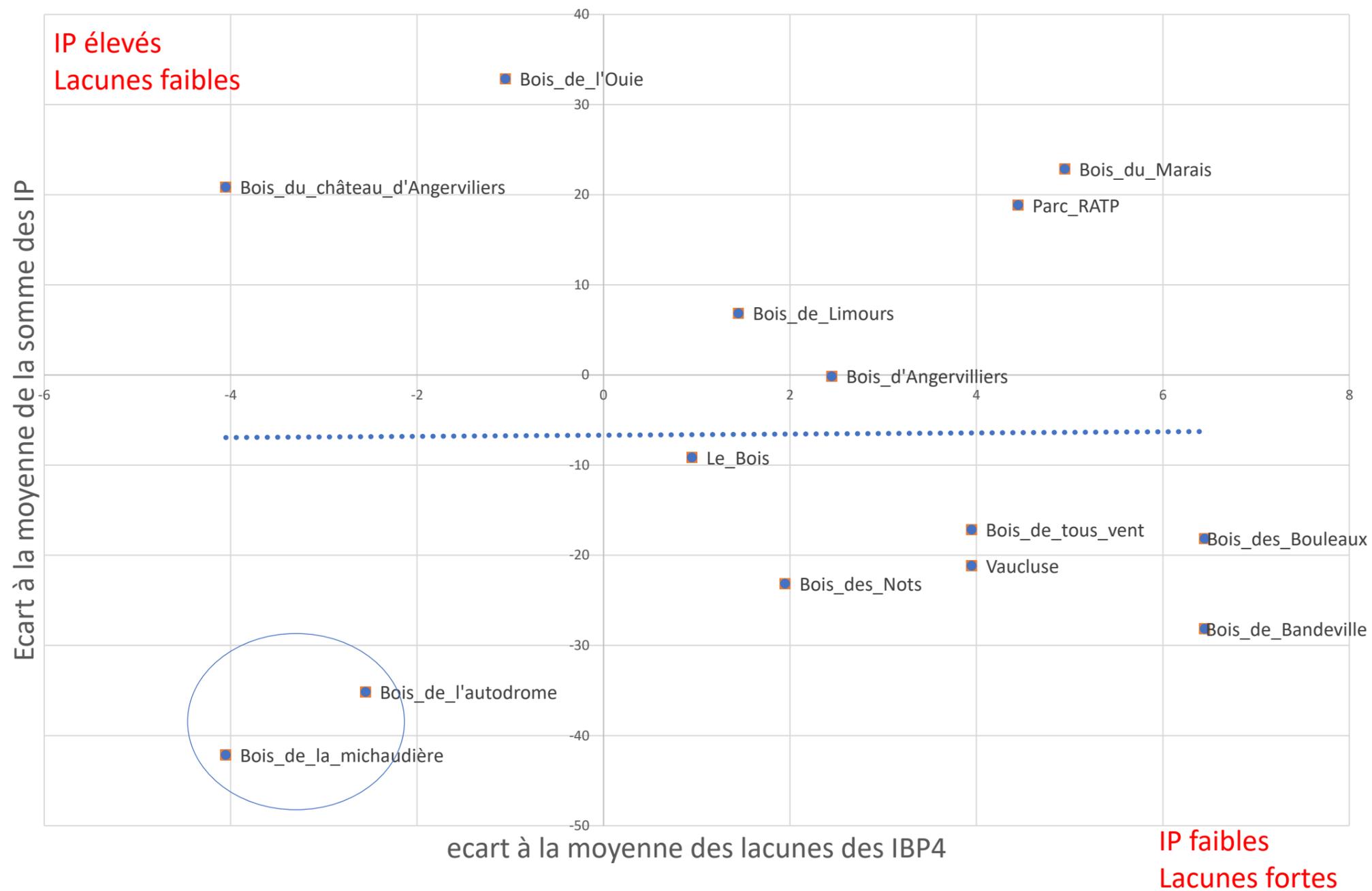


Figure 32 : Examen de la sous-trame de coteaux et plateau par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique, et mise en évidence de l'impact des châtaigneraies.

Ecart à la moyenne de la somme de IP en milieux "secs" sans châtaigneraies

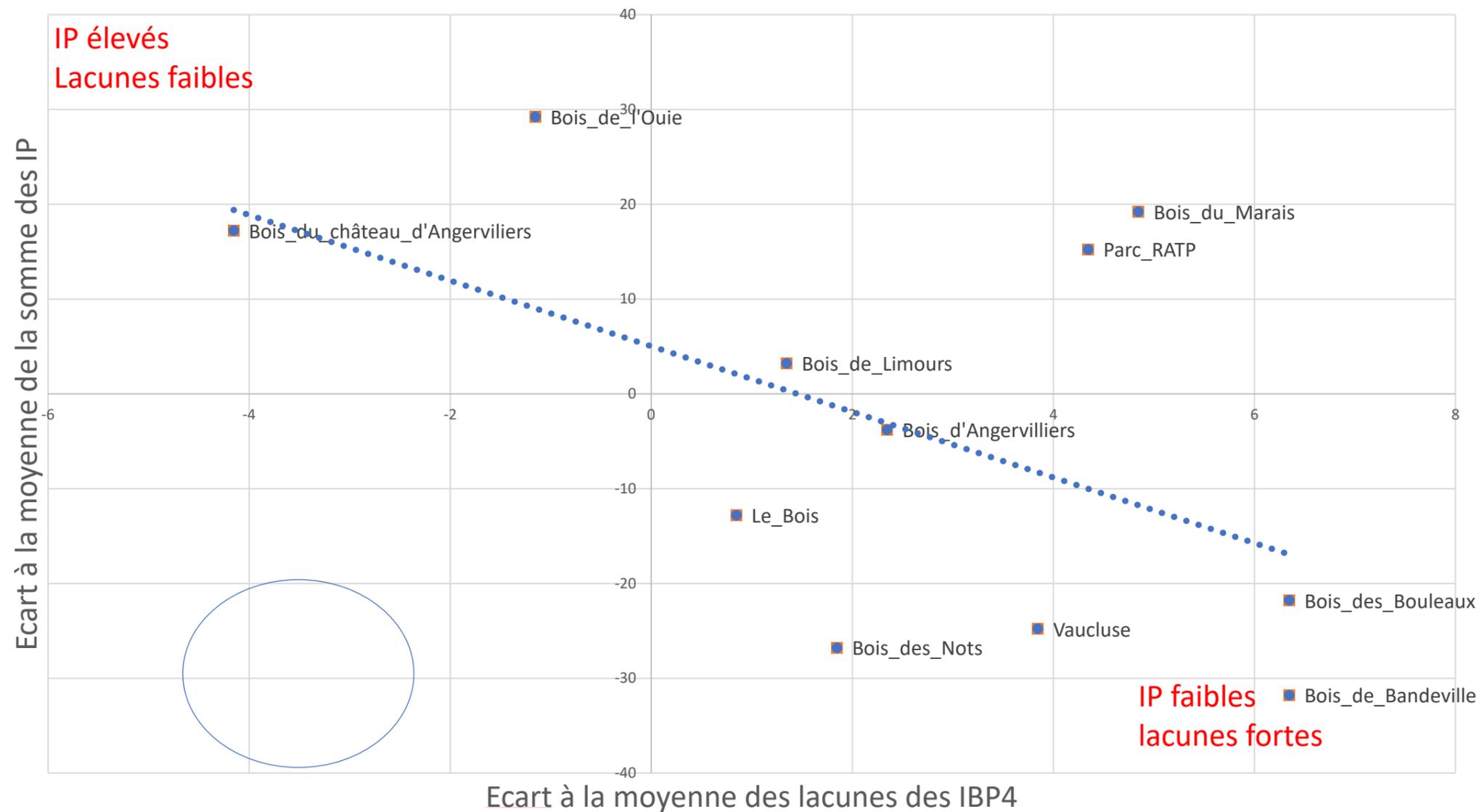


Figure 33 : Examen de la sous-trame « corrigée » de coteaux et plateau par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique, et mise en évidence de l'impact des châtaigneraies.

3.4.3 Évaluation des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques

La TVB est constituée de réservoirs et de corridors. Nous avons décrit et analysé les boisements. D'après ces éléments, nous postulons que les espèces observées se sont reproduites sur les sites considérés. Ces derniers sont donc des lieux de reproductions et correspondent à des réservoirs potentiels de la trame.

3.4.3.1 Les réservoirs

Définition

Ce sont les espaces dans lesquels les éléments (arbres porteurs de microhabitats, bois mort) vont permettre aux différentes espèces de réaliser leur cycle biologique sur plusieurs générations.

Ils peuvent être fonctionnels sur le temps long (exemple : grains de vieillissements ; NAPPE, 2003) avec une disponibilité importante en microhabitats, en arbres suffisamment larges et en bois morts. Cela pérennise la reproduction et les générations sans rupture des pyramides d'âges et sans menaces identifiées, de par un cycle complet d'une forêt (régénération, croissance, mortalité, décomposition du bois ; STOKLAND, 2001).

Il peut aussi être transitoire lorsque sa capacité d'accueil est limitée dans le temps avec des chantiers de coupe qui va momentanément augmenter les ressources, des îlots de vieillissement²⁵, des boisements avec une rupture de la pyramide des âges ou des plantations équiennes matures.

Réservoirs du territoire selon les acteurs

Le Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) a inscrit certains éléments, en particulier des boisements, comme des réservoirs de biodiversité (Tableau 5 et Tableau 6). Sur les treize sites classés réservoirs de biodiversité au titre du SRCE, cinq nous apparaissent avec une faible valeur patrimoniale (Vp ; score < 73), quatre avec une Vp intermédiaire et quatre autres avec une Vp élevée correspondant bien à des réservoirs de biodiversité, au sens des résultats de notre étude (Tableau 5). Sur les 18 sites non classés réservoirs de biodiversité au titre du SRCE, six ont une Vp faible, dix une Vp intermédiaire et deux une Vp élevée.

L'examen a été prolongé en intégrant les Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (Znieff) de type 1 pour illustrer le fait que des sites ne sont ni pris en compte dans le SRCE ni dans la démarche Znieff (Tableau 5). Cette approche nous révèle que cinq des six sites constituant des réservoirs de biodiversité saproxyliques ne sont pas inscrits en Znieff. Plus largement, la majorité des sites (55 %, soit onze sites sur 20) avec une Vp importante (soit les réservoirs effectifs et potentiels pour les saproxyliques) ne sont ni dans le SRCE ni dans la démarche Znieff.

²⁵ Un îlot de vieillissement est un secteur de forêt donc l'âge d'exploitabilité est porté au-delà de ce qui était prévu initialement. Il sera exploité à un moment ou à un autre. Il est considéré comme un piège écologique si les gestionnaires comptent sur sa présence pour préserver la diversité des organismes saproxyliques et exploitent tous les boisements environnants et finissent par exploiter cette réserve transitoire. L'îlot de sénescence est censé ne pas être exploité du tout.

Importance de la dimension temporelle

La valeur écologique d'un site peut varier dans le temps. La présence à un moment donné de nombreuses espèces saproxyliques ne doit rien au hasard, mais elle peut quand même être un phénomène transitoire. La capacité d'accueil d'un site dépend d'éléments dont les qualités peuvent évoluer dans le temps.

Ainsi, dans le cadre du schéma directeur de la TVB, nous proposons d'intégrer la notion de temps. La description des réservoirs doit prendre en compte les perspectives d'évolution temporelles des boisements pour permettre au gestionnaire de se projeter dans le temps long de l'accompagnement de ses sites.

3.4.3.2 *Les corridors écologiques*

Définition

Pour les coléoptères saproxyliques, ce sont les espaces dans lesquels les individus vont avoir des facilités à se déplacer. Ces espaces n'ont pas *a priori* les conditions pour leur reproduction, mais ils vont permettre d'atteindre des milieux favorables, permettant potentiellement la colonisation d'un territoire et la perpétuation des espèces.

Utilisation des observations passées

La fonctionnalité des corridors n'est pas évaluable avec les méthodes que nous avons déployées. En revanche, des observations réalisées dans le cadre de différentes études nous donnent des pistes de réflexion.

Les expériences grandeur nature, réalisées avec l'implantation des parcs départementaux de Seine-Saint-Denis (MERIGUET *et al.*, 2010), suggèrent qu'une part de la faune saproxyliques possède une bonne capacité de colonisation, au vu de ce qui a été observé au parc G. Valbon, au parc départemental de La Courneuve et au parc départemental du Sausset. Ces trois parcs ont été créés sur des sites de maraîchages et des plaines agricoles, soit des paysages sans réel potentiel d'accueil d'organismes saproxyliques. Dans cette étude, de nombreuses espèces ont réussi à s'implanter en traversant le tissu urbain avec l'aide très vraisemblable des activités humaines (exemple : transports).

Tableau 5 : Évaluation des réservoirs de biodiversité selon l'IBP, la démarche Znieff, le classement SRCE et la valeur patrimoniale (Vp). # = châtaigneraies, § = l'IBP le plus élevé des deux stations d'un même site a été retenu. Sites classés par note d'IBP décroissante, valeur seuil pour les réservoirs saproxyliques : non réservoir (< 73), réservoir potentiel = entre 73 et 112, réservoir > 113.

Code-station	Nom bois	Type boisement	Note IBP	Classement SRCE	ZNIEFF (type 1)	Réservoir pour les coléoptères saproxyliques	Valeur patrimoniale
91061	Bois de Villelouvette	fond de vallée	42	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	107
91033	Bois de la michaudière #	plateau	40	Réservoir SRCE	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	48
91008	Perray	fond de vallée	39	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	111
91013	Plaine de Guipereux	fond de vallée	39	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	81
91017	Pré au Roy	fond de vallée	39	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir Saproxylique	121
91028	Bois de l'étang neuf §	fond de vallée	39	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	103
91063	Bois de la croix blanche §	fond de vallée	39	Réservoir SRCE	Znieff	Réservoir Saproxylique	119
91015	Bois de l'autodrome § #	coteaux	37	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	55
91042	Bois de la Brosse	fond de vallée	37	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	79
91048	Bois de l'Ouie	fond de vallée	37	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir Saproxylique	123
91060	Bois des Herbages	coteaux	37	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir Saproxylique	113
91003	Yvette	fond de vallée	36	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	73
91004	Parc du Séminaire	fond de vallée	36	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir Saproxylique	133
91029	Bois du château d'Angervilliers	plateau	35	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	111
91021	Parc RATP §	plateau	34	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	109
91035	Bois de Limours §	coteaux	34	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	97
91016	Grandes Aulnes	fond de vallée	33	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	98
91018	Pré aux canes	fond de vallée	32	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	106
91032	Bois d'Angervilliers §	plateau	32	Non réservoir de Biodiversité	Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	90
91058	Bois du Marais	plateau	32	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir Saproxylique	113
91070	Le Bois	coteaux	32	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	81
91013	Lormoy	fond de vallée	31	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	81
91027	Bois des Nots	plateau	31	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	67
91051	Bassin de Malassis	fond de vallée	31	Réservoir SRCE	Znieff	Non réservoir saproxylique	51
91002	Coteaux des Vignes	fond de vallée	28	Réservoir SRCE	Znieff	Non réservoir saproxylique	62
91023	Bois des Bouleaux §	plateau	28	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	72
91046	Bassin du Grillon	fond de vallée	28	Réservoir SRCE	Non Znieff	Réservoir saproxylique potentiel	87
91030	Bois de tous vent	plateau	27	Réservoir SRCE	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	73
91006	Vaucluse	coteaux	26	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	69
91059	Bois de Belleville	plateau	26	Non réservoir de Biodiversité	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	54
91031	Bois de Bandeville	plateau	25	Réservoir SRCE	Non Znieff	Non réservoir saproxylique	62

Tableau 6 : Synthèse des réservoirs écologiques.

	Réservoirs SRCE	Sites non inscrits SRCE	Total général
Réservoir Saproxylique	4	2	6
Znieff	1		1
Non Znieff	3	2	5
Réservoir saproxylique potentiel	4	10	14
Znieff		1	1
Non Znieff	4	9	13
Non réservoir saproxylique	5	6	11
Znieff	2		2
Non Znieff	3	6	9
Total général	13	18	31

4. Itinéraires et pistes de gestion

4.1 Gestionnaires d'une trame écologique fonctionnelle

4.1.1 Actions du gestionnaire

L'une des pierres angulaires de la préservation des milieux naturels est la mise en œuvre d'une gestion, soit une attention particulière à l'évolution des milieux et aux interventions (si elles sont nécessaires). En contexte contraint, cette démarche doit être consciente et ne doit plus relever du hasard.

La non-intervention, laissant place à une dynamique naturelle, fait figure de mode de gestion privilégié. Cela vient de la vue des temps longs nécessaires au développement d'un milieu forestier et de sa complexification écologique.

Il existe cependant de nombreuses situations où le gestionnaire peut prendre soin des milieux, favorisant une restauration profitable à une grande diversité d'espèces. Les interventions peuvent porter sur un renforcement de la fonctionnalité des milieux lorsque la situation initiale a été dégradée (plantations monospécifiques, altérations anthropiques profondes, etc.).

4.1.2 L'IBP en appui à la gestion

De précieux indices sont proposés par l'IBP (ou sa déclinaison IBCR), en particulier les sept facteurs de l'IBP de gestions permettant d'identifier les éléments à favoriser dans la gestion (§ 2.5.1.1 et Figure 12). Si le milieu est dégradé, alors il est nécessaire d'identifier les éléments manquants (§ 3.3.1.2) et d'envisager une restauration qui peut demander du temps. Ce dernier est une dimension essentielle de la structuration des forêts.

Si le milieu est dans un état satisfaisant, alors le site peut être considéré comme ayant les bases d'une bonne capacité d'accueil de la biodiversité. C'est, de notre point de vue, l'objectif minimum à se fixer en termes de gestion.

Le plan de gestion visera à s'assurer sur le long terme de la préservation des facteurs les plus favorables à la faune saproxylique et à les renforcer pour aller au-delà des valeurs seuils minimales proposées par l'IBP. Par exemple, il pourrait s'agir d'augmenter le nombre d'arbres porteurs de microhabitats et la diversification des microhabitats.

Cependant, il est rare d'avoir les sept facteurs avec leur valeur maximale, d'autant que certains facteurs vont mécaniquement s'opposer. Par exemple, la stratification peut être bloquée par la présence de très gros arbres, ces derniers ne laissant que peu de place aux nouvelles générations. À notre sens, pour la diversité des coléoptères saproxyliques, les quatre facteurs suivants sont à privilégier :

- La présence de bois mort sur pied (qui est un futur bois mort au sol ; C).
- La présence de bois mort au sol (D).
- Les arbres de très gros diamètre (E).
- Les arbres vivants porteurs de microhabitats (F).

4.1.3 Interventions raisonnées possibles

Les actions de gestions interventionnistes favorisant un de ces facteurs (coupe d'arbre pour renforcer le bois mort au sol, annelage pour renforcer le bois mort sur pied, etc.) doivent alors être murement mesurées. Il nous semble encore une fois préférable de privilégier la dynamique naturelle plutôt que les interventions mécaniques.

Par exemple, s'il apparaît pour un site que le stock de bois mort va présenter une lacune transitoire durant quelques années, il est possible d'envisager de faire transporter des troncs d'arbres abattus dans la ville et de les disperser dans le boisement visé. En revanche, ajouter du bois mort dans un milieu où une rupture sur le long terme est inévitable ne nous semble pas pertinent, pas plus que de stocker tous les troncs des arbres en tas comme dans une vaste décharge.

De plus, il faudra également veiller à ce que de telles actions de renforcement ne soient pas prises comme des justifications pour porter des atteintes à la trame écologique d'autres endroits. Par exemple, les arbres habitats en ville rendent de nombreux services où ils sont placés (et ils mériteraient d'être plus nombreux).

Le rôle des gestionnaires est de faire en sorte que les boisements soient fonctionnels. Leur responsabilité envers ces milieux est collective à l'échelle du territoire, quels que soient les niveaux de trame et la taille des réservoirs. Leurs missions s'appliquent sur un maillage territorial où les réservoirs de biodiversité sont complémentaires les uns des autres.

4.1.4 Prise en compte des dynamiques environnementales actuelles

Les réflexions qui vont soutenir le schéma directeur doivent prendre en compte le changement climatique avec les incertitudes associées. Ces derniers présentent une dimension temporelle, mais aussi spatiale avec l'évolution plus ou moins rapide des aires de répartition des espèces autochtones et allochtones. Ces évolutions sont susceptibles de créer des tensions entre les espèces autochtones, associées à une faune patrimoniale et les espèces allochtones, soit les nouvelles espèces qui présentent une faible cohorte d'espèces associées. Ainsi, à la manière du robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*) très apprécié des abeilles mellifères, mais peu par d'autres pollinisateurs d'Europe, le châtaigner pourrait être une ressource pour les espèces de coléoptères allochtones, mais pas pour celles autochtones (en termes d'apport de fonctionnalité).

Le changement climatique et la très forte pression humaine sur les milieux en Île-de-France imposent aux gestionnaires de poser des intentions claires pour l'avenir des milieux dont ils ont la responsabilité. Le contexte actuel du changement climatique augmente fortement les incertitudes concernant la préservation des écosystèmes forestiers tels que nous les connaissons, notamment avec les prévisions de phénomènes intenses (tempêtes, canicules, gels tardifs...).

4.1.5 Prise en compte du public et de la sylviculture

Le gestionnaire doit également prendre en compte la pression qui peut s'exercer sur les milieux boisés comme espaces récréatifs, mais également comme ressources de chauffage en substitution du gaz et du pétrole qui, par effet des tensions internationales, peuvent à moyen terme faire revenir des pratiques devenues marginales depuis plus de 200 ans.

De manière sous-jacente, il en ressort que plusieurs sites étudiés sont des boisements inaccessibles au public. Cette absence de fréquentation officielle permet de maintenir des habitats favorables à la diversité des organismes saproxyliques sans se préoccuper outre mesure de la sécurité du public. Ces habitats seraient réduits ou supprimés si tous les milieux devaient leur être ouverts. La problématique des gestionnaires et des décisionnaires est donc de mesurer l'impact de l'ouverture au public avant de généraliser l'accès à l'ensemble des espaces verts. Les états de conservations les plus remarquables des milieux naturels sont malheureusement rarement compatibles avec un usage récréatif. Le gestionnaire doit trouver un équilibre entre les espaces et les utilisateurs.

4.2 Enjeux et exemple d'itinéraires

4.2.1 Projection de gestion sur le long terme

Concevoir l'itinéraire de gestion d'un boisement permet de fixer un cap pour accompagner le site sur le temps long, comme cela se réalise déjà dans les forêts domaniales. L'objectif est d'ouvrir des pistes pour le gestionnaire selon les situations.

Nous avons exploré, pour les deux grands types de milieux identifiés (§ 3.3.2.2), les espèces qui sont associées à des microhabitats, la typologie des milieux, leur végétation et les menaces qui peuvent peser. Une ébauche de liste des actions de gestion qui pouvaient être envisagées a été établie.

Pour rendre cette démarche concrète, nous proposons également des exemples de réflexions sur la gestion des milieux pour des boisements ciblés (§ 4.2.3.7 et 4.2.4.6).

4.2.2 Aides au gestionnaire.

Les résultats de la présente étude laissent à penser que les lacunes des milieux détectés par l'IBP constituent de bons éléments pour guider la gestion des sites boisés (§ 3.3.1.2). Pour rappel, quatre critères de l'IBP sont à favoriser pour le développement de la communauté d'insectes saproxyliques (bois mort sur pied et au sol, arbres de très gros diamètre, arbre-habitats).

Les autres critères de l'IBP sont aussi importants pour l'état de santé du boisement, mais ne sont pas fortement limitants pour la présence d'insectes saproxyliques.

L'objectif du Syndicat est que l'ensemble des sites dont il est propriétaire fasse l'objet d'un plan de gestion. C'est la première mesure mise en place par le Syndicat pour la gestion des boisements.

Du fait de la fusion des trois syndicats en 2019, certains de ces plans de gestion sont en cours d'élaboration. Cela représente donc une opportunité d'intégrer les résultats de la présente étude dans ces plans.

Pour rappel, la dynamique forestière est une dynamique lente qui demande une planification sur plusieurs dizaines d'années. Afin de la préserver, il est impératif de définir des portions de boisement qui ne seront pas ouvertes au public (§ 4.1.5).

Il est à noter que l'IBP a été réalisé autour des pièges., les scores ne sont pas représentatifs de la totalité des boisements. Dans le cadre de la réalisation de plans de gestions, l'IBP devrait être réalisé sur l'ensemble de la surface des boisements.

Les mesures de gestion proposées ici se basent sur l'analyse détaillée de l'IBP et sur le contexte des différents boisements. Ces mesures ne devraient pas être transposées à d'autres boisements sans avoir évalué leur état et leurs fonctionnalités à l'aide de l'IBP ou d'une méthode similaire.

4.2.3 Milieux humides

4.2.3.1 Espèces associées

Voir la Figure 34.

4.2.3.2 Typologie des milieux humides

- Ripisylve ;
- Zone inondable ;
- Zone humide par la nappe ;
- Zone de sources et suintements.

4.2.3.3 Typologie de la végétation

- Colonisation par les ligneux par suite d'atterrissement ;
- Plantation (peupleraie jeune) ;
- Peupleraie mature/sénescence ;
- Régénération (érable) sur ancienne peupleraie.

4.2.3.4 Menaces

- Changement d'usage (plantation, urbanisation, aménagement de facilités) ;
- Destruction des zones humides (ruptures des écoulements, assèchement, destruction de ripisylve, pollution, etc.) ;
- Maladie émergente (Graphiose, chalarose, la suie de l'érable, *Phytophthora alni* etc.) ;
- Recolonisation par des essences peu favorables (érable) ;
- Gestion des niveaux d'eau (abaissement des seuils et des clapets, abaissement concomitant de la nappe, modification des écoulements pluviaux, imperméabilisations et désimperméabilisations des sols) ;
- Changement climatique (assèchement, dépérissement par déficit hydrique, sensibilisation aux maladies cryptogames par stress, crues plus intenses, modification des écoulements, etc.) ;
- Exploitation (bois d'énergie) ;
- Mise en sécurité (ouverture au public, protection de bâtiment, mitoyenneté, etc.).

4.2.3.5 Actions de gestion

- Acquisition et rédaction d'un plan de gestion avec objectifs précis incluant les facteurs de l'IBP (ou IBCR), accompagné d'une argumentation détaillée. Par exemple, le maintien de la diversité des classes d'âges, des arbres vétérans et du bois mort sur pied et au sol ;
- Mise en place d'Obligation réelle environnementale (ORE), contrat bipartite entre le Syndicat et le propriétaire ;
- Inscription des zones humides sur le PLU ;
- Surveillance et suivi des sites concernés (sondage piézométrique, prélèvement de bois, etc.) ;
- Identification et marquage avec une signalétique spécifique et préservation des arbres habitats et gros bois (trame de vieux bois entre 5 et 10 arbres habitat par hectare ; BÜTLER *et al.*, 2020) ;
- Prise en compte de la problématique de sécurité et préservation de la fonctionnalité (exemple mis en œuvre par différentes communes, QTRA²⁶).

²⁶ QTRA Quantified Tree Risk Assessment : méthodologie développée par les Anglais pour évaluer le risque présenté par la chute d'une branche ou d'un arbre au regard des enjeux contextualisés. <https://www.qtra.co.uk/cms/index.php?section=4>

Essences principales :

Frêne, saule, ormes, aulnes, peuplier, érables

Sur lierre :

Tillus elongatus

Anobium sp.

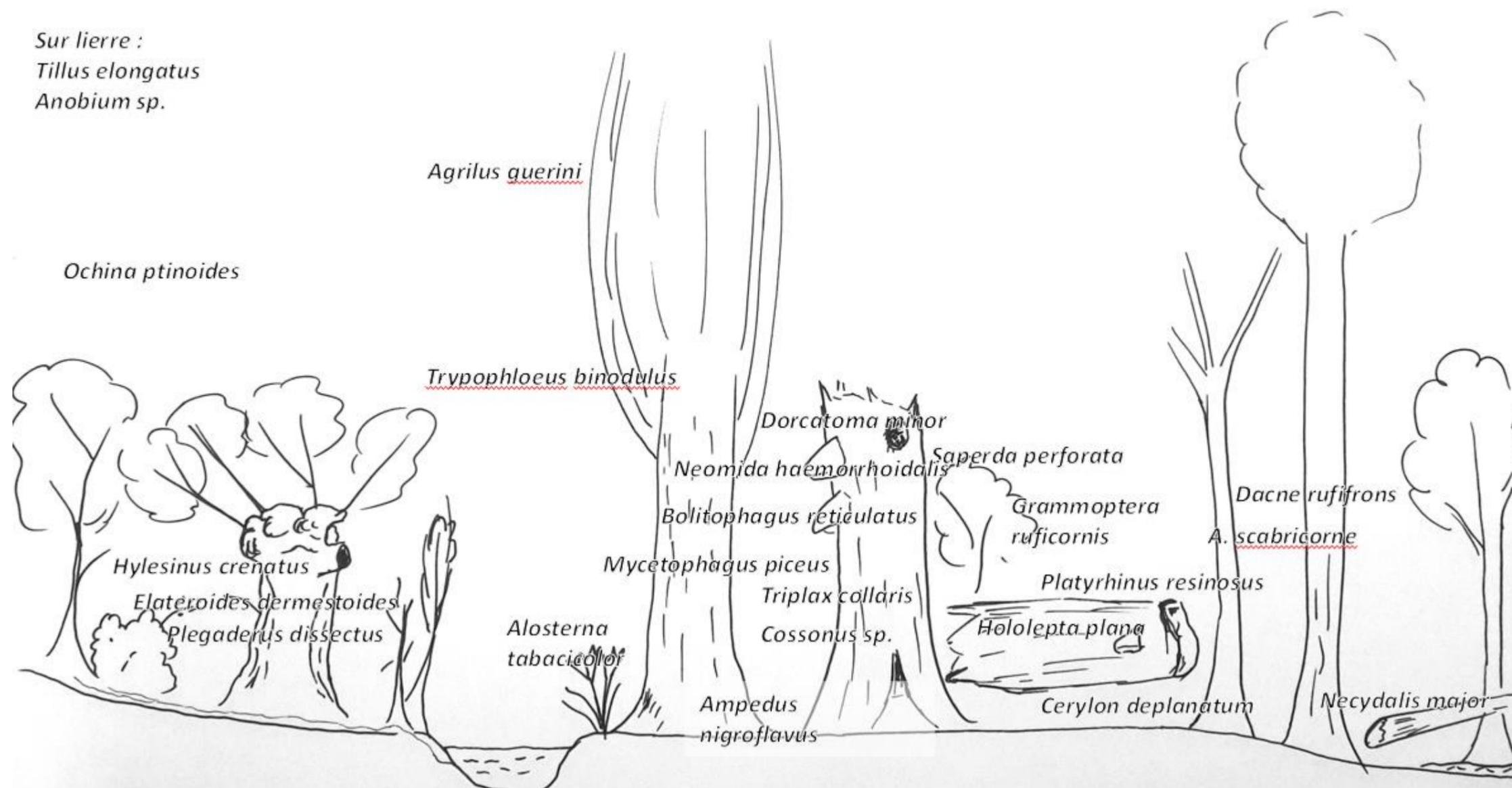


Figure 34 : Représentation des espèces associées aux boisements humides.

4.2.3.6 *Complexité des boisements humides*

La trajectoire bois tendre (saule, peuplier, ormes, tilleuls, etc.) est plus délicate que les boisements de coteaux et plateaux (§ 4.2.4), car de nombreux sites sont d'anciennes peupleraies issues de plantation quasi clonales, sans régénération naturelle possible. L'implantation naturelle du peuplier nécessite des conditions de sols très dynamiques, comme celles présentes dans les cours d'eau non régulés et non canalisés telle la Loire. La restauration de ces boisements par des processus naturels est hasardeuse. Les essences autochtones sont souvent en compétition avec des allochtones. La tâche nous semble complexe et son objectif est d'accompagner les boisements vers plus de naturalité.

L'eau est par définition une variable structurante de ces milieux. Il nous semble envisageable de mettre à profit une gestion du niveau de l'eau et influencer les processus et mécanismes écologiques pour favoriser certaines essences d'arbres, par exemple des aulnes, plutôt que de privilégier une gestion strictement mécanique ou interventionniste contre telle ou telle essence.

4.2.3.7 *Exemple du bois du Grillon*

Ce boisement correspond à une ancienne plantation de peuplier. Il est situé au sein d'un bassin de rétention, sur la commune de Dourdan (Figure 35a). Ses lisières sont délimitées par les digues du bassin sauf sur la partie Est où une cariçaie est présente.

Ce boisement ne fait pas encore l'objet d'un plan de gestion. Il est désigné dans le Plan local d'urbanisme (PLU) comme une zone naturelle inondable (Ni), mais ce n'est pas un espace boisé classé.

Description du boisement

Selon les résultats de l'IBP, il y a une bonne diversité des essences au sein du boisement. Il est dépérissant et il y a beaucoup de gros bois mort au sol et sur pied (Peuplier ; Figure 35 b). Néanmoins, le boisement présente des lacunes sur d'autres paramètres. La végétation est relativement peu structurée. La strate arborée domine toutes les autres, les strates arbustives et herbacées sont peu développées. Il y a également un manque de très gros bois vivant ainsi que de microhabitats sur les arbres vivants (cavité, champignons, coulées de sève, etc.). Le boisement est également très fermé avec une faible surface linéaire de lisière et peu de trouées.

Le manque de gros bois vivant identifié dans l'IBP doit tout même être nuancé. En effet, 4,79 très gros bois par hectare (TGB/ha) ont été détectés, ce qui correspond à un score de 2 pour ce critère. Néanmoins, le seuil est de 5 TGB/ha pour passer au score supérieur. Le fait que l'IBP fonctionne avec un système de seuil doit être pris en compte dans l'évaluation des boisements et dans la mise en place des mesures de gestion. Des boisements ayant les mêmes scores ne sont pas équivalents et doivent être jugés individuellement. Il faut analyser dans le détail les différents indicateurs afin d'avoir une vision fine de l'état des boisements.

Propositions

Afin de pallier ces lacunes, différentes stratégies de gestion pourraient être envisagées. Dans un premier temps, ce boisement ne devrait pas faire l'objet d'exploitation afin de créer un îlot de sénescence fonctionnelle. Entre autres, le passage des engins forestiers entraînerait un bouleversement des strates humifères et par conséquent une altération de la dynamique de la flore présente.

À la suite de la mort naturelle de ces peupliers, la question de la régénération forestière se pose. Faut-il la guider ou laisser les arbres s'exprimer de façon spontanée puis sélectionner les sujets qui nous semblent pertinents (essences, forme...)? Dans un contexte où de plus en plus de maladies cryptogamiques s'expriment en faveur des essences indigènes et face à un contexte de réchauffement climatique, faut-il aider la forêt à se régénérer ou la laisser évoluer? Dans tous les cas, il est important d'étudier la composition floristique des boisements alentour. La connaissance des espèces présentes à proximité permet de se projeter sur la colonisation spontanée des espèces sur la parcelle.

Un travail pourrait être réalisé sur les lisières les plus accessibles. En effet, la démarcation entre la cariçaie et le boisement est très abrupte du fait du retrait des jeunes arbres s'y développant. En créant une transition plus douce, une lisière étagée pourrait être créée. Dans ce cas, une graduation des strates devra être mise en place pour la création de cette lisière.

La question de la continuité des habitats favorables à la faune saproxylique se pose également pour les peuplements forestiers issus de plantation. En effet, la forêt sur cette parcelle est équiennne, c'est-à-dire qu'une seule classe d'âge domine ces boisements. Lorsque les arbres arriveront à maturité, il y aura une explosion du potentiel d'accueil pour la faune saproxylique suivi par une période où peu d'habitats favorables seront présents. Ainsi, faut-il abattre des arbres afin de diluer la disponibilité en habitat pour la faune saproxyliques ou laisser les populations se réguler de façon spontanée?

(a)

(b)

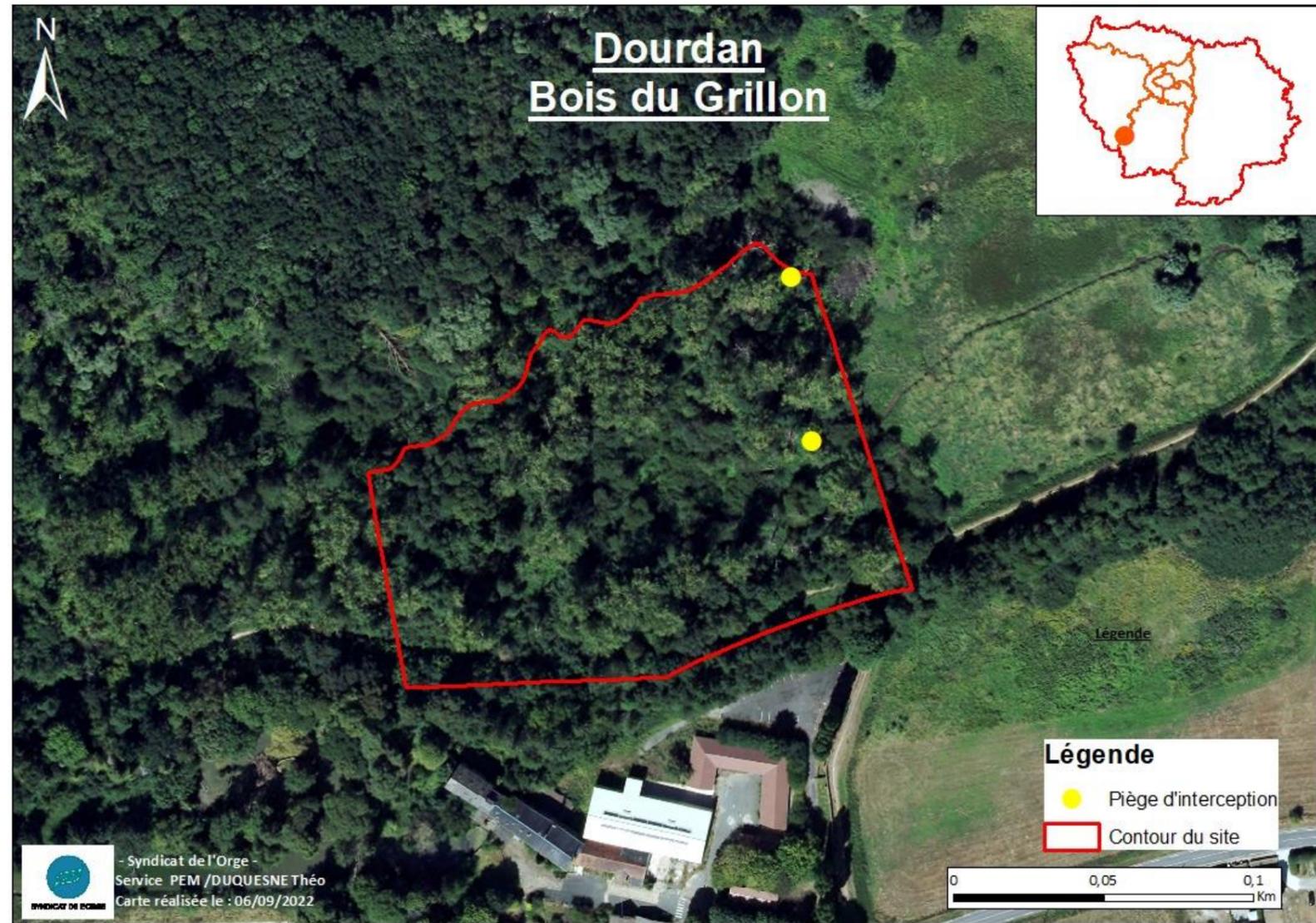


Figure 35 : Illustrations du site du bassin du Grillon en vue aérienne (a) et photo de terrain (b).

4.2.4 Coteaux et plateaux

4.2.4.1 Espèces associées

Voir la Figure 36.

4.2.4.2 Typologie des milieux de coteaux et plateaux

- Châtaigneraie ;
- Chênaie sur sol peu profond ;
- Chênaie-charmaie sur sol profond.

4.2.4.3 Typologie de la végétation

- Plantation monospécifique (feuillus ou résineux ; inclure les châtaigneraies) ;
- Plantation diversifiée ;
- Boisement de régénération/colonisation naturelle ou accompagnée ;
- Boisement jeune ou mature ;
- Boisement sur-mature.

4.2.4.4 Menaces

- Changement d'usage (plantation monospécifique, urbanisation, aménagement de facilités, enrésinement, plantation d'espèces allochtones (robinier, eucalyptus, etc.)) ;
- Fragmentation des habitats, réduction des surfaces et exploitation des éléments structurants et fonctionnels (gros arbres, arbres porteurs de microhabitats, etc.). Ces trois facteurs déprécient de manière insidieuse et irrémédiable la valeur écologique des sites (atteintes ponctuellement et/ou récurrentes entraînant une chute de sa qualité écologique dont le temps de restauration dépasse une décennie) ;
- Maladie émergente (Graphiose, Chalarose, le cynips du châtaignier, l'encre des Châtaignier, la suie de l'érable, etc.) ;
- Recolonisation naturelle par des essences peu favorables (robinier, etc.) ;
- Exploitation/surexploitation : bois énergie, prélèvement de tous les rémanents, coupes à blanc ;
- Changement climatique (dépérissement lié au stress hydrique, évènement climatique violent, tempête, gels tardifs, etc.).

4.2.4.5 Actions de gestion

- Acquisition et rédaction d'un plan de gestion avec objectifs précis incluant les sous objectifs de l'IBP, accompagné d'une argumentation détaillée ;
- Mise en place d'obligation réelle environnementale (ORE), contrat bipartite entre le Syndicat et le propriétaire ;
- Inscription en Espace boisé classé ;
- Surveillance ;
- Identification et marquage avec une signalétique spécifique et préservation des arbres habitats et gros bois (trame de vieux bois entre 5 et 10 arbres habitat par hectare ; BÜTLER *et al.*, 2020) ;
- Prise en compte de la problématique de sécurité et préservation de la fonctionnalité (exemple mis en œuvre par différentes communes, QTRA).

**Essences principales :
Chêne , hêtre, charme, (châtaigner)**

Alosterna tabacicolor

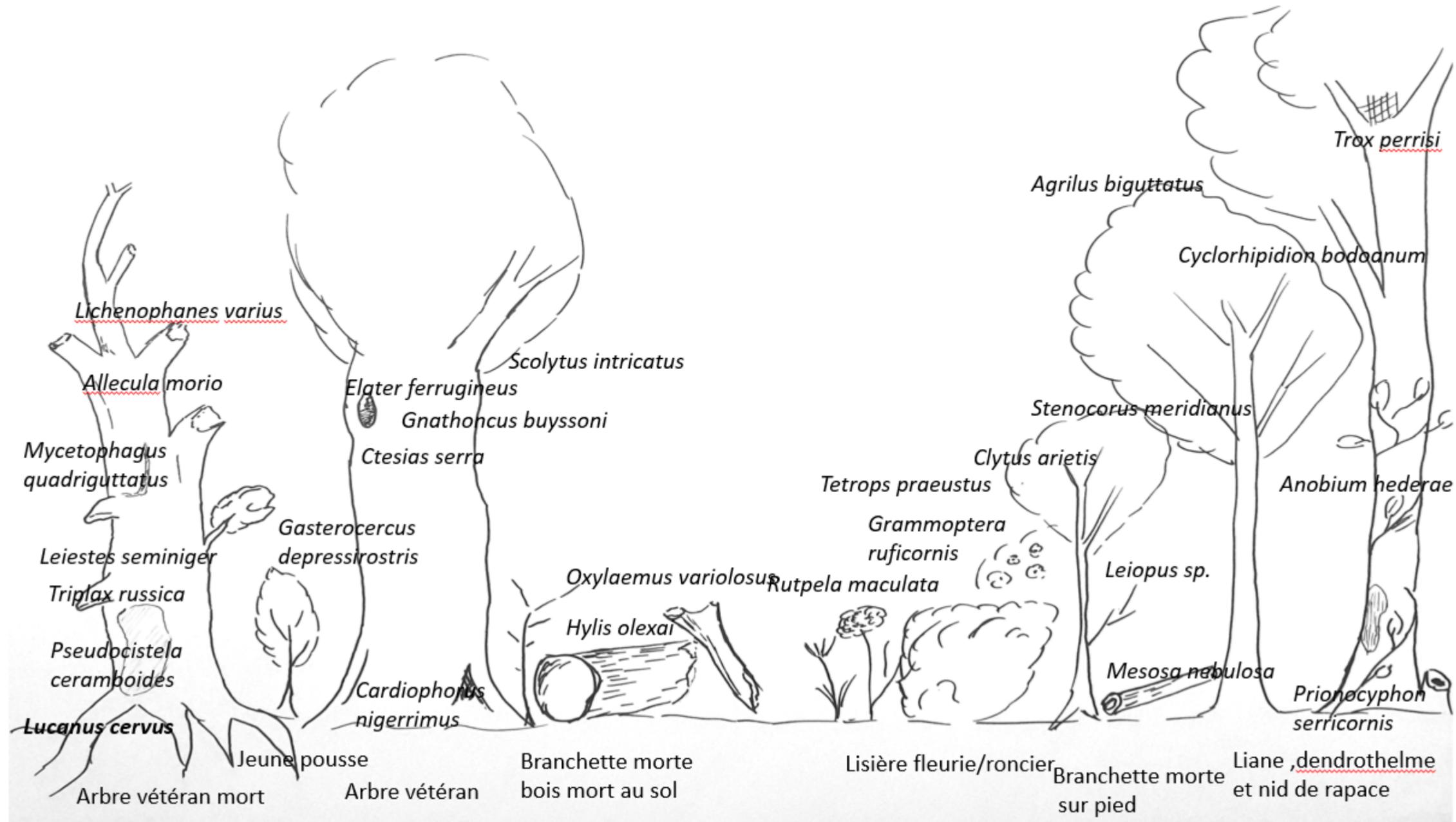


Figure 36 : Représentation des espèces associées aux boisements de coteaux et plateaux.

4.2.4.6 Exemple du bois de Vaucluse

Description du boisement

Le bois de la Garenne (nommé Bois de Vaucluse dans l'étude) présente deux profils différents :

- Une zone basse, située le long de la boële de l'Orge à Villemoisson-sur-Orge, majoritairement constitué d'arbres non indigènes plantés. C'est un boisement plutôt jeune ;
- Une zone plus haute, située le long de la D25, qui est dominée par le chêne pédonculé (*Quercus robur*). C'est un boisement plus mature que celui observé en partie basse.

Ce boisement ne fait pas encore l'objet d'un plan de gestion, car il n'a été acquis par le Syndicat que récemment. C'est un espace boisé classé au PLU de la commune de Villemoisson-sur-Orge (Figure 37a).

Dans les deux secteurs, selon les critères de l'IBP, il y a une bonne diversité des essences et beaucoup de bois mort au sol. Il y a également une quantité de très gros bois vivant importants. En revanche, plusieurs lacunes ont été détectées. Le boisement est relativement refermé et peu structuré (absence d'arbuste et de végétation herbacée). Les arbres sont relativement jeunes, il y a donc peu de bois mort sur pied de grosse circonférence et peu d'arbres vivant porteurs de microhabitats. Ces différentes lacunes diminuent la fonctionnalité écologique du boisement.

Propositions

Afin de pallier ces difficultés, différentes actions de gestion peuvent être envisagées. Le secteur situé le long de la route D25 est déjà relativement en bon état. Cette partie du boisement ne devrait pas être exploitée afin de créer naturellement des îlots de sénescence fonctionnelle. De plus, le passage des engins forestiers devrait être limité, car il entraîne un bouleversement des strates humifères et par conséquent une altération de la dynamique de la flore présente.

La non-exploitation n'est pas synonyme de non-intervention. Même si aucun travail n'est réalisé sur la parcelle, il est essentiel de surveiller l'évolution du boisement. D'une part cela permet de vérifier si l'état du boisement s'améliore ou non. D'autre part cela permet de constater les éventuelles exploitations et dégradations volontaires du boisement (coupe, dépôt de déchet, feu de camp, etc.). Néanmoins, les limites de propriétés seront entretenues.

Si des opérations de gestion doivent être entreprises sur la parcelle, elles devraient se concentrer sur la partie basse. Pour compenser le manque de bois mort sur pied, il est possible d'écorcer certains arbres (en priorité les espèces plantées non indigènes et de grosses circonférences telles que le Tulipier de virginie - *Liriodendron tulipifera* ou le Pin sylvestre – *Pinus sylvestris*...) afin d'augmenter le nombre d'individus mort sur pied.

Les essences d'arbres locales ne doivent pas faire l'objet d'un écorçage. Par la suite la chute de ces arbres permettra de créer des clairières et ainsi permettre la régénération du boisement et l'expression de différente classe d'âge d'arbre au sein de ce boisement. Cela permettra également d'augmenter la quantité de bois mort au sol. Cette mesure de gestion contribuera donc à corriger plusieurs lacunes liées à l'IBP tout en favorisant une

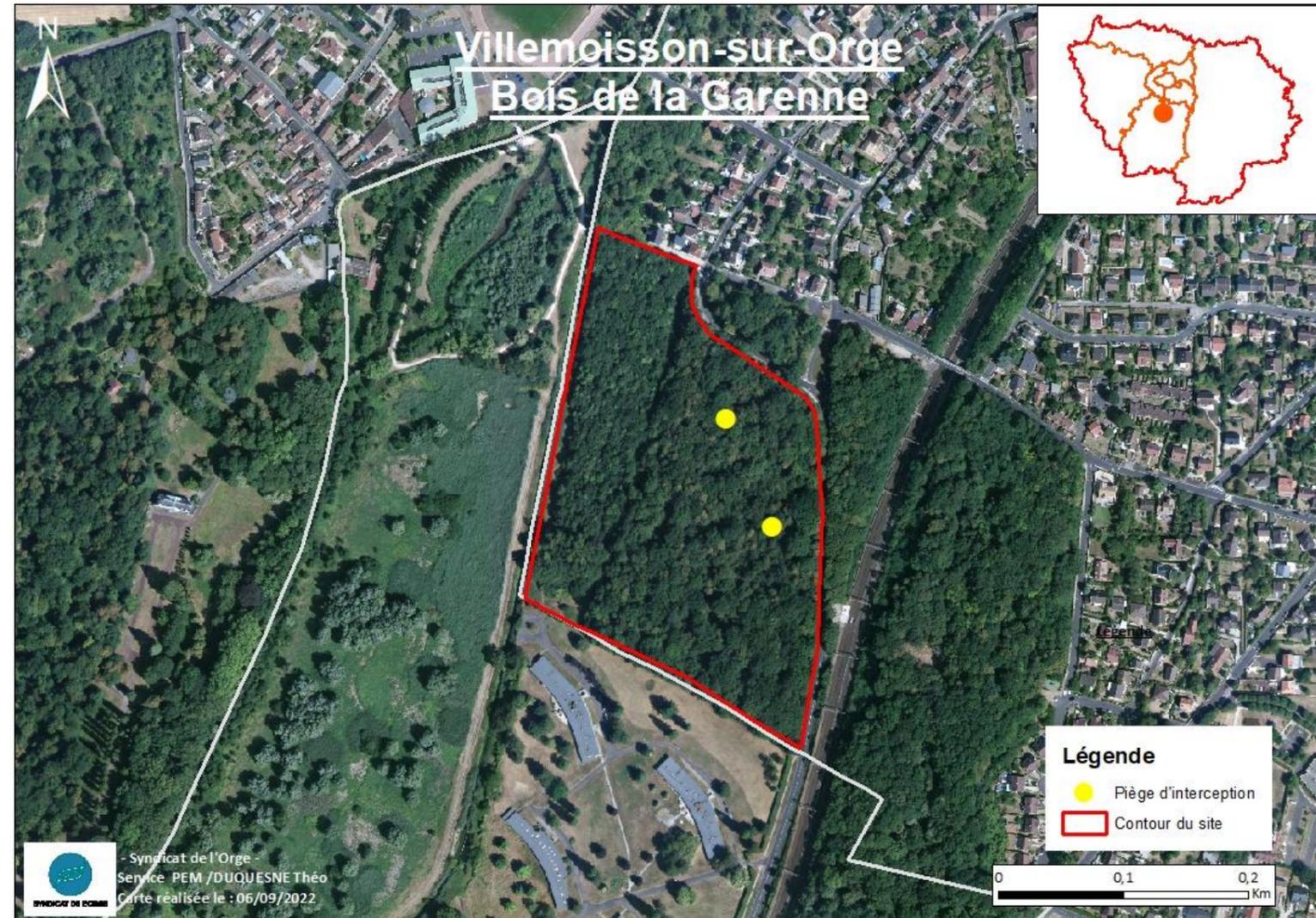
reprise plus naturelle par élimination des espèces non indigènes plantées. Il faut noter que l'attrait de ces essences de bois pour les coléoptères saproxyliques n'est pas bien connu, le résultat de la mesure sera donc à surveiller.

Il pourrait également être intéressant de rouvrir légèrement le boisement par l'abatage ciblé de certains arbres de manière à recréer des chablis, aujourd'hui absents de la parcelle. Ces chablis permettent de recréer des zones ouvertes, diversifiant ainsi les habitats sur la parcelle et permettant à une nouvelle diversité faunistique et floristique de s'exprimer.

Ces deux actions de gestion ne devraient pas être faites en remplacement de la dynamique naturelle du boisement, mais plus dans une optique d'accompagnement. L'objectif de la gestion sur cette parcelle est simplement d'accélérer un processus naturel.

Concernant le manque de microhabitat sur les arbres, il est difficile de prévoir des mesures ciblées. En revanche, il est possible de recréer des microhabitats à l'occasion d'une autre action de gestion. Par exemple si une branche doit être coupée pour des raisons de sécurité, la coupe pourrait être faite au ras du tronc recréant des conditions favorables pour certains insectes.

(a)



(b)



Figure 37 : Illustration du site du bois de Vacluse (ou Garenne) en vue aérienne (a) et en photo de terrain (b).

5. Conclusion

5.1 IBP et inventaires entomologiques pour la TVB

Dans le contexte de la vallée de l'Orge, l'indice de biodiversité potentielle (IBP) et l'inventaire des coléoptères saproxyliques sont deux approches cohérentes pour explorer la structure de la trame verte et bleue (TVB).

La lecture de l'IBP sous forme de lacune permet d'illustrer que plus la quantité de bois mort sur pied et au sol, d'arbres de très gros diamètre et d'arbre-habitats (§ 2.5.1.1 et Figure 12 a ligne du haut) sont élevés, plus la patrimonialité des coléoptères est forte. Cette lecture peut devenir un outil pour guider le gestionnaire dans les actions à mettre en œuvre (§ 4.1.2).

Au-delà de ces résultats entomologiques de bonne qualité, il nous semble important de retenir que les résultats globaux sont là pour soutenir l'élaboration du schéma directeur (SRCE) de la TVB et les mesures de gestions qui seront proposées et mises en œuvre.

5.2 Apports de l'étude pour la gestion

5.2.1 Objectifs et bilan

L'objectif de l'étude est de **réaliser un diagnostic écologique pour alimenter le SRCE de la TVB à l'échelle du territoire**, qui devrait se traduire par la mise en place d'un plan d'action. Les éléments apportés proposent des éclairages de nature à répondre aux questions posées initialement.

Ces milieux boisés doivent être pris en compte :

- Pour leur apport à la qualité de notre environnement (cadre de vie, dépollution/filtration de l'air, microclimat, îlot de fraîcheur) ;
- Pour leur fragilité (face au changement climatique, gestion hygiéniste) ;
- Pour la biodiversité présente, indépendamment de notre regard.

Notre étude a couvert un nombre de sites importants au sein de la vallée de l'Orge et de ses affluents, sans pour autant être exhaustive. Les éléments que nous proposons ici sont donc des éléments unitaires, soit des sites témoins, représentatifs de l'état des boisements les mieux conservés de la vallée. Ils peuvent servir d'exemple pour identifier les menaces et proposer des actions visant à permettre des itinéraires de restauration vers un maximum de fonctionnalité en fonction de la typologie des milieux.

5.2.2 Principaux résultats

L'inventaire révèle que :

- Les boisements humides ne présentent pas les mêmes profils écologiques et menaces que ceux de coteaux et plateaux. Il convient donc de considérer ces deux types de boisements définis sur le territoire du Syndicat comme deux trames vertes complémentaires dont la gestion n'est pas identique ;
- La place des gestionnaires pour la protection, la préservation et la gestion des milieux est prépondérante. L'IBP ouvre des premières pistes pour identifier des pistes pour renforcer la capacité d'accueil des milieux en faveur de la faune saproxylique. Cet indice permet également au gestionnaire de mieux

appréhender les facteurs favorables à la diversité des espèces en milieu forestier ;

- Les boisements expertisés comprennent des sites dont le statut de réservoir de biodiversité pour les coléoptères saproxyliques nous apparaît comme cohérent avec le statut attribué au titre du SRCE ou des Znieff. D'autres sites présentent des très forts enjeux, mais ne sont pas pris en compte officiellement. Au contraire, certains sites inscrits sur le SRCE ne présentent qu'un intérêt limité pour les coléoptères saproxyliques ;
- L'IBP, et en particulier les facteurs de gestion, est un outil qui permet d'évaluer approximativement l'intérêt d'un site pour la faune saproxylique. Les cas concrets auxquels nous avons été confrontés nous ont également permis de préciser que les châtaigneraies, même très âgées, ne constituent pas pour les coléoptères saproxyliques un milieu aussi favorable que des boisements de chênes et de hêtres avec des notes IBP équivalentes. Les châtaigneraies ne doivent pas être prises en compte au même titre que les autres boisements de feuillus pour l'établissement de la TVB ;
- La vallée de l'Orge abrite une faune dont la valeur patrimoniale des boisements « humides » est plus élevée que les stations de référence d'Île-de-France. Les boisements de coteaux et de plateaux se situent quant à eux en position médiane entre les sites de référence ;
- Alors que les boisements ont été choisis pour présenter une continuité temporelle de l'état boisé depuis au moins 200 ans, l'étude a révélé que l'état de conservation de ces milieux et de leur faune était très hétérogène ;
- Enfin, l'inventaire entomologique a permis de compléter les lacunes de connaissances sur ce territoire qui se situe entre 2 massifs forestiers majeurs de la région : le Massif de Fontainebleau et le Massif de Rambouillet. Ces connaissances constituent les bases pour un suivi temporel, mais ne sont pas assez solides pour permettre des comparaisons dans le temps de l'évolution de la communauté saproxylique.

5.2.3 Perspectives liées au public

Il nous semble important de rappeler que nous nous sommes concentrés sur des boisements indépendamment de l'urbanisation du territoire. Ces boisements sont souvent des enclaves peu accessibles, parfois peu fréquentées et donc un peu protégées. L'ouverture au public entraîne une double pression de dégradation liée à la fréquentation (accélération de la chute des arbres, dislocation du bois mort au sol, tassement des sols, etc.) et à la sécurisation des boisements. Des réflexions sur la signalisation et des explications autour de la préservation de bois mort sur pied sont alors nécessaires dans ce contexte.

5.3 Reconduire, décliner et améliorer un projet similaire

5.3.1 Ampleur et évolution de l'étude

Ce projet s'est déroulé au cours de 3 années sur un territoire vaste de 483 km². S'il devait être reconduit ou décliné dans un autre contexte, il semble important de se pencher sur les pistes d'améliorations et les retours d'expériences qui résultent de cette étude.

Cette étude a été planifiée bien en amont et l'investissement des partenaires a permis un déroulement des étapes particulièrement fluide. Le soutien des équipes administratives a beaucoup facilité l'ensemble de la démarche.

Cette étude a également été l'occasion de temps d'échange et de formations, en particulier lors d'ateliers de tri et de formations sur le terrain.

L'adaptation des moyens à la surface couverte est indispensable pour que les résultats puissent servir de base à des suivis à long terme. La couverture d'échantillonnage résultante doit être suffisamment forte pour que les comparaisons puissent porter à la fois sur les espèces présentes, mais également sur les espèces absentes

5.3.2 Amélioration du protocole.

5.3.2.1 Axer sur le suivi pluriannuel

Les résultats de cette étude sont inférieurs à ce qui était initialement prévu puisque nous avons dû répartir l'effort sur une surface plus importante. Le suivi des mêmes sites sur 3 ans est en effet idéal. Avec une logistique permettant l'identification dans des délais courts, il devrait être possible d'évaluer, d'une saison de capture à l'autre, si l'échantillonnage d'un site doit être reconduit pour atteindre une communauté représentative de celle réellement présente dans le boisement. Si les résultats sont satisfaisants, alors les dispositifs peuvent être déplacés d'un site à l'autre afin d'améliorer la vision d'ensemble du territoire.

5.3.2.2 Mieux connaître la connectivité des sites

Si un tel projet devait être reconduit ou transposé sur un autre site, alors nous recommanderions, en fonction des moyens alloués, de régulariser un peu plus le maillage des sites. Cela permettrait de mieux se rendre compte des continuités potentielles entre les réservoirs de biodiversité. L'intégration de sites témoins avec divers états de dégradations (milieux très transformés à bien conservés) permettrait d'avoir un gradient de référence à l'échelle du territoire du Syndicat.

5.3.2.3 Développer l'étude des corridors

L'étude des corridors écologiques pourrait également être menée dans un second temps pour chercher à identifier les corridors fonctionnels et ceux qui ne le sont pas. Cela permettrait de ne pas se baser sur des milieux trop dégradés ou impossibles à restaurer.

5.3.2.4 Renforcer la communication

Dans un autre registre, la communication auprès des communes du territoire (déjà faite auprès de la commission gestion des milieux naturels et accueil du public – GMNOP) et des propriétaires a été un peu lacunaire et aurait peut-être facilité certaines interactions.

Une communication en interne au Syndicat sur un rythme annuel aurait permis de faire connaître le projet.

5.4 Originalité de l'étude

5.4.1.1 Genèse, développement et bilan du projet

À l'issue des 3 années de terrain, sur une surface 3 fois supérieure à la programmation initiale, cette étude est arrivée à son terme. Elle a pu voir le jour grâce à l'appel à projets de la région et à l'implication active de tous les partenaires.

Les objectifs en termes d'acquisition de connaissances sont atteints. La faune des coléoptères saproxyliques de la vallée de l'Orge est mieux connue, et contribue significativement à la connaissance de la faune départementale et régionale.

5.4.1.2 Valorisation des données

Les données produites seront intégrées dans des projets régionaux pour lesquels l'Opie est animateur ou co-animateur (Atlas et liste rouges des Longicornes d'Île-de-France, Atlas préliminaire de coléoptères tenebrionoidea de France). Les observations sont également mises à disposition de la collectivité au travers de la base de données régionale (Geonat'IdF).

5.4.1.3 Amélioration des connaissances écologiques

L'étude a permis de mettre en évidence une faune très diversifiée comprenant des espèces exigeantes, mais également de nombreuses espèces avec un statut réglementaire (espèces protégées, espèces déterminantes de Znieff).

La description écologique des boisements a permis de percevoir qu'il existait jusqu'aux cœurs des villes des zones refuges pour les coléoptères saproxyliques, soit des boisements suffisamment anciens pour apparaître sur les cartes d'état-major.

Le croisement entre les données entomologiques et les caractéristiques des boisements au travers de l'IBP a confirmé que les lacunes en termes de gestions se traduisent par une diminution du nombre d'espèces saproxyliques exigeantes. De plus, les boisements de type châtaigneraies devaient être considérés à part dans le cadre de la définition d'une TVB.

5.4.1.4 Relevé de deux sous-trames

L'envergure de l'étude a permis d'appréhender l'analyse à différentes échelles, en particulier par les deux niveaux de trames identifiés (humides et secs). La prise en compte de ces deux trames constitue une plus-value importante de cette étude.

5.4.1.5 Perspectives pour la TVB sur le territoire

L'étude conduite sur cette surface, bien que très informative, laisse la place à de nombreuses questions et la possibilité de compléter largement les inventaires. Cela se fera en cherchant à identifier plus finement les discontinuités écologiques en croisant les connaissances de terrains et l'ensemble des éléments du SRCE.

Pour permettre un suivi dans le temps long et mettre en évidence les évolutions de la faune, cette approche nécessiterait la mise en place rapide d'un état de référence initial (sites où l'inventaire est considéré comme satisfaisant). Avec, la mise en place d'un suivi, reconduit avec des pas de temps de 5 à 10 ans, serait l'idéal.

5.4.1.6 *Pertinence d'une étude à grande échelle*

Cette étude nous a permis de mettre en évidence que l'acquisition de connaissances à une telle échelle spatiale permet d'obtenir une vision originale d'un territoire dont découle une analyse innovante. Elle pourra être reconduite sur d'autre bassin de rivière en Île-de-France.

6. Table des figures

Figure 1 : Carte du territoire du syndicat de l'Orge et chiffres associés.....	10
Figure 2 : Étapes de la conception du projet.....	14
Figure 3 : Quelques coléoptères saproxyliques (a), réseau trophique (ou « chaînes alimentaires ») des organismes reliés directement ou indirectement au bois mort (b) et représentation graphique de la proportion d'espèces inféodées à un stade de vie d'un arbre (c).....	16
Figure 4 : Le cycle de développement du Lucane, un coléoptère saproxylique, emblème de l'Opie.....	17
Figure 5 : Illustration d'un arbre avec des microhabitats (à gauche) et illustration d'un arbre à microhabitats et les groupes zoologiques associés (à gauche). Relation entre les coléoptères saproxyliques et les arbres (Extrait d'Emberger <i>et al.</i> , 2013).	19
Figure 6 : Carte représentant l'état initial des connaissances. Le gradient de couleur représente le nombre d'espèces saproxyliques par commune, le chiffre indique le nombre d'espèces rares.	21
Figure 7 : Schéma de la priorité à l'exhaustivité ou à la comparabilité de l'échantillonnage selon l'objectif de l'inventaire (a) et schéma de l'intégration de la prise en compte de l'entomofaune dans la gestion des milieux (b ; a : d'après Nageleisen & Bouget, 2009 - p.18 ; b : d'après Houard, 2010).	23
Figure 8 : Démarche de sélection des sites en partant des cartes d'état-major.....	25
Figure 9 : Carte de localisation des dispositifs et du phasage annuel de l'étude.	26
Figure 10 : Photographie (a) et schéma (b) d'un dispositif de collecte des coléoptères saproxyliques et photographie d'un déterminateur devant une loupe binoculaire durant une phase d'identification (c).....	28
Figure 11 : Couverture de l'ouvrage « coléoptères saproxyliques de France » (a) et Catégorie de l'indice de patrimonialité (b).....	34
Figure 12 : Les dix facteurs de l'IBP (a) et la fiche de relevé de terrain de l'IBP (b).	36
Figure 13 : Carte figurant les notes totales de l'IBP par dispositif.....	37
Figure 14 : Quelques coléoptères saproxyliques observés au cours de l'étude.	41
Figure 15 : Carte représentant l'état des connaissances avant la campagne d'inventaire – nombre d'espèces connues par site.....	46
Figure 16 : Carte représentant l'état des connaissances après la campagne d'inventaire – nombre d'espèces connues par site.....	47
Figure 17 : Courbe d'accumulation du nombre d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage (a) et distribution de la couverture d'échantillonnage des stations étudiées (b).	49
Figure 18 : Carte de représentation de la couverture d'échantillonnage par station.	50
Figure 19 : Carte de représentation du nombre d'espèces potentielles par station.....	51

Figure 20 : Répartition des espèces proposées à la protection dans les différents milieux dont elles dépendent à l'échelle de l'Île-de-France (a) et la répartition des espèces proposées à la protection dans les différents milieux dont elles dépendent observées dans le cadre de l'étude réparti en fonction des milieux dont elles dépendent.	53
Figure 21 : Carte de représentation du nombre d'espèces patrimoniales par station et des proportions dans les différentes catégories de patrimonialité.....	55
Figure 22 : Quelques espèces remarquables avec leur microhabitat associé.	58
Figure 23 : Carte de représentation des facteurs de gestion de l'IBP par station.	60
Figure 24 : Carte de représentation des lacunes des 4 facteurs « bois et microhabitats » par station.	63
Figure 25 : Graphique de l'évolution de la moyenne des lacunes en fonction de la valeur tirée de l'IBP de la station.	64
Figure 26 : Représentation de la projection sur un seul plan des stations positionnées entre elles sur la base de la composition faunistique (a) et exemple de représentation du regroupement des stations selon un critère écologique (b).	66
Figure 27 : Représentation des regroupements avec la variable écologique : boisements humides vs autres boisements et ajustement après examens des cas litigieux.	69
Figure 28 : Mise en perspective des sites de boisement humides de la vallée de l'Orge avec des boisements de références en Île-de-France.	74
Figure 29 : Mise en perspective des sites de boisement de coteaux et plateau de la vallée de l'Orge avec des boisements de références en Île-de-France.....	75
Figure 30 : Carte représentant les deux sous-trames forestières et les indices de patrimonialité associés (losanges = milieux secs ; cercles = milieux humides).....	78
Figure 31 : Examen de la sous-trame humide par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique.	79
Figure 32 : Examen de la sous-trame de coteaux et plateau par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique, et mise en évidence de l'impact des châtaigneraies.	80
Figure 33 : Examen de la sous-trame « corrigée » de coteaux et plateau par rapport à l'écart à la moyenne de la somme des indices patrimoniaux en fonction de l'écart à la moyenne des 4 facteurs de l'IBP importants pour la faune saproxylique, et mise en évidence de l'impact des châtaigneraies.....	81
Figure 34 : Représentation des espèces associées aux boisements humides.	91
Figure 35 : Illustrations du site du bassin du Grillon en vue aérienne (a) et photo de terrain (b).....	94
Figure 36 : Représentation des espèces associées aux boisements de coteaux et plateaux.	96
Figure 37 : Illustration du site du bois de Vaicluse (ou Garenne) en vue aérienne (a) et en photo de terrain (b).....	99

Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des résultats annuels et de l'ensemble de la campagne.....	43
Tableau 2 : Synthèse des résultats sous l'angle de l'amélioration des connaissances.....	45
Tableau 3 : Résultats des Analyses de similarités.....	67
Tableau 4 : Espèces indicatrices associées aux milieux humides (a) et celles associées aux coteaux et plateaux.....	71
Tableau 5 : Évaluation des réservoirs de biodiversité selon l'IBP, la démarche Znieff, le classement SRCE et la valeur patrimoniale (Vp). # = châtaigneraies, § = l'IBP le plus élevé des deux stations d'un même site a été retenu. Sites classés par note d'IBP décroissante, valeur seuil pour les réservoirs saproxyliques : non réservoir (< 73), réservoir potentiel = entre 73 et 112, réservoir > 113.....	84
Tableau 6 : Synthèse sur les réservoirs écologiques.	85

Bibliographie

- BOUGET C., JANSSEN P. & LARRIEU L., 2021. « Très gros arbres, bois morts et arbres-habitats : des attributs de maturité déterminants pour la biodiversité et le fonctionnement des forêts ». *H & B : la revue d'humanité et biodiversité*, (6) : 142 -155.
- BOUGET C. & NAGELEISEN L., 2009. « Forest insect studies : methods and techniques. Key considerations for standardisation. An overview of the reflections of the "Entomological Forest Inventories" working group (Inv.Ent.For.) ». *Les Dossiers Forestiers*, 19 : 144. Office National des Forêts, 144 pp.
- BOUYON H., BRUNNEAU DE MIRE Ph., DOGUET S. Voisin J.-F & ZAGATTI P., 2002. « *Guide méthodologique pour la création de Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en Ile-de-France – Coléoptères* ». CONSEIL SCIENTIFIQUE REGIONAL DU PATRIMOINE NATUREL (CSRPN IdF) & DIRECTION REGIONALE D'ÎLE-DE-FRANCE (DIREN IdF). Cachan, éditions Direction Régionale de L'Environnement d'Île-de-France : 129-151.
- BRUSTEL H., 2004. « Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises ». *Les Dossiers forestiers de l'ONF*, 297 p.
- BUTLER R., LACHAT T., KRUMM F., KRAUS D. & LARRIEU L., 2020. *Connaître, conserver et promouvoir les arbres-habitats*, WSL, 12 pp.
- CATEAU E., Larrieu L., VALLAURI D., SAVOIE J. -M., TOUROULT J. & BRUSTEL H., 2015. – Ancienneté et maturité : deux qualités complémentaires d'un écosystème forestier. *Comptes Rendus Biologies*, 338 (1) : 58-73 doi : 10.1016/j.crv.2014.10.004.
- CHAO A., MA K. & HSIEH T., 2016. *User's Guide for iNEXT Online : Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. 15pp.
- CONSEIL DE L'EUROPE 1992 – DHFF.
- DIREN IDF (coord.), 2002. *Guide méthodologique pour la création de ZNIEFF en Île-de-France*. CSRPN et DIREN Île-de-France, 206 pp.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P., 1997. « Species assemblages and indicator species : the end for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 345-366.
- DUFRENE M. & LEGENDRE P., 2004. *IndVal or how to identify indicator species of a sample typology ?* <http://biodiversite.wallonie.be/outils/indval/home.html>.
- FORTE L. 2010. *Interprétation de la diversité des coléoptères saproxyliques en fonction de la structuration des habitats boisés en plaine : Proposition d'un outil pour le gestionnaire. Mémoire pour le Diplôme d'ingénieur Agro-Ecologue*. Agro-campus ouest, 37 pp. + annexes.
- EMBERGER C., LARRIEUL., & GONIN P. 2013. *Dix facteurs clés pour la diversité des espèces en forêt. Comprendre l'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP)*. Document technique. Institut pour le développement forestier.
- HOUARD X., 2010. « La prise en compte de l'entomofaune dans la gestion quotidienne des pelouses calcicoles. Cas des coteaux calcaires de la vallée de la Seine en Haute-

Normandie ». In LUMARET J. P. (dir.), 2010. « Pastoralisme et entomofaune ». *Pastum*, hors-série. Ed. AFP, CEFÉ et Cardère, 128pp.

HSIEH T., MA K. & CHAO A., 2016. "iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers)". *Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456.

JANSSEN P., EVETTE A., BERGES L., GONIN P., LARRIEU L., DAJOUX M., DUPONT S., GARDIEN S., GILLES C. & LADET A., 2021. "Évaluer la qualité des boisements riverains avec l'Indice de Biodiversité et de Connectivité des Ripisylves (IBCR) : une étude de cas avec les communautés d'oiseaux". *Naturae*, (21), 293-307.

LARRIEU L. & GONIN P., 2008. "L'indice de biodiversité potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers". *Revue Forestière Française*, (6), 727-748.

MERIGUET B., 2007. *Modèle de piège d'interception ultra-léger*. *L'Entomologiste*, 63, 215-219.

MERIGUET B., BORGES A. & ZAGATTI P., 2010 – « Les coléoptères saproxyliques du parc départemental de la Courneuve ». *Le biodiversitaire*, 4, 79-82.

Ministère de L'Environnement, 1993. "Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale". *Journal Officiel de la République française du 23 septembre 1993*.

Ministère de L'Environnement, 2007. "Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes d'insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection". *Journal Officiel de la République Française*, 4 pp.

NAGELEISEN L.-M. & BOUGET C., 2009. – "L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation. Synthèse des réflexions menées par le groupe de travail « Inventaires Entomologiques en Forêt » (Inv.Ent.For.)". *Office National des Forêts.*, Office National des Forêts, 144 p.

NAPPEE, 2003. "Le grain de vieillissement". Les vieux arbres et la conservation de la biodiversité – du scientifique au gestionnaire, Ed. OPIE-LR, 103-106.

NIETO A. & ALEXANDER K. N. A. 2010. "European Red List of Saproxylic Beetles". *Luxembourg : Publications Office of the European Union*. 54pp.

ROBERTS D., date non-spécifiée. *Dufrene-Legendre Indicator Species Analysis*. R-project, <https://search.r-project.org/CRAN/refmans/labdsv/html/indval.html>.

PARMAIN G., 2009. *Évaluation de la qualité des forêts de feuillus françaises. Une nouvelle méthode basée sur l'utilisation des coléoptères saproxyliques*. Master "Environnements Méditerranéens et Développement Durable", 37 pp.

TRIPLET P., 2022. *Dictionnaire encyclopédique de la biodiversité de la diversité biologique et de la conservation de la nature – huitième édition*. 1315pp.

SCHVESTER D., 1985. "Les insectes et la forêt française". *Revue forestière française*, AgroParisTech, 37(S), 45-64.

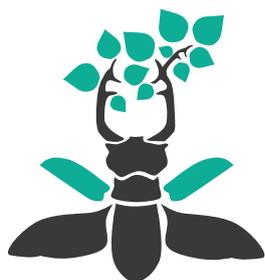
STOKLAND J.N., 2001. The Coarse Woody Debris Profile: An Archive of Recent Forest History and an Important Biodiversity Indicator. *Ecological Bulletins*, 49 : 71-83.

STOKLAND J.N., SIITONEN J. & JONSSON B.G., 2012. *Biodiversity in deadwood*. Cambridge University Press (Ecology, Biodiversity and Conservation). Chapitre 1.1 et 1.2.

ULYSHEN M., 2018. « *Saproxylic Insects : Diversity, Ecology and Conservation*. ». *Zoological Monographs*, Ed : Springer International Publishing, p.51.

Abréviations

ABC	Atlas de la biodiversité communale
Anosim	Analyse des similarités
etc.	Et cætera (et les autres)
MNHN	Muséum national d'Histoire naturelle
Ni	Zone naturelle inondable
IBCR	Indice biodiversité et de connectivité des ripisylves
IBP	Indice de biodiversité potentielle
INPN	Inventaire national du patrimoine naturel
Ip	Indice de patrimonialité
Opie	Office pour les insectes et leur environnement
ORE	Obligation réelle environnementale
p-value	Risque de se tromper
PLU	Plan local d'urbanisme
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique
SINP	Système d'information sur la nature et le paysage
TGB	Très gros bois
TVB	Trame verte et bleue
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
Vp	Valeur patrimoniale
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique



OPIE

OFFICE POUR
LES INSECTES ET
LEUR ENVIRONNEMENT



SIÈGE SOCIAL

chemin rural n°7 – la Minière
BP30 – 78041 Guyancourt cedex

MAISON DES INSECTES

718 av du Dr Marcel Touboul
78955 Carrières-sous-Poissy

ANTENNE OCCITANIE

Centre de Biologie pour la Gestion des Populations
755, Av. du Campus Agropolis
CS 30016 – 34988 Montpellier / Lez cedex

Association
agrée par les ministères
chargés de l'environnement
et de l'éducation nationale

Membre de FNE et de l'UICN

SIRET : 318 223 666 000 13

L'Office pour les insectes et leur environnement agit en faveur de la biodiversité. L'association étudie et fait connaître ces animaux sous tous leurs aspects en rassemblant curieux, passionnés et experts. Elle œuvre pour une meilleure prise en compte des insectes dans les politiques publiques.