

MÉMOIRE

Présenté par : **HIVERNAT Julie**

Dans le cadre de la **dominante d'approfondissement :**
IEVU (Ingénierie des Espaces Végétalisés Urbains)

BIODIVERSITÉ ET PAYSAGE DANS LES PROJETS D'AMÉNAGEMENT : CRÉATION D'UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION



(Rethoret, K., 2019)

BIOLANDSC'HELP
Outil d'aide
à la décision
éco-paysager



Pour l'obtention du :
DIPLÔME D'INGÉNIEUR AGRONOME DE L'ENSAT

Fiche signalétique d'un mémoire
rédigé dans le cadre d'études à AgroParisTech

Titre : Biodiversité et paysage dans les projets d'aménagement : création d'un outil d'aide à la décision

Auteur : Julie Hivernat

Mots clés : Aide à la décision, Biodiversité, Bureau d'études, Écologie urbaine, Nature en ville, Paysage, Social, Urbanisme durable

Stage assistant ingénieur

Date de fin de rédaction : 30/07/2019

Dominante d'approfondissement

CEI

Autre

Caractéristiques : 1 volume(s) ; 59 pages ; 22 figures ; 14 annexes ; bibliographie.

Organisme d'accueil : Biotope

Nom du maître de stage : Matthieu Geng

Fonctions dans l'organisme : Directeur d'agence

Nom du référent AgroParisTech : Marie-Reine Fleisch

Résumés français et en d'autres langues :

Abstract

Even though ecology and landscaping are complementary, the work is often carried out independently. Promoting interdisciplinarity and collaboration between urban planners such as ecologists, landscape designers, architects and agronomists is essential to the creation of sustainable cities.

In this context, my work during this internship at the Biotope research office consisted in creating a decision support tool to improve the interactions between landscape, defined by its dual social and ecological function, and biodiversity, during planning projects.

To do this, a methodology has been created, based on the evaluation of various biodiversity and social indicators. This tool was then tested on the Ramier island in Toulouse, a part of the creation of the Grand Parc Garonne, future “green lung” of Toulouse agglomeration. Biotope is involved as a project management assistant on it. This project aims to create a large-scale park in the heart of the city, combines the challenges of protecting and preserving the natural heritage, regulating the climate in the city by reducing urban heat islands, while accompanying and sensitizing the inhabitants to its wealth but also to its fragility and vulnerability. (Agence TER, 2012)

Résumé

Bien que complémentaires, les travaux en écologie et en paysage sont souvent réalisés de manière indépendante. Favoriser l'interdisciplinarité et la collaboration entre les acteurs de l'aménagement urbain tels que les écologues, paysagistes, architectes, agronomes, est essentiel à la création de villes durables.

Dans ce cadre, mon travail durant ce stage au sein du bureau d'études Biotope a consisté à concevoir un outil d'aide à la décision permettant d'améliorer la prise en compte des interactions entre le paysage (défini par sa double fonction sociale & écologique) et la biodiversité, lors de projets d'aménagement.

Pour ce faire, une méthodologie a été mise en place, fondée sur l'évaluation de différents indicateurs biodiversité et sociaux. Cet outil a ensuite été testé sur l'île du Ramier à Toulouse, site faisant l'objet d'aménagements pour la création du Grand Parc Garonne, futur « poumon vert » de l'agglomération de Toulouse, sur lequel travaille Biotope en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage. Ce projet de création d'un parc de grande ampleur au cœur de la ville, allie des enjeux de protection et de préservation du patrimoine naturel, de régulation du climat en ville par réduction des îlots de chaleur urbains, tout en accompagnant et sensibilisant les habitants à sa richesse mais aussi à sa fragilité et sa vulnérabilité. (Agence TER, 2012) Ce projet s'inscrit donc parfaitement dans notre problématique.

Stage effectué du : 04/03/2019 au 30/08/2019

À : Biotope

3 Place Fontasse,
31290 Villefranche de Lauragais

Eventuellement : rapport confidentiel : Date d'expiration de confidentialité :

Enseignant(e)(s) responsable(s) de stage : FLEISCH Marie-Reine

Maître(s) de stage : GENG Matthieu

Soutenu le : 19/09/2019

Engagement de non-plagiat

Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

Sanction :

En cas de manquement à ces consignes, le département SIAFEE se réserve le droit d'exiger la réécriture du document, dans ce cas la validation de l'Unité d'Enseignement ou du diplôme de fin d'études sera suspendue.

Engagement :

Je soussigné (e) Julie HIVERNAT

Reconnait avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non-plagiat.

A Toulouse, le 04/09/2019

Signature :



TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

TABLE DES TABLEAUX

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODUCTION	1
1. PRESENTATION DE BIOTOPE ET ELEMENTS DE CONTEXTE.....	3
1.1 PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDES BIOTOPE	3
1.2 BIODIVERSITE ET PAYSAGE EN MILIEU URBAIN : ELEMENTS DE CONTEXTE.....	4
2. MATERIEL ET METHODE : CREATION D'UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION ECO-PAYSAGER	7
2.1 ORGANISATION DU TRAVAIL ET DEMARCHE DE CREATION DE L'OUTIL.....	7
2.2 METHODOLOGIE D'ACQUISITION DES DONNEES.....	10
2.3 METHODOLOGIE D'APPLICATION DE L'OUTIL	13
2.4 METHODOLOGIE POUR LES ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT ET DE GESTION.....	38
3. TEST DE L'OUTIL ET RESULTATS	39
3.1 PRESENTATION DU PROJET ET DU SITE TEST	39
3.2 TEST DE L'OUTIL SUR 2 UNITES PAYSAGERES : RESULTATS ET PROPOSITION D' ACTIONS	43
4. LIMITES ET PERSPECTIVES.....	57
4.1 LIMITES DE L'OUTIL ET PRECONISATIONS	57
4.2 PERSPECTIVES	58
CONCLUSION	59
BIBLIOGRAPHIE	
TABLE DES ANNEXES	
TABLE DES FIGURES EN ANNEXES	
ANNEXES	

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'agence Biotope de Villefranche-de-Lauragais pour son accueil durant ces 6 mois de stage.

Merci à Matthieu de m'avoir encadrée et donné la possibilité de découvrir le travail en bureau d'études. Merci également pour la relecture de mon rapport de stage.

Merci infiniment à Kathleen, stagiaire en paysage, sans qui ce travail n'aurait pas été réalisé. Un immense merci pour ces splendides dessins et schémas illustrant ce rapport. J'ai vraiment apprécié cette collaboration. Un grand merci de m'avoir transmis quelques notions de paysage et donné l'envie de poursuivre mes études dans ce domaine l'an prochain.

Je souhaite ensuite remercier Stéphanie pour son implication, son suivi, ses conseils et son soutien tout au long de ce projet. Un immense merci pour la relecture de ce mémoire et ses remarques qui m'ont beaucoup aidée à finaliser ce rendu.

Je remercie par ailleurs Jérôme et Sébastien de m'avoir amenée sur le terrain à plusieurs reprises. Tous deux m'ont enseigné quelques bases naturalistes. J'exprime ma reconnaissance pour le temps passé à répondre à nos questions et à nous transmettre des données nécessaires à la mise en place de cet outil d'aide à la décision.

Merci à Simon, sur qui j'ai toujours pu compter pour obtenir de l'aide en SIG en cas de besoin.

Merci Maxime d'animer le bureau de façon joviale et de nous donner le sourire tout au long de la journée. Un merci particulier à Stéphane de m'avoir prêté son poste de travail en son absence.

Je remercie ensuite Aude de m'avoir permis de participer à la rédaction de plusieurs études et confié des missions sur le terrain. Ceci fut très enrichissant.

Merci à Emmanuelle avec qui il a été vraiment sympathique de partager les pauses repas et quelques moments de rigolade.

Je tiens également à remercier Marie-Juliette pour son attention et sa disponibilité à répondre à mes questions sur le fonctionnement administratif de l'entreprise.

Un grand merci au service informatique, auquel j'ai pu faire appel à plusieurs reprises.

Un immense merci à ma tutrice Marie-Reine de m'avoir suivie et conseillée tout au long de ce stage.

Je remercie enfin l'ENSAT et AgroParisTech de m'avoir permis d'effectuer ce stage de fin d'études.

Table des figures

Figure 1 : Schéma de l'organisation générale de Biotope	4
Figure 2 : Différentes étapes de la création de l'outil	8
Figure 3 : Différentes étapes d'application de l'outil	13
Figure 4 : Schéma bilan de la méthodologie d'application de l'outil	15
Figure 5 : Carte des entités géographiques du projet Grand Parc Garonne	40
Figure 6 : Carte des différents secteurs possibles pour les tests de l'outil	41
Figure 7 : Photographie de l'Île du Ramier à l'état actuel	41
Figure 8 : Schémas du découpage des différentes échelles étudiées.....	42
Figure 9 : Aperçu de la sous-unité paysagère 1 : vue sur la ripisylve de l'île du Ramier et la Garonne	43
Figure 10 : Graphiques radar du pré-diagnostic sur la sous-unité paysagère 1.....	44
Figure 11 : Géolocalisation des arbres à préserver le long de la ripisylve, sur la zone concernée par la construction de gradins.....	45
Figure 12 : Croquis des scenarii d'aménagement sur la sous-unité paysagère 1	46
Figure 13 : Croquis du scénario 1 d'aménagement de la sous-unité paysagère 1	47
Figure 14 : Croquis des scenarii d'aménagement 1Bis et 2 de la sous-unité paysagère 1	48
Figure 15 : Références de canopées artificielles	49
Figure 16 : Références de canopées artificielles	50
Figure 17 : Graphiques radar du pré-diagnostic et post-diagnostic sur la sous-unité paysagère 1..	52
Figure 18 : Aperçu de la sous-paysagère 2 : vue sur le parc des expositions de Toulouse)	53
Figure 19 : Aperçu de la sous-unité paysagère 2 : vue sur le parking du parc des expositions et sur la piscine Alfred Nakache à Toulouse)	53
Figure 20 : Graphiques radar du pré-diagnostic sur la sous-unité paysagère 2.....	53
Figure 21 : Graphiques radar du pré-diagnostic et post-diagnostic sur la sous-unité paysagère 2	56
Figure 22 : Schéma bilan de l'outil BIOLANDSC'HELP	59

Table des tableaux

Tableau 1 : Échelle d'équivalence entre la valeur de l'indicateur et son appréciation qualitative	16
Tableau 2 : Liste des indicateurs biodiversité	16
Tableau 3 : Grille de notation de l'indicateur « diversité des habitats »	17
Tableau 4 : Grille de notation de l'indicateur « diversité des strates végétales »	18
Tableau 5 : Grille de notation de l'indicateur « gestion »	20
Tableau 6 : Grille de notation de l'indicateur « diversité de l'avifaune »	21
Tableau 7 : Grille de notation de l'indicateur « continuité écologique »	23
Tableau 8 : Grille de points employée pour évaluer l'indicateur patrimonialité (Delzons, O., 2015)	24
Tableau 9 : Grille de notation de l'indicateur « patrimonialité »	25
Tableau 10 : Grille de notation de l'indicateur « espèces invasives »	25
Tableau 11 : Grille de notation du sous-indicateur « éclairage »	26
Tableau 12 : Grille de notation du sous-indicateur « interrelation vivant-architecture »	28
Tableau 13 : Grille de notation du paramètre « toitures végétalisées »	29
Tableau 14 : Grille de notation du paramètre « murs végétalisés »	30
Tableau 15 : Liste des indicateurs sociaux	30
Tableau 16 : Grille de notation du sous-indicateur « densité de bâti »	31
Tableau 17 : Grille de notation du sous-indicateur « imperméabilité »	32
Tableau 18 : Grille de notation de l'indicateur « dégradations »	32
Tableau 19 : Liste des catégories socioprofessionnelles utilisées pour le calcul de l'indicateur « diversité des usagers »	33
Tableau 20 : Grille de notation du sous-indicateur « catégories socioprofessionnelles »	33
Tableau 21 : Grille de notation de l'indicateur « accessibilité »	34
Tableau 22 : Grille de notation de l'indicateur « fréquentation »	35
Tableau 23 : Liste des catégories d'usages	35
Tableau 24 : Grille de notation de l'indicateur « diversité des usages »	36
Tableau 25 : Grille de notation de l'indicateur « perception »	37
Tableau 26 : Échelle d'évaluation de l'indicateur « sensibilisation à l'écologie »	38
Tableau 27 : Orientations d'action proposées pour chaque indicateur levier de la sous-unité paysagère 1	45
Tableau 28 : Orientations d'actions proposées pour chaque indicateur levier de la sous-unité paysagère 2	55

Acronymes et abréviations

AMO : Assistance à maîtrise d'ouvrage
BBC : Bâtiment basse consommation
CAUE : Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement
CBS : Coefficient de Biotope par surface
CD82 : Conseil départemental de Tarn-et-Garonne
CIBI : Conseil international biodiversité et immobilier
CR : Espèces en danger critique d'extinction pour la liste rouge nationale
DAISIE : Delivering alien invasive species inventories of Europe. Base de données européenne sur les invasions biologiques
DG : Directeur général
DGA : Directeur général d'agence
DHFF : Directive habitats faune flore
DI : Directeur international
DO : Directive oiseaux
EEE : Espèce exotique envahissante
EN : Espèces en danger d'extinction pour la liste rouge nationale
ENGREF : École nationale du génie rural, des eaux et des forêts
ENS : Espace naturel sensible
ERC : Éviter, Réduire, Compenser
ETD : Énergies et territoires développement
EUNIS : European union nature information system
GPS : Global positioning system
IEVU : Ingénierie des espaces végétalisés urbains
INPN : Inventaire national du patrimoine naturel
INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques
IPE : Indicateur de potentialité écologique
IQE : Indicateur de qualité environnementale
LPO : Ligue pour la protection des oiseaux
NT : Espèces quasi-menacées pour la liste rouge nationale
MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle
OGM : Organisme génétiquement modifié
ONG : Organisation non gouvernementale
PLU : Plan local d'urbanisme
QGIS : Logiciel SIG
R&D : Recherche et développement
SCOT : Schéma de cohérence territoriale
SIG : Système d'information géographique
SRCE : Schéma régional de cohérence écologique
TUS : Téléphérique urbain sud
UICN : Union internationale pour la conservation de la nature
VU : Espèces vulnérables pour la liste rouge nationale
ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique

Glossaire

BD TOPO® : description vectorielle 3D des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant du 1 : 2 000 au 1 : 50 000 (L'information grandeur nature, en ligne)

BD ORTHO® : image géographique du territoire national, la France vue du ciel (L'information grandeur nature, en ligne)

Biodiversité : Le terme biodiversité désigne la variabilité à toutes les échelles du vivant : diversité des écosystèmes, diversité des espèces, et diversité génétique au sein même des espèces. (Dictionnaire environnement, en ligne)

Chiroptérologues : Spécialiste des chauves-souris

Corridor écologique : Éléments linéaires du paysage, connectant plusieurs unités d'habitats naturelles ou semi-naturelles, facilitant le mouvement d'un ou plusieurs taxons, et jouent un rôle majeur dans le déplacement des espèces au sein du territoire (Hess, G.R., et Fisher, R.A., 2001).

Échantillon : Dans le cadre d'une enquête sociale, il s'agit d'une extraction de la population, présentant des caractéristiques définies par l'enquête, similaires à la population de référence, à partir duquel il sera possible de d'établir certaines généralisations. Bien que la validité d'une enquête repose sur le nombre de personnes interrogées, il n'est pas toujours possible de sonder de façon exhaustive la population. (Benyoucef, B., 2014)

Écotone : Zone de transition et de contact entre deux écosystèmes voisins, telle que la lisière d'une forêt, une roselière, etc. (Larousse, en ligne)

Entretien directif : Ce type d'entretien s'apparente à un questionnaire dont les questions sont transmises verbalement plutôt qu'à l'écrit. Celles-ci sont posées selon un protocole strict, fixé à l'avance. Il s'agit d'éviter que la personne interviewée ne sorte du cadre du questionnaire préparé. (Baumeier, E., 2016)

Espèce exotique envahissante : Ensemble des espèces allochtones dont l'introduction volontaire ou fortuite par l'homme, l'implantation ou encore la propagation représentent une menace pour les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, et induisent des effets néfastes sur le plan écologique, économique, et ou sanitaire. (Delzons, O., 2015)

Gestion différenciée : Mode de gestion consistant à adapter l'entretien des espaces verts à leurs caractéristiques et leurs usages, en appliquant le « bon entretien au bon endroit », tout en menant des pratiques respectueuses de l'environnement (Objectif zéro phyto, en ligne)

Gestion intégrée : mode de gestion de certaines activités qui intègre, dès la phase de conception, l'ensemble des facteurs écologiques, économiques et sociaux qui leur sont liés. (Notre-planète.info, en ligne)

Ichtyologues : Spécialiste des poissons

IPA : Indices ponctuels d'abondance

Malacologues : Spécialiste des mollusques

Service écosystémique : défini lors du Millenium Ecological Assessment comme « les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes sans avoir à agir pour les obtenir » (Union internationale pour la conservation de la nature - UICN, 2013).

INTRODUCTION

Pour finaliser ma formation d'ingénieur à l'École Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage d'une durée de 6 mois au sein du bureau d'études en environnement et urbanisme Biotope à Villefranche-de-Lauragais près de Toulouse. Souhaitant avoir une approche des fonctions de chef de projet et d'expert naturaliste, c'est avec un grand enthousiasme que j'ai intégré cette structure.

D'avantage tourné jusqu'à présent vers la réalisation de projets en milieu périurbain assez peu anthropisés, le bureau d'étude Biotope de Villefranche-de-Lauragais est conscient de la part de marché croissante liée à l'enjeu de préservation de la biodiversité en ville, et par conséquent de la nécessité grandissante d'expertise en ingénierie et conseil en matière d'écologie et de gestion des milieux urbains. L'agence se tourne de plus en plus vers des actions au cœur de la ville, se lançant pour la première fois cette année dans la certification environnementale de projets immobiliers, en charge de la labellisation BiodiverCity® de la future Tour Occitanie au cœur de Toulouse.

Afin de développer son activité en milieu urbain et périurbain, le bureau d'études a toutefois besoin d'une « mise à jour » des documents employés pour la réalisation de projets spécifiques au milieu urbain. C'est dans cette optique que je fus sollicitée pour ce stage. Dans un premier temps, ma mission a donc consisté à concevoir une série de fiches techniques, sur la thématique de la biodiversité en ville, destinées à être intégrées au volet mesures compensatoires de la séquence ERC (éviter-réduire-compenser) d'études d'impact. Le but de cette démarche est de proposer aux aménageurs un panel d'actions permettant de limiter les impacts générés sur la biodiversité. Durant ce stage, j'ai par ailleurs réalisé un travail opérationnel, exerçant un rôle d'assistant chef de projet en participant à différentes études. J'ai ainsi eu l'occasion de rédiger en partie certains rapports, afin d'aider les chefs de projets dans l'avancement de leurs rendus. J'ai également eu l'opportunité d'accompagner les experts naturalistes sur le terrain, afin d'apprendre le déroulement d'inventaires et de suivis faune-flore.

Suite à l'arrivée d'une stagiaire diplômée d'une école de paysage, poursuivant ses études à AgroParisTech en vue d'ajouter une dimension écologique à sa profession, nous avons décidé d'allier nos compétences au sein d'un projet commun. Nous avons alors pris l'initiative de mettre en relation nos deux sujets de stage à savoir : « la biodiversité en ville » et « le paysage dans l'aménagement du territoire : de l'esthétisme à la performance écologique », dans l'optique d'étudier les liens entre le paysage et la biodiversité dans les projets d'aménagement. Cette dernière mission constitue l'objet de ce mémoire. Ce stage a été exercé sous la tutelle du directeur d'agence M. Geng Mattieu mon maître de stage et Mme Cassar Stéphanie, chef de projet écologue portant un intérêt au développement de la thématique « nature en ville » au sein de l'agence.

Spécialisé en ingénierie écologique, Biotope est bien souvent sollicité lors des études règlementaires, une fois la phase de conception du projet achevée. De fait, peu de marge de manœuvre est alors permise pour proposer des mesures ou aménagements favorables à la biodiversité dans ces projets. Cet outil permettrait alors au bureau d'études de travailler dès l'amont des projets, en phase de conception avec le maître d'ouvrage et surtout les équipes de conception, composées d'architectes et de paysagistes. Le projet Grand Parc Garonne, sur lequel Biotope est en lien étroit avec l'équipe de conception dès le stade des études préliminaires, est en ce sens l'occasion idéale de mettre en application l'outil une fois créé.

Si l'interrelation entre la biodiversité et le paysage est aujourd'hui une évidence scientifique, celle-ci n'est bien souvent pas respectée dans la pratique. Or, il s'agit d'un élément essentiel à la création de villes durables. Comment renouer alors les liens entre écologie et paysage ? De quelle manière favoriser la collaboration de ces deux disciplines tout au long d'un projet d'aménagement ? Quelles actions mettre en place pour faciliter leur prise en considération conjointe, de manière à promouvoir à la fois la biodiversité et le bien être des habitants ? En d'autres termes : Comment aborder la biodiversité par une approche paysagère ? Telles sont les interrogations auxquelles nous avons tenté de répondre au travers de ce rapport.

Notre travail a abouti à la création d'un outil d'aide à la décision éco-paysager, que nous avons nommé BIOLANDSC'HELP, destiné aux projets d'aménagement, tant en milieu urbain qu'en milieu rural, agricole ou naturel. Pour présenter le fruit de notre réflexion, ce mémoire s'organisera de la façon suivante : Nous procéderons dans un premier temps à une brève présentation du bureau d'études Biotope ainsi qu'à une mise en contexte des problématiques évoquées précédemment. Nous entrerons ensuite dans le vif du sujet avec une partie matériel et méthode, dans laquelle nous présenterons la démarche employée et les réflexions menées pour créer l'outil, puis détaillerons ce dernier. Les résultats de la phase test *in situ* de l'outil seront par la suite explicités. Nous terminerons enfin par une discussion sur les limites de l'outil et réfléchirons aux perspectives d'un tel travail.

1. Présentation de Biotope et éléments de contexte

1.1 Présentation du bureau d'études Biotope

1.1.1 Domaines d'expertise de Biotope

La société Biotope est un bureau d'études et de conseil en ingénierie écologique et dans la gestion des milieux naturels. Créée en 1993, l'entreprise a pour vocation d'accompagner tout type de projet d'aménagement, de sa création à son exploitation, par l'application de méthodes de concertation, tout en faisant face aux contraintes réglementaires liées aux normes environnementales. La prise en compte des enjeux écologiques dans l'évolution de notre société dans le but de mettre en œuvre des solutions concrètes et efficaces en vue de préserver l'environnement est l'objectif majeur des travaux de Biotope. (Biotope, en ligne)

Pour ce faire, les activités du bureau d'études se concentrent autour de domaines : l'énergie, les transports, l'urbanisme, les loisirs, les villes durables, l'industrie extractive, la politique de l'eau et de la mer, la gestion et la valorisation de la nature, ou encore l'agriculture.

Celles-ci sont regroupées en quatre grandes catégories :

- **L'ingénierie écologique :**

Vise à optimiser l'intégration des aménagements (bâtiments, infrastructures de transports, etc.) et à limiter leurs effets sur la nature (les espèces, les habitats, les corridors écologiques, les paysages).

- **La gestion et la conservation de la nature :**

Activité d'aide des gestionnaires à la protection et à la valorisation de leurs espaces naturels (espaces verts, parcs naturels régionaux, zones Natura 2000, etc.) Pour cela, Biotope participe à la comptabilisation et au recensement des espèces, de leurs habitats et étudie leurs interactions.

- **Les expertises environnementales :**

Afin de mener à bien ces missions, le bureau d'études rassemble une équipe pluridisciplinaire composée d'écologues, hydrobiologistes, entomologistes, malacologues¹, ichtyologues², ornithologues, chiroptérologues, botanistes, paysagistes, etc.

- **La Recherche & Développement :**

En parallèle de ses activités de bureau d'études, Biotope se développe dans la communication et l'édition, afin d'allier expertise écologique et partage de connaissances. D'importants moyens de R&D sont par ailleurs à disposition de l'entreprise, lui permettant d'anticiper au mieux des évolutions sociétales. Le pôle R&D de Biotope permet le développement d'outils pour améliorer les connaissances des espèces (recensement, flux migratoires, ...) et limiter l'impact des aménagements. (Biotope, en ligne)

Les services du bureau d'études sont destinés aux entreprises, aux collectivités, aux services de l'État et aux organisations non gouvernementales (ONG). Il se décline en actions de conseil, d'études réglementaires, de formations et de communication. Parmi les prestations phares de Biotope figurent les études d'impact de projets d'aménagement, les inventaires naturalistes, ainsi que les plans de gestion. Les partenaires du bureau d'étude sont nombreux et diversifiés, allant des collectivités territoriales et services de l'État aux entreprises d'aménagement et développeurs éoliens. (Biotope, en ligne)

¹ Spécialiste des mollusques

² Spécialiste des poissons

Implantée sur l'ensemble du territoire national ainsi qu'à Madagascar, l'entreprise compte treize agences sur l'ensemble du territoire métropolitain et les départements d'outre-mer. Le bureau d'études réalise et soutient ainsi des projets et des actions sur les 6 continents et les 5 océans. Avec plus de 80 experts au sein des différentes antennes, et environ 230 collaborateurs (équivalent temps plein, ordre de grandeur d'après des chiffres d'août 2018), il s'agit du leader français des sociétés de conseils et expertise dans les domaines de l'écologie, du paysage, de la faune, de la flore et de l'environnement, et du N°1 européen de l'ingénierie écologique. Le découpage géographique adopté par Biotope assure une politique de proximité, permettant une meilleure maîtrise des enjeux locaux. (Biotope, en ligne)

1.1.2 Organisation générale des agences de Biotope

Le bureau d'études s'organise suivant différents pôles, en constante interaction les uns avec les autres. Chaque antenne compte un chef d'agence, des chefs de projets, ainsi que des experts naturalistes, le tout supervisé par la direction générale.

Le schéma ci-dessous (figure 1) présente l'organisation générale de Biotope, et illustre les interactions entre chaque pôle d'activités.

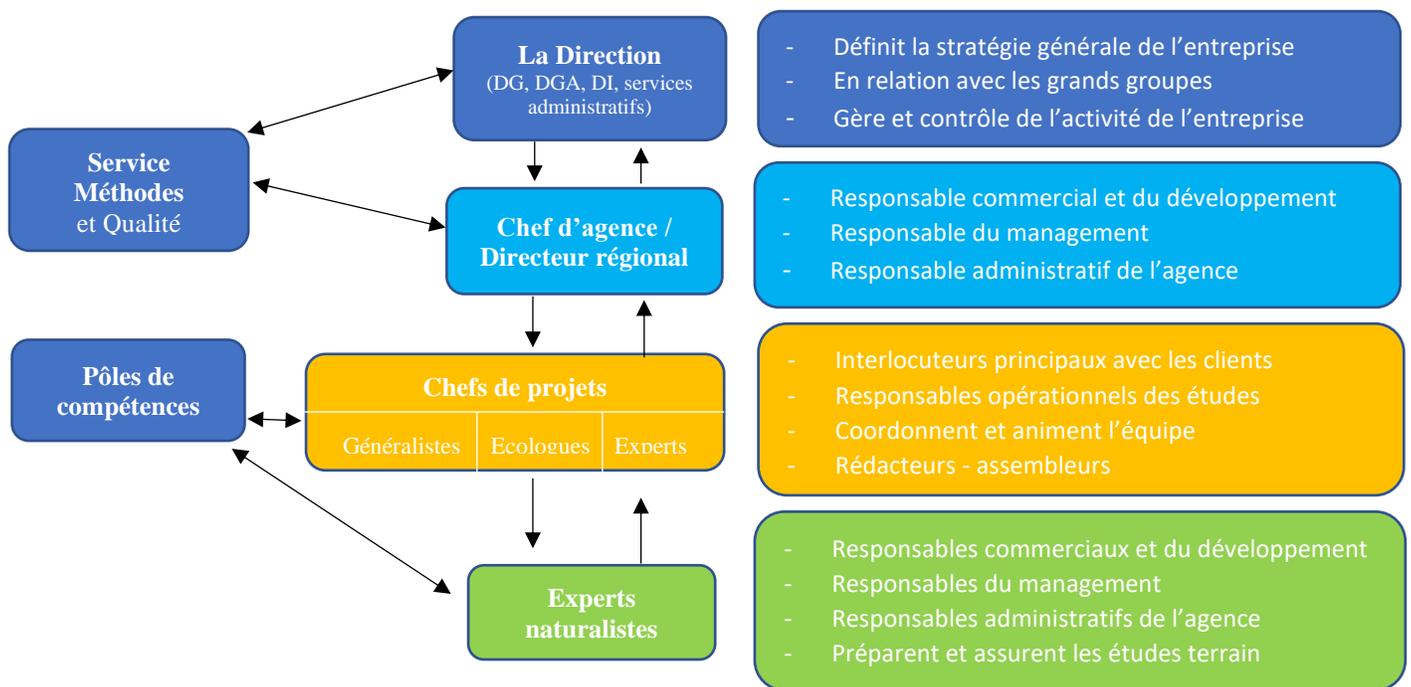


Figure 1 : Schéma de l'organisation générale de Biotope (Biotope, en ligne)

1.2 Biodiversité et paysage en milieu urbain : éléments de contexte

1.2.1 Biodiversité et paysage, notions indissociables

Comme le dit de façon très juste Michel Prieur dans son article *Paysage et biodiversité*, « Si le petit prince nous disait aujourd'hui : « dessine-moi un paysage ! », tout naturellement on dessinerait un paysage rural avec des arbres, des rivières, des fleurs, des oiseaux, des animaux, bref on traduirait la biodiversité. On ne dessinerait sûrement pas une étendue de maïs OGM ou une forêt de conifères. Si plus savant le petit

prince disait : « dessine-moi la biodiversité », on dessinerait le même paysage riche de sa diversité ». Le paysage est bien la restitution visuelle de la biodiversité, sa concrétisation pour l'homme. » Cette réflexion introduit l'idée d'un lien existant entre le paysage et la biodiversité. Bien plus qu'une dimension esthétique comme considéré historiquement dans le droit du paysage de 1906, le paysage traduit la relation sensible entre l'homme et la nature. (Prieur, M., 2008)

Le paysage est défini par sa double fonction : naturelle (lien avec la nature) et socio-culturelle (lien avec l'homme), toutes deux indissociables. En d'autres termes, le paysage est à la fois associé aux ressources naturelles et aux bénéfices de son public. La notion de biodiversité fait également partie intégrante de cette définition. Pour le sénateur Jean-François Le Grand, président du groupe sur la biodiversité au Grenelle de l'environnement, la biodiversité : « c'est une assurance-vie » ou une assurance « bien-être des populations » selon l'expression retenue par la Convention européenne du paysage. La biodiversité produit du paysage. Il s'agit d'un service écosystémique créé par la biodiversité à travers le bien être procuré aux hommes et les ressources du tourisme. Réciproquement, le paysage produit de la biodiversité. En effet, une biodiversité riche va normalement de pair avec une diversité paysagère. La biodiversité est donc un service rendu par le paysage. Ainsi, l'interdépendance entre biodiversité et paysage, fait de ce dernier un élément constitutif de la biodiversité. Cette définition permet d'aborder la biodiversité sous un nouvel angle. La stratégie nationale affirme à ce propos que « la prise en compte du paysage [confère une double vision à la question de la biodiversité] : fonction[nelle] en tenant compte des dynamiques d'évolution et des échanges qui se développent à l'échelle des territoires ; et culturel[le], tenant compte de la diversité des valeurs que chaque personne ou chaque groupe social attribue au vivant ». (Prieur, M., 2008)

Toutefois, le caractère indissociable de ces 2 notions n'est pas traduit sur le plan juridique, pour lequel il s'agit aujourd'hui encore loin d'être une évidence. La vision naturaliste du paysage et sa vision culturelle et urbanistique sont longtemps restées dissociées. Le paysage est bien souvent réduit à sa valeur esthétique, destiné à n'être qu'une « cerise sur le gâteau » embellissant l'espace. Le lien entre écologie et paysage est rétabli dans la Stratégie nationale française pour la biodiversité de 1994. Celle-ci mentionne le paysage comme composante de la biodiversité (p. 23), et précise qu'« il n'y a pas de type de paysage idéal pour la biodiversité. En particulier il n'y a pas de relation entre beauté du paysage et sa valeur en termes de biodiversité... Il faut avant tout de la diversité des paysages ». La Convention de Florence de 2000 sur le paysage, met également en avant la relation entre ces 2 notions, par un champ d'application couvrant tous types de territoires et ne se limitant pas aux paysages exceptionnels. Les liens entre biodiversité et paysage sont de ce fait à considérer non seulement dans les espaces riches en biodiversité, mais également dans les espaces appauvris tels que des paysages ordinaires ou dégradés. Le souci de paysages urbains est à ce titre un moyen de valoriser la biodiversité en ville. (Prieur, M., 2008)

Afin de mieux cerner les besoins de préserver la biodiversité en ville et de comprendre les enjeux qu'un tel objectif représente, une contextualisation de la biodiversité en milieu urbain est nécessaire.

1.2.2 Etat des lieux sur la nature en ville

La ville est « un écosystème dont les êtres humains sont l'espèce clé de voûte et dont l'environnement bâti constitue l'élément dominant, contrôlant l'écosystème physique » (World Resources Institute 2007, MacGregor-Fors 2011, cité par Chiron, F., 2019 dans le cadre du cours d'écologie urbaine de la spécialisation ingénierie des espaces végétalisés urbains d'AgroParisTech). Offrant une large variété d'habitats hétérogènes, au sein de milieux divers (chênaies, végétation aquatique, pieds d'arbre, jardinières, prairies, pelouses urbaines...), les villes sont contrairement aux idées reçues, loin d'être des déserts écologiques. (Muratet et al. 2008, cité par Chiron, F., 2019) Permettant des opportunités écologiques variées,

celles-ci accueillent une biodiversité riche, mais méconnue. Le milieu urbain est toutefois sujet à de nombreuses contraintes : pollutions multiples (chimiques, olfactives, sonores, lumineuses), empreinte écologique importante (utilisation massive de ressources, accompagnée du rejet d'une grande quantité de déchets), renouvellement élevé, îlot de chaleur, artificialisation des sols, fréquentation humaine, introduction d'espèces exotiques envahissantes, etc. (Estrada et al. 2017, cité par Chiron, F., 2019)

Or, ceci n'est pas sans conséquences sur les écosystèmes, et perturbe les cycles biologiques et écologiques. La période de croissance des plantes est par exemple rallongée, les ressources en insectes sont plus précoces, la migration est altérée, tandis que des retards climatiques voient le jour. Les villes sont également caractérisées par une superficie d'habitats réduite pour les espèces, et d'importantes discontinuités, générées par une perte d'habitats ou par effet barrière. Les populations se retrouvent alors isolées les unes des autres, et inégalement réparties au sein des villes. Du fait de la fragmentation des habitats, seules les espèces les plus mobiles parviennent à se maintenir. Certaines fonctions écologiques se retrouvent par conséquent amoindries, telle que la pollinisation. (Pellissier et al. 2012, *Acta Oecologica*, cité par Chiron, F., 2019)

La présence ou l'absence d'une espèce en milieu urbain sont liées à sa capacité à s'adapter aux spécificités des habitats urbains. Ainsi, les espèces sont divisées en deux catégories, en fonction de leurs exigences en termes d'habitats : les généralistes, capables de s'adapter à une large gamme de milieux, et les spécialistes, manifestant une préférence plus ou moins marquée pour un certain type de milieu. Les espèces présentes en ville sont majoritairement des espèces généralistes, ou spécialistes de milieu urbain. Il en résulte une homogénéisation biotique, c'est-à-dire, une réduction de la diversité taxonomique, fonctionnelle et évolutive. L'effet se fait ressentir au-delà des espèces, par une perte d'interactions, moins bonne résilience et plus faible adaptation au changement des écosystèmes. Il est ainsi important que les modes de gestion et d'aménagement s'impliquent dans la restauration de l'hétérogénéité des habitats au sein des villes. (D'après le cours de Chiron, F., 2019)

1.2.3 Vers un retour de la nature en ville

Depuis 2008, plus de la moitié de la population mondiale vit en ville. Or, les villes croissent en moyenne deux fois plus vite que leur nombre d'habitants. (Seto et al. 2012 ; Angel et al. 2005, cité par Chiron, F., 2019) Un nombre croissant de citoyens se sent par conséquent concerné par les enjeux de la nature en ville. Les objectifs relatifs à cette thématique évoluent, passant d'une ambition de connaissance (en 1980), à celle de conservation (dans les années 1990 - 2000). Depuis 2015, l'accent est mis sur la notion de service écosystémique, définie lors du Millenium Ecological Assessment comme « les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes sans avoir à agir pour les obtenir ». Il s'agit par exemple de l'épuration de l'air, de l'eau, du sol, la réduction de l'effet de chaleur urbain, l'offre de loisirs, la transmission de valeurs éducatives, esthétiques, sociales, etc. (Union internationale pour la conservation de la nature - UICN, 2013)

Au cours du XX^{ème} siècle, la surface « verte » a augmenté au sein des villes. En Europe, les villes comptent en moyenne 18% de verdure (abondance variant de 2 à 46% suivant les villes) (Fuller et al. 2009, cité par Chiron, F., 2019). Au cœur des préoccupations actuelles, la préservation de la biodiversité s'impose progressivement comme une priorité internationale depuis une vingtaine d'années, donnant lieu à de nouveaux types d'aménagements, plus respectueux de l'environnement. Les pratiques de gestion des espaces verts évoluent ainsi, impliquant une « qualité écologique » accrue, et offrant des opportunités pour davantage d'interactions écologiques. L'agriculture, la gestion de l'eau, l'organisation des continuités écologiques pour la circulation des espèces, ou encore la préservation des paysages et des habitats adaptés

pour la faune et la flore, sont autant de domaines impliqués dans l'adoption et l'expérimentation ces pratiques. (Énergies et territoires développement - ETD, 2010)

En tant que « filtre environnemental », l'aménagement urbain constitue la clef d'une réflexion sur la planification urbaine. Les démarches de restauration de la nature en ville sont à présent des axes majeurs des nouvelles stratégies urbaines et territoriales. Le phénomène de ville durable émerge, à travers le redéploiement de la nature au sein des quartiers et de la vie des habitants. (ETD, 2010)

Un nombre croissant d'aménageurs se tourne par ailleurs vers l'écoconstruction. Les bâtiments écologiques et les projets d'urbanisme durables sont de plus en plus fréquents : de nombreux écoquartiers et bâtiments basse consommation (BBC) voient également le jour, tandis que les labellisations environnementales sont de plus en plus abondantes. Des opportunités d'accroître la biodiversité en ville sont également offertes par les documents d'urbanisme (schémas de cohérence territoriale - SCOT, schémas régionaux de cohérence écologique - SRCE, plans locaux d'urbanisme - PLU, Agenda 21, trames vertes et bleues...), par une gestion écologique des espaces verts (gestion différenciée, zéro phyto...) ou encore par des outils tels que les certifications environnementales et les exigences réglementaires (diagnostics environnementaux...) pratiqués par diverses structures telles que le bureau d'études Biotopie. (Ligue pour la protection des oiseaux – LPO, Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement - CAUE Isère, 2012)

Des réflexions croissantes sur cette thématique sont à l'origine de la création de nouveaux outils visant à promouvoir l'intégration de la dimension écologique dans les projets d'aménagement, tel que le travail de recherche présenté ici.

2. Matériel et méthode : Création d'un outil d'aide à la décision éco-paysager

2.1 Organisation du travail et démarche de création de l'outil

2.1.1 Organisation du travail

Afin de mener à bien la création de l'outil, notre travail s'est organisé de la façon suivante : Une répartition du travail s'est tout d'abord révélée nécessaire. Pour les recherches bibliographiques, nous nous sommes réparti les documents à examiner, puis restitué l'essentiel des informations récoltées. Cette création résulte d'un travail en binôme, aux réflexions validées par notre partenaire à chaque étape. Le travail de Biotopie a simplement consisté à nous aiguiller de temps à autre, répondre à certaines de nos questions ainsi qu'à nous fournir des documents utiles à la création et à la mise en application de l'outil. Pour ce qui est du partage des tâches, je me suis occupée de la rédaction de fiches actions (objet initial de mon stage). Celles-ci sont au nombre de 10, listées en annexe 14. Je me suis également occupée de la création de l'outil informatique sous forme de tableur Excel, ce qui a nécessité une phase de conception assez conséquente. Davantage spécialisée dans le domaine de l'écologie, je me suis plus focalisée sur les indicateurs biodiversité, et la rédaction de leurs méthodologies. La création des fiches terrain (pour les inventaires complémentaires et l'enquête sociale) ainsi que leur mise en application se sont effectuées de manière commune. Spécialisée dans le paysage, Kathleen a davantage axé son travail sur les aspects sociaux de notre méthodologie et la réalisation des différents visuels illustrant ce rapport (schémas, croquis, références de projets...), étape artistique tout aussi chronophage.

2.1.2 Objectifs et cadre d'application de l'outil

Avant de mettre en place l'outil, nous avons réfléchi aux objectifs auxquels une telle démarche doit répondre, ainsi qu'à son contexte d'application. Pour rappel, il s'agit de créer une aide à la décision permettant d'améliorer la prise en compte des interactions entre la biodiversité et le social lors de projets d'aménagement, en vue de préserver la biodiversité d'un milieu sans en impacter sa valeur sociale. À travers ce dispositif, nous souhaitons créer un langage commun permettant aux différents partenaires d'un projet de répondre aux mêmes enjeux, grâce à une réflexion collective lors de la phase de conception.

Pour ce faire, une analyse bidimensionnelle (écologique et sociale) d'un site est requise, donnant suite à une série de mesures et d'orientations d'aménagement ou de gestion. L'utilisation d'un outil standardisé pour réaliser une telle analyse permet par ailleurs la réalisation de diagnostics comparables, dans un intérêt de hiérarchisation des enjeux de biodiversité et sociaux sur de nombreux sites.

Les lieux à aménager représentent un enjeu en termes de préservation de la biodiversité. Il est essentiel de limiter les impacts sur cette dernière, et de conserver les fonctions écologiques suite aux projets d'aménagement. Dans la majeure partie du temps, destinés à être fréquentés par du public, il paraît naturel d'inclure la dimension sociale dans cette analyse. Les effets du social sont souvent considérés comme négatifs pour la biodiversité, source de diverses dégradations (fréquentation, déchets...). Évaluer ces dimensions sur un même pied d'égalité permet alors d'anticiper et de réduire les effets néfastes sur l'environnement dès la phase de conception d'un projet. Toutefois, cette pratique n'est pas chose commune. Spécialisé en ingénierie écologique et gestion des milieux naturels, les études sociales ne font souvent pas partie de la commande de Biotope (absentes du volet faune et flore des études règlementaires). Seuls les plans de gestion et études d'impacts complètes incluent la dimension sociale. Cependant cela n'est pas systématique car non demandé par la réglementation et jugé difficile à vendre. Nous souhaitons ainsi à travers cet outil innovant, montrer qu'il s'agit de 2 notions indissociables, et que cette double prise en considération, incluant une interrogation des usagers du site à aménager est indispensable à la réalisation de tout projet.

La valorisation du lien entre social et biodiversité passe par ailleurs par la sensibilisation de la population à l'écologie. Impliquer les utilisateurs du site dans cette analyse est selon nous un moyen d'encourager l'intérêt et l'attention portée à l'écologie, dans l'espoir de la préserver.

Il est enfin essentiel que l'outil créé soit opérationnel, facile d'utilisation, et produise une représentation visuelle des résultats assez parlante et compréhensible par tous, de façon à être utilisé comme moyen de communication auprès des élus.

2.1.3 Présentation de la démarche de création de l'outil

Pour parvenir à ces objectifs, notre démarche pour créer cet outil s'est divisée en différentes étapes, listées sur la figure 2.

ÉTAPES DE CRÉATION DE L'OUTIL

- ① Recherches bibliographiques
- ② Réflexion sur la « forme » de l'outil et sur son mode de représentation
- ③ Définition d'indicateurs éco-paysagers
- ④ Création d'un tableur Excel
- ⑤ Test de l'outil sur le terrain
- ⑥ Ajustement de certains points de la méthodologie

① Recherches bibliographiques :

Nous avons tout d'abord réalisé des recherches bibliographiques afin de connaître les différentes méthodes d'évaluation écologiques et sociales qui existent. Nous avons alors opté pour l'utilisation d'une série d'indicateurs éco-paysagers pour l'analyse bidimensionnelle des sites.

② Réflexion sur la « forme de l'outil et son mode de représentation :

Une fois ce travail accompli, nous avons réfléchi à la forme que pourrait prendre cet outil, c'est-à-dire à la façon de calculer de manière automatisée les indicateurs et de représenter graphiquement les résultats. L'utilisation d'un diagramme radar nous a paru particulièrement adaptée, permettant une vision globale des valeurs de l'ensemble des indicateurs, et d'identifier aisément ceux nécessitant d'être réhaussés.

③ Définition d'indicateurs éco-paysagers :

Notre travail a ensuite consisté à définir une méthode de calcul et à établir un protocole pour chacun des indicateurs.

④ Création d'un tableur Excel :

L'étape suivante a consisté à concevoir un outil informatique sous la forme d'un tableur Excel, afin d'automatiser le procédé et de faciliter la tâche de l'utilisateur. Le guide d'utilisation de ce tableur est présenté en annexe 12.

⑤ Test de l'outil sur le terrain :

Avant de rendre la méthodologie applicable à d'autres projets, celle-ci a été soumise à une phase de tests *in situ*, sur un projet sur lequel travaille le bureau d'études Biotope.

⑥ Ajustement de certains points méthodologiques :

L'ajustement de certains points de la méthodologie c'est enfin révélé nécessaire suite aux tests sur le terrain.

2.1.4 Choix des indicateurs et méthodologies d'appui

Le choix des indicateurs à la base de cet outil s'est fondé sur un travail de recherches bibliographiques, orienté par le dire d'experts naturalistes du bureau d'études, et ajusté par les résultats obtenus suite à la phase de test *in situ*. Les indicateurs doivent être assez simples à mettre en œuvre, fournir un résultat facile à interpréter, tout en prenant en compte la complexité et les différentes facettes éco-paysagères du secteur. Les méthodes d'évaluation des indicateurs retenues sont donc celles qui présentent à la fois le plus de pertinence informative, et qui s'avèrent les plus simples à évaluer à partir des observations de terrain.

Afin de définir une liste d'indicateurs de biodiversité, nous avons étudié un certain nombre de méthodologies. Parmi-elles figurent l'outil d'évaluation du potentiel biodiversité « Biodi(v)strict[®] », mis en place par Urbalia (Urbalia, en ligne et YouTube, en ligne), la méthode d'évaluation de la biodiversité dans les écoquartiers de Plante et Cité (Faure *et al.*, 2016) ou encore le *Guide descriptif Label BiodiverCity[®]* (Conseil international biodiversité et immobilier - CIBI, 2015). Ces méthodes n'ont toutefois pas été retenues pour définir nos indicateurs pour plusieurs raisons :

- La non-disponibilité du détail des protocoles et des modes de calcul (comme c'est le cas pour l'outil Biodi(v)strict) ;
- Un calcul des indicateurs parfois basé sur des données non-chiffrées (comme c'est le cas pour certains indicateurs de la méthode de Plante & Cité et de la labellisation BiodiverCity®) ;
- Ou encore la non-possibilité d'appliquer les indicateurs dans le cadre de notre travail, en raison de leur spécificité à un certain milieu (exemple BiodiverCity® spécifique au bâti).

Les indicateurs de biodiversité retenus s'appuient sur les méthodologies suivantes :

- La *Méthode de détermination des indicateurs de qualité écologique (IQE) et de potentialité écologique (IPE)* mise en place par le Muséum national d'Histoire naturelle. L'IQE est une méthode d'évaluation et de suivi de la qualité écologique d'un milieu reposant sur un inventaire de terrain relativement complet (en 6 jours), tandis que l'IPE est un outil de prédiagnostic des enjeux de biodiversité d'un site, se basant sur un temps d'inventaire réduit (en 1 jour). Il faut noter qu'une journée d'inventaire représente un minimum de 6 heures de présence sur le site, et peut aller jusqu'à 9 heures pour des sites plus vastes, plus variés ou accidentés (Delzons, O., 2015) ;
- La *Méthode nationale d'évaluation des zones humides* (Gayet, G., et al., 2016). L'objectif de cette méthode est de proposer une évaluation des fonctions associées aux zones humides, applicable tout au long des phases de conception puis de réalisation d'un projet et conduisant au choix de mesures « éviter, réduire, compenser » pertinentes.

La méthodologie employée pour le calcul de certains indicateurs de biodiversité n'est pas tirée de méthodes existantes. Nous les avons créés puis testés lors de la phase test *in situ* sur l'île du Ramier. Cette phase test est d'autant plus importante pour ces indicateurs, et pourrait aboutir à une modification des paramètres à la base de leur évaluation.

Pour ce qui est des indicateurs sociaux, nous avons étudié les méthodologies expérimentées dans le domaine de la Sociotopie à travers le *Manuel des Sociotopes* dans le cadre du schéma de cohérence territoriale du Pays de Lorient. Il s'agit d'une étude réalisée sur la ville de Stockholm sur la manière dont les habitants fréquentent au quotidien les différents espaces publics de leur ville (Bureau de l'urbanisme de la ville de Stockholm, 2012).

2.2 Méthodologie d'acquisition des données

Pour acquérir l'ensemble des informations nécessaires au calcul des indicateurs, 3 sources de données sont à mobiliser, possédant chacune leur propre protocole :

- Les inventaires naturalistes effectués par Biotope sur le site étudié ;
- Des inventaires complémentaires mesurant certains points non identifiés dans les inventaires habituels du bureau d'études ;
- Et enfin, une enquête sociale réalisée sur le terrain.

L'ensemble de ces données peut également être complété par un travail bibliographique.

2.2.1 Inventaires naturalistes de Biotope

Le travail d'inventaire faune-flore est une étape indispensable pour la récupération des données relatives à l'écologie sur le site. Le calcul de certains indicateurs biodiversité fait en partie appel à des données fournies par un diagnostic écologique réalisé par un bureau d'études tel que Biotope. Les inventaires constituant ce dernier peuvent varier en méthode et en pression en raison de plusieurs paramètres tels que la surface du site, les habitats naturels étudiés, les exigences du client ou encore les objectifs de ces

inventaires. Il a pour cela été nécessaire de choisir des indicateurs biodiversité tenant compte de la variabilité des données disponibles. Dans ce rapport, nous ne nous sommes pas focalisées sur l'explication détaillée des inventaires réalisés par Biotope. Nous nous sommes plutôt concentrées sur la création de protocoles d'inventaires écologiques complémentaires (cf. fiche terrain en annexe 8) et de récolte de données sociales (cf. enquête sociale détaillée en annexe 9).

2.2.2 Inventaires complémentaires

Les inventaires écologiques complémentaires à ceux de Biotope sont réalisés au cours d'une visite du site, d'environ 3 heures par sous unité paysagère. Cette durée peut paraître insuffisante. Il est toutefois important de garder en tête qu'il ne s'agit pas ici de procéder à un état initial complet, mais d'apporter des renseignements supplémentaires aux inventaires faune-flore du Bureau d'études. Afin d'étudier celui-ci en intégralité, le parcours approximatif à effectuer peut être repéré sur une carte au préalable afin faciliter le terrain et veiller à ne pas omettre certaines zones. Des fiches d'inventaire ont été créées de manière à faciliter le relevé des données sur le terrain puis leur report sur le tableur Excel. Ces fiches s'organisent en trois parties : les informations générales relatives à l'inventaire, les informations concernant la sous-unité paysagère étudiée ainsi que l'unité paysagère à laquelle elle appartient, et enfin les informations relatives aux indicateurs biodiversité puis sociaux, précisant pour chacun d'eux les données qui nécessitent une observation et un relevé. La fiche terrain est présentée sur l'annexe 8.

Pour procéder aux inventaires complémentaires, le matériel à prévoir est le suivant :

- Un appareil photo, de façon à photographier divers éléments jugés intéressants ou utiles tels que les éventuelles dégradations, les modes de gestion, etc. Photographier les différents secteurs de l'unité paysagère sera ensuite utile à l'élaboration de *scénarii* pour proposer des orientations locales une fois les résultats de l'analyse éco-paysagère obtenus ;
- Une carte des unités et sous-unités paysagères, de façon à connaître les délimitations des différentes entités à inventorier. Sur cette carte peut être tracé le parcours à suivre lors de l'inventaire ;
- Un GPS afin de géolocaliser certains éléments sur le site ;
- Un mètre pour mesurer certains éléments sur le terrain ;
- Au moins un exemplaire de fiche terrain par unité paysagère ;
- Ainsi que de quoi écrire pour compléter les fiches terrain.

2.2.3 Enquête sociale

Afin d'obtenir certaines informations impliquant l'interrogation d'usagers du site étudié, une enquête qualitative sous forme d'entretiens directs a été mise en place. Ce type d'enquête visant à étudier des phénomènes de société, des comportements, et à mesurer des attitudes ou encore des opinions nous a paru le plus adapté. Les entretiens semi-directifs s'apparentent à un questionnaire dont les questions sont transmises verbalement plutôt qu'à l'écrit, selon un protocole strict, fixé à l'avance. Il s'agit d'éviter que la personne interviewée ne sorte du cadre du questionnaire préparé (Baumeier, E., 2016). Nous n'avons pas souhaité procéder par sondage, préférant un échange direct avec la population, et obtenir des résultats rapidement. De plus, ce mode d'enquête ne permettait pas de restreindre le questionnaire aux usagers du site étudié (Benyoucef, B., 2014).

Chacune des questions du questionnaire a été conçue de manière à répondre à un certain objectif, détaillé dans l'enquête sociale (cf. annexe 9). L'objet ou les éléments d'objet à observer (comportements, opinions,

perceptions, espaces, relations ou pratiques sociales, etc.) sont également précisés pour chacune des questions. (Benyoucef, B., 2014)

Les limites de l'aire spatiale dans laquelle est établie la population enquêtée sont celles de l'unité paysagère. Il serait dans l'idéal nécessaire d'effectuer une enquête sur chacun des secteurs composant l'unité paysagère. Ceci demanderait cependant beaucoup trop de temps pour être appliqué et respecté dans la pratique. Afin d'obtenir une vision d'ensemble de l'unité paysagère, et représentative des sous-unités qui la composent, il est nécessaire de se déplacer régulièrement lors de l'enquête, de façon à interroger des personnes présentes sur le site dans sa globalité. Le fait que les personnes interrogées ne soient pas des éléments fixes, propres à l'unité paysagère (à la différence des éléments mesurés lors des inventaires Biotopes et inventaires complémentaires) conforte la non obligation de se restreindre à un secteur. La note des indicateurs basés sur cette enquête sera de ce fait identique sur chacun des secteurs appartenant à la même unité paysagère.

La population visée dans le cadre de notre enquête est constituée de l'ensemble des usagers du site, qu'il s'agisse d'habitues ou de passagers occasionnels voir exceptionnels. Les personnes sont interrogées de façon individuelle (et non sous forme de focus groupe), de manière à obtenir des renseignements précis sur les habitudes et préférences de chacun.

Un autre point essentiel à prendre en compte est la durée de l'enquête. Celle-ci doit être la même pour chacune des sessions réalisées. Dans le cadre de notre expérimentation, nous sommes restées environ 1h sur une unité paysagère d'environ 15 hectares, effectuant un total de 11 enquêtes. Il faut compter environ 5 minutes par personne interrogée. Un unique passage sur site est toutefois insuffisant. Il serait nécessaire de réaliser l'enquête sociale en 3 demi-journées sur chacune des unités paysagères, soit l'équivalent de 1,5 jour par unité paysagère.

Afin d'obtenir des informations représentatives des usagers du site étudié, il est important de respecter certains principes d'échantillonnage. Un échantillon est une extraction de la population, présentant des caractéristiques définies par l'enquête, similaires à la population de référence, à partir duquel il sera possible d'établir certaines généralisations (Benyoucef, B., 2014). Bien que la validité d'une enquête repose sur le nombre de personnes interrogées, il n'est pas toujours possible de sonder de façon exhaustive la population. C'est pourquoi la construction d'un échantillon réduit de cette population, apte à rendre compte de la tendance globale et à exprimer une opinion représentative sans biaiser l'enquête est essentiel.

En règle générale, plus la population est grande, plus l'échantillon doit être grand. Il ne s'agit toutefois pas d'une fonction linéaire, car à partir d'un certain seuil, la taille de l'échantillon n'exerce plus d'influence sur la précision des résultats. Il faudrait donc dans l'idéal déterminer ce seuil de personnes à interroger. Il existe pour cela des tables et des logiciels permettant d'aider à calculer la taille de l'échantillon (Benyoucef, B., 2014). De plus, la prise en compte des coûts générés par cette enquête ainsi que les conditions de faisabilité sont des paramètres fondamentaux, dont il ne faut pas omettre dans la détermination de l'échantillon.

Dans le cadre de cette méthodologie d'enquête sociale, nous avons opté pour un échantillonnage non probabiliste ou empirique. Ce procédé consiste à recruter les personnes interrogées directement sur le terrain, en procédant de façon accidentelle ou volontaire. Cette construction part de l'hypothèse que la distribution des caractéristiques de la population est répartie de façon homogène au sein de celle-ci. Cette méthode a pour avantages sa rapidité, son coût réduit, et nul besoin d'une base de sondage sous forme de liste. Celle-ci donne lieu à plusieurs types d'échantillons. Le procédé par quotas (mode de fonctionnement

le plus répandu, largement utilisé par les instituts de sondages) a été retenu pour notre enquête. Ce dernier est fondé sur une reproduction fidèle des caractéristiques de la population mère à partir de données statistiques. Il s'agit de construire l'échantillon possédant les mêmes la même distribution de certaines variables contrôlées (telles que l'âge, le genre, le revenu...), considérant que le respect de la distribution de ces variables permet d'obtenir une représentation fidèle quant à la distribution des autres variables de l'enquête. Ainsi, si la population que l'on souhaite sonder est composée de 40% d'hommes et 60% de femmes, entre 30 et 50 ans, il faut reproduire ces proportions au niveau de l'échantillon (Benyoucef, B., 2014).

2.3 Méthodologie d'application de l'outil

2.3.1 Présentation synthétique de l'outil

Une fois l'outil créé, son application requiert elle aussi de suivre une certaine démarche, dont les étapes sont listées sur le schéma suivant (cf. figure 3) puis explicitées.

ÉTAPES D'APPLICATION DE L'OUTIL

- ① Projet d'aménagement, définition du site d'étude
- ② Appropriation des données disponibles & recherches bibliographiques
- ③ Découpage du site en unités paysagères
- ④ Inventaires écologiques et enquête sociale
- ⑤ Pré-diagnostic : application de l'outil à l'état initial et à la phase PRO
- ⑥ Analyse des résultats
- ⑦ Proposition d'actions : orientations générales et locales
- ⑧ Post-diagnostic : application de l'outil sur les orientations

Figure 3 : Différentes étapes d'application de l'outil (Hivernat, J., 2019)

① Projet d'aménagement, définition du site d'étude :

L'outil est employé dans le cadre d'un aménagement. L'emprise du projet constituera l'aire d'étude.

② Appropriation des données disponibles et recherches bibliographiques :

Il est dans un premier temps important de réaliser un travail bibliographique général, afin de prendre connaissance des différents travaux réalisés au préalable sur le territoire étudié. Un second travail consiste à rassembler l'ensemble des données relatives aux études déjà effectuées sur le site : inventaires naturalistes faune-flore, analyses paysagères ou encore études sociologiques. Ce travail permet d'éviter de récolter des informations inutilement sur le terrain si celles-ci ont déjà été recensées.

③ Découpage du site en unités paysagères :

Le territoire étudié nécessite ensuite d'être divisé en unités et sous-unités paysagères, afin de définir des secteurs d'analyse homogènes en termes de superficie et en termes de « contenu ». Ce que nous appelons ici contenu fait référence aux composantes paysagères, c'est-à-dire à la fois les habitats naturels, les constructions, et les usages de cet espace. Cette classification paysagère peut s'appuyer sur des analyses et diagnostics déjà réalisés en amont. Le but de cette homogénéisation des sites d'étude est de pouvoir

appliquer notre outil à chacun de ces secteurs. Pour cela, il est essentiel que la taille des sous-unités paysagères corresponde à la taille moyenne des sites où l'on peut appliquer la méthode nationale d'évaluation de la fonction des zones humides, sur laquelle se base l'évaluation de certains indicateurs de biodiversité. Les sous-unités paysagères doivent ainsi avoir une taille moyenne comprise entre 5 et 10 hectares.

④ Inventaires écologiques et enquête sociale :

L'étape suivante consiste en des inventaires complémentaires à ceux réalisés par un bureau d'étude tel que Biotope, et la réalisation d'une enquête sociale. Ceci est effectué sur chacune des sous-unités paysagères sur lesquelles est appliqué l'outil. Le protocole des inventaires complémentaires et le détail de l'enquête sociale sont présentés en annexes (cf. annexes 8 et 9).

⑤ Pré-diagnostic : application de l'outil à l'état initial et à la phase PRO :

Suite à cela, l'évaluation des indicateurs est réalisée sur chacune des sous-unités paysagères à l'aide du tableur Excel. L'outil est appliqué dans un premier temps sur l'état initial du projet et sur la phase PRO du projet d'aménagement (phase de conception), ce qui constitue le pré-diagnostic. L'application à ces 2 phases permet de cerner les effets potentiels du projet sur les fonctions paysagères (écologiques et sociales).

⑥ Analyse des résultats :

L'étape suivante consiste en une analyse comparative des résultats (graphiques radar) obtenus lors du pré-diagnostic, visant à identifier les « indicateurs leviers », c'est-à-dire ceux sur lesquels cibler les orientations d'aménagement et de gestion.

⑦ Proposition d'actions :

Des améliorations seront ensuite proposées à un niveau local (sous forme de *scénarii*) et plus général (sous forme de fiches actions).

⑧ Post-diagnostic : application de l'outil sur les orientations :

Une dernière application de l'outil est enfin effectuée suite aux orientations d'aménagement et de gestion. Cette étape constitue le post-diagnostic.

Le temps requis pour l'application de l'outil est estimé à 9,5 jours par sous-unité paysagère. L'annexe 15 donne le détail du temps à prévoir pour chacune de ces étapes. Cette durée peut paraître conséquente étant donné la faible superficie que représente une sous-unité paysagère. Il ne faut toutefois pas oublier que ces étapes ne comprennent pas uniquement un état des lieux socio-écologique du site, mais incluent également une réflexion sur la conception, les aménagements, et les modes de gestion qui pourront être appliqués à ce dernier.

Le schéma suivant (figure 4), illustrant les différentes étapes qui la composent l'outil. Chacune de ces étapes seront plus amplement détaillées dans la suite de ce rapport.

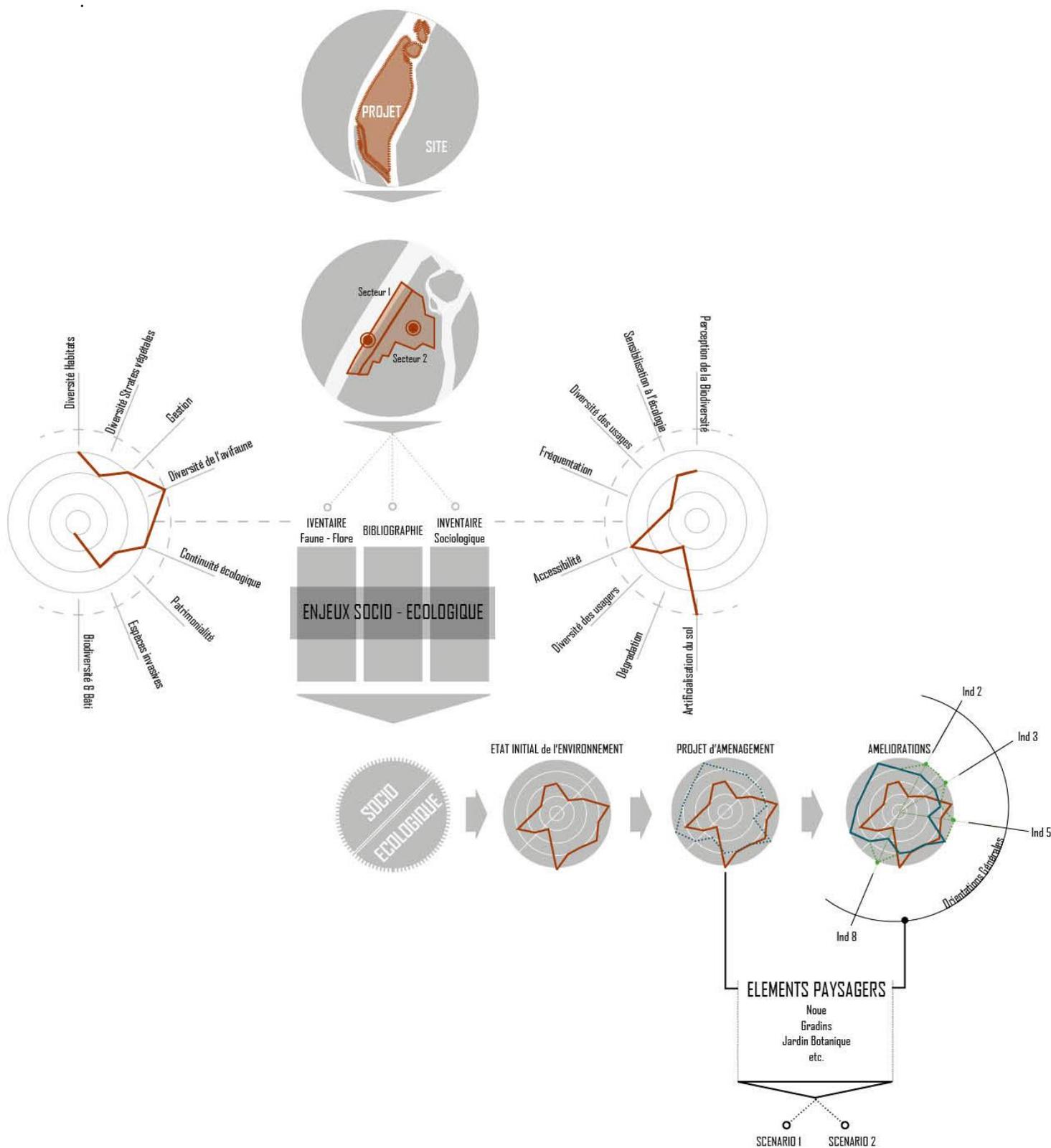


Figure 4 : Schéma bilan de la méthodologie d'application de l'outil (Rethoret, K., 2019)

2.3.2 Grille d'évaluation et calcul automatisé des indicateurs

Une échelle d'évaluation commune à l'ensemble des indicateurs a été mise en place, afin de traduire les valeurs numériques attribuées aux indicateurs par une appréciation qualitative. La note affectée à un indicateur est comprise en 0 et 4, ce qui correspond respectivement aux appréciations qualitatives « très faible » et « très fort ». Le tableau 1 présente cette échelle :

Tableau 1 : Échelle d'équivalence entre la valeur de l'indicateur et son appréciation qualitative

Valeur de l'indicateur	[0 – 0,8 [	[0,8 – 1,6[	[1,6 – 2,4[	[2,4 – 3,2[	[3,2 – 4]
Appréciation qualitative de l'indicateur	Très faible	Faible	Moyen	Fort	Très fort

Chacun des indicateurs est calculé par une méthode qui lui est propre (explicitée par la suite). Une fois les données requises au calcul des indicateurs rassemblées, le report des données dans le tableur Excel permet d'obtenir la note des indicateurs, ainsi que leur représentation graphique. Pour connaître la manière de procéder, se référer à la notice d'utilisation du tableur (cf. annexe 12).

2.3.3 Indicateurs biodiversité

Pour dresser le bilan de la biodiversité du site étudié, 8 indicateurs ont été retenus. Ceux-ci sont listés dans le Tableau 2.

Les données nécessaires au calcul de ces indicateurs sont issues d'inventaires faune flore réalisés par Biotope sur le site ainsi que d'un ensemble d'informations supplémentaires obtenues lors d'une journée de terrain. Les détails d'acquisition de ces dernières sont explicités sur la fiche terrain (cf. annexe 8).

➤ Indicateur 1 : Diversité des habitats

Tableau 2 : Liste des indicateurs biodiversité

Indicateurs biodiversité
<i>Indicateur 1</i> : Diversité des habitats
<i>Indicateur 2</i> : Diversité des strates végétales
<i>Indicateur 3</i> : Gestion
<i>Indicateur 4</i> : Diversité de l'avifaune
<i>Indicateur 5</i> : Continuité écologique
<i>Indicateur 6</i> : Patrimonialité
<i>Indicateur 7</i> : Espèces invasives
<i>Indicateur 8</i> : Biodiversité et bâti
<i>Sous-indicateur 1</i> : Éclairage
<i>Sous-indicateur 2</i> : Interrelation architecture-vivant
<i>Sous-indicateur 3</i> : Végétalisation du bâti
<i>Paramètre 1</i> : Toitures végétalisées
<i>Paramètre 2</i> : Murs végétalisés

Origine de la méthode de calcul : Cet indicateur se base sur la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, établie par l'office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) et du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). (Gayet, G., *et al.*, 2016)

Définition et intérêt de cet indicateur : L'habitat d'une espèce se définit comme un ensemble de « facteurs abiotiques et biotiques spécifiques où vit une espèce à l'un des stades de son cycle biotique » (Hall *et al.* 1997). Plus l'hétérogénéité spatiale d'un milieu est importante, plus la richesse spécifique le sera, ce qui favorisera les espèces adaptées à chacun des écotones³. Étudier la diversité des habitats présents dans un milieu est donc essentiel pour évaluer son potentiel de biodiversité (Noss, R.F., 1983).

En France, 2 nomenclatures sont principalement utilisées pour identifier les habitats : CORINE Biotopes (Bissardon *et al.* 2003) et EUNIS (Davies *et al.* 2004 traduite par Louvel *et al.* 2013a). Dans cette méthodologie, nous avons choisi de privilégier la nomenclature EUNIS, afin de pouvoir reproduire la

³ Écotone : Zone de transition et de contact entre deux écosystèmes voisins, telle que la lisière d'une forêt, une roselière, etc. (Larousse, en ligne)

méthodologie appliquée dans le cadre de l'évaluation de la fonction des zones humides. Cette nomenclature est présentée en annexes (cf. annexes 2 et 3). Une correspondance réciproque entre ces nomenclatures permet d'exploiter des informations issues de la nomenclature CORINE Biotope si souhaité (cf. Louvel *et al.* 2013b).

Données requises : nombre d'habitats au sens de la nomenclature EUNIS niveau 1 (cf. annexe 1) présents sur chacune des sous-unités paysagères.

Source des données : Les données mobilisées pour calculer cet indicateur sont issues de la carte des habitats sur le site, légendée selon la nomenclature EUNIS niveau 1. (cf. protocole d'inventaires Biotope)

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur est présentée sur le Tableau 3.

Tableau 3 : Grille de notation de l'indicateur « diversité des habitats »

Nombre d'habitats	1	2	3	4	5 ou plus
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Cette échelle de notation a été établie à partir des résultats obtenus suite à la phase test de la méthode d'évaluation nationale des fonctions des zones humides par l'ONEMA et le MNHN en 2015. Sur 163 sites testés, un seul site présentait 5 habitats EUNIS niveau 1 différents, contre 69 sites composés d'un unique type d'habitat EUNIS niveau 1. (Gayet, G., *et al.*, 2016) C'est pourquoi une note maximale est accordée à cet indicateur à partir de 5 habitats EUNIS niveau 1 présents sur la sous-unité paysagère.

Interprétation de la note de l'indicateur : Une note faible de l'indicateur signifie que le site étudié est très peu favorable à l'hétérogénéité des habitats, et est composé d'une faible diversité d'habitats au sens de la nomenclature EUNIS niveau 1. (Gayet, G., *et al.*, 2016) Dans le cas d'un habitat patrimonial, il se peut que la diversité des habitats ne soit pas élevée. Il ne sera pas pour autant nécessaire de proposer une diversification des habitats. Il faudra alors se référer aux orientations générales concernant la patrimonialité (cf. annexe 11).

Limites de l'indicateur : Si l'observateur choisit une surface minimale cartographiée élevée, les habitats de petite superficie risquent de ne pas être pris en compte dans le calcul de cet indicateur. Leur rôle potentiellement important pour certains groupes taxonomiques ne sera alors pas considéré. (Gayet, G., *et al.*, 2016) De plus, ce mode de calcul n'adapte pas la note attribuée en fonction de la taille du site, ce qui peut sembler constituer une limite pour cet indicateur. Il est par ailleurs nécessaire de rester vigilant vis-à-vis de cette méthode, s'agissant à l'origine d'une méthodologie destinée à des sites en zones humides. Cette méthodologie a toutefois été validée par l'ONEMA et le MNHN suite à des tests sur un grand nombre de sites aux surfaces variables (comme précisé précédemment).

➤ Indicateur 2 : Diversité des strates végétales

Origine de la méthode de calcul : La méthode de calcul de cet indicateur n'est pas tirée d'une méthodologie existante.

Définition et intérêt de cet indicateur : La végétation est classée en 4 strates, définies suivant la hauteur du couvert végétal :

- Strate IV – **la strate arborée** (au-delà de 8 m de hauteur)
- Strate III – **la strate arbustive** (1-8 m)

- Strate II – **la strate herbacée** (5-80 cm)
- Strate I – **la strate muscinale** (0-5cm)

La variation des strates végétales présentes sur un site donné offre une diversité de niches écologiques pour la faune, par des ressources alimentaires végétales variées, de nombreux gîtes potentiels, ou encore un grand nombre de prédateurs (LPO, 2016). La diversité des strates végétales est pour cette raison un facteur essentiel à prendre en compte pour évaluer la biodiversité d'un site.

Données requises : Il s'agit ici de quantifier le nombre de strates végétales appartenant à des classes différentes (de I à IV), au sein de chacune des sous-unités paysagères étudiées. Cet indicateur complète les informations apportées par la diversité des habitats.

Source des données : De même que pour l'indicateur précédent, les données nécessaires pour calculer cet indicateur sont issues de la carte de l'occupation des sols sur le site. Il est également possible de relever sur le terrain les différentes strates de végétation présentes sur l'unité paysagère (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : Le Tableau 4 présente la grille de notation utilisée par le tableur pour le calcul de cet indicateur.

Tableau 4 : Grille de notation de l'indicateur « diversité des strates végétales »

Nombre de strates végétales	0 strates	1 strate	2 strates	3 strates	4 strates
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est haute, plus le nombre de strates végétales présentes sur le site est important, et donc plus le potentiel d'accueil de biodiversité de la sous-unité paysagère est élevé.

Limites de l'indicateur : Il s'agit ici d'évaluer la diversité des strates végétales de façon très simplifiée. La principale limite de cet indicateur pourrait être le fait que seulement la présence des strates végétales est prise en compte et non leur superficie ou leur connectivité. L'effet d'hétérogénéité potentiel sur un site de grande taille n'est également pas considéré. C'est-à-dire qu'un site possédant une certaine strate sur une partie seulement du site et une autre strate sur une seconde partie du site, obtiendra la même note qu'un site possédant ces deux mêmes strates végétales sur l'intégralité du site. Afin de connaître l'emplacement exact de chacune des strates végétales et la part que chacune occupe sur le site, se référer à la carte de l'occupation des sols.

➤ Indicateur 3 : Gestion

Origine de la méthode de calcul : La méthode de calcul de cet indicateur n'est pas tirée d'une méthodologie existante.

Définition et intérêt de l'indicateur : La gestion d'un site peut agir de façon positive ou négative sur la biodiversité d'un site, selon les pratiques employées (Fondation pour l'éducation à l'environnement en Europe, 2018). Il est pour cette raison primordial d'étudier ce facteur.

Pour le calcul de cet indicateur, 5 modes de gestion sont étudiés :

- La gestion différenciée : Ce mode de gestion consiste à adapter l'entretien des espaces verts à leurs caractéristiques et leurs usages, par un « bon entretien au bon endroit », appliquant des pratiques respectueuses de l'environnement. Cette démarche permet de répondre à plusieurs enjeux :

- Environnementaux (préservation de la biodiversité, limitation de la pollution par réduction de l'usage des produits phytosanitaires, gestion des ressources naturelles par économie de l'eau ou encore gestion des déchets verts) ;
- Culturels (valorisation de l'identité des paysages communaux, mise en valeur des sites patrimoniaux, diversification et transmission de l'art du jardin) ;
- Sociaux (amélioration du cadre de vie des habitants par une mise à disposition d'une diversité d'espaces, éducation du grand public à l'environnement) ;
- Économiques (optimisation des moyens humains, matériels et financiers).

(Objectif zéro phyto, en ligne)

- L'absence de gestion ou gestion extensive sans dégradations apparentes ;
- L'absence de gestion ou gestion extensive avec présence de dégradations ;

Dans ces deux cas, l'entretien appliqué est très peu fréquent et se limite à des questions de sécurité (ex : taille des arbres quand cela est jugé nécessaire à la sécurité des passants). Une distinction est toutefois faite à propos du niveau de dégradation du site. En effet, L'absence de gestion d'un espace vert est bénéfique à la biodiversité, cependant il se peut que ce site soit soumis à des dégradations en raison de son non-entretien (telles que des décharges). La biodiversité du site se verra dans ce cas réduite.

- La gestion intensive : Ce mode de gestion est caractérisé par une forte pression d'entretien telle qu'une tonte rase, taille drastique ou encore l'utilisation de produits phytosanitaires. Ce type d'espace est également caractérisé par l'arrosage et un apport de fertilisants. Les terrains de sport appartiennent à cette catégorie de gestion par exemple.
- La gestion uniforme : Il s'agit du contraire d'une gestion différenciée. Nulle différenciation d'entretien selon les caractéristiques et usages de l'espace vert n'est pratiquée dans ce cas. Les espaces traités ainsi ne bénéficient pas de la liste d'avantages conférés par la gestion différenciée cités précédemment.

Pour l'évaluation de cet indicateur, il est considéré que la gestion intensive et la gestion uniforme sont tout autant peu bénéfiques pour la biodiversité. La même note sera alors affectée à ces deux types de gestion.

- La gestion semi-intensive : Ce mode de gestion peut être défini par un entretien simple et régulier, une taille douce des végétaux, ainsi que quelques pratiques extensives. La gestion semi-intensive est souvent appliquée aux espaces verts dits « traditionnels » dans la typologie employée dans le département de Mayenne (Changé 53, en ligne), caractérisés par une fréquentation moyenne.

Données requises : Il s'agit ici d'identifier le ou les modes de gestion appliqués à l'unité paysagère, parmi les 5 modes de gestion présentés précédemment.

Source des données : Les modes de gestion peuvent être déterminés par observation directe sur le terrain. Cependant, un entretien avec le gestionnaire du site permet d'obtenir de plus amples informations (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : le tableau 5 présente la grille de notation de l'indicateur « gestion ».

Tableau 5 : Grille de notation de l'indicateur « gestion »

Mode de gestion	Note de l'indicateur
Gestion différenciée	4
Absence de gestion ou gestion extensive, sans dégradations apparentes	3
Gestion semi-intensive	2
Gestion intensive ou uniforme	1
Absence de gestion, avec dégradations	0

Si un site comporte différents types de gestion, le mode de gestion retenu pour l'évaluation de l'indicateur correspond au mode de gestion majoritaire sur la sous-unité paysagère.

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur « gestion » est élevée, plus les pratiques de gestion appliquées au site sont favorables à la biodiversité, et inversement.

Limites de l'indicateur : La méthode d'évaluation de cet indicateur se base uniquement sur les observations de terrain. La note attribuée à cet indicateur peut ainsi varier suivant la période de l'année à laquelle est effectué le passage sur le terrain. Afin d'obtenir des renseignements plus précis concernant le mode de gestion appliqué aux espaces végétalisés, il est préférable de s'entretenir avec le gestionnaire du site. Dans le cadre du test de cette méthodologie, nous n'avons pas réalisé d'entretiens avec les gestionnaires, par manque de temps. De même que pour l'indicateur précédent, la méthodologie d'évaluation de l'indicateur « gestion » nécessite d'être testée sur différents sites possédant des modes de gestion variés. Cela permettrait de vérifier si l'ensemble des cas rencontrés sur le terrain figurent bien parmi les catégories de gestion présentes dans le tableau 5.

➤ Indicateur 4 : Diversité de l'avifaune

Origine de la méthode de calcul : Le mode de calcul de cet indicateur se base sur la méthodologie de détermination de l'IQE par le MNHN. (Delzons, O., 2015)

D'après des tests réalisés sur 23 sites par le MNHN dans le cadre de la méthode de détermination des indices IPE et IQE, l'existence d'une corrélation entre le nombre d'habitats naturels et la richesse spécifique a été confirmée, ce qui rejoint les résultats obtenus par Muratet *et al.* (2009). Des inventaires constitués de 8 passages successifs sur un site de l'Oise entre avril et fin juillet ont permis de déterminer la proportion de diversité spécifique en fonction du nombre de jours d'inventaire, sur 2 taxons, la flore vasculaire et l'avifaune. Les résultats ont alors montré que lors du 1^{er} jour d'inventaire, seulement 36% du total d'espèces de flore a été identifié sur le site, contre 65% pour l'avifaune. Ainsi, seule la diversité des oiseaux a été retenue pour évaluer la diversité des espèces dans la méthodologie de calcul des indicateurs IPE et IQE par le MNHN, afin de limiter la redondance avec les résultats de l'indicateur « diversité des habitats » et par souci d'efficacité (Delzons, O., 2015). Il en est de même pour notre méthodologie.

Définition et intérêt de cet indicateur : La diversité de l'avifaune correspond à la diversité d'espèces d'oiseaux présentes sur un site. Les oiseaux sont de bons indicateurs de la composition et de la structure des paysages (Devictor et al., Frochot et al., 2007).

Données requises : La calcul de cet indicateur requiert de connaître le nombre d'espèces d'oiseaux nicheurs inventoriés au sein de chacune des sous-unités paysagères. Seuls les oiseaux nicheurs sont étudiés ici, car

prendre en compte l'ensemble des oiseaux identifiés sur le site engendrerait un biais conséquent sur le nombre d'espèces observées selon la pression d'observation (migration, hivernage...)

Source des données : Les données pour calculer cet indicateur sont issues des inventaires de l'avifaune réalisés sur le terrain par Biotope. Ceux-ci sont répertoriés au printemps et durant la saison de nidification, selon différents protocoles standardisés (indices ponctuels d'abondance - IPA, point d'écoute, observation...)

Protocole non exhaustif : Parmi les méthodes permettant d'étudier les populations d'oiseaux, celle des IPA est l'une des plus connues, fréquemment employée pour les études d'impacts. L'observateur reste immobile pendant plusieurs minutes, dans l'idéal 20 minutes, et note tous les contacts avec les oiseaux (visuels et sonores). Cette durée est dans certaines études réduite à 5 à 10 minutes par point d'écoute afin de pouvoir couvrir davantage de stations, la représentativité de l'échantillon est dans ce cas réduite. L'échantillonnage doit être réalisé au moment de la journée où les oiseaux sont censés être le plus actifs, à savoir au lever du soleil, avant 10 heures. Un point d'écoute est effectué sur chacune des sous-unités paysagères. Il est important de veiller à ce que les surfaces suivies ne se superposent pas. Il est pour cela requis de maintenir une distance minimum de 300 mètres entre les points d'écoute. Pour chaque station (ici sous-unités paysagères), deux passages sont généralement réalisés : le premier début avril pour les espèces précoces, et un second en mai ou début juin pour les espèces plus tardives. La date de passage sur site est à adapter à la région dans laquelle on se trouve. Une liste d'espèces et d'indice d'abondance de chacune d'elles est ainsi obtenu. Pour chaque espèce, la valeur maximale obtenue dans l'un des passages est retenue. Pour plus de renseignements concernant cette méthode, se référer au protocole officiel de calcul de l'IPA. (Conservation Nature, en ligne)

Échelle d'évaluation : Le Tableau 6 présente la grille de notation employée pour le calcul de cet indicateur.

Tableau 6 : Grille de notation de l'indicateur « diversité de l'avifaune »

Nombre d'espèces d'oiseaux inventoriés sur l'unité paysagère	1 à 10	11 à 25	26 à 35	35 à 45	Plus de 46
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Les intervalles d'abondance de l'avifaune de cette échelle de notation sont ceux utilisés dans la méthode de détermination de l'IQE par le MNHN, suite à une série de test *in situ*, pour des sites d'une superficie en moyenne comprise entre 5 et 10 hectares (Delzons, O., 2015). Nous considérons donc que ce mode d'évaluation est applicable dans le cadre de notre méthodologie, les sous-unités paysagères sur lesquelles sont réalisés les inventaires avifaunistiques respectant bien ces dimensions.

Interprétation de l'indicateur : Une note élevée de cet indicateur signifie que le site étudié abrite une grande diversité d'espèces d'oiseaux, et inversement.

Limites de l'indicateur : La principale limite de cet indicateur est la saisonnalité, c'est-à-dire la nécessité de réaliser les inventaires avifaunistiques à des périodes de l'année bien précises. Si la saison est passée, il faudra attendre l'an suivant pour calculer cet indicateur.

➤ Indicateur 5 : Continuité écologique

Origine de la méthode de calcul : Cet indicateur a dans un premier temps été établi à partir de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. (Gayet *et al.*) Dans cette méthode, la continuité

écologique est mesurée à partir de 5 sous-indicateurs : les corridors boisés, les corridors aquatiques permanents, les corridors aquatiques temporaires, ainsi que les petites et grandes infrastructures de transport. Le linéaire de chacun de ces éléments est mesuré à partir de la BD TOPO⁴ ou de la BD ORTHO⁵ sur système d'information géographique (SIG). Cette méthode de calcul n'a au final pas été retenue, selon nous fastidieuse et ne prenant pas en compte l'agencement spatial des différentes composantes de la continuité écologique. Pour évaluer cet indicateur, nous nous sommes alors basées sur les paramètres étudiés par les naturalistes de chez Biotope lors de l'analyse de continuités écologiques sur le terrain.

Définition et intérêt de cet indicateur : Les corridors peuvent être définis comme éléments linéaires du paysage, connectant plusieurs unités d'habitats naturelles ou semi-naturelles. Ceux-ci facilitent le mouvement d'un ou plusieurs taxons, et jouent donc un rôle majeur dans le déplacement des espèces au sein du territoire. Ces éléments de connectivité peuvent également constituer des habitats potentiels, des filtres, des barrières limitant le déplacement des individus, ou encore des puits (lorsque les organismes pénètrent dans le corridor mais n'en ressortent pas) et des sources (lorsque des individus émanent du corridor) pour les populations (Hess, G.R., et Fisher, R.A., 2001). Par ailleurs, des expérimentations ont montré que des unités d'habitats reliés par des corridors écologiques abritent davantage d'espèces végétales que celles isolées (Damschen *et al.* 2006). Favoriser la jonction entre les différentes unités d'habitat constitue donc une piste d'action intéressante pour limiter les effets de la fragmentation et préserver des populations viables au sein des unités d'habitat (Beier, P. & Noss, R.F., 1998, Orrock *et al.* 2003). Cet indicateur a ainsi pour objectif de mesurer le caractère favorable d'un site au déplacement des espèces.

Données requises : Pour calculer l'indicateur, il est nécessaire de connaître les éléments présents sur chacune des sous-unités paysagères parmi ceux de la liste suivante :

- Les réservoirs de biodiversité : Espaces dans lesquels la biodiversité (rare ou commune, menacée ou non menacée) est la plus riche ou la mieux représentée. Les espèces peuvent généralement y effectuer l'intégralité ou une partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos). Enfin, les habitats naturels sont dans ces milieux en capacité d'assurer leur fonctionnement du fait de leur taille suffisamment importante. (Trame verte et bleue, en ligne)
- Les corridors boisés et milieux ouverts : Continuités écologiques formées de végétation arborée (boisements), arbustive (haies) ou herbacée (prairies, milieux ouverts). Ces corridors seront nommés ici « corridors verts ».
- Les corridors aquatiques : Continuité écologique formée de milieux aquatiques temporaires ou permanents (rivière, ruisseau, canal...). Ces corridors seront nommés ici « corridors bleus ».
- Les points de conflit : Divers éléments de rupture de continuité (ex : axes routiers, clôtures, insularité...)
- Les passages à faune, aussi appelés écoducs : Aménagements mis en place pour rétablir la continuité écologique lors de discontinuités engendrées par des aménagements tels que des routes par exemple. Différents passages à faune existent : crapauducs (pour les amphibiens), lombriducs (pour les lombrics), écopertuis (pour la faune aquatique), éco-viaducs et faunatunnels (pour la faune terrestre de plus grande taille), etc.

⁴ BD TOPO[®] : description vectorielle 3D des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant du 1 : 2 000 au 1 : 50 000 (L'information grandeur nature, en ligne)

⁵ BD ORTHO[®] : image géographique du territoire national, la France vue du ciel (L'information grandeur nature, en ligne)

Ces différents éléments peuvent ensuite être cartographiés. L'annexe 5 montre un exemple d'une carte des fonctionnalités écologiques réalisée sur l'île du Ramier par le bureau d'étude Biotope.

Source des données : L'indicateur est calculé à partir d'un inventaire des habitats naturels, réalisés par un expert, au sein de chacune des sous-unités paysagères.

Échelle d'évaluation : Le tableau 7 présente la grille de notation de l'indicateur « continuité écologique »

Tableau 7 : Grille de notation de l'indicateur « continuité écologique »

Éléments présents sur le site	Note
Réservoir + Corridor (vert ou bleu) OU Corridor vert + corridor bleu ET Absence de points de conflit	4
Corridor vert OU Corridor bleu OU Réservoir ET Absence de points de conflit	3
Points de conflit avec présence de passages à faune	2
1 point de conflit sans passage à faune	1
Absence de corridor et de réservoir OU plus d'un point de conflit sans passage à faune	0

Interprétation de la note de l'indicateur : Une valeur élevée de l'indicateur signifie que le site est favorable au déplacement des espèces, et inversement pour une note faible.

Limites de l'indicateur : Cet indicateur a pour principale limite de ne prendre en compte aucune information quantitative (mesure de linéaire de trame verte ou superficie de réservoir de biodiversité par exemple) contrairement à la méthode par le MNHN et l'ONEMA utilisée pour évaluer la fonction des zones humides.

➤ Indicateur 6 : Patrimonialité

Origine de la méthode de calcul : Le calcul de cet indicateur est basé sur la méthode de calcul de l'indicateur de qualité écologique (IQE) par le MNHN (Delzons, O., 2015)

Définition et intérêt de cet indicateur : La notion de patrimonialité est une construction sociale, accordant une valeur à ce qui est rare ou risquant de disparaître. Une relation existe entre biodiversité et patrimonialité d'un site : plus la biodiversité est élevée, plus le site en question est susceptible d'abriter des espèces rares et patrimoniales possédant un statut de protection (Montpellier SupAgro, 2017). Le degré de patrimonialité d'une espèce est fonction de différents paramètres : sa rareté, son degré de menace, son éventuel statut de protection, ainsi que le degré de responsabilité des états de conservation dans le cas où le site abrite des espèces endémiques par exemple (Gayet, G., *et al.*, 2016).

Le milieu urbain abrite davantage une biodiversité dite ordinaire que remarquable. L'enjeu de préservation de cette première est malgré tout essentiel, puisque les espaces de nature ordinaire jouent un rôle essentiel dans la connectivité entre habitats de taille plus importante. Alors qu'aucune mesure de protection particulière n'est portée à ces espèces, la biodiversité ordinaire est fortement affectée par les transformations de l'environnement (Urbanisme, biodiversité & bâti, en ligne). Certaines villes abritent parfois des espèces patrimoniales. À Toulouse par exemple, 3 petits faucons pèlerins sont nés sur le haut d'une tour d'usine (20 minutes, en ligne). La présence de ces espèces en milieu urbain est donc un paramètre important à évaluer afin de dresser le bilan de la biodiversité d'un site. Il est toutefois nécessaire de ne pas négliger l'importance des espèces ordinaires, et de rester vigilant à ce que cet indicateur n'occulte pas la valeur intrinsèque de la biodiversité.

Données requises : Le calcul de l'indicateur requiert de déterminer sur chacune des sous-unités paysagères le nombre d'espèces :

- Déterminantes d'une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) dans la région considérée ;
- D'intérêt communautaire figurant en annexe II de la Directive Habitats Faune Flore (DHFF) ou en annexe 1 de la Directive Oiseaux (DO) ;
- Figurant sur les listes rouges nationales, régionales et/ou internationales validées par l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN), parmi les espèces des catégories CR « en danger critique d'extinction », EN « en danger d'extinction », VU « vulnérable », NT « quasi-menacées » pour la liste rouge nationale, VU « vulnérables », à l'exception des espèces des catégories VU et NT pour les critères A2 et A2c pour l'avifaune (cf. annexe 4).

Les listes d'espèces possédant un statut ZNIEFF, DHFF ou DO, sont consultables sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel sur lien suivant : <http://inpn.mnhn.fr/isb/accueil/index>. (Delzons, O., 2015)

- Qualifiées « avis d'expert » : espèces n'appartenant à aucune liste de référence mais considérées comme nécessitant une attention particulière par des experts naturalistes du fait de leur rareté. Cette catégorie d'espèces n'est pas présente dans la méthode nationale d'évaluation des zones humides, mais son ajout nous a paru intéressant suite aux tests *in situ*.

Source des données : L'indicateur est calculé à partir de la liste des espèces répertoriées sur le site lors de la phase terrain réalisée par des experts naturalistes. (cf. protocole d'inventaires Biotope)

Échelle d'évaluation : La note de l'indicateur est calculée à partir d'un système de points attribué à chaque groupe taxonomique (flore, avifaune, reptiles, amphibiens, odonates, rhopalocères et autres taxons) repris de la méthode de détermination de l'IQE par le MNHN (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Grille de points employée pour évaluer l'indicateur patrimonialité (Delzons, O., 2015)

Enjeu		Avis d'expert LC	Enjeu régional	Enjeu national	Enjeu national fort	Enjeu européen	Enjeu européen fort
Liste de référence			Espèce déterminante de ZNIEFF	Liste Rouge nationale (NT)	Liste Rouge nationale (VU, EN, CR)	Annexe II de la directive habitats faune flore, Annexe 1 de la directive oiseaux, liste rouge européenne (EN, CR)	Espèces prioritaires de l'annexe II de la directive habitats faune flore
Nombre d'espèces végétales ou animales	1-2 espèces	3 points	3 points	3 points	4 points	8 points	10 points
	>2 espèces	6 points	6 points	6 points	8 points	10 points	10 points

Pour chacune des espèces, seule la catégorie patrimoniale la plus forte est prise en compte en cas d'appartenance à plusieurs listes ou directives. Par ailleurs, seuls les 3 taxons comportant le plus d'espèces patrimoniales sur l'unité paysagère entrent dans le calcul de cet indicateur. La somme des points de ces 3 taxons permet d'attribuer une note à l'indicateur (cf. tableau 9).

Tableau 9 : Grille de notation de l'indicateur « patrimonialité »

Nombre de points	[0-20]	]20-40]	]40-60]	]60-80]	]80-100]
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Limites de l'indicateur : La principale limite de cet indicateur est son caractère moins discriminant en milieu urbain, davantage axé sur la biodiversité ordinaire.

➤ Indicateur 7 : Espèces invasives

Origine de la méthode de calcul : Le mode de calcul de cet indicateur se base sur la méthodologie de détermination de l'IQE par le MNHN. (Delzons, O., 2015)

Définition et intérêt de cet indicateur : L'indicateur évalue le degré d'invasion du site par des espèces végétales exotiques envahissantes (EEE), c'est-à-dire la part du site recouverte par ces espèces. Cette valeur est exprimée en pourcentage. Le terme EEE désigne l'ensemble des espèces allochtones dont l'introduction volontaire ou fortuite par l'homme, l'implantation ou encore la propagation représentent une menace pour les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, et induisent des effets néfastes sur le plan écologique, économique, et ou sanitaire. Les espèces à considérer sont référencées par la base de données européenne sur les invasions biologiques (Delivering alien invasive species inventories of europe, en ligne), sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ainsi que sur les listes régionales établies par les conservatoires Botaniques (Conservatoires botaniques nationaux, en ligne). Les espèces animales exotiques envahissantes ne sont pas prises en compte dans le calcul de cet indicateur (Delzons, O., 2015).

Données requises : Le calcul de l'indicateur nécessite de connaître la surface de chacune des sous-unités paysagères occupées par des EEE, ainsi que leur surface totale. Si les EEE occupent une part négligeable de la surface du site (surface inférieure à 1m² ou quelques pieds épars), celles-ci ne sont pas prises en compte dans le calcul).

Source des données : L'indicateur est calculé à partir de relevés sur le terrain, et éventuellement de la cartographie sur SIG des zones recouvertes par des espèces végétales exotiques envahissantes (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : Le tableau 10 présente la grille de notation de l'indicateur « espèces invasives ».

Tableau 10 : Grille de notation de l'indicateur "espèces invasives"

Part du site occupée par des EEE	> 20%	]10-20%]	]5-10%]	]0-5%]	0% ou négligeable
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Les différents intervalles de valeurs d'occupation du sol par des EEE figurant dans le Tableau 10 sont issus de la méthode de détermination de l'IQE par le MNHN, établis suite à une série de test *in situ*. (Delzons, O., 2015)

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de cet indicateur est élevée, plus la surface du site recouverte par des EEE est faible, et inversement.

Limites de l'indicateur : Cet indicateur a pour principale limite de ne pas prendre en compte les espèces exotiques envahissantes animales.

➤ Indicateur 8 : Biodiversité & bâti

Origine de la méthode de calcul : La méthode de calcul de cet indicateur ne se base sur aucune méthodologie préexistante.

Définition et intérêt de l'indicateur : L'indicateur « biodiversité & bâti » a pour objectif d'évaluer l'influence des zones bâties du site sur la biodiversité. En effet, celles-ci peuvent avoir un effet plus ou moins néfaste sur les espèces. Cet indicateur est composé des 3 sous-indicateurs : « éclairage », « interrelation vivant-architecture » ainsi que « végétalisation du bâti », lui-même formé de 2 paramètres : « toitures végétalisées » et « murs végétalisés ».

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus les bâtiments présents sur le site étudié sont favorables à la biodiversité en termes de pollution lumineuse (faible diffusion lumineuse vers le ciel), d'abris de la faune dans le bâti (présence de gîtes, nichoirs...), et de support de la flore (murs et toitures végétalisés).

Sous-indicateur 1 : Éclairage

Définition et intérêt du sous-indicateur : Les éclairages artificiels sont aujourd'hui omniprésents en ville. Or, l'obscurité conditionne la vie de nombreuses espèces animales. La lumière est une horloge naturelle dont dépendent un grand nombre de processus vitaux. L'accroissement des émissions lumineuses s'accompagne d'effets indésirables sur l'environnement et les équilibres naturels tels que l'augmentation importante de la mortalité d'insectes, la fragmentation des habitats d'espèces nocturnes comme les chiroptères, la gêne de certains oiseaux migrateurs ou encore la modification de la stratification du zonage d'espèces aquatiques (Klaus, G. *et al.*, 2005). Afin de limiter ces effets néfastes sur la biodiversité, il est essentiel d'accorder une importance au type d'éclairage installé. Ce sous-indicateur a ainsi pour vocation d'évaluer l'influence des éclairages présents au sein de la sous-unité paysagère sur la biodiversité.

Données requises : Le calcul de ce sous-indicateur nécessite d'identifier le type d'éclairage majoritairement présent sur la sous-unité paysagère parmi les différents éclairages présentés dans le tableau 11.

Source des données : Les données sont issues des inventaires complémentaires sur l'unité paysagère (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : La grille de notation du sous-indicateur est la suivante (cf. tableau 11) :

Tableau 11 : Grille de notation du sous-indicateur "éclairage"

Éclairage	Absence de cache : diffusion totale 	Forte diffusion latérale 	Diffusion latérale modérée 	Eclairage correct 	Absence d'éclairage
Note du sous-indicateur	0	1	2	3	4

Interprétation de la note du sous-indicateur : Plus la note du sous-indicateur est élevée, moins la pollution lumineuse sur le site est importante, et inversement.

Limites du sous-indicateur : Le mode d'évaluation de ce sous-indicateur a pour limite de prendre en compte uniquement l'orientation des éclairages, et non pas leur intensité ou autres paramètres tels que la présence d'un minuteur, les horaires d'éclairage, etc. Afin que ces éléments soient pris en compte, un passage sur le terrain de nuit serait nécessaire.

Sous-indicateur 2 : Interrelation vivant-architecture

Définition et intérêt du sous-indicateur : Victime de l'urbanisation, les arbres, les buissons, les charpentes propices à l'installation de nids disparaissent souvent, tandis que les vieux bâtiments sont souvent rénovés ou remplacés par des bâtiments dépourvus de cavités, aux façades lisses. En ville, les possibilités de nidification pour les oiseaux cavicoles⁶ et semi-cavicoles⁷ sont donc souvent restreintes. Il est par conséquent nécessaire de conserver tant que possible les cavités existantes. À défaut ou en complément, installer des nichoirs en milieu urbain offre aux oiseaux une aide non négligeable en période de nidification (Schwegler, 2011). L'urbanisation est par ailleurs source de divers dangers pour la faune. Présentes en très grand nombre en ville, les surfaces vitrées constituent par exemple un véritable danger pour l'avifaune. Selon une étude américaine, ce type d'accident provoquerait une à dix victimes par bâtiment et par an. En France, des milliers d'oiseaux meurent chaque année lors d'une collision avec une surface vitrée ou suite à des lésions internes occasionnées. Des solutions existent, en conception dans l'idéal, mais également pour les bâtiments existants. (Go oiseaux, en ligne)

Ce sous-indicateur a ainsi pour vocation d'évaluer les interactions entre le type de bâtiments présents sur le site et l'impact (positif ou négatif) engendré sur la biodiversité. Plusieurs aspects des bâtiments sont pour cela évalués : leurs surfaces vitrées ainsi que la présence d'abris ou de gîtes pour certaines espèces (créés de façon naturelle par le bâti, intégrés lors de la construction, ou rajoutés par la suite).

Données requises : Le calcul de ce sous-indicateur nécessite de connaître le type de bâtiments majoritaire sur chacune des sous-unités paysagères parmi les architectures suivantes :

- Bâtiment récent avec plus de 50% de surfaces vitrées : Ce type de construction représente un danger potentiel pour l'avifaune circulant sur le site ;
- Bâtiment récent avec moins de 50% de surfaces vitrées : Le risque de collision de ce type de constructions est un peu moins important que le précédent, toutefois aucun apport positif pour la biodiversité n'est présent sur le bâtiment ;
- Bâtiment avec abris/nichoirs rajoutés après construction : Les installations peuvent être de divers types (gîtes à chauve-souris, hôtels à insectes, abris ou mangeoires à oiseaux...) ;
- Bâtiment avec abris/nichoirs intégrés lors de la construction : Certains abris ou nichoirs sont parfois prévus dans les bâtiments dès leur construction. C'est le cas de certains bâtiments modernes tel que l'école des sciences et de la biodiversité de Boulogne-Billancourt aux façades particulièrement innovantes. Celles-ci sont créées à partir de blocs de béton préfabriqués, décalés les uns des autres et créant des anfractuosités de diverses profondeurs, donnant lieu à des nichoirs, et gîtes de nombreuses espèces animales comme les passereaux, les insectes, les chauves-souris... (GA smart building, 2018)

⁶Cavicoles : oiseaux nichant dans les cavités fermées : mésanges, moineaux, martinets, sittelles, pics...

⁷Semi-cavicoles : oiseaux nichant dans les cavités plus ouvertes sur l'extérieur : rougegorge familier, rougequeue noir, bergeronnettes...

- Vieux bâtiment (de type grange) : De nombreuses espèces retrouvent dans les bâtiments certaines caractéristiques de leurs habitats naturels. Ainsi, cavités et anfractuosités de murs, combles, cabanes, greniers, granges ou encore bâtiments agricoles offrent de nombreux refuges à la faune et aux insectes (Ligue pour la protection des oiseaux – LPO, 2012).

Source des données : Les données sont obtenues par observation du type d'architecture des bâtiments présents sur l'unité paysagère (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : La grille de notation appliquée pour évaluer l'interrelation entre le vivant et l'architecture est la suivante (cf. Tableau 12) :

Tableau 12 : Grille de notation du sous-indicateur « interrelation vivant-architecture »

Type d'architecture	Bâtiment récent avec plus de 50% de surfaces vitrées	Bâtiment récent avec moins de 50% de surfaces vitrées	Bâtiment avec abris/nichoires rajoutés après construction	Bâtiment avec abris/nichoires intégrés lors de la construction	Vieux bâtiment (de type grange)
Note du sous-indicateur	0	1	2	3	4

Interprétation de la note du sous-indicateur : Plus la note du sous-indicateur est élevée, plus les bâtiments présents sur le site sont favorables à l'accueil de la faune. À l'inverse, une note faible pour ce sous-indicateur traduit un très faible potentiel d'accueil de la faune par le bâti, et peut même représenter un danger pour celle-ci (risque de collision de l'avifaune dans le cas de surfaces vitrées trop conséquentes).

Limites du sous-indicateur : Cet indicateur a pour limite de ne pas étudier le réel effet (positif ou négatif) du bâti sur l'accueil de la faune. C'est-à-dire que seul le type de bâtiment est pris en compte, en supposant que les installations présentes ou mises en place pour accueillir la faune l'accueillent bel et bien. De même pour les bâtiments récents avec une part importante de surfaces vitrées, aucune information concernant l'impact réel sur l'avifaune n'est prise en compte, cet effet néfaste est juste supposé. Afin d'améliorer la fiabilité des informations à la base du calcul de ce sous-indicateur, il serait nécessaire d'étudier en détails les espèces nichant dans les bâtiments ou trouvant abri dans les structures artificielles ajoutées au bâti, afin d'apprécier leur efficacité. Pour ce qui est des bâtiments comportant une part importante de surfaces vitrées, une étude du taux de collision de l'avifaune serait nécessaire. Ce travail requiert toutefois beaucoup de temps sur le terrain. C'est pourquoi nous nous sommes contentées de critères visuels un peu moins précis dans cette méthodologie.

Sous-indicateur 3 : Végétalisation du bâti

Paramètre 1 : Toitures végétalisées

Définition et intérêt du sous-indicateur : Les toitures végétalisées apportent une grande variété de bénéfices en ville, tant en termes d'isolation thermique et phonique, que de régulation du ruissellement des eaux de pluie, de limitation de l'effet d'îlot de chaleur urbain, ou encore d'accueil de la biodiversité. Les milieux créés sur certains toits peuvent en effet s'apparenter à un habitat pionnier propice au développement de certaines espèces. Les toitures végétalisées jouent par ailleurs un rôle dans la continuité écologique, facilitant le déplacement des espèces au sein des villes (Buglife, 2015). La végétalisation du bâti est donc un élément important à prendre en compte dans l'évaluation de la biodiversité, tout particulièrement en

milieu urbain. Le paramètre « toitures végétalisées » quantifie ainsi la part des toitures de la sous-unité paysagère recouverte de végétation.

Données requises : Les données nécessaires au calcul de ce paramètre sont : la surface de toitures végétalisées (tous types confondus) ainsi que la surface totale de toitures présentes sur la sous-unité paysagère étudiée.

Source des données : Les données sont obtenues lors d'inventaires sur le terrain (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : La grille de notation utilisée pour le calcul de l'indicateur est la suivante (cf. Tableau 13) :

Tableau 13 : Grille de notation du paramètre "toitures végétalisées"

Part de toitures végétalisées par rapport à la surface de toitures totale sur la sous-unité paysagère (en %)	<5%	5 -25%	25 -50%	50 -75%	>75%
Note du paramètre	0	1	2	3	4

Interprétation de la note du paramètre : Plus la note du paramètre est élevée, plus le site comporte une proportion importante de toitures végétalisées, et inversement.

Limites du paramètre : Ce paramètre a pour limite de ne pas prendre en compte le type de toiture végétalisée. Suivant la structure présente (intensive, semi-intensive ou extensive), le potentiel d'accueil de la biodiversité ne sera pas le même. En effet, les toitures végétalisées intensives comportent un substrat d'épaisseur conséquente (plus de 30 cm), ce qui permet un large choix de plantations parmi des herbacées, arbustes et arbres. Les toitures végétalisées semi-intensives sont souvent composées de sédum, graminées et de vivaces, au système racinaire moins profond, capable de se développer dans un substrat entre 12 et 30 cm de profondeur. Les toitures végétalisées extensives restreignent quant à elles le choix des végétaux du fait de leur faible épaisseur de substrat (entre 3 et 12 cm). Celles-ci sont souvent monospécifiques, composées de sédum (Observatoire départemental de la biodiversité urbaine de la Seine-Saint Denis, 2011). Prendre en compte le type de toiture végétalisée présent sur le site apporterait de ce fait des précisions supplémentaires au calcul de ce paramètre. Ceci nous a toutefois paru un peu compliqué à appliquer sur le terrain, le toit des bâtiments n'étant pas toujours bien visible depuis le sol sur le site. C'est pourquoi nous nous sommes contentées de baser l'évaluation de ce paramètre uniquement sur la présence ou l'absence de toitures végétalisées, partant du principe que tout type de végétation présent sur une toiture apporte quelques bénéfices écologiques et en termes de biodiversité, et que malgré le faible potentiel de développement de biodiversité sur les toitures extensives, celles-ci restent préférables aux toitures classiques (non végétalisées).

Paramètre 2 : Murs végétalisés

Définition et intérêt de l'indicateur : La végétalisation de murs de bâtiments confère relativement les mêmes avantages que celle des toitures. Ce paramètre a pour objectif de quantifier la part de murs recouverts de végétation au sein de chacune des sous-unités paysagères étudiées.

Données requises : Les données nécessaires au calcul de ce paramètre sont : le linéaire total de murs ainsi que le linéaire de murs végétalisés présents sur chacune des sous-unités paysagères dont le site est composé.

Source des données : Les données sont obtenues lors d'inventaires sur le terrain (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : Le Tableau 14 présente la grille de notation employée pour le calcul de cet indicateur.

Tableau 14 : Grille de notation du paramètre "murs végétalisés"

Part de murs végétalisés (%)	<5%	5 - 25%	25 - 50%	50 - 75%	>75%
Note du paramètre	0	1	2	3	4

Interprétation de la note du paramètre : Plus la note du paramètre est élevée, plus le site comporte une proportion importante de murs végétalisés, et inversement.

Limites du paramètre : De même que pour les toitures végétalisées, le type de végétation composant les murs et façades végétalisées n'est pas pris en compte dans l'évaluation de ce paramètre. Les murs végétalisés peuvent en effet prendre différentes formes : végétaux plantés directement sur la façade ou plantes grimpantes plantées au sol et recouvrant la surface du mur. Suivant le type de mur dont il est question et les végétaux qui le composent (strates végétales, diversité spécifique, indigénat...), le potentiel de développement de la biodiversité ne sera pas le même. L'évaluation de ce paramètre pourrait donc être complexifiée par la prise en compte de ces éléments, afin d'obtenir une note plus représentative de la biodiversité offerte par les murs des bâtiments du site.

2.3.4 Indicateurs sociaux

De même que pour l'évaluation écologique, l'analyse sociale comporte 8 indicateurs, listés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Liste des indicateurs sociaux

Indicateurs sociaux
<i>Indicateur 1</i> : Artificialisation du sol
<i>Sous-indicateur 1</i> : Densité de bâti
<i>Sous-indicateur 2</i> : Imperméabilité
<i>Indicateur 2</i> : Dégénération
<i>Indicateur 3</i> : Diversité des usagers
<i>Indicateur 4</i> : Accessibilité
<i>Indicateur 5</i> : Fréquentation
<i>Indicateur 6</i> : Diversité des usages
<i>Indicateur 7</i> : Perception de la biodiversité
<i>Indicateur 8</i> : Sensibilisation à la biodiversité

Seul l'indicateur 6 se base sur une méthodologie existante, inspirée du manuel des Sociotopes (Bureau de l'urbanisme de la ville de Stockholm, 2012). Pour le reste de ces indicateurs, nous avons imaginé notre propre façon de procéder.

Les données à l'origine du calcul des indicateurs sont pour la plupart issues d'une enquête sociale réalisée sur le site (cf. annexe 9). Le reste des indicateurs se basent sur des inventaires *in situ* (cf. annexe 8).

➤ Indicateur 1 : Artificialisation du sol

Définition et intérêt de l'indicateur : Les espaces naturels, agricoles et forestiers diminuent à un rythme alarmant du fait de l'artificialisation du sol. En France comme dans les autres pays, ce phénomène résulte de l'étalement de l'urbanisation et des infrastructures. Or, cela engendre de nombreuses conséquences telles que la réduction de la capacité des terres agricoles à nous nourrir, l'augmentation des distances parcourues lors de nos déplacements individuels, l'accroissement des dépenses liées aux réseaux, ce qui accélère la perte de biodiversité, contribue au réchauffement climatique et amplifie les risques d'inondations. Il est donc primordial de limiter ce processus en privilégiant dans la mesure du possible la réutilisation des secteurs déjà urbanisés comme les logements vacants, les friches industrielles ou commerciales, etc. (Biodiversité. Tous vivants, en ligne)

L'indicateur « artificialisation du sol » évalue la part des sous-unité paysagère artificialisée, c'est-à-dire comportant du bâti (sous-indicateur 1) ou un sol imperméable (sous-indicateur 2).

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus la surface du site bâtie et dont le sol est imperméable est faible.

Sous-indicateur 1 : Densité de bâti

Définition et intérêt du sous-indicateur : Cet indicateur a pour objectif d'évaluer la densité de bâti sur la sous-unité paysagère étudiée. Le terme bâti comprend tout type de construction permanente.

Données requises : Le calcul de ce sous-indicateur nécessite de connaître la surface de chacune des sous-unités paysagères comportant du bâti ainsi que leurs surfaces totales.

Source des données : Les données sont issues de la carte de l'occupation des sols et complétées si nécessaire par des observations de terrain (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : Le Tableau 16 présente la grille de notation de l'indicateur.

Tableau 16 : Grille de notation du sous-indicateur « densité de bâti »

Part de surface artificialisée (%) = $\frac{\text{Surface de la sous-unité paysagère comportant du bâti}}{\text{Surface totale de la sous-unité paysagère}}$	Note de l'indicateur
Absence de bâti : <5% bâti	4
Très peu dense : 5-25% bâti	3
Peu dense : 25-50% bâti	2
Dense : 50-75 % bâti	1
Très dense : >75% bâti	0

Interprétation de la note du sous-indicateur : Plus la note du sous-indicateur est élevée, plus la part du site recouverte par du bâti est faible.

Sous-indicateur 2 : Imperméabilité

Définition et intérêt du sous-indicateur : Ce sous-indicateur vise à évaluer la part du site dont le sol est imperméable. L'imperméabilisation résulte de l'artificialisation des sols par la mise en œuvre de projets d'aménagement. Avec l'implantation croissante de routes, constructions, surfaces de stationnement, le sol est dans l'incapacité de remplir ses fonctions naturelles. Le ruissèlement s'accroît alors, provoquant des inondations, coulées de boue... Afin de limiter ce phénomène, tout projet d'aménagement d'une surface supérieure à 1 hectare doit, conformément à la Loi sur l'Eau, mettre en place un ouvrage de régulation des eaux pluviales. Le sous-indicateur « imperméabilité » s'attache donc à cette problématique.

Données requises : Le calcul de ce sous-indicateur nécessite de connaître la surface de chacune des sous-unités paysagères dont le sol est imperméable ainsi que leur surface totale.

Source des données : Les données sont issues de la carte de l'occupation des sols et complétées si nécessaire par des observations de terrain (cf. annexe 8). Ces observations peuvent être nécessaires pour identifier certains détails non visibles sur la carte d'occupation des sols tels que la présence de bâtiments sur pilotis par exemple.

Échelle d'évaluation : La grille d'évaluation du sous-indicateur est la suivante (cf. tableau 17) :

Tableau 17 : Grille de notation du sous-indicateur « imperméabilité »

Part de site au sol imperméable (%) = $\frac{\text{Surface de sol imperméable sur la sous-unité paysagère}}{\text{Surface totale de la sous-unité paysagère}}$	Note de l'indicateur
<5% de sol imperméable	4
5-25% de sol imperméable	3
25-50% de sol imperméable	2
50-75 % de sol imperméable	1
>75% de sol imperméable	0

Interprétation de la note de du sous-indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus le site est caractérisé par une faible artificialisation du sol et inversement.

Limites du sous-indicateur : Pour évaluer ce sous-indicateur, l'emploi du coefficient de biotope par surface (CBS) aurait pu être une alternative. Ce coefficient définit la part de surface éco-aménagée, c'est-à-dire végétalisée ou favorable à l'écosystème, sur la surface totale d'une parcelle. Selon Philippe Bies, député du Bas-Rhin en 2013, celui-ci permet de sauvegarder des espaces naturels en ville, par divers moyens susceptibles d'être mobilisés (sols, toitures ou murs végétalisés, façades alvéolées perméables, etc.) (O2D environnement, en ligne). Ce sous-indicateur rejoindrait alors l'indicateur « biodiversité & bâti ».

Afin d'améliorer cet indicateur, il serait aussi intéressant de se s'intéresser aux ouvrages de régulation des eaux pluviales (fossés, noues, bassins de rétention...) (Ville de Lannion, 2015)

➤ Indicateur 2 : Dégradation

Définition et intérêt de l'indicateur : Le but de cet indicateur est d'évaluer la part du site concernée par des dégradations. Nous avons ici pris en considération différents types de dégradations : le piétinement, les campements sauvages, les décharges illégales. Ces facteurs peuvent en effet affecter le site tant au niveau biodiversité qu'au niveau social.

Données requises : Le calcul de cet indicateur nécessite de connaître la surface de la sous-unité paysagère dégradée, ainsi que sa surface totale.

Source des données : Les données sont à relever lors de la phase de terrain (cf. annexe 8).

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur « dégradations » est la suivante (cf. Tableau 18) :

Tableau 18 : Grille de notation de l'indicateur « dégradations »

Proportion de dégradations (%) = $\frac{\text{Surface de la sous-unité paysagère dégradée}}{\text{Surface totale de la sous-unité paysagère}}$	Note de l'indicateur
Très fortement dégradé : >75 % dégradé	0
Fortement dégradé : 50-75% dégradé	1
Dégradations importantes : 25-50% dégradé	2
Faibles dégradations : 5-25 % dégradé	3
Dégradations négligeables ou absentes : <5% dégradé	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus la part du site concernée par des dégradations est faible, et inversement.

Limites de l'indicateur : L'indicateur ne prend pas en compte l'ensemble des dégradations qu'il est possible de retrouver sur un site. La pollution est par exemple difficile à évaluer du fait de sa complexité en termes de nature (lumineuse, sonore, chimique...), et d'intensité. Cet indicateur pourrait ainsi être perfectionné en prenant en compte davantage de types de dégradations, en particulier les différentes sortes de pollution.

➤ Indicateur 3 : Diversité des usagers

Définition et intérêt de l'indicateur : Cet indicateur évalue la diversité des usagers du point de vue de leur catégorie socioprofessionnelle. L'objectif est de déterminer si le site étudié est fréquenté préférentiellement par un certain type d'usagers en particulier, ou de façon relativement homogène par l'ensemble de la population. Évaluer cet indicateur pourrait par la suite permettre d'étudier une potentielle corrélation avec l'indicateur « diversité des usages ». C'est-à-dire voir si certains usages attirent une certaine population plutôt qu'une autre. Si ceci est vérifié, il serait possible d'améliorer la diversité des usagers en agissant sur la diversité des usages. Cet indicateur incluait dans un premier temps un sous-indicateur « classes d'âge ». Suite à des tests *in situ*, ce paramètre a été retiré du calcul en raison de la méthode d'échantillonnage employée pour l'enquête sociale (2.4.3 Enquête sociale). L'âge des usagers est toutefois pris en compte dans les différentes catégories socioprofessionnelles (ex : enfant, actifs divers, retraités).

Données requises : Le nombre de catégories socioprofessionnelles parmi les personnes interrogées lors de l'enquête sociale sur le site permet de calculer cet indicateur. Celles-ci sont au nombre de 10 et figurent dans le tableau 19.

Source des données : L'indicateur est calculé grâce aux réponses à la question 3 de l'enquête sociale (cf. 2.4.3 Enquête sociale et annexe 9).

Tableau 19 : Liste des catégories socioprofessionnelles utilisées pour le calcul de l'indicateur « diversité des usagers »

Catégories socioprofessionnelles	
Agriculteur	Fonctionnaire
Artisan / commerçant	Intermittent / artiste / sportif
Cadre / chef d'entreprise	Ouvrier
Étudiant	Retraité
Enfant	Sans profession

Ce tableau a été établi à partir de la nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles de l'institut national de la statistique et des études économiques (INSEE, en ligne). Cette liste a été simplifiée afin de faciliter le calcul de la note de l'indicateur.

Échelle d'évaluation : Le Tableau 20 présente la grille de notation de l'indicateur « diversité des usagers ».

Tableau 20 : Grille de notation du sous-indicateur "catégories socioprofessionnelles"

Nombre de catégories socioprofessionnelles	Note de l'indicateur
Très fortement diversifié : Plus de 8 catégories socioprofessionnelles	4
Fortement diversifié : 7 à 8 catégories socioprofessionnelles	3
Moyennement diversifié : 5 à 6 catégories socioprofessionnelles	2
Faiblement diversifié : 3 à 4 catégories socioprofessionnelles	1
Très faiblement diversifié : 1 à 2 catégories socioprofessionnelles	0

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus la diversité des catégories socioprofessionnelles des usagers du site est importante. A l'inverse, une note faible signifie que le site est fréquenté en grande partie par certaines catégories socioprofessionnelles en particulier.

Limites de l'indicateur : La principale limite est la non prise en compte des effectifs d'usagers appartenant à chacune des catégories socioprofessionnelles. Seule leur diversité est prise en compte par cet indicateur.

➤ **Indicateur 4** : Accessibilité :

Définition et intérêt de l'indicateur : La facilité d'accès à un site est un critère important à prendre en considération lors d'un aménagement. En effet, ce paramètre conditionnera le taux de fréquentation ainsi que la diversité des usagers qui s'y rendent. Un lieu dont les seuls modes d'accès sont des sentiers piétons ou pistes cyclables ne sera pas fréquenté de la même façon que s'il est desservi par des transports en communs par exemple. C'est ce qu'étudie cet indicateur, par l'analyse des différents modes de transport ou de déplacement permettant de ce rendre sur place. Les modes d'accès étudiés sont les suivants : les transports en commun (bus, train, tramway, métro, bateau...), les moyens de transport doux (vélo, rollers, trottinette...), les véhicules personnels motorisés (voitures, moto...) et enfin la marche à pieds.

Données requises : Le calcul de cet indicateur nécessite de connaître les éléments présents sur ou à proximité de chacune des sous-unités paysagères parmi les points suivants :

- Arrêts de transport en commun (à moins 200 m) ;
- Piste cyclable (sur le site) ;
- Parking (à moins de 200 m) ;
- Sentier (sur le site).

Ces 4 points constituent les propositions auxquelles fait référence l'échelle d'évaluation (cf. tableau 21).

Source des données : Cet indicateur est calculé à partir des inventaires sur le site, et ou d'observations sur photos aériennes (cf. annexe 8). Les sites internet ou cartes des transports en commun de la ville peuvent également fournir certaines informations utiles.

Échelle d'évaluation : Le Tableau 21 présente la grille de notation de l'indicateur « accessibilité ».

Tableau 21 : Grille de notation de l'indicateur « accessibilité »

Nombre de dispositifs d'accès au site (parmi la liste précédente)	Niveau d'accessibilité	Note de l'indicateur
0 dispositif d'accès	Très faible	0
1 dispositifs d'accès	Faible	1
2 dispositifs d'accès	Moyenne	2
3 dispositifs d'accès	Bonne	3
4 dispositifs d'accès	Très bonne	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus le site est accessible par des modes de déplacement variés, et inversement.

Limites de l'indicateur : Cet indicateur a pour limite de ne pas prendre en compte certains paramètres conditionnant l'accessibilité d'un site tel que les horaires, la fréquence de passage de transports en commun ou encore la superficie des parkings (adaptée ou non à la taille du site).

➤ Indicateur 5 : Fréquentation

Définition et intérêt de l'indicateur : Le but de cet indicateur est de fournir des informations concernant la fréquence d'utilisation du site et la fidélité des usagers vis-à-vis de ce dernier. Ces renseignements peuvent être utiles au regard des résultats obtenus pour les indicateurs de biodiversité. Il est en effet primordial de veiller à ce que la fréquentation du site ne dégrade pas sa biodiversité.

Données requises : Le calcul de l'indicateur nécessite de connaître la fréquence de visite du site par les usagers.

Source des données : Les données sont obtenues à partir des réponses à la question 8 de l'enquête sociale (cf. 2.4.3 Enquête sociale et annexe 9).

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur « fréquentation » est la suivante (cf. Tableau 22) :

Tableau 22 : Grille de notation de l'indicateur "fréquentation"

Fréquence de visite du site par les usagers	Très rarement	Une fois par mois	Une fois par semaine	Plusieurs fois par semaine	Tous les jours
Note de l'indicateur	0	1	2	3	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Une note élevée pour cet indicateur traduit une forte fréquence de visite par la population. À l'inverse, une note faible signifie que le site est très rarement fréquenté.

Limites de l'indicateur : La principale limite de cet indicateur émane de la méthodologie d'enquête appliquée. Ceci fera l'objet d'une discussion dans la suite de ce rapport (cf. 4.1 Limites de l'outil et préconisations). Observer l'abondance des personnes présentes sur le site pourrait apporter une information complémentaire à cet indicateur.

➤ Indicateur 6 : Diversité des usages

Définition et intérêt de l'indicateur : Le but de cet indicateur est de savoir si le site étudié est utilisé par la population pour la pratique d'activités diverses, ou si au contraire ce site est consacré à un unique type d'activité et donc d'usage. 10 catégories d'usages sont prises en compte dans cette méthodologie, listées dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Liste des catégories d'usages

Catégories d'usages	Exemples de pratiques appartenant à ces catégories d'usages
Sport et activités récréatives	Jeux de ballons, piscine, footing, glisse, golf, aires de jeux pour enfants, promenade, vélo...
Agriculture	Potager, activités agricoles, ferme pédagogique, parc animalier, jardinage
Culture	Manifestations culturelles et sportives, théâtre, musique, festivals
Tourisme	Monuments historiques
Vie populaire	Marché, lieu de rencontres, souvent très fréquenté et animé
Eau	Baignade, jeux aquatiques...
Détente	Calme, endroit pour s'asseoir ou s'allonger...
Vue	Paysage, fleurs et horticulture, panoramas, impression d'espace...
Nature	Sensation forestière, rencontre avec la nature sauvage et la diversité des espèces

Repas	Pique-nique, restauration en plein air
--------------	--

Ces catégories d'usages ont été définies à partir de la liste de "concepts de valeurs" utilisée pour établir la carte des sociotopes, détaillée dans le *Manuel des Sociotopes*. Les concepts de valeurs correspondent aux caractéristiques, en termes de qualité de vie, évoquées par les Stockholmois pour décrire leur environnement extérieur, les parcs et la nature en ville (Bureau de l'urbanisme de la ville de Stockholm, 2012). La méthodologie employée dans ce manuel utilise 30 concepts de valeurs. Nous avons ici regroupé l'ensemble de ces concepts en 10 catégories d'usages (cf. tableau 23).

Données requises : Le calcul de cet indicateur nécessite de connaître le nombre d'usages ("observés" et "révélés") identifiés sur la sous-unité paysagère parmi la liste de catégories d'usages précédente (cf. Tableau 23). Se référer à l'annexe 8 pour plus de détails.

Source des données : Les données sont tirées d'une part des réponses aux questions 14 et 15 de l'enquête sociale (cf. 2.4.3 Enquête sociale et annexe 9), il s'agit des usages "révélés". L'ensemble des usagers du site ne pouvant pas être interrogés, ces informations sont d'autre part complétées par des observations directes sur le terrain (cf. annexe 8), on parlera alors d'usages "observés". Les usages "observés" et "révélés" sont sommés pour obtenir la note de l'indicateur.

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur est la suivante (cf. Tableau 24) :

Tableau 24 : Grille de notation de l'indicateur "diversité des usages"

Nombre d'usages	Note de l'indicateur
Très fortement diversifié : Plus de 8 usages	4
Fortement diversifié : 7 à 8 usages	3
Moyennement diversifié : 5 à 6 usages	2
Faiblement diversifié : 3 à 4 usages	1
Très faiblement diversifié : 1 à 2 usages	0

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus le nombre d'usages et d'activités qui y sont pratiqués est important, et inversement pour une note faible.

Limites de l'indicateur : La limite de cet indicateur est identique à celle du précédent.

➤ Indicateur 7 : Perception de la biodiversité

Définition et intérêt de l'indicateur : Cet indicateur évalue la perception de la biodiversité par les usagers du site. Cette approche nous semble particulièrement intéressante en milieu urbain. S'agissant d'une notion assez « floue » pour une grande partie des gens, un bref rappel de la définition du terme biodiversité est parfois nécessaire. Cet indicateur a pour objectif d'inciter la population à s'interroger sur l'écologie des milieux environnants, et tout particulièrement en milieu urbain.

Données requises : Cet indicateur se calcule à partir de la réponse à la question 12 du questionnaire de l'enquête sociale, à savoir « Pensez-vous que ce site accueille de la biodiversité ? »

Source des données : Les données sont issues de l'enquête sociale (cf. annexe 9).

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur est présentée sur le tableau 25.

Tableau 25 : Grille de notation de l'indicateur "perception"

Perception de la biodiversité	Note de l'indicateur
Très mauvaise : [0-5%] "oui" à la question 12 du questionnaire	0
Mauvaise :]5-25%] "oui" à la question 12 du questionnaire	1
Moyenne :]25-50%] "oui" à la question 12 du questionnaire	2
Bonne :]50-75%] "oui" à la question 12 du questionnaire	3
Très bonne : [75-100%] "oui" à la question 12 du questionnaire	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus le site renvoie aux usagers une impression de nature, et semble être propice à la biodiversité.

Limites de l'indicateur : L'indicateur se limite à la perception du site vis-à-vis de la biodiversité. Or, cette perception pourrait concerner des aspects divers caractérisant le site, permettant par exemple de pointer des éléments non appréciés par le public et nécessitant une amélioration lors du projet d'aménagement.

➤ Indicateur 8 : Sensibilisation à l'écologie

Définition et intérêt de l'indicateur : Le but de cet indicateur est d'évaluer les installations présentes sur le site destinées à sensibiliser le public à l'écologie. Comme le dit la Fondation de France, les actions d'éducation et de sensibilisation à l'environnement sont essentielles pour « donner les clefs à chacun d'un monde plus respectueux des équilibres entre l'homme et la nature. » Éveiller les consciences (en particulier celles des jeunes) au respect de la biodiversité et à la relation entre l'homme et son environnement est pour cela fondamental. (Fondation de France, en ligne)

Données requises : Le calcul de cet indicateur nécessite de connaître les éléments présents sur ou à proximité de la sous-unité paysagère parmi les points suivants :

- Visites guidées : si le site fait l'objet de visites guidées de temps à autre ;
- Panneaux/affiches/sentier pédagogique : si l'un de ces dispositifs est présent sur le site, fournissant des informations relatives à l'écologie (ex : panneaux descriptifs d'espèces, d'habitats, étiquetage du nom des plantes...)
- Ateliers/cours : si des cours ou ateliers pédagogiques sont organisés sur l'unité paysagère ou à proximité ;
- Associations : si des associations emploient le site de manières diverses (par des jardins pédagogiques par exemple).

Ces 4 points constituent les propositions dont fait référence l'échelle d'évaluation (cf. tableau 26).

Source des données : Les données nécessaires au calcul de cet indicateur peuvent être obtenues par observations directes d'éléments présents sur le site tels que des panneaux d'informations, sentiers pédagogiques, jardins partagés (cf. annexe 8), puis complétées par des recherches plus poussées (sur internet, par interrogation de personnes travaillant sur le site ou d'usagers se rendant régulièrement sur place).

Échelle d'évaluation : La grille de notation de l'indicateur est la suivante (cf. tableau 26) :

Tableau 26 : Échelle d'évaluation de l'indicateur "sensibilisation à l'écologie"

Sensibilisation à l'écologie	Note de l'indicateur
Absente : 0 dispositifs de sensibilisation à l'écologie	0
Faible : 1 dispositifs de sensibilisation à l'écologie	1
Moyenne : 2 dispositifs de sensibilisation à l'écologie	2
Bonne : 3 dispositifs de sensibilisation à l'écologie	3
Très bonne : 4 dispositifs de sensibilisation à l'écologie	4

Interprétation de la note de l'indicateur : Plus la note de l'indicateur est élevée, plus les dispositifs de sensibilisation du public à l'écologie présents sur la sous-unité paysagère ou à proximité de celle-ci sont nombreux et diversifiés.

Limites de l'indicateur : La détermination des dispositifs de sensibilisation à l'écologie requiert parfois des recherches supplémentaires à la simple visite du site. C'est en particulier le cas pour savoir si diverses activités en lien avec l'écologie y sont organisées de temps à autre.

2.4 Méthodologie pour les orientations d'aménagement et de gestion

2.4.1 Application de l'outil à différentes phases d'un projet

Un des aspects intéressant de cet outil est de pouvoir comparer les résultats de l'analyse éco-paysagère à plusieurs phases d'avancement du projet, en vue de proposer des orientations de gestion et d'aménagement adaptées.

Pour appliquer l'outil sur l'état initial du projet, la méthodologie présentée dans la partie qui précède est employée en suivant les protocoles de terrain et l'enquête sociale. L'annexe 7 récapitule le protocole à appliquer pour calculer chacun des indicateurs.

Pour l'application de l'outil en phase esquisse/avant-projet (aussi appelée phase PRO), le projet n'étant pas encore réalisé et l'étude non finalisée, il n'est pas possible de suivre les différents protocoles de terrain. Il est donc nécessaire de confier l'évaluation éco-paysagère à un expert (naturaliste aidé éventuellement d'un paysagiste pour la partie sociale), qui attribuera une note à chacun des indicateurs en s'appuyant sur des données fournies par les éléments officiellement produits par les concepteurs (les plans guides, les études préliminaires, les plans masse, les plans de plantations, les préconisations de gestion, etc.)

La dernière application post-diagnostic, est enfin réalisée par une estimation des bénéfices apportés par les diverses orientations éco-paysagères proposées.

2.4.2 Orientations éco-paysagères

En ce qui concerne les orientations éco-paysagères, nous avons développé une méthodologie propre, qui, à partir des résultats de l'évaluation de l'état initial et des prévisions du projet (pré-diagnostic, présenté sous la forme de graphiques radar), propose des objectifs qui sous-tendent des orientations d'actions visant à améliorer le paysage au regard de la biodiversité et du social. Cette étape est divisée en 3 parties : la définition des « indicateurs leviers », la proposition d'orientations générales puis d'orientations locales.

① Identification d'indicateurs leviers :

La première étape d'analyse des résultats consiste à identifier les indicateurs leviers, c'est-à-dire ceux sur lesquels il est conseillé d'agir en priorité. Pour cela, il s'agira d'effectuer une analyse comparative des graphiques radar de l'état initial et de la phase PRO. Deux niveaux de détermination d'indicateurs sur lesquels agir sont proposés :

- Identifier premièrement les indicateurs qui représentent à la phase PRO un niveau très faible à faible ;
- Identifier deuxièmement les indicateurs dont la note à la phase PRO est plus faible que celle à l'état initial.

② Proposition d'orientations générales :

Une fois l'ensemble des indicateurs leviers identifiés, une échelle d'action propose des orientations générales de gestion ou d'aménagement visant à améliorer la note des indicateurs relevés. Cette échelle est présentée en annexe 10. Nous avons pu remarquer que les indicateurs sont pour la plupart extrêmement reliés les uns les autres. Ainsi pour améliorer l'un d'entre eux, il est parfois nécessaire d'agir sur un « groupe d'indicateurs ». Pour chacun d'entre eux, il faudra alors se référer aux fiches actions et diverses références d'aménagement ou de gestion proposées. L'objectif de cette approche globale est d'apporter des propositions reproductibles sur les mêmes typologies de secteurs (complexes sportif, zone d'activité, etc.)

Lors du choix des actions à mettre en œuvre, il est par ailleurs important de prendre en considération le contexte écologique et social du site. Par exemple, les modes de gestion préconisés dans un milieu naturel peu fréquenté et sur un site utilisé par du public ne seront pas les mêmes.

③ Proposition d'orientations locales :

Afin de compléter les orientations générales et d'améliorer l'aménagement prévu par le projet, des orientations dites locales, seront proposées. L'objectif de cette approche est d'apporter une vision adaptée au contexte de chacun des secteurs étudiés. Ceci permettra également d'aider la maîtrise d'œuvre à prendre en compte les enjeux sociaux et écologiques mis en évidence par l'analyse éco-paysagère, et de maximiser leur potentiel.

L'établissement des orientations locales s'effectue à partir des « indicateurs leviers » identifiés et de leurs fiches actions associées. Il s'agira ensuite de travailler sur un élément paysager en particulier, prévu par le projet sur la sous-unité paysagère (ex : création d'une noue paysagère, d'un parc botanique...). Les orientations locales prendront alors la forme de *scenarii*, proposant des alternatives d'aménagement ou de gestion pour améliorer le projet. Pour cela, diverses techniques de représentation et outils peuvent être mobilisés, tels qu'une réflexion sur la palette végétale, des schémas de principes, des blocs diagramme, ou encore des croquis. Libre cours est laissé à l'utilisateur pour réaliser ces *scenarii*.

3. Test de l'outil et résultats

3.1 Présentation du projet et du site test

Afin de rendre cet outil opérationnel, nous nous sommes appuyées sur une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage de Biotope : la création du projet Grand Parc Garonne. Impliquant une réflexion sur le plan écologique et social, ce projet ouvert aux propositions d'aménagement et de gestion nous a semblé approprié pour tester notre outil.

3.1.1 Le Projet Grand Parc Garonne, projet test

Initialement basée sur la Garonne pour son développement, Toulouse a progressivement tourné le dos au fleuve au cours du XX^{ème} siècle. De nombreuses activités et installations devenues indésirables ou incompatibles avec la vie urbaine sont alors transférées en périphérie de la ville, tandis que les berges du fleuve ont progressivement été endiguées et artificialisées. Il en résulte une augmentation des effluents urbains, la destruction d'habitats naturels et par conséquent une réduction de la biodiversité accompagnée de la disparition progressive de la faune. Une prise de conscience des effets néfastes de cette artificialisation dans les années 1950 a alors conduit à la mise en place d'actions de prévention et de protection du fleuve. Avec l'émergence de nouvelles fonctions urbaines liées à la détente, aux loisirs et à la mise en valeur du patrimoine, le fleuve et ses berges deviennent des lieux de détente. C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet Grand Parc Garonne, visant à "créer un parc qui réponde aux aspirations de nature des habitants, sans déranger les milieux naturels" (Agence TER, 2012).

Ce projet d'aménagement urbain concerne les berges de la Garonne et ses alentours, sur 32 km de long, au sein de 7 communes (Toulouse, Blagnac, Fenouillet, Seilh, Gagnac-sur-Garonne, Saint-Jory), soit 3000 hectares. L'ensemble du projet est détaillé dans le Plan Guide à l'horizon 2030 (Agence TER, 2012). Les objectifs généraux tirés de ce plan guide mettent en avant divers enjeux axés sur l'écologie et le social. Il en ressort une volonté de favoriser la réappropriation collective du paysage de la Garonne en assurant un dialogue ville-nature et en développant de nouveaux espaces culturels et conviviaux, de façon à garantir le bien-être en ville, tout en faisant face au changement climatique (lutte contre les îlots de chaleur urbains) et en assurant la continuité écologique au sein du territoire.

Pour y parvenir, le projet s'organise selon 3 axes stratégiques d'intervention : la nature, le réseau de mobilités, ainsi que les usages. Par la création d'un parc de grande ampleur au cœur de la ville, le but est d'associer les enjeux écologiques et sociaux pour répondre à la nécessité de protection et de préservation du patrimoine naturel en milieu urbain, périurbain et rural, tout en accompagnant et sensibilisant les habitants à sa richesse mais aussi à sa fragilité et sa vulnérabilité. (Agence TER, 2012)

Afin de faciliter la gestion de ce projet de grande envergure, l'aire d'aménagement est divisée en 4 entités géographiques : le parc fluvial naturel, le parc des ponts jumeaux, l'arc culturel, et enfin le parc toulousain et le belvédère de Pech David (voir localisation sur la figure 5). Chacune de ces entités possède un caractère et des usages différents, définis selon les séquences paysagères et urbaines le long du fleuve.

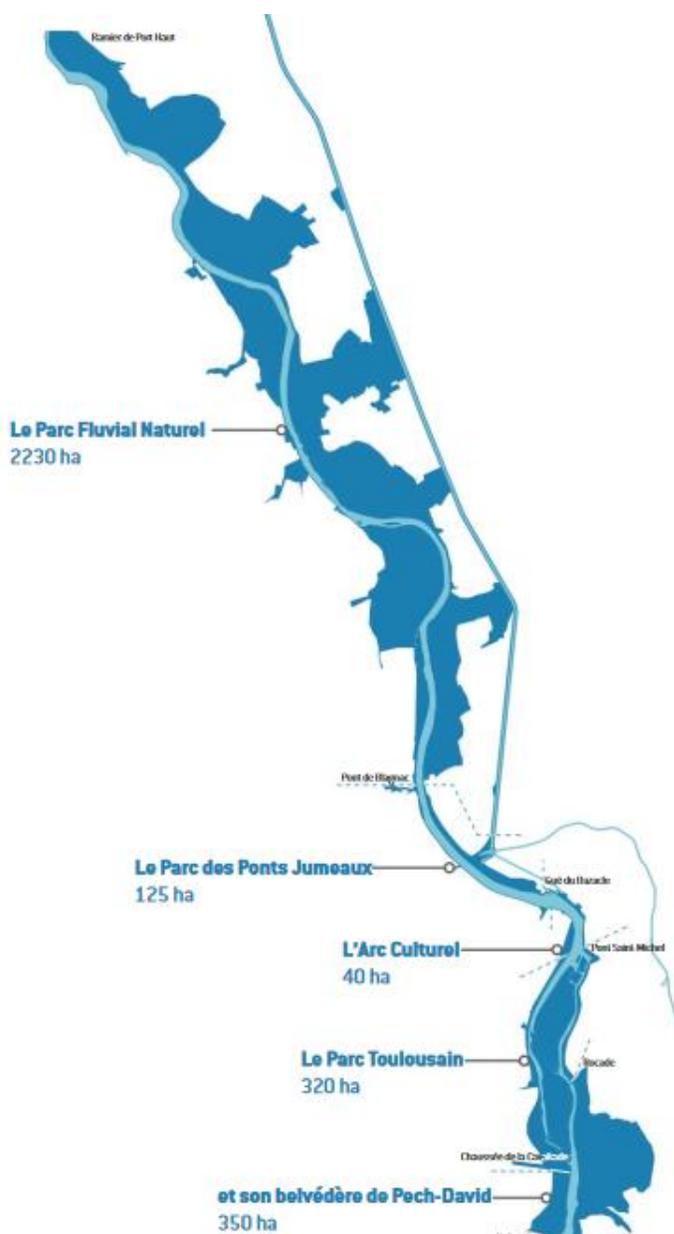


Figure 5 : Carte des entités géographiques du projet Grand Parc Garonne (Agence TER, 2012)

3.1.2 L'île du Ramier, secteur d'étude

Tout le long de la Garonne, de multiples ambiances paysagères ont été façonnées par la dynamique du fleuve lors de son parcours. La Garonne est ainsi proche de son état naturel (sauvage) en amont de Toulouse, entièrement canalisée au centre de la ville, puis difficilement maîtrisable en aval. Chaque secteur possède alors des caractéristiques géographiques, paysagères, sociales qui lui sont propres, et offre des rapports à l'eau variés. Pour choisir notre secteur d'étude, nous nous sommes donc appuyées sur les différentes ambiances paysagères créées par la dynamique du fleuve au cours de son parcours et définies par le plan guide du parc : paysage naturel fluvial en amont de Toulouse, paysage patrimonial dans le centre culturel de la ville, paysage insulaire à l'île du Ramier, paysage de coteaux à Pech David, ou encore paysage de confluence en aval de la ville, au croisement de la Garonne et de l'Ariège. (Agence TER, 2012)

L'idée était d'étudier des sites aux paysages variés, possédant divers degrés d'urbanisation par l'évolution historique de la ville, et par conséquent différents usages. Notre attention c'est ainsi portée sur 3 sites, localisés sur la figure 6 :

- Le secteur de Fenouillet au nord de Toulouse, tourné vers l'agriculture : milieu qualifié de « rurbain » (situé en ville mais possédant des parcelles agricoles) ;
- Le secteur des ponts jumeaux : au cœur de la ville, en milieu urbain dense ;
- L'Île du Ramier : milieu urbain, à proximité immédiate du centre-ville historique mais avec une typologie péri-urbaine avec des activités tournées principalement vers les loisirs.

Par manque de temps pour réaliser les tests *in situ* sur chacun de ces sites, nous nous sommes concentrées sur le secteur urbain de l'île du Ramier, secteur concerné par les prochains aménagements selon le plan guide du projet Grand Parc Garonne.

Exploitée durant près de 600 ans pour des activités industrielles, l'Île du Ramier est un quartier central de la ville rose encore trop peu mis en valeur. Son activité principale a longtemps été fondée sur sa poudrerie, malgré la dangerosité des explosions en plein centre-ville. Celle-ci a été fermée en 2001, suite à l'explosion de l'usine voisine AZF, laissant place à « un beau patrimoine historique et architectural ». L'île du Ramier est aujourd'hui au cœur de réflexions sur son aménagement. Serait-il possible d'y créer le futur « Green Park » ou « Central Park » de Toulouse ? Telle est l'ambition de la mairie de la ville à travers le projet Grand Parc Garonne. La création de ce vaste parc urbain dédié à la nature, à la culture et aux loisirs se déroulera en plusieurs parties, et devrait prendre fin d'ici 2020. La figure 7 donne un aperçu de l'île.

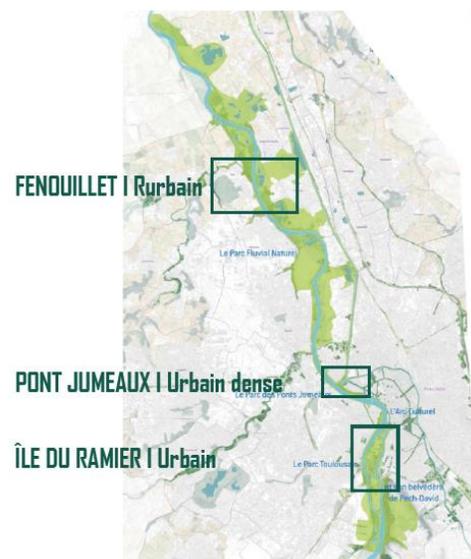


Figure 6 : Carte des différents secteurs possibles pour les tests de l'outil. (Réalisée par Rethoret K., à partir du plan guide du projet Grand Parc Garonne)



Figure 7 : Photographie de l'île du Ramier à l'état actuel (Mairie de Toulouse n° 50, en ligne)

3.1.3 Définition d'unités paysagères sur l'île

En ce qui concerne la définition des unités paysagères, nous nous sommes inspirées des grands ensembles paysagers qui avaient déjà été caractérisés. L'île est donc composée de six unités paysagères : le paysage « industrialisé », le paysage « enfriché », le paysage « habité », le paysage « synthétique », le paysage « macadam », le paysage « insulaire ». Chacune de ces unités sont redivisées en sous-unités paysagères. Ce découpage est présenté sur la figure 8.

Pour tester l'outil, nous avons priorisé les secteurs à évaluer. Nous avons choisi de nous concentrer sur l'unité du paysage « macadam » car cet espace concentre de fortes transformations à venir. L'unité est donc redécoupée en six sous-unités ou secteurs :

1. La promenade
2. Le fleuve et la ripisylve
3. Imperméable
4. Mosaïque artificielle
5. Voierie arborée
6. Berges cheminées

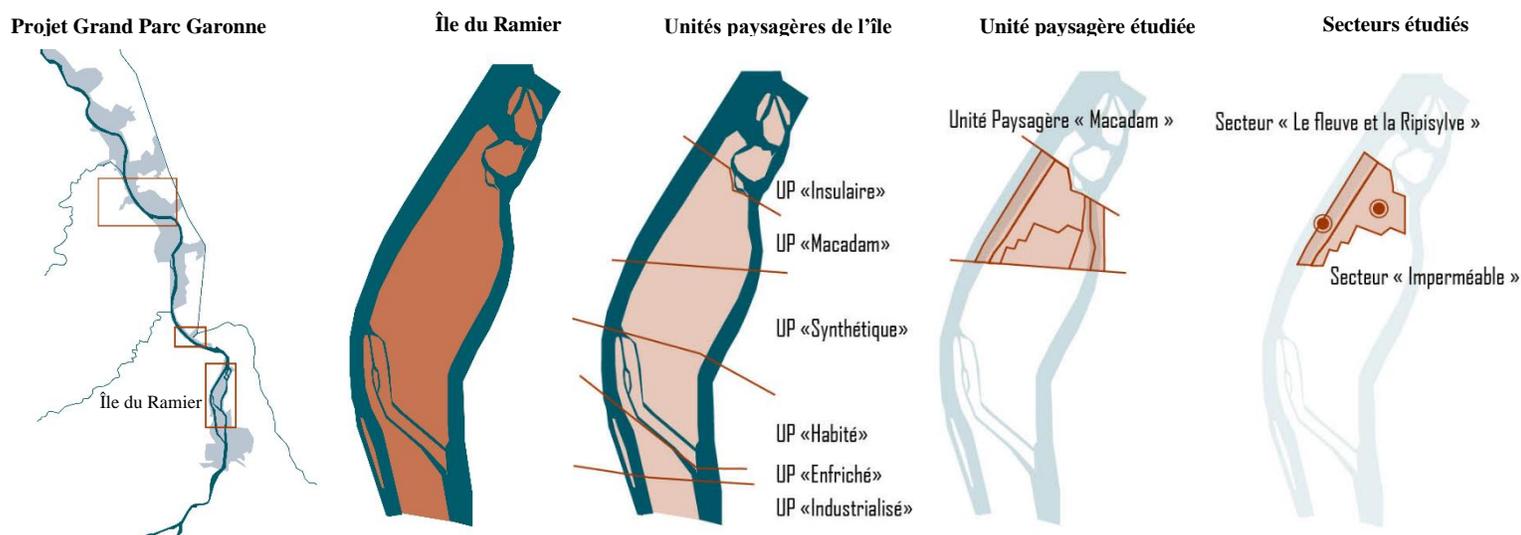


Figure 8 : Schémas du découpage des différentes échelles étudiées (Rethoret, K., 2019)

Parmi ces 6 sous-unités paysagères, nous nous sommes concentrées sur 2 secteurs témoignant d'enjeux majeurs : « le fleuve et la ripisylve », ainsi que le secteur « imperméable ».

L'analyse éco-paysagère de ces 2 secteurs nous a permis de créer une carte des enjeux sociaux et biodiversité au sein du site (cf. annexe 6). Cette carte permet une première approche visuelle et spatialisée de la biodiversité et du social des sites étudiés.

3.2 Test de l'outil sur 2 unités paysagères : résultats et proposition d'actions

3.2.1 Sous-unité paysagère 1 : Le fleuve et la ripisylve

Le premier secteur auquel nous nous sommes intéressées est « le fleuve et la ripisylve ». Ce site situé sur la rive gauche de l'île du Ramier, est amené à être aménagé par un gradin de plus de 40 mètres de long, entraînant une rupture importante dans la continuité écologique de la ripisylve bordant la Garonne. Il s'agit donc d'un milieu à fort enjeu écologique. Les gradins sont donc l'élément paysager sur lequel s'appuieront les orientations proposées.

La figure 9 montre un aperçu de l'emplacement des gradins prévus sur cette sous-unité paysagère.



Figure 9 : Aperçu de la sous-unité paysagère 1 : vue sur la ripisylve de l'île du Ramier et la Garonne (Rethoret, K., 2019)

- Pré-diagnostic :

Afin de se rendre compte des évolutions de la biodiversité et du social du site aux différentes phases du projet, les résultats obtenus suite aux diagnostics ont été convertis en une note sur 100. Pour cela, la moyenne des notes des indicateurs biodiversité et sociaux ont été calculées de façons distinctes, puis reportées sur un total de 100. Il en ressort alors un social plutôt faible (56/100) et une biodiversité assez élevée (67/100) sur ce site à l'état initial. Cette tendance est ensuite inversée par les prévisions du projet. Le social augmente de 14%, atteignant une note de 70/100, tandis que la biodiversité chute de 11% pour atteindre une note de 56/100 (cf. figure 10). Le pré-diagnostic révèle donc bien un enjeu axé sur la préservation de la biodiversité existante. Afin de remédier à ce déséquilibre impactant l'écologie du site, différents indicateurs leviers ont été identifiés par analyse et comparaison des graphiques radar de l'état initial et de la phase PRO, dans le but de proposer des améliorations du projet.

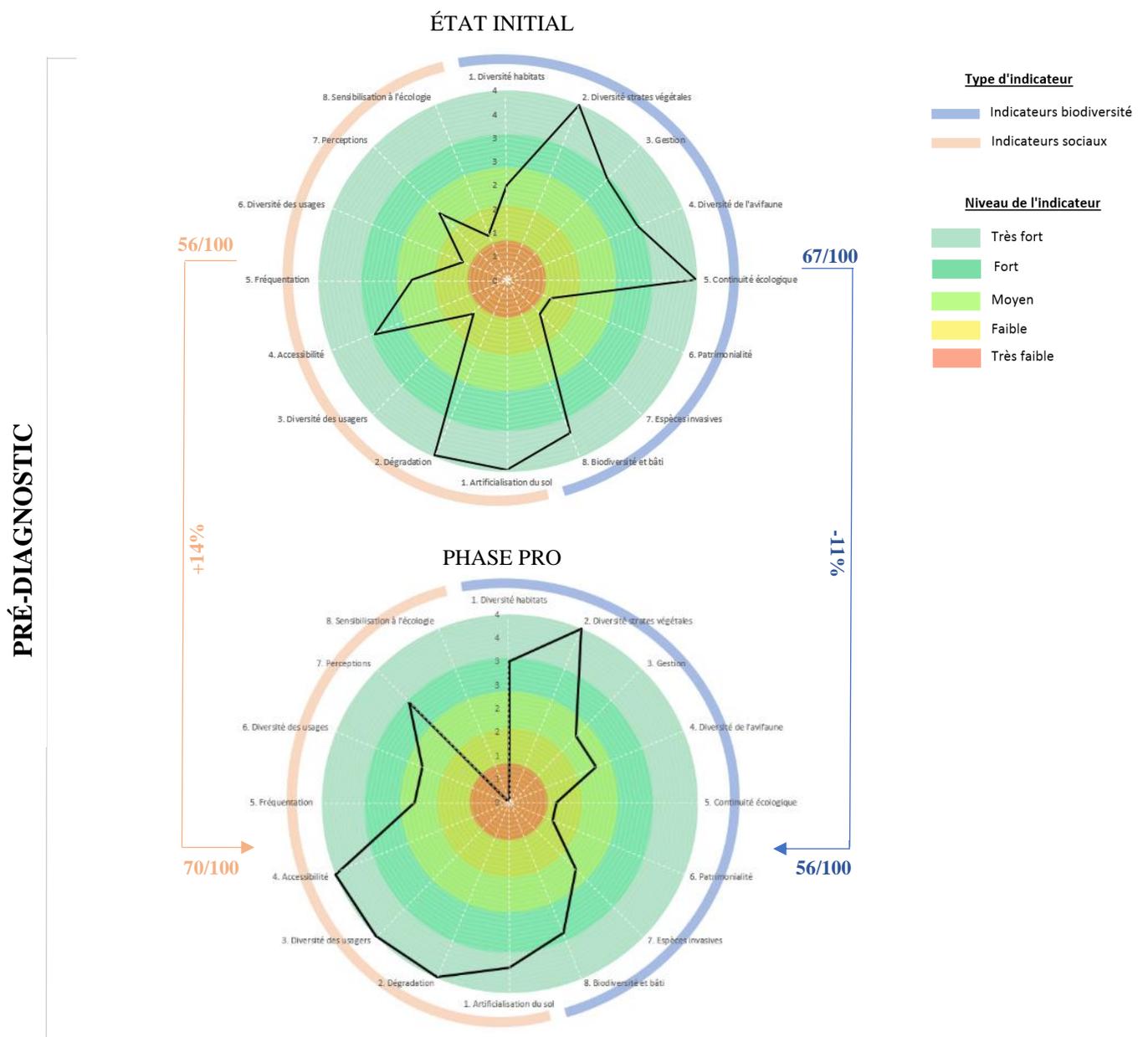


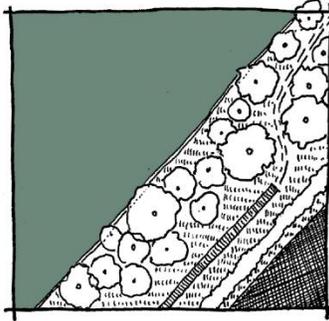
Figure 10 : Graphiques radar du pré-diagnostic sur la sous-unité paysagère 1 (Hivernat, J., 2019)

Par analyse des graphiques du pré-diagnostic, différents « indicateurs leviers » ont été identifiés :

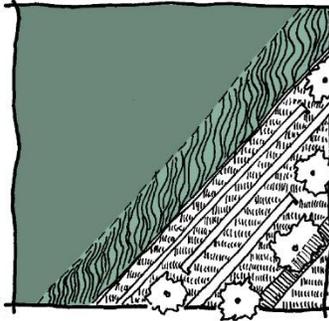
- Premièrement, les indicateurs qui représentent à la phase PRO un niveau très faible à faible sont :
 - Sensibilisation à l'écologie
 - Continuité écologique
 - Patrimoine
- Deuxièmement, les indicateurs dont la note à la phase PRO est plus faible que celle à l'état initial sont :
 - Gestion
 - Diversité avifaune
 - Continuité écologique
 - Biodiversité & bâti
 - Artificialisation du sol
 - Sensibilisation à l'écologie

7 indicateurs leviers ont donc été cernés (2 d'entre eux figurent parmi les 2 modes d'identification). S'agissant d'un nombre assez conséquent d'indicateurs, nous avons priorisé l'importance d'action en 3 niveaux : les indicateurs en **rouge** sont ceux sur lesquels axer les actions et agir en priorité, ceux en **bleu**

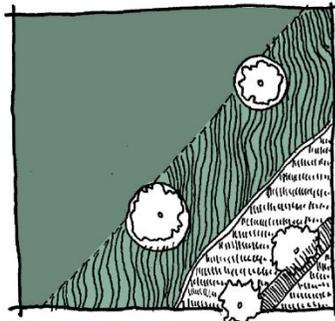
ETAT INITIAL



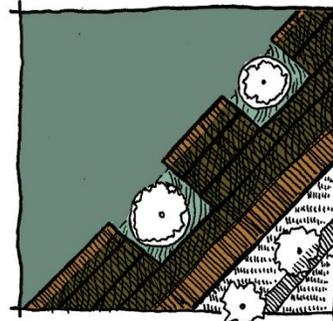
PROJET en cours



SCENARIO 1

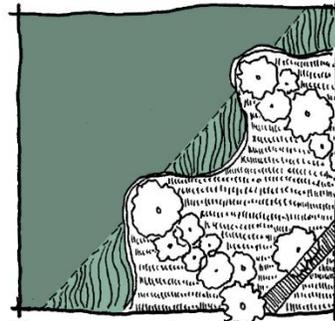


Terrassement

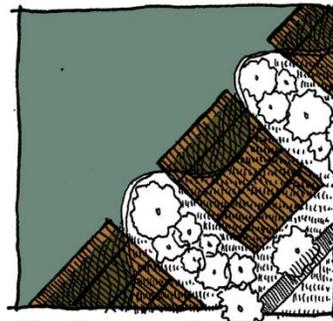


Gradins perméables sur pilotis

SCENARIO 1 Bis

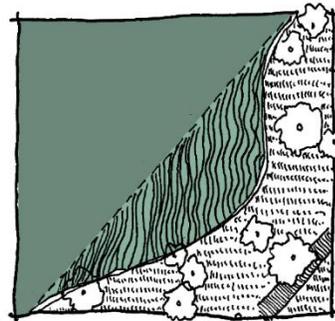


Terrassement

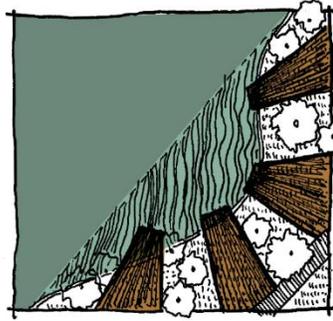


Gradins perméables sur pilotis

SCENARIO 2



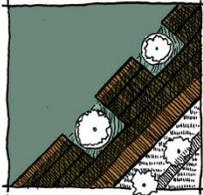
Terrassement



Gradins perméables sur pilotis



Figure 12 : Croquis des scenarii d'aménagement sur la sous-unité paysagère 1 (Rethoret, K., 2019)

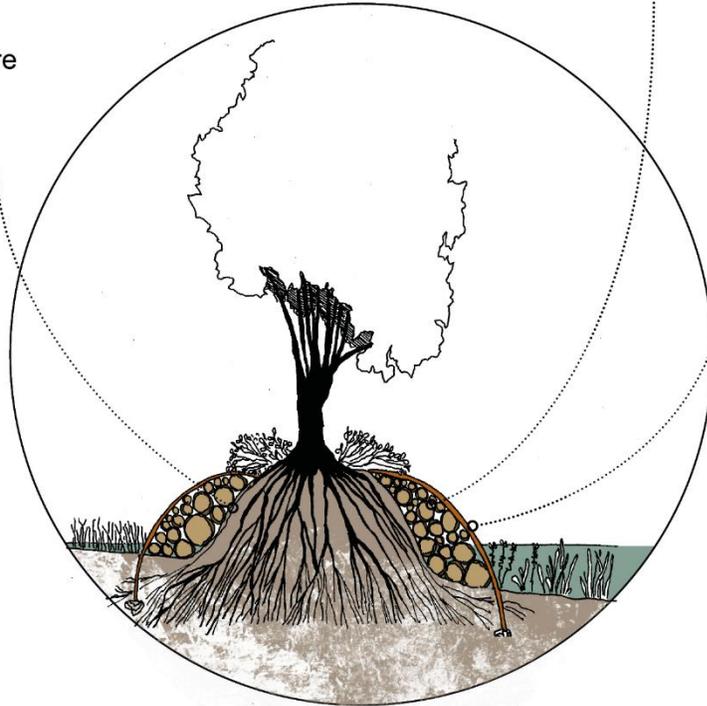


Le scénario 1 propose d'isoler les arbres à préserver que nous avons relevés sur le terrain. L'idée c'est de pouvoir créer des îlots autour des arbres, afin de préserver la motte et les racines, nous nous sommes inspiré du projet Popup de l'agence MADE pour créer une armature métallique remplie de bois morts et coupés qui permet de fortifier les berges.

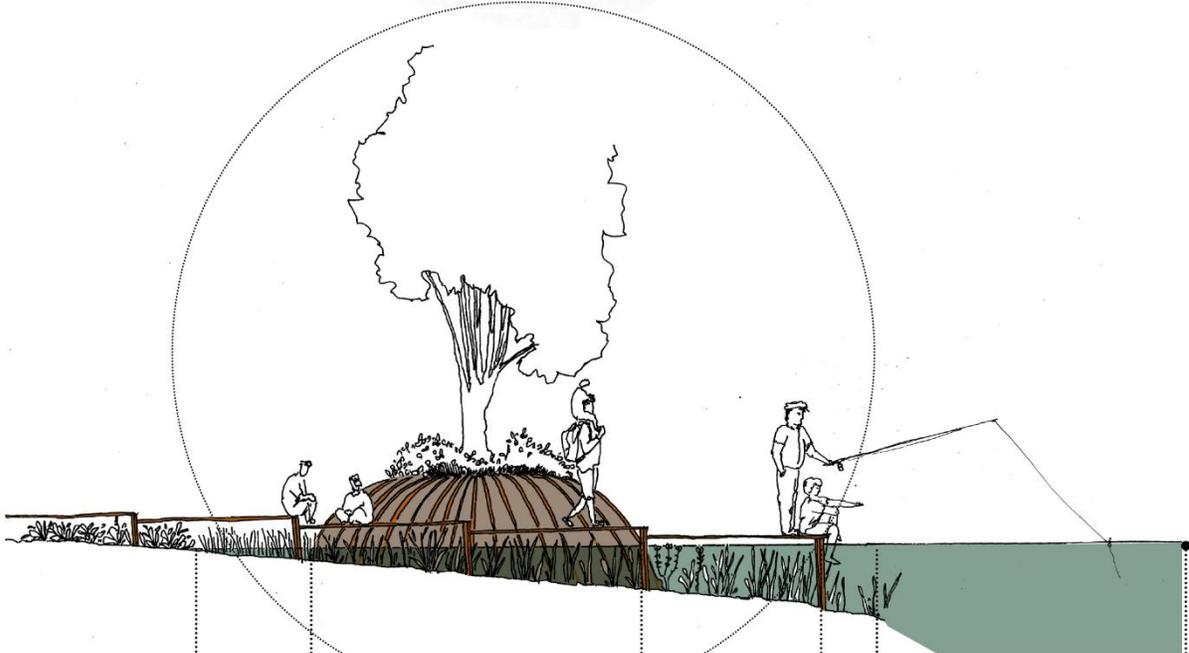
SCENARIO 1

Bois mort et bois coupé, favorable à la faune

Motte de terre et racines préservées



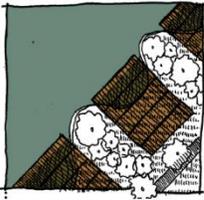
Structure métallique, Type Gabion



Arbre et motte préservé
Grève alluviale

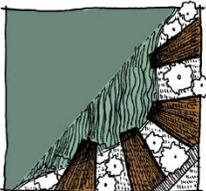
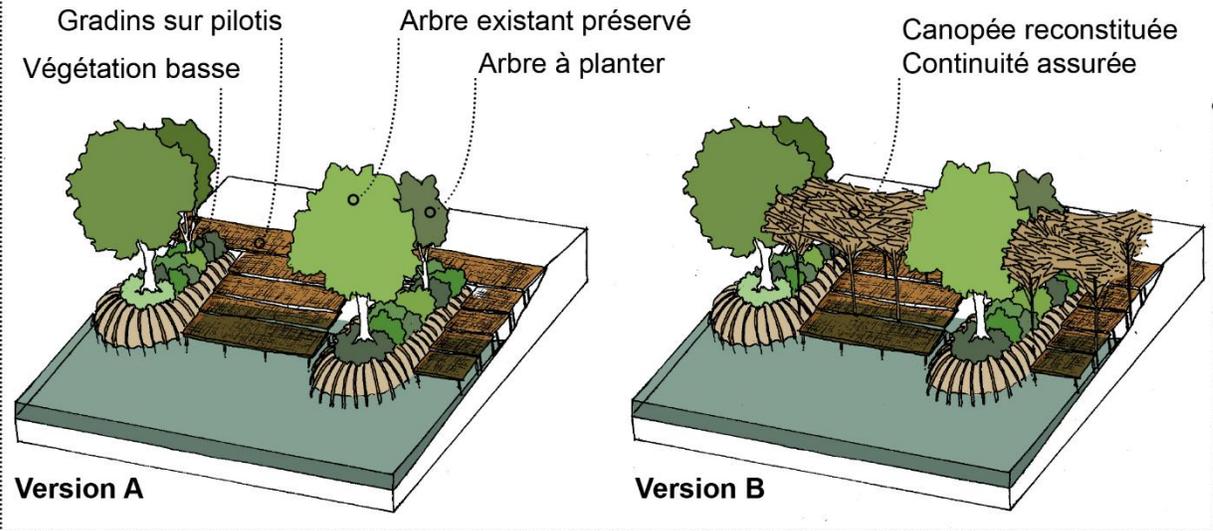
Gradins sur pilots, submersibles

Figure 13 : Croquis du scénario 1 d'aménagement de la sous-unité paysagère 1 (Rethoret, K., 2019)



Le scénario 1 Bis développe deux versions. La première s'appuie toujours sur les arbres existants à préserver mais plutôt que de préserver seulement une motte, un îlot, l'idée est de créer un cordon planté dans la continuité de ces éléments arborés préservés, qui interrompt avec la linéarité du gradin. La version B propose de créer une structure au niveau de la canopée pour permettre une continuité physique de la ripisylve.

SCENARIO 1 Bis



Le scénario 2 quant à lui propose de décaisser la berge pour permettre une ouverture convexe de la rive, la création d'une grève alluviale généreuse et l'aménagement des gradins en «amphithéâtre» vers la Garonne, ponctués par des cordons de végétations aux différentes strates.

SCENARIO 2

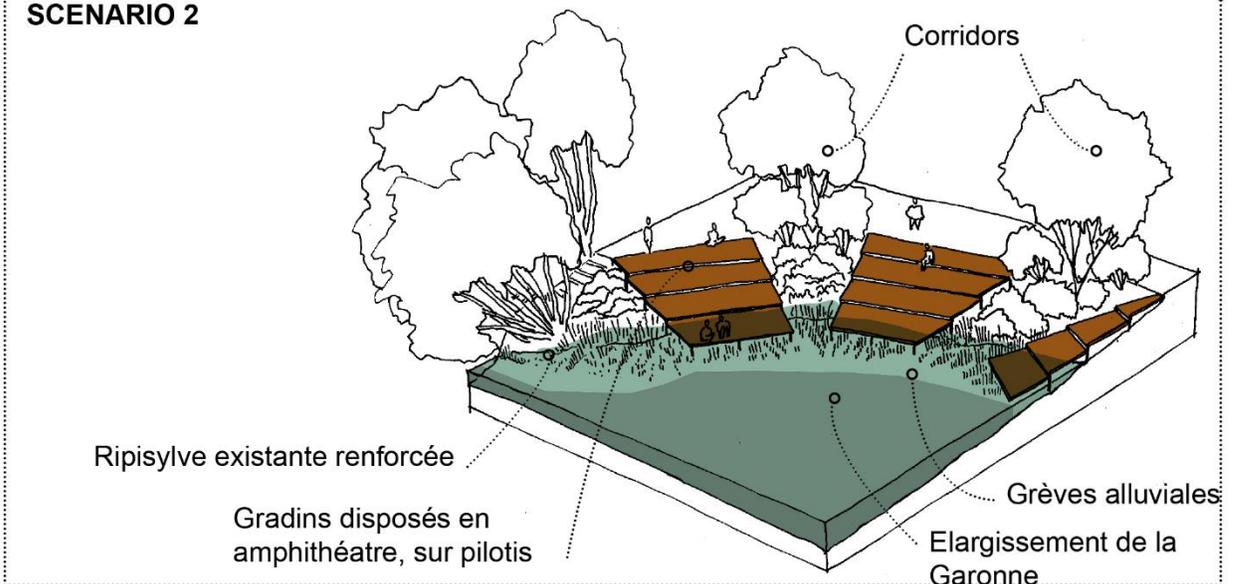


Figure 14 : Croquis des scénarii d'aménagement 1Bis et 2 de la sous-unité paysagère 1 (Rethoret, K., 2019)

Un carnet de références donne une idée de ce à quoi pourrait ressembler les divers éléments proposés dans les *scenarii* à savoir : la canopée artificielle de la version B du scénario 1 bis (cf. figure 15), les gradins perméables et la berge artificielle des *scenarii* 1 et 1 bis (cf. figure 16).

- Carnet de Références -

CANOPÉE //

Arne Quinze //

1. «A bridge between people»
Flandres Parliament

2. UCHRONIA, Burningman

3. Darwin Camp, Bordeaux

4. Gridshell Toledo, Pavillon
pour la cour de l'Ecole
d'architecture de Naples, Italie
2012

5. Shigeru Ban Architects,
Nine bridges Country Club,
Corée du Sud



Figure 15 : Références de canopées artificielles (Rethoret, K., 2019)

GRADINS //

1. Pinterest

2. **Rambøll Architecture**, Farum Midtpunkt, Denmark, Landezine

3. **Hershberger**, Design ASLA neighborhood scale park US



BERGES //

MADE, Popup, Festival des Hortillonnages d'Amiens

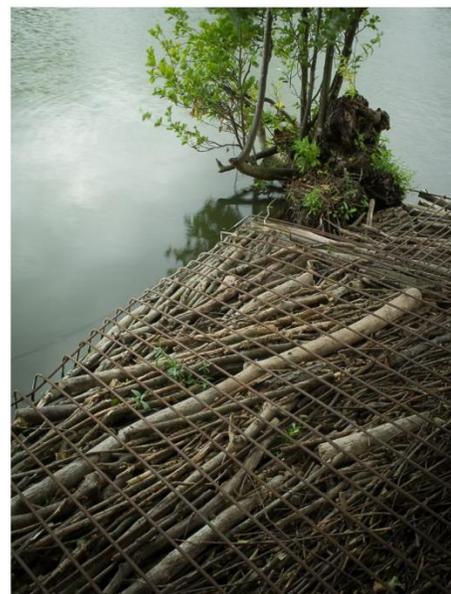


Figure 16 : Références de canopées artificielles (Rethoret, K., 2019)

L'estimation des coûts de chacun de ces *scenarii* serait nécessaire, mais n'a pas été effectuée ici. Cependant, nous ne pensons pas que ceux-ci engendrent des surcoûts importants par rapport au projet initial. Certains matériaux peuvent en effet être récupérés pour créer l'aménagement, comme par exemple les troncs de certains arbres abattus lors des travaux afin de créer les berges artificielles prévues dans les *scenarii* 1 et 1 bis.

- Post-diagnostic :

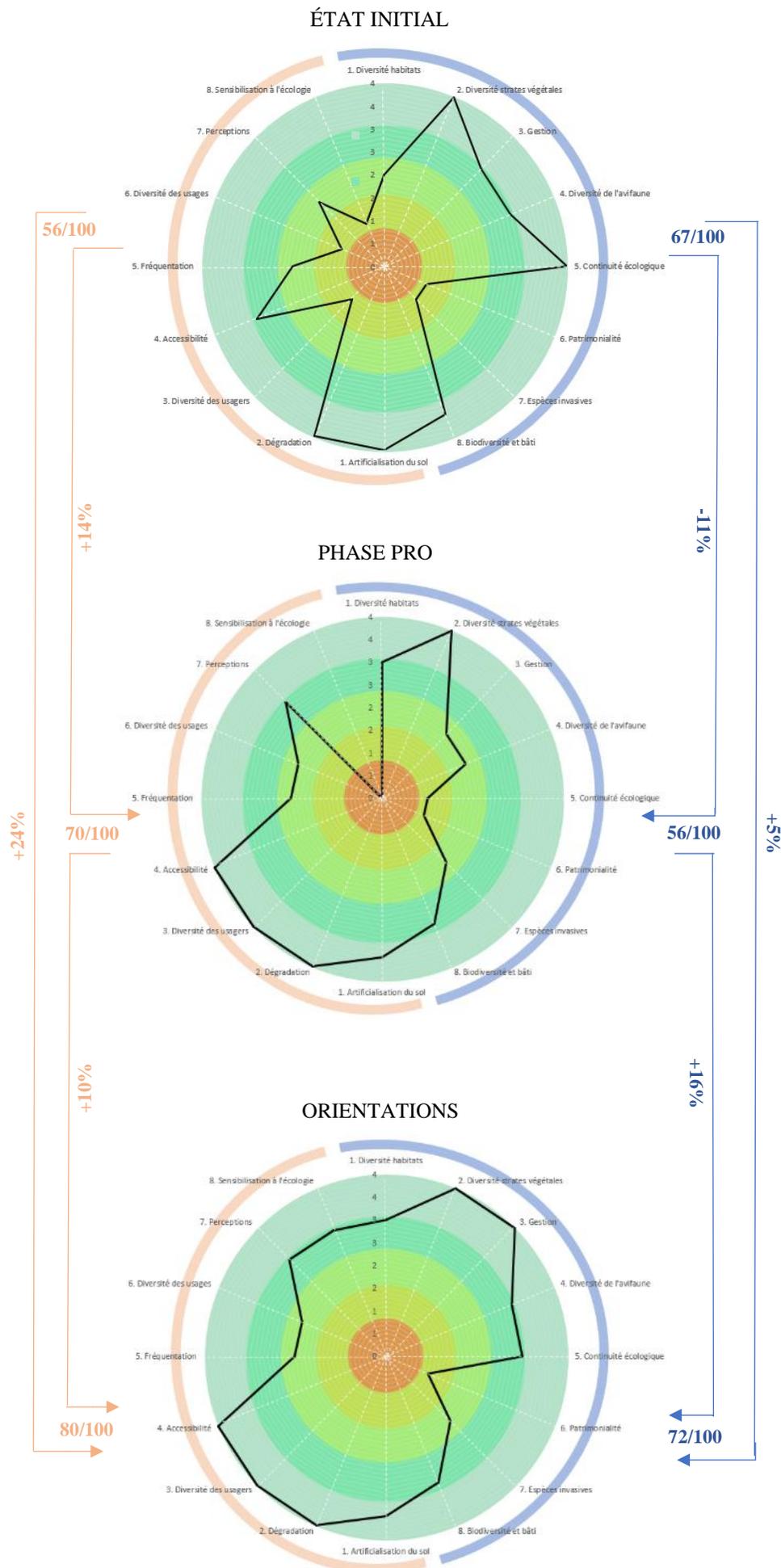
Afin de se rendre compte de l'impact des orientations proposées, une dernière application de l'outil a été effectuée par estimation de l'évolution de chacun des indicateurs. Ce post-diagnostic révèle alors une augmentation de 16% de la note de biodiversité, et de 10% de la note du social par rapport à celle estimée à la phase PRO (cf. figure 17). Ces résultats montrent donc que les propositions détaillées précédemment permettent d'améliorer le projet tant au niveau social que biodiversité.

Il est également notable que ces orientations d'aménagement et de gestion améliorent l'état initial du site, dont la note des indicateurs biodiversité était déjà élevée (augmentation d'environ 5% pour la biodiversité et d'environ 24% pour le social). La note des indicateurs sociaux passe en effet de 56/100 à 80/100, soit une augmentation de 24%, tandis que la note des indicateurs biodiversité passe de 67/100 à 72/100, soit une amélioration de 5% (cf. figure 17).

Les résultats de ce post-diagnostic ne sont que des suppositions. Afin d'obtenir des résultats plus précis, il serait nécessaire de connaître le scénario retenu ainsi que la liste de fiches actions que l'on prévoit de mettre en application.

PRÉ-DIAGNOSTIC

POST-DIAGNOSTIC



Type d'indicateur

- Indicateurs biodiversité
- Indicateurs sociaux

Niveau de l'indicateur

- Très fort
- Fort
- Moyen
- Faible
- Très faible

Figure 17 : Graphiques radar du pré-diagnostic et post-diagnostic sur la sous-unité paysagère 1 (Hivernat, J., 2019)

3.2.2 Sous-unité paysagère 2 : Imperméable

Le deuxième est le secteur « imperméable », fait l'objet d'une transformation totale de l'état initial avec le projet d'un parc botanique, qui accueillera entre autres, une noue paysagère permettant d'amener de l'eau sur cet espace très fortement imperméabilisé. La noue est l'élément paysager sur lesquels s'appuieront les orientations proposées.

Les figures 18 et 19 montrent un aperçu de la sous-unité paysagère.



Figure 18 : Aperçu de la sous-unité paysagère 2 : vue sur le parking du parc des expositions et sur la piscine Alfred Nakache à Toulouse) (Hivernat J., 2019)



Figure 19 : Aperçu de la sous-paysagère 2 : vue sur le parc des expositions de Toulouse) (Toulouse info, en ligne)

- Pré-diagnostic :

À l'état initial, les résultats obtenus en termes de biodiversité et de social sont tous deux faibles. Le pré-diagnostic sur cette sous-unité paysagère révèle une nette amélioration du social et de la biodiversité suite aux aménagements prévus par le projet. La note des indicateurs sociaux passe en effet de 42/100 à 78/100 (soit une augmentation de 36%), tandis que la note des indicateurs biodiversité passe de 25/100 à 68/100, (soit une augmentation de 46%) (cf. figure 20). Les résultats obtenus à la phase PRO sont donc plutôt satisfaisants. Les orientations proposées sur ce site n'auront pas un enjeu aussi important que pour la sous-unité paysagère étudiée précédemment. Nous avons toutefois tenté d'améliorer la note de certains indicateurs à travers des orientations générales et locales.

PRÉ-DIAGNOSTIC

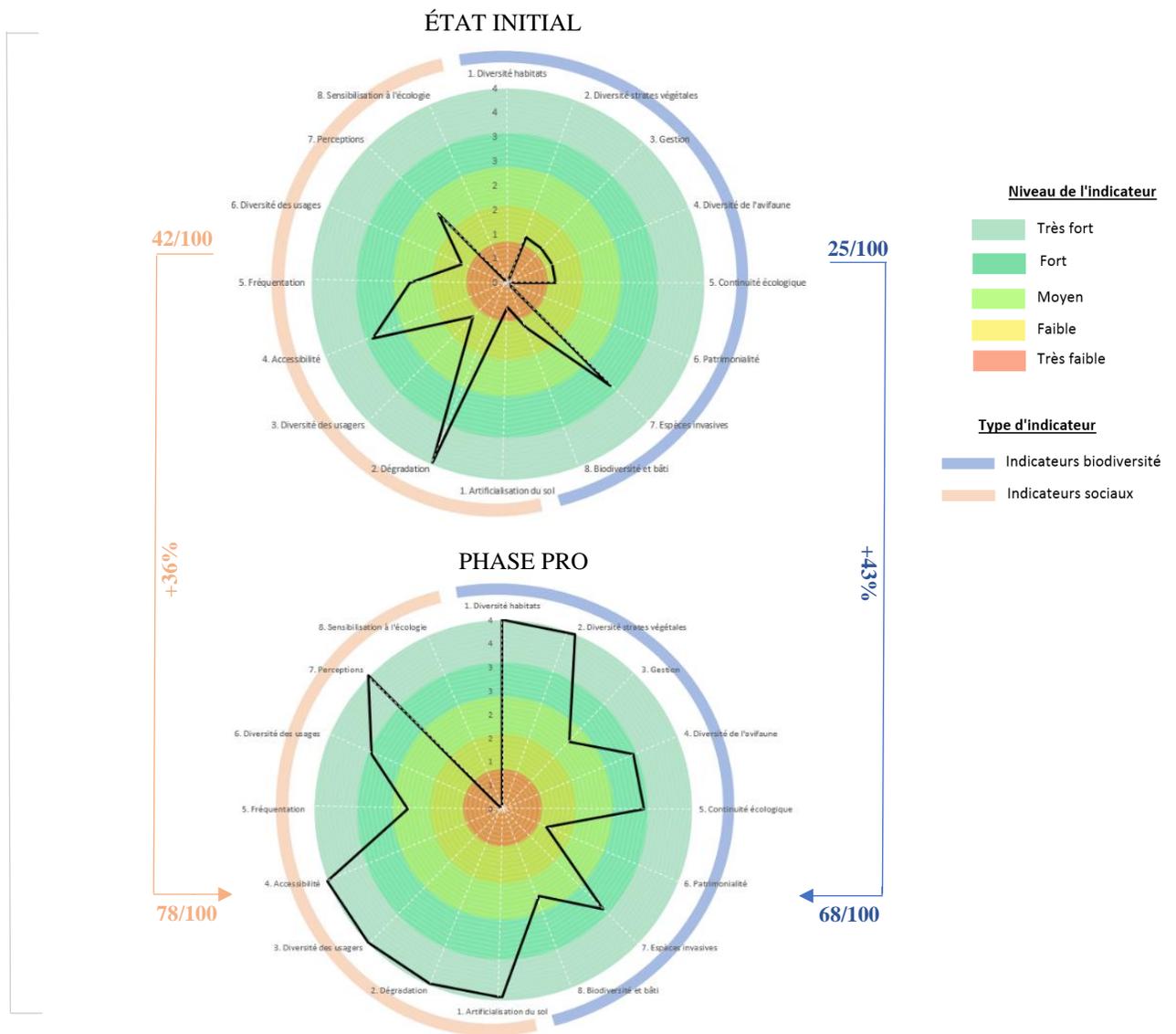


Figure 20 : Graphiques radar du pré-diagnostic sur la sous-unité paysagère 2 (Hivernat, J., 2019)

Par le même principe que précédemment, différents « indicateurs leviers » ont été identifiés sur cette sous-unité paysagère. Ceux-ci sont au nombre de 5 :

- Sensibilisation à l'écologie
- Patrimoine
- Gestion
- Biodiversité & bâti
- Fréquentation

Pour chacun d'entre eux, différentes orientations locales et générales sont proposées, listées dans le tableau 28. Le projet d'aménagement nécessitant peu d'améliorations, les *scenarii* n'ont pas été explicités comme fait pour la sous-unité paysagère « fleuve et ripisylve ».

- Orientations :

Tableau 28 : Orientations d'actions proposées pour chaque indicateur levier de la sous-unité paysagère 2

Indicateurs leviers	Orientations locales : Scénario d'aménagement	Orientations générales : Fiches actions (cf. annexe 10)
SENSIBILISATION À L'ÉCOLOGIE	Création de panneaux d'information sur l'intérêt écologique de la création d'une noue	Sensibilisation à l'écologie
GESTION	Mise en place d'une gestion différenciée	Gestion, Diversité des strates végétales, Espèces invasives, Dégradations
BIODIVERSITÉ & BÂTI	Création de toitures et murs végétalisés sur le hall 3 du parc des exposition, et installation de nichoirs et abris pour la faune	Biodiversité & bâti, Diversité d'habitats, Sensibilisation à l'écologie
FRÉQUENTATION	Aucune action proposée, jugé non utile d'être améliorée	Fréquentation, Diversité des usages, Accessibilité, Dégradations, Artificialisation du sol, Perception de la biodiversité
PATRIMONIALITÉ	Agir sur la diversité des habitats pour attirer des espèces patrimoniales (pour les odonates : saule, aulne ; pour les amphibiens : eau, bois, fourrés, souches ; pour les reptiles : rocaille, fourrés, herbiers, pierriers, landes)	Espèces invasives, Artificialisation du sol, Biodiversité & bâti, Diversité des strates végétales, Diversité des habitats, Fréquentation.

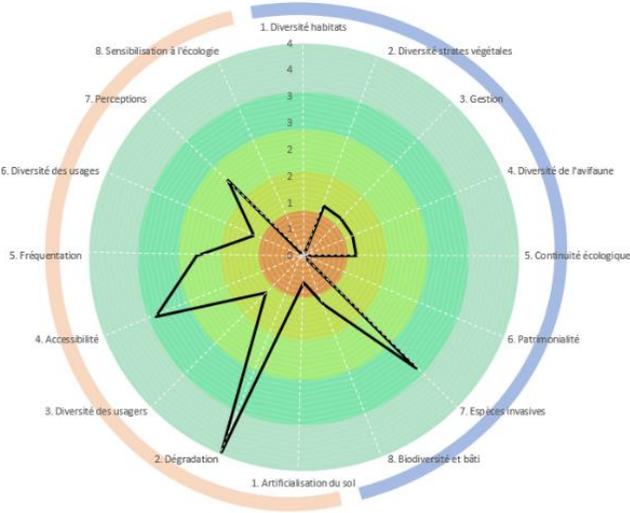
- Post-diagnostic :

Le post-diagnostic de cette sous-unité paysagère révèle une augmentation potentielle de respectivement 9,5 et 10% du social et de la biodiversité par rapport au projet, suite aux orientations. Celles-ci permettraient donc d'atteindre des résultats excellents, avec une note d'environ 87,5/100 côté social (soit une amélioration de 45% par rapport à l'état initial) et d'environ 78/100 côté biodiversité (soit une augmentation de 53% par rapport à l'état initial) (cf. figure 21). L'aménagement de cette sous-unité paysagère est ainsi grandement bénéfique.

PRÉ-DIAGNOSTIC

POST-DIAGNOSTIC

ÉTAT INITIAL



Type d'indicateur
Indicateurs biodiversité
Indicateurs sociaux

Niveau de l'indicateur
Très fort
Fort
Moyen
Faible
Très faible

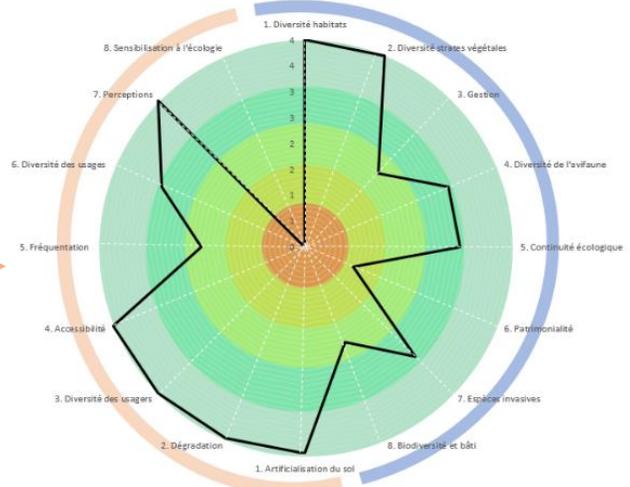
42/100

25/100

+36%

+43%

PHASE PRO



+45,5

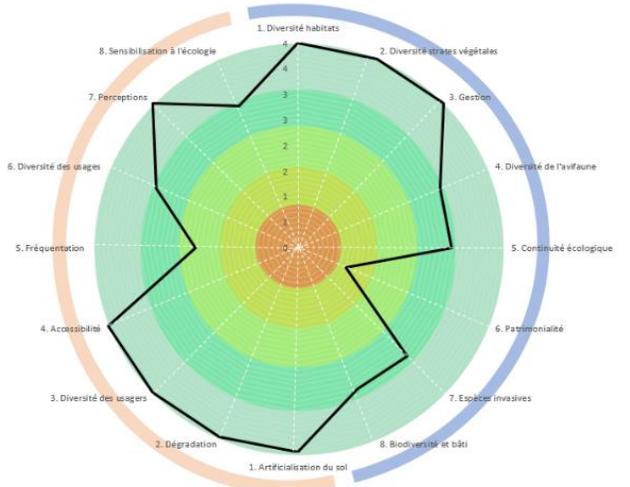
78/100

68/100

+9,5%

+10%

ORIENTATIONS



87,5/100

78/100

Figure 21 : Graphiques radar du pré-diagnostic et post-diagnostic sur la sous-unité paysagère 2 (Hivernat, J., 2019)

4. Limites et perspectives

4.1 Limites de l'outil et préconisations

Une fois l'ensemble des processus de création et de test de l'outil achevés, un certain nombre de limites ont été mise en évidence.

La première repose sur le fait que certains indicateurs ont été créés de toute pièce pour cet outil. Tester l'application de ces indicateurs sur le terrain est donc d'autant plus important que pour ceux repris de méthodologies existantes et donc testées. Expérimenté uniquement sur 2 sites, cet outil nécessiterait d'être employé sur un nombre de sites nettement plus important. Cette phase de test *in situ* serait par ailleurs requise sur une diversité de sites (tant en milieu agricole, que dans des espaces naturels, en milieu rural...), dans l'optique de s'assurer que les résultats obtenus sont tout aussi pertinents qu'en milieu urbain (milieu sur lequel a été testé l'outil).

Une seconde limite réside dans la méthodologie d'enquête sociale employée. Le manque de temps consacré à cette étape constitue un biais important pour la représentativité des résultats des indicateurs se basant sur cette dernière (c'est en particulier le cas de l'indicateur fréquentation et de l'indicateur diversité des usages). Le principal frein est le choix de l'échantillon de personnes interrogées, dont l'effectif est insuffisant. Il serait pour cela intéressant de réaliser quelques recherches auprès des organismes de sondage ou bien à partir d'écrits issus des sciences sociales, afin de déterminer un échantillonnage adapté à la démarche et à la méthodologie générale. Par manque de temps, nous ne pouvons aller plus loin dans la réflexion.

De plus, les résultats peuvent varier en fonction de la période à laquelle l'enquête sociale est réalisée. Peu importe la typologie paysagère du territoire et du secteur étudié, l'influence et la fréquentation des usagers sur le site est aléatoire. Afin d'obtenir des résultats les plus fidèles à la réalité, il est nécessaire d'organiser l'enquête sur un temps long, tout comme il est indispensable d'effectuer un inventaire faune-flore séquencé en plusieurs sessions et à différentes périodes de l'année, divers moments de la semaine et de journée, ou encore par différentes conditions météorologiques. L'enquête sociologique nécessite donc un travail de terrain multiple.

Voici quelques exemples de temporalité :

- Rythme hebdomadaire > en semaine / le weekend ;
- Rythme quotidien > en journée / le midi / en soirée ;
- Rythme scolaire > pendant les vacances scolaires / pendant la scolarité ;
- Rythme saisonnier > printemps / été / automne / hiver.

En cas de réduction du temps d'enquête, au même titre que pour la faune et la flore, la pression d'inventaire qui rendra les résultats moins qualitatifs. Cette préconisation n'étant pas réalisable du fait des coûts engendrés, interroger les usagers sur leurs habitudes à ces différentes temporalités serait une alternative possible.

L'estimation du temps accordé à l'application de cet outil est de 9,5 jours pour l'ensemble des étapes sur chacune des sous-unités paysagères. Il peut être envisageable de réduire la charge de cet outil, cependant, il ne faut pas que cela se fasse aux dépens de la dimension sociale ou écologique de ce dernier. Dans ce cas, si on réduit une part notable de l'une des 2 analyses (comme par exemple l'enquête sociale), alors une part des indicateurs ne sera pas renseignée, ce qui engendrera un déséquilibre. Si des indicateurs manquent pour la dimension sociale, il faudra donc en supprimer pour la dimension écologique, et inversement, dans le but

de conserver un équilibre entre les deux dimensions. L'outil informatique ne permet pas de s'adapter à cette contrainte. Il faudra dans ce cas réaliser les diagrammes radars indépendamment de ce dernier.

4.2 Perspectives

En fin de stage, nous avons eu l'occasion de présenter cet outil au pôle méthode de Biotope, qui a semblé très intéressé par notre création. Une prochaine entrevue permettra donc de réfléchir plus en détails à son éventuelle adaptation et application au sein de l'entreprise. Pour cela, notre méthodologie doit au préalable être testée par un membre de Biotope. Une réflexion a également été menée sur la possibilité de transposer le logiciel de calcul des indicateurs sur tablettes, afin que les utilisateurs de l'outil puissent le remplir directement sur le terrain. Rendre l'échelle d'actions interactive, c'est-à-dire permettant d'afficher automatiquement les fiches actions correspondant à l'indicateur que l'on cherche à améliorer en cliquant sur celui-ci serait par ailleurs une suite utile à donner à cet outil. Le classement de fiches-actions selon des thématiques et leur centralisation au sein d'une base de données commune à l'ensemble des agences de Biotope est en effet un point à améliorer.

Le projet de création du Parc agroécologique PERRIER® pourrait être l'occasion d'expérimenter notre outil, offrant à Biotope la possibilité de s'insérer dans la phase de conception. Ce marché porte sur la réalisation d'une étude de mise en valeur paysagère et agroécologique d'un site, comprenant la réalisation de sentiers d'interprétation et pédagogiques, ainsi que l'intégration d'une piste cyclable sur le territoire agroécologique de la source PERRIER®. Les propositions d'aménagement attendues concernent à la fois une mise en valeur patrimoniale, paysagère, agronomique et écologique, dans le respect de l'identité du territoire.

Conclusion

Du fait de l'accroissement de la population urbaine, les villes s'étendent tandis qu'un nombre considérable de projets d'aménagement voient le jour. Dégradation des milieux, création d'îlots de chaleur urbains, imperméabilisation des sols, épuisement des ressources en eau, fragmentation des habitats naturels ou encore perte de biodiversité. Nombreuses sont les conséquences de l'étalement urbain et de l'artificialisation des sols. La recherche d'aménagements qualitatifs, permettant de répondre à la fois à des enjeux sociaux et environnementaux est alors primordiale. Cette démarche passe par la création de villes durables, adaptées au changement climatique, et fournissant aux habitants un cadre de vie agréable. Pour y parvenir, il est essentiel que la réflexion sur la création de projets d'aménagement intègre à la fois une dimension sociale et une dimension écologique. Autrement dit, il est impératif de favoriser la transversalité entre les différents acteurs de l'aménagement du territoire (écologues, paysagistes, architectes...)

BIOLANDSC'HELP a donc été créé pour répondre à cette problématique, dans l'optique de renouer les liens entre écologie et paysage. Adapté au contexte actuel de développement des villes, celui-ci permettra la réalisation de projets plus qualitatifs, tant sur le plan écologique que social, aussi bien en milieu urbain, qu'agricole ou naturel. L'objectif est de créer un langage commun entre les différents acteurs d'un projet d'aménagement et de mettre en place un outil de travail commun pour améliorer la prise en considération conjointe de la biodiversité et du social. Pour se faire, BILANDSC'HELP propose de repenser l'ensemble du processus de création d'un projet d'aménagement, permettant la rencontre entre les différentes étapes d'un projet (l'inventaire de l'état initial, la conception spatiale et l'évaluation règlementaire). Le but de cette démarche est de limiter les mesures de compensation auxquelles aboutit généralement la création d'un projet. Il s'agit de favoriser les mesures d'évitement et de réduction des impacts sur l'environnement par une réflexion écologique dès la phase de conception. Ainsi, cet outil apportera une réelle plus-value écologique aux projets, permettant aux bureaux d'études tel que Biotopie d'intégrer les équipes de conception avec l'étiquette d'ingénierie écologique.

Aborder la biodiversité par une approche paysagère à une échelle plus large, celle du territoire, serait ainsi une piste de réflexion pour étendre le champ d'application de cet outil.

Le schéma ci-dessous (figure 22) illustre ces propos, concluant sur les points essentiels de ce rapport.

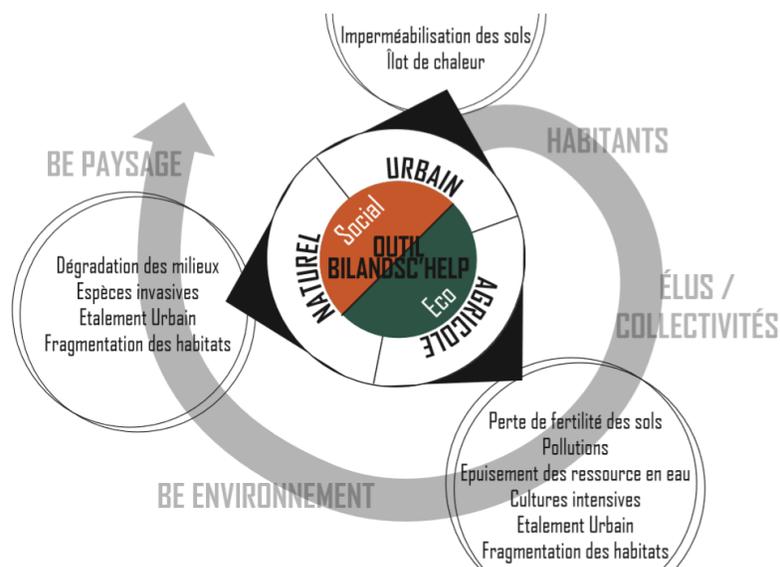


Figure 22: Schéma bilan de l'outil BIOLANDSC'HELP (Rethoret, K., 2019)

Bibliographie

Articles et ouvrages

- AGENCE TER. (2012). « Grand Parc Garonne - Plan guide à l'horizon 2030 ». [en ligne], disponible sur : <https://issuu.com/mairietoulouse/docs/grand-parc-garonne-plan-guide>.
- BAUMEIER, E. (2016). Cours de l'Académie de Strasbourg, « L'entretien ». [en ligne], disponible sur : https://www.ac-strasbourg.fr/fileadmin/pedagogie/stss/DEPOT_DOCUMENTS/BAUMEIER_Elisabeth/16_EBentretien.pdf.
- BEIER, P. & NOSS, R. F. (1998). Do habitat corridors provide connectivity? *Conserv. Biol.* 12 : 1241–1252.
- BIOTOPE, 2019, Projet «Grand Parc Garonne », État initial faune flore de l'île du Ramier et des berges. Toulouse Métropole.
- BISSARDON, M., GUIBAL. L & RAMEAU J-C. (2003). CORINE biotopes : version originale, types d'habitats français. École nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF).
- BUGLIFE – The invertebrate Conservation Trust, (2015). Disponible sur : https://www.buglife.org.uk/sites/default/files/Creating%20Green%20Roofs%20for%20Invertebrates_Best%20practice%20guidance.pdf
- BUREAU DE L'URBANISME DE LA VILLE DE STOCKHOLM. (2012). « Le manuel des Sociotopes. Traduction de l'ouvrage "Sociotophandboken" édité par le bureau de l'Urbanisme de la ville de Stockholm »
- CHIRON, F. (2019). « Ecologie urbaine et fonctionnement des écosystèmes urbains » - Cours dans le cadre de la spécialisation ingénierie des espaces végétalisés urbains (IEVU) d'AgroParisTech.
- CONSEIL INTERNATIONAL BIODIVERSITE ET IMMOBILIER (CIBI). (2015) « Référentiel d'Évaluation et d'Étiquetage biodiversité des opérations immobilières ». Guide descriptif Label BiodiverCity® Version 1.
- DAMSCHEN, E. I., HADDAD, N.M, ORROCK, J.L & LEVEY, D.J. (2006). Corridors increase plant species richness at large scales. *Science* 313 : 1284–1286.
- DAVIES, C. E., MOSS D. & HILL M.O. 2004. EUNIS habitat classification revised 2004. *Rep. Eur. Environ. Agency-Eur. Top. Cent. Nat. Prot. Biodivers.* : 127–143.
- DELZONS, O. (2015). L'indicateur de Qualité Ecologique (IQE) et l'Indicateur de Potentialité Ecologique (IPE) – Méthodologie. Rapport SPN/ MNHN. 63 pages.
- DELZONS, O., GOURDAIN P., SIBLET J-P, TOUROULT J., HERARD K. & PONCET L. (2013). « L'IQE : un indicateur de biodiversité multi-usages pour les sites aménagés ou à aménager », *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)* : 0249-7395, Vol 68.
- DEVICTOR, V., JULLIARD, R., CLAVEL, J., JIGUET, F., LEE, A. & COUVET, D. (2007). — Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Cons. Biol.*, 21: 741-751.
- ÉNERGIES ET TERRITOIRES DÉVELOPPEMENT, *Biodiversité et territoires : La nature et la ville durable*, janvier 2010, Paris.
- FAURE, E., AURENCHÉ, M. & PROVENDIER, D. (2016) Guide pour l'évaluation de la biodiversité dans les Écoquartiers, Plante & Cité, Angers, 37 p.
- FONDATION POUR L'EDUCATION A L'ENVIRONNEMENT EN EUROPE. « Une gestion écologique des espaces verts ». Le pavillon bleu, 2018.

- GAYET, G., BAPTIST, F., BARAILLE, L., CAESSTEKER, P., CLEMENT, J.-C., GAILLARD J., GAUCHERAND, S., ISSELIN-NONDEDEU, F., POINSOT C., QUETIER, F., TOUROULT, J. & BARNAUD, G. 2016. «Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides – version 1.0. Fondements théoriques, scientifiques et techniques ». Onema, MNHN, p. 310. Rapport SPN 2016 – 91.
- HALL, L.S., KRAUSMAN, P.R. & MORRISON, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildl. Soc. Bull.*: 173–182.
- HESS, G. R. & FISCHER, R. A. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. *Landsc. Urban Plan.* 55 : 195–208.
- KLAUS, G., KÄGI, B., KOBLER, R.L., MAUS, K., et RIGHETTI, A. « Recommandations en vue d'éviter les émissions lumineuses. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage ». Berne. 37 p., 2005.
- LAROUSSE. « Écotone », [en ligne], disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cotone/27689>, consulté le 01/09/2019
- LOUVEL, J., GAUDILLAT, V. & PONCET, L. 2013a. EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE. Paris : 289p.
- LOUVEL, J., GAUDILLAT, V. & PONCET, L. 2013b. EUNIS. Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREV SPN, MEDDE. Paris : 43p.
- LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX & CONSEILS D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT ISERE. 2012. « Guide technique : Biodiversité et bâti ». Grenoble
- LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX. 2012. Fiche technique 1 : « Le patrimoine bâti ». [en ligne], disponible sur : https://www.lpo.fr/images/dev-durable/agriculture_et_biodiversite/pdf/fiche_technique_01.pdf
- LIGUE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX. 2016. « Guide technique “Biodiversité et paysage urbain” : Stratification végétale, Fiche technique 13 : “Stratification végétale” ». <http://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/FT%20BPU/FT13-StratificationVegetale.pdf>.
- MURATET, A., PORCHER, E., ABADIE, J.-C., PONCET, L., MORET, J. & ROBERT, A. 2009. — Use of extensive habitat inventories in biodiversity studies. *Biodiv. & Conserv.*, 18 : 3115-3125.
- MONTPELLIER SUPAGRO. 2017. Cours dans le cadre d'une formation Montpellier SupAgro : « Éléments de réflexions sur les critères adoptés pour l'évaluation patrimoniale des espèces et des espaces ».
- NOSS, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *Bioscience* 33 : 700–706.
- ORROCK, J. L., DANIELSON, B.J., BURNS, M.J. & LEVEY, D.J. 2003. Spatial ecology of predator-prey interactions : corridors and patch shape influence seed predation. *Ecology* 84 : 2589–2599.
- OBSERVATOIRE DEPARTEMENTAL DE LA BIODIVERSITE URBAINE DE LA SEINE-SAINT DENIS, NATUREPARIF. 2011. « Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité », [en ligne], disponible sur : http://www.vegetal-e.com/fichiers/2011-realiser-des-toitures-vegetalisees-favorables-a-la-biodiversite_1524415401.pdf.
- PRIEUR M. Paysage et biodiversité. In: *Revue Juridique de l'Environnement*, numéro spécial, 2008. Biodiversité et évolution du droit de la protection de la nature. pp. 185-203.
- SCHWEGLER. 2011. « Protection des oiseaux ». *Protection des oiseaux et de la Nature* N° 69. Disponible sur : [http://www.schwegler.be/Katalog69FR\(LQ\).pdf](http://www.schwegler.be/Katalog69FR(LQ).pdf)

UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE, Comité français (2013). *Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France*. Volume 2.3 : Les écosystèmes urbains.

VILLE DE LANNION. (2015). *Fiche technique et pédagogique Annexe 2 Règlement Kervouric 2 : Limiter l'imperméabilité des sols*. Disponible sur : http://www.lannion.bzh/images/pdf/urbanisme/kervouric2/5-Annexe_2_LIMITER_L_IMPERMEABILISATION_DES_SOLS_04_08_15.pdf

Sites internet et ressources en ligne

BENYOUCEF, B. « La méthodologie d'enquête en sciences sociales ». Observatoire Espace et Société, 2014. [en ligne], disponible sur : <https://observatoire-espace-societe.com/formation/atelier-doctoral/capsule-methodologique-comment-faire-une-enquete/>, consulté le 26/08/2019

BIODIVERSITÉ. TOUS VIVANTS. « L'enjeu de la réduction de l'artificialisation des sols », [en ligne], disponible sur : <http://artificialisation.biodiversitetousvivants.fr/a-propos>, consulté le 23/08/2019

BIOTOPE. « Qui sommes-nous ? » [En ligne], disponible sur : www.biotope.fr, consulté le 01/05/2019

CHANGÉ 53. « Gestion différenciée », [en ligne], disponible sur : https://www.change53.fr/commune_urbanisme-et-developpement-durable_agenda-21_gestion-differenciee.phtml, consulté le 23/08/2019

CONSERVATION NATURE. « Méthode d'inventaire de l'avifaune : Indice ponctuel d'abondance », [en ligne], disponible sur : <http://www.conservation-nature.fr/article3.php?id=225>, consulté le 20/08/2019

CONSERVATOIRES BOTANIQUEs NATIONAUX. [en ligne], disponible sur : <http://www.conservatoiresbotaniquesnationaux.com/>, consulté le 26/06/2019

DICTIONNAIRE ENVIRONNEMENT. « Biodiversité, la définition du dico », [en ligne], disponible sur : https://www.dictionnaire-environnement.com/biodiversite_ID833.html, consulté le 13/03/2019

DELIVERING ALIEN INVASIVE SPECIES INVENTORIES FOR EUROPE. « Search species », [en ligne], disponible sur : <http://www.europe-aliens.org/speciesSearch.do>, consulté le 01/05/2019

FONDATION DE FRANCE. « Éducation à l'environnement », éduquer les consciences », [en ligne], disponible sur : <https://www.fondationdefrance.org/fr/education-lenvironnement-veiller-les-consciences>, consulté le 29/08/2019

GA SMART BUILDING. (2018) « Vers des bâtiments créateurs de biodiversité ? », [en ligne], disponible sur : <https://www.ga.fr/newsroom/vers-des-batiments-createurs-de-biodiversite>, consulté le 28/08/2019

GO OISEAUX. « Des fenêtres dangereuses », [en ligne], disponible sur : <https://goiseaux.ca/fenetres-dangereuses/>, consulté le 24/08/2019

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES. « Nomenclatures des professions et catégories socioprofessionnelles », [en ligne], disponible sur : <https://www.insee.fr>, consulté le 23/08/2019

MAIRIE DE TOULOUSE N° 50. « Le dossier du mois - L'île du Ramier, jardin des Plantes du XXI^e siècle », [en ligne], disponible sur : https://documents.toulouse.fr/AToulouse/atoulouse-octobrenovembre2017/catalogue_accessible/a-la-loupe/le-dossier-du-mois-lile-du-ramier-jardin-des.html, consulté le 26/08/2019.

NOTRE-PLANETE.INFO. « Gestion intégrée, définition », [en ligne], disponible sur : http://www.notre-planete.info/environnement/definition_gestion_integree, consulté le 20/08/2019

OBJECTIF ZÉRO PHYTO. « Gestion différenciée », [en ligne], disponible sur : <http://www.zerophyto.fr/gestion-differenciee.htm>, consulté le 23/08/2019

O2D ENVIRONNEMENT. « Qu'est-ce que le coefficient de Biotope par surface ou CBS ? », [en ligne], disponible sur : <https://www.o2d-environnement.com/observatoires/coefficient-de-biotope-par-surface/>, consulté le 28/08/2019

TOULOUSE INFOS, « Quel avenir pour l'île du Ramier après le déménagement du parc des Expositions en 2020 ? », [en ligne], disponible sur : <https://www.toulouseinfos.fr/actualites/24444-lile-ramier-changera-de-physionomie-a-lhorizon-2017.html>, consulté le 29/08/2019

TRAME VERTE ET BLEUE. « Qu'est-ce qu'un réservoir de biodiversité ? », [en ligne], disponible sur : <http://www.trameverteetbleue.fr/presentation-tvb/foire-aux-questions/qu-est-ce-qu-reservoir-biodiversite>, consulté le 23/08/2019

URBALIA. « Biodi(V)strict », [en ligne], disponible sur : <http://www.urbalia.fr/biodivstrict/>, consulté le 06/03/2019

URBANISME, BIODIVERSITÉ & BÂTI. « La biodiversité dans les villes ? », [en ligne], disponible sur : <https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/biodiversite-en-ville/generalites-4>, consulté le 23/08/2019

20 MINUTES. « Toulouse, Trois bébés faucons pèlerins sont nés tout en haut d'une cheminée, et c'est inédit », [en ligne], disponible sur : <https://www.20minutes.fr/planete/2520099-20190519-toulouse-trois-bebes-faucons-pelerins-nes-tout-haut-grande-cheminee-inedit>, consulté le 23/08/2019

YOUTUBE, Urbalia conseil : *Biodivstrict*, [en ligne], disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=1hIq-TK4ULY&feature=youtu.be>, consulté le 06/03/2019

Table des annexes

Annexe 1 : Liste des habitats EUNIS niveau 1	2
Annexe 2 : Clef de détermination des habitats EUNIS niveau 1	2
Annexe 3 : Liste des habitats « continentaux » EUNIS niveaux 1, 2 et 3.....	3
Annexe 4 : Oiseaux inscrits en liste rouge nationale avec le critère A2	6
Annexe 5 : Carte de la fonctionnalité écologique terrestre sur l'île du Ramier	7
Annexe 6 : Carte des enjeux biodiversité et sociaux sur les sous-unités paysagères 1 et 2.....	8
Annexe 7 : Protocoles à appliquer pour le calcul de chacun des indicateurs en phase d'état initial.....	9
Annexe 8 : Fiches terrain	11
Annexe 9 : Enquête sociale détaillée.....	14
Annexe 10 : Échelle d'actions des orientations générales	17
Annexe 11 : Exemples de fiches actions	17
Annexe 12 : Notice d'utilisation du tableur	21

Table des figures en annexes

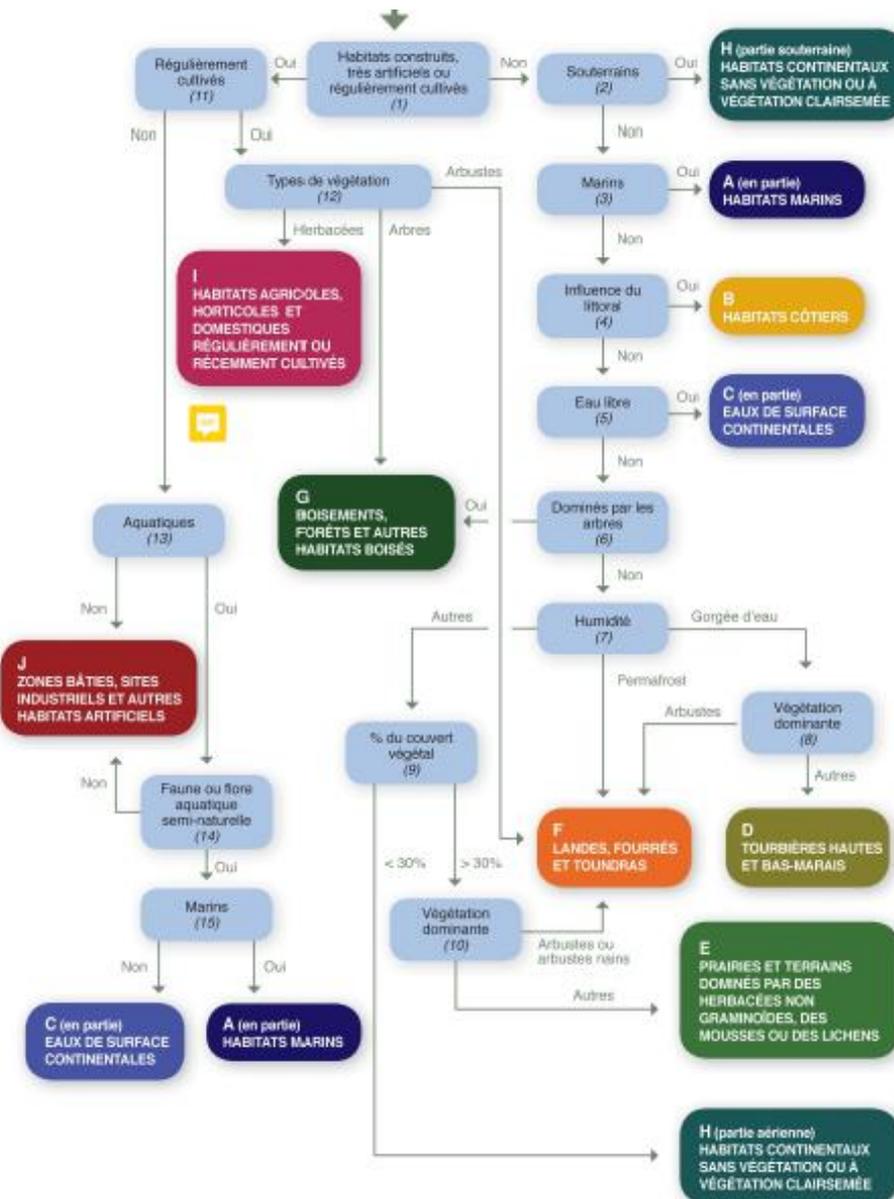
Figure 23 : Aperçu de la fenêtre « Menu »	21
Figure 24 : Aperçu partiel de la fenêtre "Indicateurs"	22
Figure 25 : Exemple d'indicateurs disposant d'une aide au calcul	23
Figure 26 : Aperçu partiel de la feuille "Aide au calcul"	23
Figure 27 : Aperçu de la fenêtre « Graphique »	24
Figure 28 : Aperçu de la fenêtre "Graphique des sous-indicateurs"	25
Figure 29 : Aperçu de la fenêtre « Enregistrements »	25
Figure 30 : Aperçu de la fenêtre « Table des indicateurs biodiversité »	26
Figure 31 : Aperçu de la feuille « Table des indicateurs sociaux »	26
Figure 32 : Aperçu de la feuille "Table des indicateurs"	26

Annexes

Annexe 1 : Liste des habitats EUNIS niveau 1 (Gayet, G., et al., 2016)

	A	Habitats marins
	B	Habitats côtiers
	C	Eaux de surface continentales
	D	Tourbières hautes et bas-marais
	E	Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminoides, des mousses ou des lichens
	F	Landes, fourrés et toundras
	G	Boisements, forêts et autres habitats boisés
	H	Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée
	I	Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés
	J	Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels

Annexe 2 : Clef de détermination des habitats EUNIS niveau 1 (Gayet, G., et al., 2016)



Annexe 3 : Liste des habitats « continentaux » EUNIS niveaux 1, 2 et 3 (Gayet, G., et al., 2016)

C Eau de surface continentale		E Prairies et terrains dominés par des herbacées non graminéoïdes, des mousses ou des lichens	
C1	Eaux dormantes de surface	E1	Pelouses sèches
C1.1	Lacs, étangs et mares oligotrophes permanents	E1.1	Végétations ouvertes des substrats sableux et rocheux continentaux
C1.2	Lacs, étangs et mares mésotrophes permanents	E1.2	Pelouses calcaires vivaces et steppes riches en bases
C1.3	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	E1.3	Pelouses xériques méditerranéennes
C1.4	Lacs, étangs et mares permanents dystrophes	E1.4	Steppes méditerranéennes à grandes graminées et Artemisia
C1.5	Lacs, étangs et mares continentaux sales et saumâtres permanents	E1.5	Pelouses méditerranéo-montagnardes
C1.6	Lacs, étangs et mares temporaires	E1.6	Pelouses annuelles subnitrophiles
C2	Eaux courantes de surface	E1.7	Pelouses sèches, acides et neutres fermées non-méditerranéennes
C2.1	Sources, ruisseaux de sources et geysers	E1.9	Pelouses ouvertes, sèches, acides et neutres non-méditerranéennes, y compris les formations dunaires continentales
C2.2	Cours d'eau permanents, non soumis aux marées, à écoulement turbulent et rapide	E1.a	Pelouses sèches, ouvertes, acides et neutres méditerranéennes
C2.3	Cours d'eau permanents non soumis aux marées, à débit régulier	E1.b	Pelouses des sols métallifères
C2.4	Fleuves et rivières tidaux en amont de l'estuaire	E1.c	Habitats méditerranéens secs à végétation herbacée non-vernale inappétence
C2.5	Eaux courantes temporaires	E1.d	Pelouses xériques non exploitées
C2.6	Films d'eau coulant sur les marges d'un cours d'eau rocheux	E1.e	Pelouses xériques piétinées à espèces annuelles
C3	Zones littorales des eaux de surface continentales	E2	Prairies mésiques
C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux	E2.1	Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage
C3.3	Formations riveraines à grandes cannes	E2.2	Prairies de fauche de basse et moyenne altitudes
C3.4	Végétations à croissance lente, pauvres en espèces, du bord des eaux ou amphibies	E2.3	Prairies de fauche montagnardes
C3.5	Berges périodiquement inondées à végétation pionnière et éphémère	E2.6	Prairies améliorées, réensemencées et fortement fertilisées, y compris les terrains de sport et les pelouses ornementales
C3.6	Berges nues ou à végétation clairsemée avec des sédiments meubles ou mobiles	E2.7	Prairies mésiques non gérées
C3.7	Berges nues ou à végétation clairsemée avec des sédiments non mobiles	E2.8	Pelouses mésophiles piétinées à espèces annuelles
C3.8	Habitats continentaux dépendant de la brume	E3	Prairies humides et prairies humides saisonnières
D Tourbières hautes et bas-marais		E3.1	Prairies humides hautes méditerranéennes
D1	Tourbières hautes et tourbières de couverture	E3.2	Prairies méditerranéennes humides rases
D1.1	Tourbières hautes	E3.4	Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses
D1.2	Tourbières de couverture	E3.5	Prairies oligotrophes humides ou mouilleuses
D2	Tourbières de vallée, bas-marais acides et tourbières de transition	E4	Pelouses alpines et subalpines
D2.1	Tourbières de vallée	E4.1	Combes à neige avec végétation
D2.2	Bas-marais oligotrophes et tourbières des sources d'eau douce	E4.2	Sommets, corniches et pentes exposées des montagnes, dominés par des mousses et des lichens
D2.3	Tourbières de transition et tourbières tremblantes	E4.3	Pelouses alpines et subalpines acidiphiles
D4	Bas-marais riches en bases et tourbières des sources calcaires	E4.4	Pelouses alpines et subalpines calcicoles
D4.1	Bas-marais riches en bases, y compris les bas-marais eutrophes à hautes herbes, suintements et ruissellements calcaires	E4.5	Prairies alpines et subalpines fertilisées
D4.2	Communautés riveraines des sources et des ruisseaux de montagne calcaires, avec une riche flore arctico-montagnarde	E5	Ourlets, clairières forestières et peuplements de grandes herbacées non graminéoïdes
D5	Roselières sèches et cariçaies, normalement sans eau libre	E5.1	Végétations herbacées anthropiques
D5.1	Roselières normalement sans eau libre	E5.2	Ourlets forestiers thermophiles
D5.2	Formations à grandes cypéracées normalement sans eau libre	E5.3	Formations à Pteridium aquilinum
D5.3	Zones marécageuses dominées par Juncus effusus ou d'autres grands Juncus	E5.4	Lisières et prairies humides ou mouilleuses à grandes herbacées et à fougères
D6	Marais continentaux sales et saumâtres et roselières	E5.5	Formations subalpines humides ou mouilleuses à grandes herbacées et à fougères
D6.1	Marais sales continentaux	E6	Steppes salées continentales
D6.2	Nappes d'héliophytes, salines ou saumâtres, pauvres en espèces, normalement sans eau libre	E6.1	Steppes salées méditerranéennes continentales

E7	Prairies peu boisées	G Boisements, forêts et autres terrains boisés	
E7.1	Parcs boisés atlantiques	G1	Forêts de feuillus caducifoliés
E7.2	Parcs boisés subcontinentaux	G1.1	Forêts riveraines et forêts galeries, avec dominance d'Alnus, Populus ou Salix
E7.3	Dehesa	G1.2	Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes
E7	Prairies peu boisées	G1.3	Forêts riveraines méditerranéennes
E7.1	Parcs boisés atlantiques	G1.4	Forêts marécageuses de feuillus ne se trouvant pas sur tourbe acide
E7.2	Parcs boisés subcontinentaux	G1.5	Forêts marécageuses de feuillus sur tourbe acide
E7.3	Dehesa	G1.6	Hêtraies
F Landes, fourrés et toundras		G1.7	Forêts caducifoliées thermophiles
F2	Fourrés arctiques, alpins et subalpins	G1.8	Boisements acidophiles dominés par quercus
F2.1	Fourrés subarctiques et alpins à saules nains	G1.9	Boisements non riverains à Betula, Populus tremula ou Sorbus aucuparia
F2.2	Landes et fourrés sempervirents alpins et subalpins	G1.A	Boisements mésotrophes et eutrophes à Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Tilia, Ulmus et boisements associés
F2.3	Fourrés subalpins caducifoliés	G1.B	Aulnaies non riveraines
F2.4	Fourrés de conifères proches de la limite des arbres	G1.C	Plantations forestières très artificielles de feuillus caducifoliés
F3	Fourrés tempérés et méditerranéo-montagnards	G1.D	Vergers d'arbres fruitiers et d'arbres à noix
F3.1	Fourrés tempérés	G2	Forêts de feuillus sempervirents
F3.2	Fourrés et broussailles caducifoliés subméditerranéens	G2.1	Forêts de Quercus sempervirents méditerranéennes
F4	Landes arbustives tempérées	G2.2	Forêts eurasiennes sclérophylles continentales
F4.1	Landes humides	G2.4	Boisements à Ceratonia siliqua et Olea europea
F4.2	Landes sèches	G2.6	Bois d'Ilex aquifolium
F5	Maquis, matorrals arborescents et fourrés thermo-méditerranéens	G2.8	Plantations forestières très artificielles de feuillus sempervirents
F5.1	Matorrals arborescents	G2.9	Vergers et bosquets sempervirents
F5.2	Maquis	G3	Forêts de conifères
F5.3	Pseudo-maquis	G3.1	Boisements à Picea et à Abies
F5.4	Fourrés à Spartium junceum	G3.2	Boisements alpins à Larix et Pinus cembra
F5.5	Fourrés thermoméditerranéens	G3.3	Pinèdes à Pinus uncinata
F6	Garrigues	G3.4	Pinèdes à Pinus sylvestris au sud de la taïga
F6.1	Garrigues occidentales	G3.5	Pinèdes à Pinus nigra
F6.6	Garrigues supraméditerranéennes	G3.7	Pinèdes méditerranéennes planitiaires à montagnardes (hors Pinus nigra)
F6.8	Fourrés xérohalophiles	G3.9	Bois de conifères dominés par les Cupressaceae ou les Taxaceae
F7	Landes épineuses méditerranéennes (phryganes, landes-hérissées et végétation apparentée des falaises littorales)	G3.E	Forêts de conifères tourbeuses némorales
F7.1	Landes épineuses ouest-méditerranéennes	G3.F	Plantations très artificielles de conifères
F7.2	Landes épineuses centro-méditerranéennes	G4	Formations mixtes d'espèces caducifoliées et de conifères
F7.4	Landes-hérissées	G4.6	Forêts mixtes à Abies-Picea-Fagus
F9	Fourrés ripicoles et des bas-marais	G4.C	Boisements mixtes à Pinus sylvestris et à Quercus thermophiles
F9.1	Fourrés ripicoles	G5	Alignements d'arbres, petits bois anthropiques, boisements récemment abattus, stades initiaux de boisements et taillis
F9.2	Saussaies marécageuses et fourrés des bas-marais à Salix	G5.1	Alignements d'arbres
F9.3	Galeriers et fourrés riverains méridionaux	G5.2	Petits bois anthropiques de feuillus caducifoliés
FA	Haies	G5.3	Petits bois anthropiques de feuillus sempervirents
FA.1	Haies d'espèces non indigènes	G5.4	Petits bois anthropiques de conifères
FA.2	Haies d'espèces indigènes fortement gérées	G5.5	Petits bois anthropiques mixtes de feuillus et conifères
FA.3	Haies d'espèces indigènes riches en espèces	G5.6	Stades initiaux et régénérations des forêts naturelles et semi-naturelles
FA.4	Haies d'espèces indigènes pauvres en espèces	G5.7	Taillis et stades initiaux des plantations
FB	Plantations d'arbustes	G5.8	Coupes forestières récentes
FB.1	Plantations d'arbustes pour la récolte de la plante entière	H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	
FB.2	Plantations d'arbustes pour la récolte de feuilles et de branches	H Habitats continentaux sans végétation ou à végétation clairsemée	
FB.3	Plantations d'arbustes à des fins ornementales ou pour les fruits, autres que les vignobles	H1	Grottes, systèmes de grottes, passages et plans d'eau souterrains terrestres
FB.4	Vignobles	H1.1	Entrées des grottes

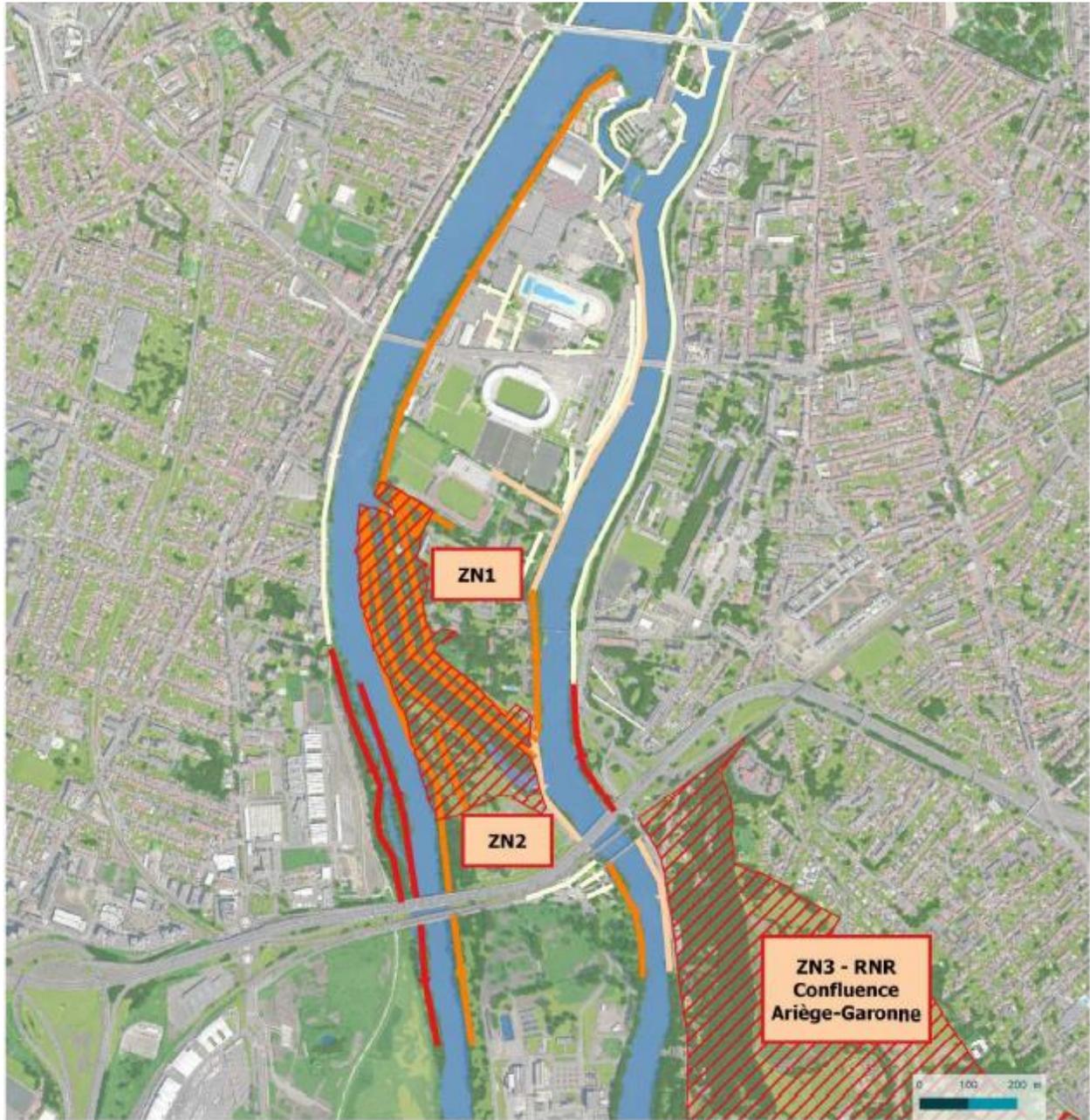
H1.2	Intérieurs des grottes	H6	Reliefs volcaniques récents
H1.3	Passages souterrains sombres	H6.1	Reliefs volcaniques actifs
H1.5	Plans d'eau stagnante souterrains	I	Habitats agricoles, horticoles et domestiques régulièrement ou récemment cultivés
H1.6	Masses d'eau courante souterraines	I1	Cultures et jardins maraîchers
H1.7	Mines et tunnels souterrains désaffectés	I1.1	Monocultures intensives
H2	Eboulis	I1.2	Cultures mixtes des jardins maraîchers et horticulture
H2.3	Eboulis siliceux acides des montagnes tempérées	I1.3	Terres arables à monocultures extensives
H2.4	Eboulis calcaires et ultrabasiques des zones montagneuses tempérées	I1.4	Cultures inondées ou inondables, y compris les rizières
H2.5	Eboulis siliceux acides des expositions chaudes	I1.5	Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées
H2.6	Eboulis calcaires et ultrabasiques des expositions chaudes	I2	Zones cultivées des jardins et des parcs
H3	Falaises continentales, pavements rocheux et affleurements rocheux	I2.1	Grands jardins ornementaux
H3.1	Falaises continentales siliceuses acides	I2.2	Petits jardins ornementaux et domestiques
H3.2	Falaises continentales basiques et ultrabasiques	I2.3	Zones de jardins abandonnées récemment
H3.4	Falaises continentales humides	J	Zones bâties, sites industriels et autres habitats artificiels
H3.5	Pavements rocheux quasi nus, y compris pavements calcaires	J1	Bâtiments des villes et des villages
H3.6	Affleurements et rochers érodés	J1.1	Bâtiments résidentiels des villes et des centres-villes
H4	Habitats dominés par la neige ou la glace	J1.2	Bâtiments résidentiels des villages et des périphéries urbaines
H4.1	Névés	J1.3	Bâtiments publics des zones urbaines et périphériques
H4.2	Calottes glaciaires et glaciers vrais	J1.4	Sites industriels et commerciaux en activité des zones urbaines et périphériques
H4.3	Glaciers rocheux et moraines sans végétation à dominance de glace	J1.5	Constructions abandonnées des villes et des villages
H5	Habitats continentaux divers sans végétation ou à végétation clairsemée	J1.6	Sites de construction et de démolition en zones urbaines et suburbaines
H5.2	Moraines glaciaires avec peu ou pas de végétation	J1.7	Habitats résidentiels très denses, temporaires
H5.3	Habitats sans végétation ou à végétation clairsemée sur substrats minéraux ne résultant pas d'une activité glaciaire récente	J2	Constructions à faible densité
H5.4	Substrats organiques secs avec peu ou pas de végétation	J2.1	Habitats résidentiels dispersés
H5.5	Zones incendiées avec peu ou pas de végétation	J2.2	Bâtiments ruraux publics
H5.6	Zones piétinées	J2.3	Sites industriels et commerciaux encore en activité en zone rurale

Seuls les habitats continentaux effectivement rencontrés en France métropolitaine sont mentionnés ici comparés à la liste exhaustive des habitats qui peut être trouvée dans Davies *et al.* (2004).

Annexe 4 : Oiseaux inscrits en liste rouge nationale avec le critère A2 (Delzons, O., 2015)

<i>Nom scientifique</i>	<i>Nom commun</i>	<i>Catégorie Liste rouge France</i>	<i>Critère liste rouge nationale</i>	<i>Prise en compte comme espèce inscrite en liste rouge dans le calcul de l'indicateur « patrimonialité»</i>
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	VU	A2b	Non
<i>Saxicola rubetra</i>	Tarier des près	VU	A2b	Non
<i>Hippolais icterina</i>	Hypolaïs icterine	VU	A2ac	Oui
<i>Phylloscopus ibericus</i>	Pouillot ibérique	VU	A2ac	Oui
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Pouillot siffleur	VU	A2b	Non
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	VU	A2b	Non
<i>Carduelis cannabina</i>	Linotte mélodieuse	VU	A2b	Non
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Bouvreuil pivoine	VU	A2b	Non
<i>Emberiza hortulana</i>	Bruant ortolan	VU	A2bcd	Oui
<i>Jynx torquilla</i>	Torcol fourmilier	NT	A2c	Oui
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Traquet motteux	NT	A2	Non
<i>Sylvia communis</i>	Fauvette grisette	NT	A2	Non
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis	NT	A2b	Non
<i>Parus ater</i>	Mésange noire	NT	A2	Non
<i>Lanius senator</i>	Pie-grièche à tête rousse	NT	A2ac	Oui
<i>Passer montanus</i>	Moineau friquet	NT	A2c	Oui
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	NT	A2b	Non
<i>Emberiza calandra</i>	Bruant proyer	NT	A2bc	Oui

Annexe 5 : Carte de la fonctionnalité écologique terrestre sur l'île du Ramier (Biotope, 2019)



toulouse
métropole

Fonctionnalité écologique terrestre

Etudes environnementales sur l'île du Ramier

Continuités écologiques

 Zones nodales locales

Fonctionnalité écologique des corridors terrestres

 Faible

 Moyenne

 Bonne

 Très bonne

Occupation du sol

 Boisement

 Milieu ouvert herbacé

 Milieu aquatique



Carte n°2



Synthèse des enjeux

Inventaires faune et flore de l'île du ramier et des berges dans le cadre du projet "Grand Parc Garonne"

Légende

Ille_Ramier_aire_etude

Enjeux

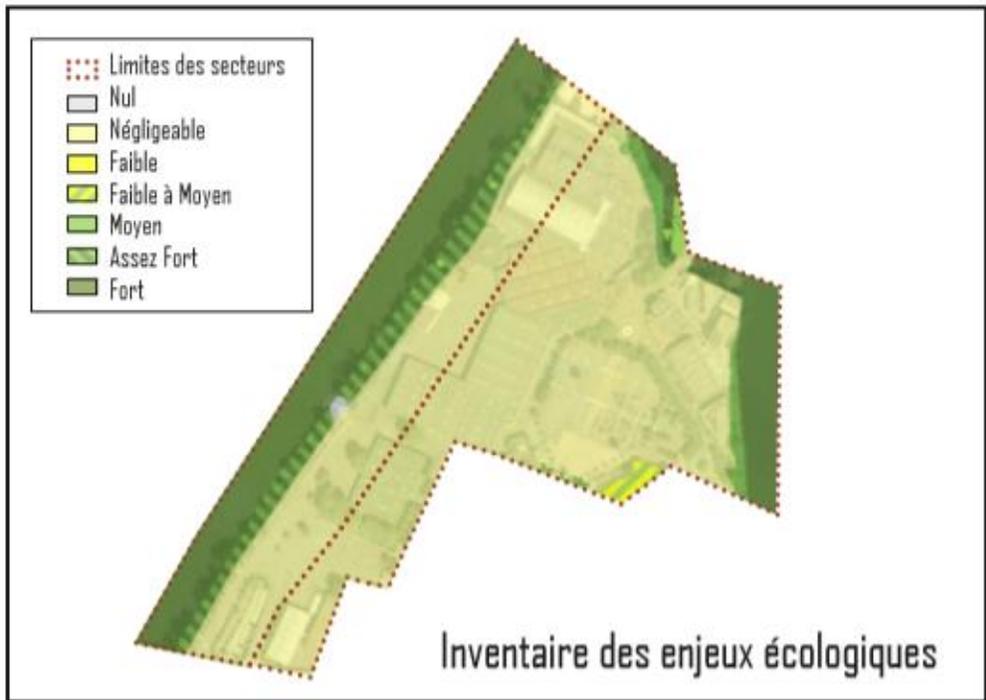
- Nul
- Négligeable
- Faible
- Faible à moyen
- Moyen
- Assez fort
- Fort

Arbres à coléoptères saproxyliques et/ou à cavité

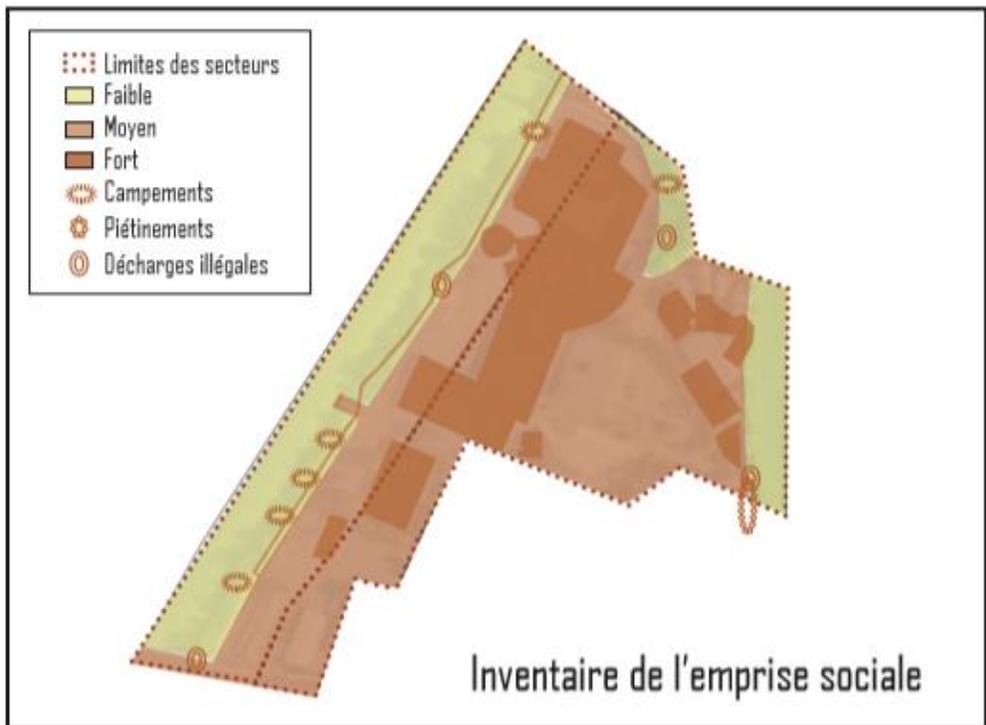
- ▼ Enjeu faible à moyen
- ▼ Enjeu moyen

Flore patrimoniale

- ★ Enjeu moyen (Mousse fleurie, esp. protégée)
- Enjeu moyen (autres esp. non protégées)



Carte des enjeux écologique, Inventaire Biotope 2018



Carte de l'emprise sociale (Rethoret, K. 2019)

Annexe 7 : Protocoles à appliquer pour le calcul de chacun des indicateurs en phase d'état initial (Hivernat, J., 2019)

INVENTAIRES DU BUREAU D'ÉTUDES BIOTOPE :

- **Indicateurs de biodiversité :**
- Indicateur 1 : Diversité des habitats
- Indicateur 4 : Diversité de l'avifaune
- Indicateur 5 : Continuité écologique
- Indicateur 6 : Patrimonialité

INVENTAIRES COMPLÉMENTAIRES :

- **Indicateurs de biodiversité :**
- Indicateur 2 : Diversité des strates végétales
- Indicateur 3 : Gestion
- Indicateur 7 : Espèces invasives
- Indicateur 8 : Biodiversité & bâti
 - Sous indicateur 1 : Éclairage
 - Sous-indicateur 2 : Interrelation vivant-architecture
 - Sous-indicateur 3 : Végétalisation du bâti

- **Indicateurs sociaux :**
- Indicateur 1 : Artificialisation du sol
 - Sous indicateur 1 : Surface imperméable (non-bâtie)
 - Sous-indicateur 2 : Densité de bâti
- Indicateur 2 : Dégradation
- Indicateur 4 : Accessibilité
- Indicateur 6 : Diversité des usages
- Indicateur : Sensibilisation à l'écologie

ENQUÊTE SOCIALE :

- **Indicateurs sociaux :**
- Indicateur 3 : Diversité des usagers
- Indicateur 5 : Fréquentation
- Indicateur 4 : Accessibilité
- Indicateur 6 : Diversité des usages
- Indicateur 7 : Perception de la biodiversité

INFORMATIONS GENERALES

Date Heure de début : Heure de fin :

UNITÉ PAYSAGERE

Nom : Surface :
 (A mesurer sur SIG si non connue)

Description :

INDICATEURS

INDICATEURS BIODIVERSITÉ

Indicateur 2 : Diversité des strates végétales

Protocole : Lister les différentes strates végétales présentes sur l'unité paysagère parmi les suivantes : muscinale, herbacée, arbustive, arborée.

Strates végétales présentes sur le site :
 Remarques :

Indicateur 3 : Gestion

Protocole : Cocher le mode de gestion majoritaire appliqué aux espaces végétalisés de l'unité paysagère parmi les modes de gestion suivants :

- Gestion différenciée
- Absence de gestion ou gestion extensive, sans dégradations apparentes
- Gestion semi-intensive
- Gestion intensive ou uniforme
- Absence de gestion, avec dégradations

Description de la gestion appliquée :

Dégradations éventuelles :

Indicateur 7 : Espèces invasives

Protocole : Pour chaque espèce rencontrée, indiquer le nombre de pieds identifiés sur chaque lieu, la surface approximative couverte ainsi que le point GPS correspondant dans le tableau suivant :

Espèce	Nombre de pieds	Surface approximative couverte	Point GPS ou localisation

Indicateur 8 : Biodiversité & bâti

(Rubrique à remplir uniquement si le site comporte du bâti)

Sous-indicateur 1 : Éclairage

Protocole : Compter le nombre d'éclairages de chacun des types suivants :

Type d'éclairage	Absence de cache : diffusion totale	Forte diffusion latérale	Diffusion latérale modérée	Eclairage correct	Absence d'éclairage
					
Nombre observé					

Sous-indicateur 2 : Interrelation vivant-architecture

Protocole : Compter le nombre de bâtiments appartenant à chacune des catégories suivantes :

Type de bâtiment	Vieux bâtiment (de type grange)	Bâtiment avec abris/nichoirs intégrés lors de la construction	Bâtiment avec abris/nichoirs rajoutés après construction	Bâtiment récent avec moins de 50% de surfaces vitrées	Bâtiment récent avec plus de 50% de surfaces vitrées
Nombre observé					

Sous-indicateur 3 : Végétalisation du bâti

Paramètre 1 : Toitures végétalisées

Protocole : Géolocaliser sur le terrain les bâtiments possédant une toiture végétalisée au sein de l'unité paysagère. Pour chacun d'entre eux, préciser le type de toiture végétalisée dont il s'agit ainsi que les principales espèces présentes. De retour en agence, calculer sur SIG la surface totale de toitures végétalisées et la surface totale de toitures présentes sur le site.

Point GPS ou localisation	Type de toiture végétalisée ou espèces présentes	Surface : à compléter au bureau, par mesures sur SIG

Paramètre 2 : Murs végétalisés

Protocole : Le protocole à appliquer est similaire à celui des toitures végétalisées.

Point GPS ou localisation	Type de mur végétalisé ou espèces présentes	Linéaire (approximatif ou mesuré sur SIG)

INDICATEURS SOCIAUX

Indicateur 2 : Dégradation

Protocole : Relever chacune des dégradations observées sur le site, les géolocaliser à l'aide d'un GPS, indiquer leur nature (piétinement, campements sauvages, décharges illégales) et évaluer leur surface approximative ou tracer leur contour avec le GPS pour ensuite évaluer leur surface sur SIG.

Point GPS ou localisation	Nature de la dégradation	Surface <i>(approximative ou mesurée sur SIG)</i>

Indicateur 6 : Diversité des usages

Protocole : Lister les usages des personnes observés sur l'unité paysagère parmi les usages suivants :

Usages	Exemples d'activités appartenant à ces catégories d'usages
Sport et activités récréatives	Jeux de ballons, piscine, footing, glisse, golf, aires de jeux pour enfants, promenade, vélo...
Agriculture	Potager, activités agricoles, ferme pédagogique, parc animalier, jardinage
Culture	Manifestations culturelles et sportives, théâtre, musique, festivals
Tourisme	Monuments historiques
Vie populaire	Marché, lieu de rencontres, souvent très fréquenté et animé
Eau	Baignade, jeux aquatiques...
Détente	Calme, endroit pour s'asseoir ou s'allonger...
Vue	Paysage, fleurs et horticulture, panoramas, impression d'espace...
Nature	Sensation forestière, rencontre avec la nature sauvage et la diversité des espèces
Repas	Pique-nique, restauration en plein air

Compléter le tableau suivant :

Usage observé	Nombre de personnes	Remarque

Questionnaire – Enquête Sociale – BIOTOPE

Date :	Heure :
Lieu :	Unité paysagère :

Préciser la date et l’heure à laquelle l’enquête sociale est réalisée est important, car ces informations peuvent être mises en relation avec certains résultats obtenus ou expliquer certaines observations. Par peuvent dépendre de ces variables. La date renseigne sur le jour de la semaine, la saison, s’il s’agit d’une période de vacances ou non. Suivant l’heure de venue sur site, les usagers rencontrés peuvent également varier, avec davantage de retraités en journée ou de sportifs tôt le matin par exemple.

1. Sexe :	Masculin	Féminin			
2. Age :	Moins de 12 ans	13-19 ans	20-40 ans	40-64 ans	Plus de 65 ans
3. Quelle est votre profession ?	.....			

Cette rubrique a pour vocation d’obtenir des informations générales sur la population fréquentant le site. Les réponses à la question 2 n’entrent pas dans le calcul de l’indicateur social 3 : « diversité des usagers ». En effet, une classe sociale peut être présente sur le site et ne pas avoir pu être interrogée. Se baser sur la réponse à cette question pour évaluer la diversité des usagers serait donc peu fidèle à la réalité. Il est toutefois nécessaire de tenter d’interroger un public varié, à la fois des hommes et des femmes et de tout âge. L’évaluation de l’indicateur « diversité des usagers » se base alors sur les réponses obtenues à la **question 3**. (cf. liste des catégories socioprofessionnelles dans le Échelle d’évaluation : *Le Tableau 20 présente la*

4. Où habitez-vous ?	.....			
5. Où travaillez-vous ?	.....			
6. Combien de temps mettez-vous pour vous y rendre depuis chez vous ?					
	Moins de 5 min	5-15 min	15-30 min	Plus de 30 min	
7. Comment vous y rendez-vous d’ordinaire ?	.....			

grille de notation de l’indicateur « diversité des usagers ».

Cette rubrique vise à acquérir des renseignements concernant l’accessibilité du site par les usagers. Les réponses aux **questions 6 et 7** sont donc à utiliser pour calculer l’indicateur social 4 : « accessibilité ». Les questions 4 et 5 permettent quant à elles de savoir quelle distance est parcourue par les personnes interrogées pour se rendre sur le site, depuis leur domicile ou leur lieu de travail.

8. A quelle fréquence vous rendez-vous à cet endroit ?		
<u>Semestre d’été :</u>		
Tous les jours	Plusieurs fois par semaine	Une fois par semaine
Une fois par mois	Très rarement	
<u>Semestre d’hiver :</u>		
Tous les jours	Plusieurs fois par semaine	Une fois par semaine
Une fois par mois	Très rarement	

Cette rubrique a pour objectif de connaître la fréquence de venue des usagers sur le site, afin de savoir si celle-ci est plutôt fréquente, occasionnelle ou rare. Les réponses obtenues à la **question 8** sont à utiliser pour calculer l'**indicateur social 5 : « fréquentation »**. La fréquence de visite est demandée pour la saison hivernale et estivale. Les informations concernant la saison préférentielle de venue sur site figureront dans le bilan social.

10. *Par quel adjectif qualifieriez-vous ce site ?*
11. *De manière générale, quel est votre paysage préféré ?*.....
12. **Pensez-vous que ce site accueille de la biodiversité**

Cette rubrique a pour objectif d'évaluer la perception des usagers vis-à-vis du site. La question 10 a pour objectif de faire ressortir l'aspect le plus important pour la personne interrogée vis-à-vis du site. L'adjectif en question peut compléter la réponse apportée pour l'évaluation de la perception du site. Cette vision sera retranscrite dans le bilan social. Les questions suivantes sont posées à titre indicatif. La question 11 permet de savoir quel type d'environnement est le plus apprécié, et de savoir s'il s'agit plutôt d'un paysage naturel ou plus artificiel. Cette information pourrait éventuellement être prise en compte dans les choix d'aménagement du site. La **question 12** permet enfin à la population enquêtée de s'interroger à propos de la nature présente sur le site. Il est intéressant de s'apercevoir de la diversité de visions à ce sujet, ainsi que l'intérêt ou attention qu'y portent les gens. Les résultats de cette question permettront de calculer l'**indicateur social 7 : « perception de la biodiversité »**.

13. *Quel est votre lieu favori sur le site ? Pourquoi ?*

14. Pourquoi aimez-vous passer du temps à cet endroit ?

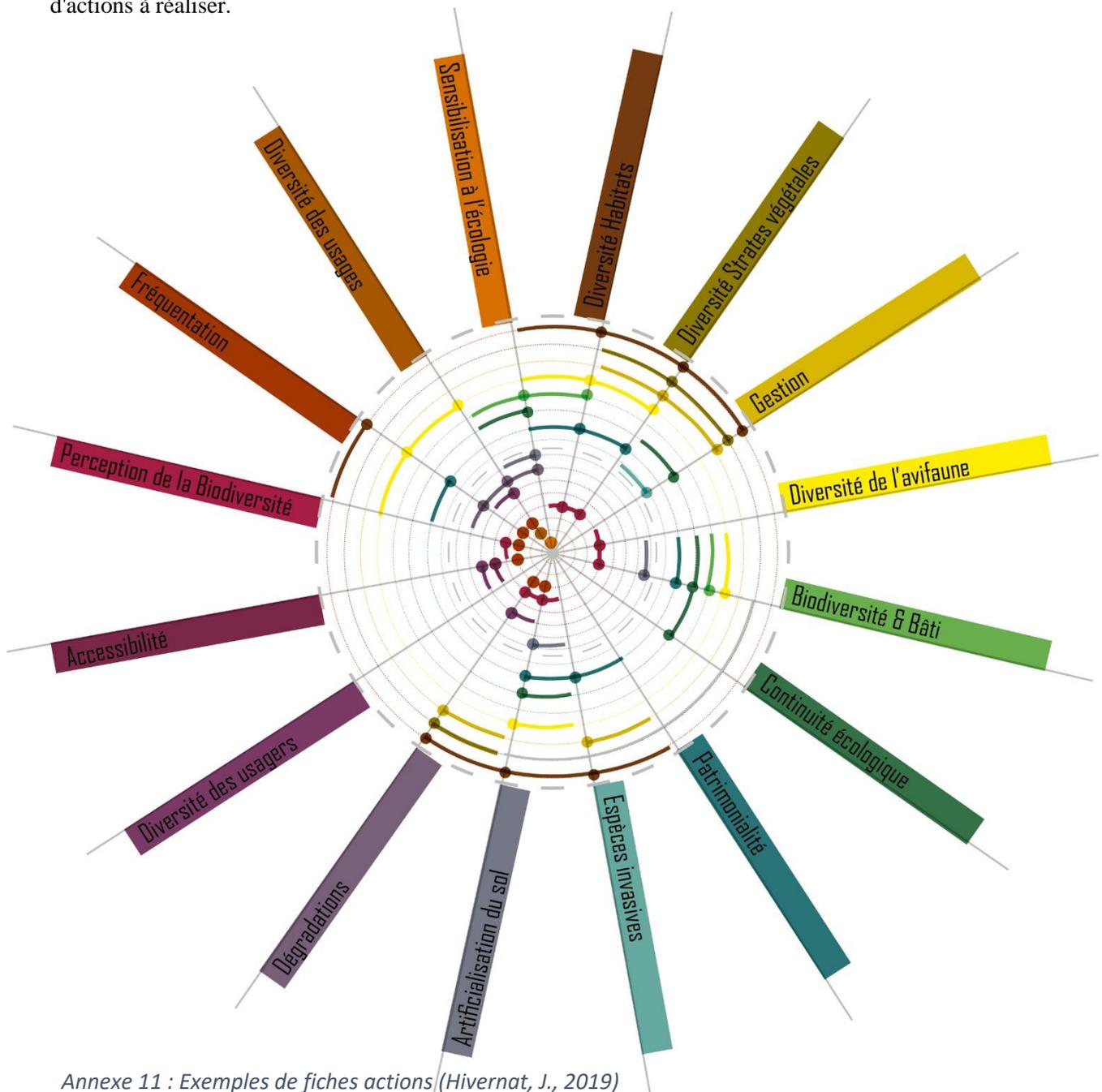
- *On y est au calme, on peut s'y détendre*
- *On y voit de la vie, du mouvement*
- *L'endroit est proche de mon lieu de travail, des magasins que je fréquente*
- *L'endroit est proche de chez moi*
- *On y trouve un café ou un autre service de restauration*
- *On y trouve des endroits agréables où s'asseoir*
- *J'apprécie la beauté du site*
- *On peut s'y retrouver entre amis*
- *On y ressent une impression de nature sauvage*
- *On y est tranquille*
- *C'est un endroit où on y est en sécurité*
- *On peut y faire du sport*
- *Les enfants aiment y jouer*
- *C'est un bon endroit pour la balade du chien*
- *On y voit des gens*
- *C'est un endroit joli et soigné*
- *On y est près de l'eau*
- *On peut s'y baigner et patauger*
- *On peut y voir des œuvres d'art ou des monuments*
- *C'est un endroit agréable pour se promener*
- *On peut y rester assis ou s'allonger au soleil*
- *La vue y est belle*

15. **Quelles activités pratiquez-vous ici ?**

Cette rubrique a pour but d'obtenir des informations concernant la nature des activités pratiquées sur le site. La question 13 permet de connaître les lieux préférés par la population sur le site (non nécessairement au sein de l'unité paysagère même), et de connaître les raisons de d'un attrait pour ce lieu. Ceci met en évidence les caractéristiques que les gens recherchent. Les réponses fournies aux **questions 14 et 15** sont à utiliser pour le calcul de **l'indicateur social 6 : « diversité des usages »**. La question 15 est inspirée de l'enquête sociale réalisée sur les habitants de Stockholm dans le cadre de la méthode des Sociotopes (Bureau de l'urbanisme de la ville de Stockholm, 2012). Demander aux gens pour quelles raisons ils aiment passer du temps à cet endroit donne des informations de façon indirecte sur les usages qu'ils y pratiquent. Nous avons choisi ici de fournir une liste de propositions afin d'aider les personnes interrogées à réfléchir aux divers aspects qui définissent le site, dont certains auxquels ils n'auraient pas forcément pensé. Chacune de ces propositions peut être classée dans la liste d'usages utilisée pour calculer l'indicateur « diversité des usages ». La question 16 permet enfin d'interroger les usagers du site sur leurs activités de manière directe. Les réponses obtenues à cette question peuvent être redondantes avec celles de la question précédente. Cette question ouverte nous a toutefois paru intéressante et nécessaire, afin que la personne interrogée puisse fournir une réponse ne figurant pas parmi les propositions de la liste en question 15, ou d'y apporter plus de précisions.

Annexe 10 : Échelle d'actions des orientations générales (Rethoret, K., 2019)

Cette échelle d'actions permet de relier les indicateurs entre eux, qu'ils soient écologiques ou sociaux, afin de montrer leurs interrelations possibles et de définir les orientations d'action générales à appliquer lorsque l'on souhaite améliorer la valeur d'un indicateur. Chaque indicateur est représenté par une couleur et le schéma montre que lorsque l'on souhaite agir sur un indicateur pour l'améliorer, s'agit parfois d'agir sur un groupe d'indicateurs. Pour chacun d'eux, un dossier rassemblant des fiche-actions et des références est créé. Il pourrait être intéressant de créer à terme un fichier interactif qui permettrait de renvoyer directement aux différentes fiches-actions et références associées. Pour prendre un exemple, si l'on souhaite améliorer l'indicateur "Continuité écologique", il sera possible d'agir sur les indicateurs suivants (marqués de la couleur vert foncé correspondant à celle de l'indicateur Continuité écologique) : "Continuité écologique", "Biodiversité & Bati", "Gestion", "Sensibilisation à l'écologie" et "Artificialisation des sols". Il suffit alors de choisir parmi les fiche-actions proposées par chacun d'eux, celles à appliquer sur le secteur en fonction des besoins et des moyens disponibles. Les références quant à elles permettent d'illustrer ces orientations d'actions à réaliser.



Annexe 11 : Exemples de fiches actions (Hivernat, J., 2019)

Créer des habitats et des sites de nourrissage

Installer des nichoirs

Définitions et enjeux

Victime de l'urbanisation, les arbres, les buissons, les charpentes propices à l'installation de nids disparaissent souvent, tandis que les vieux bâtiments sont souvent rénovés ou remplacés par des bâtiments dépourvus de cavités, aux façades lisses. En ville, les possibilités de nidification pour les oiseaux cavicoles¹ et semi-cavicoles² sont donc souvent restreintes. Il est par conséquent nécessaire de conserver tant que possible les cavités existantes. A défaut ou en complément, installer des nichoirs en milieu urbain offre aux oiseaux une aide non négligeable en période de nidification. Il faut savoir que chaque espèce a ses préférences en termes d'habitat, pour la taille du nid, sa hauteur par rapport au sol, son orientation, son emplacement, son entrée...

¹Cavicoles : oiseaux nichant dans les cavités fermées : mésanges, moineaux, martinets, sittelles, pics...

²Semi-cavicoles : oiseaux nichant dans les cavités plus ouvertes sur l'extérieur : rougegorge familier, rougequeue noir, bergeronnettes...



Mésange charbonnière sur un nichoir
(Source : ActuToulouse, 2018)

Installation

Quels nichoirs choisir ?

Le choix du nichoir doit s'effectuer suivant les préférences de(s) espèce(s) qu'il est susceptible d'abriter. La diversité de cavités à aménager doit donc corrélérer avec le nombre d'espèces cavicoles présentes sur le site.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de certains nichoirs :

Type de nichoir	Emplacement	Espèces	Modèle type
Nichoir pour oiseaux cavicoles	Entre 3 m et le sommet des arbres environnants	Mésanges, sittelles, étourneaux, rougequeue à front blanc...	
	Minimum 3 m	Moineaux	
	Minimum 8 m	Martinets	
	Sous les avancées de toit	Hirondelles	
	Sur la bordure de toits	Rapaces	
Nichoirs pour les oiseaux semi-cavicoles	Sous les avancées de toit ou de préau	Rougequeue noir, rougegorge, bergeronnettes	

Mésange charbonnière sur un nichoir
(Source : ActuToulouse, 2018)

Où les installer ?

- Placer les nichoirs à proximité d'un endroit où il devrait y avoir de la nourriture (naturelle) pour les oiseaux, afin d'éviter de trop grands trajets aux parents nourriciers.
- Opter pour des emplacements tranquilles
- Ne jamais installer les nichoirs en plein soleil, ou au contraire, en pleine ombre
- Ne pas les placer dans l'ombre complète.
- Eviter de les fixer sur un arbre recouvert de mousse, et sur les hêtres (dont le tronc est souvent humide). Eviter également les branches de peupliers et de bouleaux, fragiles et cassantes
- Placer les nichoirs **hors de portée des prédateurs**, en particulier des chats (attention aux grosses branches horizontales). Certains fournisseurs proposent également des dispositifs anti-prédateurs à fixer ou intégrés sur les nichoirs.

Combien en installer ?

Le nombre de nichoirs dépend de l'espace vital dans lequel il est installé. Il n'existe donc pas de distance minimum à respecter entre les nichoirs. Les oiseaux déterminent eux-mêmes la distance minimum entre eux, selon la saison et les disponibilités en nourriture. Les nichoirs peuvent être répartis de la façon suivante :

- 60 % des nichoirs doivent avoir un trou d'envol de 32 mm de diamètre ou être ovale
- 20 % un trou d'envol de 26 ou de 27 mm de diamètre
- 20 % seront des nichoirs à pics ou des nichoirs semi-ouverts.

Comment les installer ?

- Il est préférable d'orienter le trou d'envol vers l'est ou le sud-est
- Diriger le trou d'envol à l'opposé des vents dominants
- Incliner légèrement le nichoir afin d'éviter que la pluie ne rentre trop facilement par le trou d'envol.

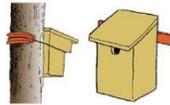
Les nichoirs pour **espèces différentes** doivent être espacés d'au moins **3 m**. Ceux destinés à la **même espèce** doivent être espacés d'au moins **15 m**, sauf pour les moineaux, les hirondelles et les martinets noirs qui nichent en colonie.

Quand les installer ?

Certaines espèces cherchent tôt leur endroit de nidification. La meilleure période pour installer des nichoirs est donc durant l'automne. La pose peut s'effectuer jusqu'en mars.

Conseils pour la fixation

- Veiller à ce que le nichoir soit solidement fixé
- En cas de fixation sur un arbre :
 - Veiller à ne pas le blesser (disposer un morceau de bois ou de mousse plastique entre le tronc et le fil de fixation, ne jamais utiliser de clou
 - Fixer de préférence le nichoir sur le tronc plutôt que sur une branche



Entretien

- L'entretien s'effectue chaque année durant l'automne ou l'hiver, au plus tard en février
- Si l'envol des jeunes d'une première nichée est observé, enlever tous les matériaux présents (mousses, duvets...) afin de permettre une seconde nichée sur cet emplacement
- Nettoyer les nichoirs chaque année, dès la fin de l'automne, avec de l'eau chaude, une brosse et du savon noir, pour se débarrasser de parasites et mycoses éventuelles. En cas d'infection du nichoir par des parasites ou des mycoses, le badigeonner à l'essence de thym ou de serpolet, ou le nettoyer avec un mélange d'eau chaude et de savon noir.
- Faire sécher quelques jours et idéalement brûler au chalumeau la paroi interne, afin d'éliminer totalement les parasites
- Un second nettoyage est possible suite à l'envol de la première nichée
- Effectuer des réparations si nécessaire (remettre une couche de protection du bois, renforcer le sol, reclipser, déboucher les trous d'évacuation pratiqués dans le fond...)

Erreurs à éviter

- Ne pas disposer de nourriture (graines, cacahuètes) au printemps. Cela pourrait nuire la croissance des oisillons, privés de vitamines essentielles.
- Ne jamais manipuler un nichoir durant la période de nidification. Si celui-ci abrite une nichée, elle pourrait être abandonnée.
- Ne jamais toucher les œufs, le nid ou les oisillons.
- En cas d'occupation du nichoir par une autre espèce que celle prévue (bourdons, guêpes, abeilles sauvages, muscardins, lérots, loirs...), ne pas la retirer. Laisser le nichoir en l'état et accrocher des nichoirs supplémentaires conçus pour cette espèce.

Intervenants

- **Fabrication** par des scolaires ou associations naturalistes locales. De nombreux sites expliquent la manière de procéder.
- **Installation de nichoirs achetés** : 1 journée nécessaire pour installer une 10aine de structures. L'opération doit être effectuée par une personne avertie, sur une échelle, avec une aide pour la sécurité et le confort d'installation. Certaines entreprises d'espaces verts réalisent la prestation de maintenance de ce type d'installation. Celle-ci requiert 2 jours pour le nettoyage (suivi hivernal) et la maintenance de 10 nichoirs.

Coûts

Achat des nichoirs : Le coût d'un nichoir varie selon les modèles (de 10 à 175 €).

Coût d'installation : sur devis (0-50 € par nichoir)

Références

Créer des habitats et des sites de nourrissage

Installer des gîtes pour les insectes

Contexte et enjeux

Au cœur des villes, les cavités propices au refuge et à la nidification pour les insectes sont parfois insuffisantes. Ces derniers se déplacent en général très peu, il est par conséquent important garantir un nombre d'abris disponibles, afin de maintenir et favoriser leur population. Ainsi, l'installation d'abris artificiels peut s'avérer nécessaire, voire indispensable à la survie des insectes en ville.



Abeilles sauvages dans un hôtel à insectes
(Source : Mr Mondialisation, en ligne)

Fabrication de nichoirs artificiels

Quels gîtes choisir ?

Afin d'optimiser l'accueil des insectes, il est dans un premier temps essentiel de comprendre leurs besoins. Selon les espèces présentes sur lieu du projet, différents aménagements seront mis en place.

ESPECES	NICHOIR ARTIFICIEL APPROPRIÉ	FIXATION / INSTALLATION
Abeilles, guêpes solitaires et hyménoptères rubicoles (Insectes qui vivent dans les tiges à moelle)	Petites tiges creuses (au moins 20) assemblées avec de la ficelle Matériaux : Bambou (très durable), canne de Provence, roseau, paille de céréale, tiges de certaines ombellifères (fenouil, grande berce...), ronce, rosier, framboisier, sureau, fusain, buddleia	Les bottes peuvent être fixées deux par deux, l'une à la verticale, l'autre à l'horizontal, sur des piquets plantés dans le sol, de façon à être placées entre 30 et 50 cm de hauteur .
Hyménoptères xylocoles (Insectes qui vivent dans le bois)	Forer avec une perceuse des trous d'une dizaine de cm de profondeur dans du bois dur , espacés de 1 ou 2 cm Matériaux : Chêne, hêtre, acacia, châtaignier, charme, etc.	
Bourdons	Pot de fleur en terre cuite de taille moyenne rempli de paille. Placer une tuile par-dessus permet de protéger ses habitants des intempéries.	Enterrer le pot à l'envers, avec le trou de drainage à la surface du sol. Placer une grande pierre plate ou plusieurs tuiles en dessous pour protéger des rongeurs
Perce-oreilles	Attacher un petit bout de bois avec une ficelle, le placer dans un pot en terre cuite , faire sortir l'autre extrémité de la ficelle par le trou d'évacuation d'eau. Le remplir ensuite de fibre bois ou de paille, et placer un grillage au fond du pot avec du fil de fer pour maintenir le contenu.	Au printemps, de mai à début juin, le nichoir peut être directement déposé au sol, dans une haie ou à proximité . A partir de juin, le déplacer dans un arbre rempli de pucerons .
Abeilles et guêpes solitaires	Nichoir en terre battue constitué d'une caisse en bois (1m x 50 x 40 cm par exemple). Percer le fond (s'il y en a un) pour assurer l'évacuation de l'eau. Le remplir de terre fine et meuble, bien tassée.	Enterrer la caisse au ras du sol
Chrysopes	Boîte en bois percée de fentes étroites pour laisser entrer les insectes. Utiliser des planches suffisamment épaisses (au moins 1 à 2 cm) pour isoler les insectes du froid.	Placer le nichoir dans sur un arbre, un mur ou un piquet, entre 1,50 et 2 m de haut

Hôtels à insectes

Les hôtels à insectes permettent de concentrer en une seule construction, l'ensemble des abris présentés ci-dessus. Il est possible de le fabriquer soi-même (avec du bois imputrescible non et remplis de matériaux naturels issus de l'environnement proche) ou de l'acheter tel quel.

Où les placer ?

La majorité des abris pour les insectes se place de 30 cm à 2-3 m au-dessus du sol, à l'abri des intempéries, et dans l'idéal orienté vers le Sud ou le Sud-Est, face au soleil, dos aux vents dominants, et à proximité de fleurs.



Exemple d'hôtel à insectes
(Source : EDD31, 2016)

Quel entretien ?

Les gîtes à insectes nécessitent très peu d'entretien. La seule opération à réaliser est de renouveler les matériaux de temps à autre (tiges, buches).

Coûts

Il est possible d'acheter un hôtel à insectes à partir d'une **dizaine d'euros**

Références

Plante&Cité, 2016, *Mesures compensatoires de la faune auxiliaire des jardins : comment protéger et attirer les insectes ?*

EDD 31, Fiche conseils hôtel à insectes, *Fiche ressources : hôtels à insectes*, 2016

Illustrations : réalisées par Yannick Lelardoux, Nadine Pestel, Julie Hivernat

Fonctionnement général

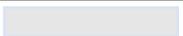
Présentation des onglets

Le tableau Excel est composé de 9 feuilles de calcul : « Indicateurs », « Aide au calcul », « Enregistrements », « Graphique », « Graphique sous-indicateurs », « Enregistrements », « Table des indicateurs biodiversité », « Table des indicateurs sociaux » et enfin « Table des unités de mesure ». Ces derniers sont de trois type : certaines sont destinées à l'entrée des données (remplissage par l'utilisateur), certaines présentent les résultats, et d'autres contiennent l'ensemble des variables des listes déroulantes à la base du calcul des indicateurs. Ces tables n'ont pas pour vocation d'être modifiées par l'utilisateur. Un ajustement des composantes des listes déroulante peut toutefois avoir lieu si nécessaire, afin d'ajuster la méthode de calcul de certains indicateurs suite à des tests sur différents sites.

Mode de remplissage des cellules

Pour faciliter le remplissage des données par l'utilisateur, un code couleurs a été mis en place. Le tableau 29 ci-dessous explique le mode de remplissage des cellules suivant leur couleur.

Tableau 29 : Code couleurs pour le remplissage des cellules sur le tableur Excel.

Type de cellule	Code couleur	Action à effectuer
A		Taper une valeur
B		Choisir une valeur dans la liste déroulante
C		Reporter la valeur de la cellule ou l'intervalle auquel appartient cette valeur sur la feuille « Indicateurs »

Feuilles de calcul et mode d'utilisation

Onglet « Menu »

Le menu permet d'accéder aux différents onglets du tableur (décrits par la suite) grâce à des boutons. La figure 23 montre un aperçu de cette fenêtre.

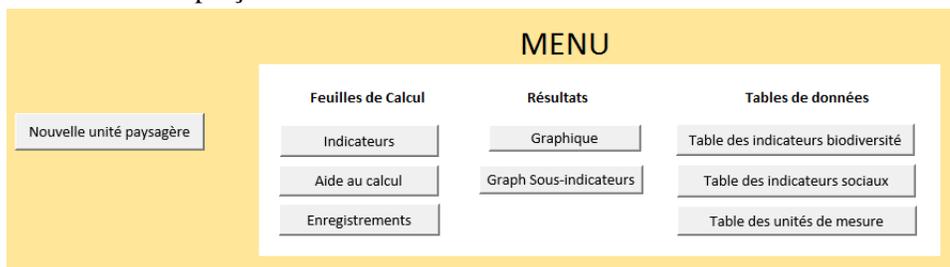


Figure 23 : Aperçu de la fenêtre « Menu »

Onglet « Indicateurs »

Remplissage de la feuille de calcul : Cet onglet contient une feuille de calcul permettant de calculer la note des indicateurs. Pour cela, choisir la mention que l'on souhaite affecter à chaque indicateur (colonne « Indicateurs ») parmi les propositions de la liste déroulante (colonne « paramètres de mesure »). En cas d'absence d'informations pour compléter l'un des indicateurs, choisir la mention « non connu » dans la liste déroulante. Ce paramètre ne sera pas évalué et n'apparaîtra pas sur le graphique. Il est également possible de renseigner diverses informations sur le site inventorié dans la rubrique « Informations générales » si l'on souhaite par la suite enregistrer les résultats, telles que le nom du site, le nom de l'unité paysagère dont il est question, ou encore sa superficie.

Voici un aperçu de cette feuille de calcul (cf. figure 24) :

Indicateurs	Paramètres de mesure	Note des l'indicateurs (de 0 à 4)
1. Diversité habitats	Nombre d'habitats naturels 2 habitats	1
2. Diversité strates végétales	Nombre de strates végétales 2 strates	2
3. Gestion	Mode de gestion principal Gestion semi-intensive	2
4. Diversité de l'avifaune	Nombre d'oiseaux 35 à 45	3
5. Continuité écologique	Elements de continuité ou de conflits Trame verte OU Trame bleue ET Insularité	2
6. Patrimoine	Part d'espèces patrimoniales Faible	1
7. Espèces invasives	Part du site occupée par des EEE (%) 0% ou négligeable	4

Figure 24 : Aperçu partiel de la fenêtre "Indicateurs"

Enregistrer les données : Une fois une valeur affectée à chaque indicateur biodiversité et social, le bouton « Enregistrer » permet de sauvegarder les résultats sur la fenêtre « Enregistrements ». Les informations générales concernant le site, ainsi que la note obtenue pour chacun des indicateurs sont alors ajoutées à un tableau sur la feuille « Enregistrements ».

Obtention du graphique : Pour obtenir une représentation visuelle des résultats, cliquer sur le bouton « Graphique ». Un graphique radar représentant les résultats des indicateurs de biodiversité et sociaux s'affiche alors sur une nouvelle fenêtre.

Effacer les données de la feuille de calcul : Une fois les résultats sauvegardés sur la fenêtre « Enregistrements », cliquer sur le bouton « Réinitialiser ». L'ensemble des données renseignées s'effacent. Il est alors possible de rentrer les données correspondant à une nouvelle unité paysagère.

Onglet « Aide au calcul »

Cette feuille a pour but de faciliter le calcul des différents paramètres requis pour l'évaluation des indicateurs. En effets, certains indicateurs nécessitent des calculs préalables pour savoir quelle valeur choisir dans la liste déroulante en colonne « paramètres de mesure » de la feuille « Indicateurs ». Les indicateurs disposant d'une aide au calcul sont ceux marqués par une case grise à leur gauche sur la feuille « Indicateurs » comme le montre l'exemple ci-dessous. (cf. figure 25)

	6. Patrimonialité	Part d'espèces patrimoniales Très faible	0
	7. Espèces invasives	Part du site occupée par des EEE (%) 0 à 5 %	3

Figure 25 : Exemple d'indicateurs disposant d'une aide au calcul

Remplissage de la feuille de calcul : Pour commencer, compléter la rubrique « Informations générales », en indiquant les unités de mesure (de longueur et de surface) utilisées sur le terrain ou pour les mesures sur SIG. Il est important que l'ensemble des longueurs et surfaces rentrées par la suite sur cette feuille soit exprimés en ces unités. Autrement, les résultats obtenus ne seront pas corrects. Compléter ensuite les rubriques d'aide au calcul des indicateurs biodiversité et sociaux, puis reporter les valeurs obtenues dans les cellules de type C (cf. tableau 29) sur la feuille « Indicateurs ».

Effacer les données de la feuille de calcul : De même que pour la feuille « Indicateurs », une fois l'ensemble des indicateurs calculés, le bouton « Effacer les données » permet de réinitialiser la feuille de calcul afin de permettre l'aide au calcul d'indicateurs pour une nouvelle unité paysagère.

Retourner sur la feuille « Indicateurs » : Le bouton « Retour aux indicateurs » contient un raccourci permettant d'accéder rapidement à la feuille « Indicateurs » afin d'y reporter les informations obtenues par cette aide au calcul.

La figure 26 montre un aperçu de cette fenêtre :

Menu

Retour aux Indicateurs Effacer les données

AIDE AU CALCUL DES INDICATEURS

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Cette rubrique est à remplir avant de compléter les tableaux suivants

Unités de mesure	Unités de mesure de surface utilisées <input style="width: 60%;" type="text"/>
	Unités de mesure de longueur utilisées <input style="width: 60%;" type="text"/>
Informations concernant l'aire d'étude	Nom du site <input style="width: 90%;" type="text"/>
	Nom de l'unité paysagère <input style="width: 90%;" type="text"/>
	Surface du site inventoriée <input style="width: 90%;" type="text"/>

BIODIVERSITE

Tableau ci-dessous à compléter uniquement si le site comporte des éclairages, à partir des observations de terrain

NATURALITE	Surface occupée par des espèces végétales exotiques envahissantes <input style="width: 60%;" type="text"/>
	Part d'espèces végétales exotiques envahissantes (%) <input style="width: 60%; background-color: #00aaff;" type="text" value="—"/> %
	Indiquer l'intervalle auquel appartient cette valeur pour le calcul de l'indicateur 'Naturalité' <input style="width: 60%;" type="text"/>

Indiquer dans le tableau ci-dessous le nombre d'espèces patrimoniales

	Groupe 1 (Indiquer le nom du groupe ci-dessous)	Groupe 2	Groupe 3
Avis d'expert / LC	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Enjeu régional	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Enjeu national	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Enjeu national fort	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Enjeu européen	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Enjeu européen fort	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>

Valeur à indiquer pour le calcul de l'indicateur 'Patrimonialité' / 4

Figure 26 : Aperçu partiel de la feuille "Aide au calcul"

Onglet « Graphique »

L'onglet « Graphique » affiche les résultats obtenus au calcul des indicateurs sur un graphique de type radar. Les indicateurs biodiversité et sociaux sont identifiés par un code couleur (bleu pour la biodiversité et rose pour le social, voir la légende du graphique).

La figure 27 montre un aperçu de cette fenêtre :

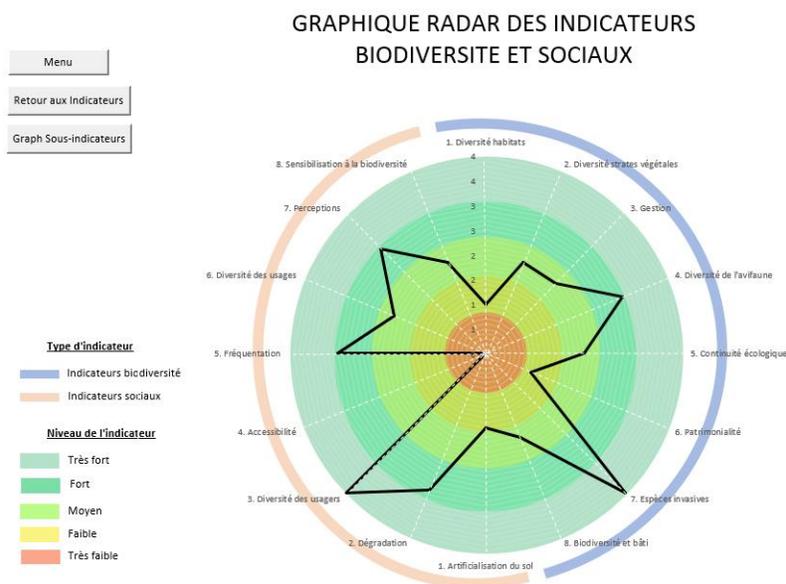


Figure 27 : Aperçu de la fenêtre « Graphique »

Onglet « Graphique des sous-indicateurs »

En cas de l'obtention d'une note peu élevée à un indicateur composé de sous-indicateurs, il est possible de visualiser les résultats de ces derniers sur des graphiques en barres. Pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton « Graph Sous-indicateurs » de la feuille « Graphique ». Il est alors possible d'identifier le sous-indicateur responsable de cette mauvaise note pour ensuite agir dessus. La Figure 28 présente un aperçu de la fenêtre « Graphique des sous-indicateurs ».

GRAPHIQUE RADAR DES INDICATEURS BIODIVERSITE ET SOCIAUX

GRAPHIQUES EN BARRES DES SOUS-INDICATEURS

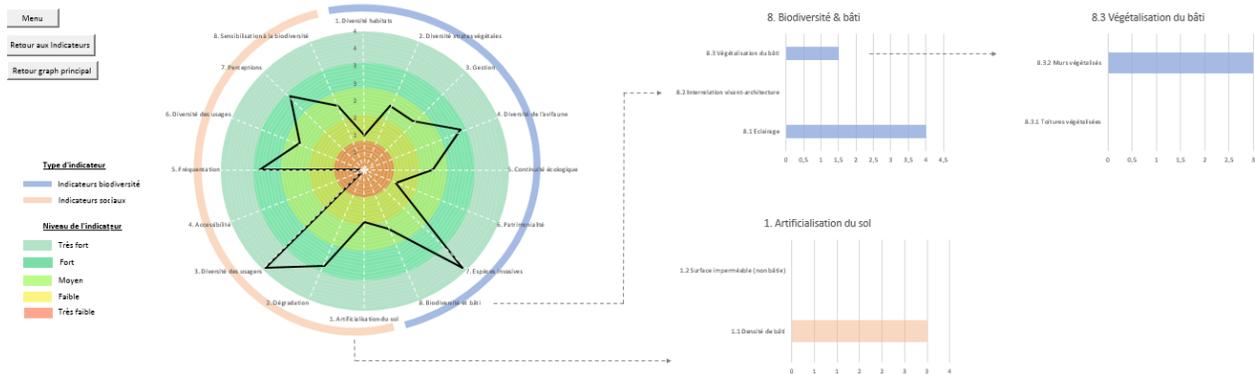


Figure 28 : Aperçu de la fenêtre "Graphique des sous-indicateurs"

Onglet « Enregistrements »

Cette fenêtre fournit un bilan des résultats obtenus sur chacune des unités paysagères des sites étudiés. Les sites peuvent alors aisément être comparés entre eux afin d'identifier les unités paysagères nécessitant une attention particulière (en termes d'aménagements écologiques et sociaux). La figure 29 montre un aperçu de l'onglet « enregistrements » :

Menu

Retour aux Indicateurs

Vider les enregistrements

ENREGISTREMENTS

INFORMATIONS GENERALES		Site inventorié		Site inventorié					
Site		Exemple de site 1		Exemple de site 2					
Unité paysagère		Exemple d'unité paysagère 1		Exemple d'unité paysagère 2					
Superficie		80 ha		60 ha					
Date		10/07/2019		10/07/2019					
Heure de passage sur le site		13:00		11:30					
INDICATEURS BIODIVERSITE		Paramètres de mesure		Notes		Paramètres de mesure		Notes	
1. Diversité habitats		5 habitats et plus		4		3 habitats		2	
2. Diversité strates végétales		3 strates		3		4 strates		4	
3. Gestion		Gestion intensive		1		Sans gestion, avec dégradations		0	
4. Diversité de l'avifaune		1 à 10		0		26 à 35		2	
5. Continuité écologique		Absence de trame verte, trame bleue, réservoir		0		Absence de trame verte, trame bleue, réservoir		0	
6. Patrimoine		Très faible		0		Bonne		3	
7. Espèces invasives		0 à 5 %		3		6 à 10 %		2	
8. Biodiversité et bâti				1,5				2,8	
8.1 Eclairage		Forte diffusion latérale		1		Absence d'éclairage		4	
8.2 Capacité d'accueil de la faune par le bâti		Bâtiment récent avec plus de 50% de surface		0		Bâtiment avec abris/nichoires rajoutés après coup		2	
8.3 Végétalisation du bâti				3,5				2,5	
8.3.1 Toitures végétalisées		>75%		4		>75%		4	
8.3.2 Murs végétalisés		50 -75%		3		5 -25%		1	
INDICATEURS SOCIAUX		Paramètres de mesure		Notes		Paramètres de mesure		Notes	
1. Artificialisation du sol				2,0				2,0	
1.1 Densité de bâti		Absence de données		3		Très peu dense : 5-25% bâti		3	
1.2 Surface imperméable (non bâtie)		25 - 50 % sol imperméable		2		50 - 75 % sol imperméable		1	
2. Dégradation		Faibles dégradations : 5-25 % dégradé		3		Dégradations importantes : 25-50% dégradé		2	
3. Diversité des usagers		4 classes d'âge		3		5 classes d'âge		4	
4. Accessibilité		Bonne		3		Bonne		3	
5. Fréquentation		Plusieurs fois par semaine		3		Absence de données		3	
6. Diversité des usages		Très fortement diversifié : Plus de 8 usages		4		Faiblement diversifié : 3 à 4 usages		1	
7. Perceptions		Très mauvaise : <5% oui pour biodiversité		0		Absence de données		3	
8. Sensibilisation à la biodiversité		Moyenne		2		Très bonne		4	

Figure 29 : Aperçu de la fenêtre « Enregistrements »

Onglet « Table des indicateurs biodiversité »

L'onglet « Table des indicateurs biodiversité » possède l'ensemble des données constituant les listes déroulantes à l'origine du calcul des indicateurs biodiversité de la feuille « Indicateurs ». Les données de ce tableau peuvent être modifiées si besoin suite au test de l'outil sur divers sites. La figure 30 présente un aperçu de cette fenêtre :

TABLE DES INDICATEURS BIODIVERSITE			
Menu		Retour aux Indicateurs	
Tables des listes déroulantes des paramètres de calcul des indicateurs biodiversité			
Gestion	Strates végétales	Nombre d'oiseaux	Nombre d'habitats
Gestion extensive	0 strates	1 à 10	1 habitat
Sans gestion, sans dégradations	1 strate	11 à 25	2 habitats
Gestion semi-intensive	2 strates	26 à 35	3 habitats
Gestion intensive	3 strates	35 à 45	4 habitats
Sans gestion, avec dégradations	4 strates	46+	5 habitats et plus
Absence de données	Absence de données	Absence de donnée	Absence de donnée

Figure 30 : Aperçu de la fenêtre « Table des indicateurs biodiversité »

Onglet « Table des indicateurs sociaux »

De même que pour la table des indicateurs biodiversité, cet onglet possède l'ensemble des données constituant les listes déroulantes à l'origine du calcul des indicateurs sociaux de l'onglet « Indicateurs ». Les données de ce tableau (cf. figure 31) peuvent également être modifiées si nécessaire suite aux tests de l'outil.

TABLE DES INDICATEURS SOCIAUX		
Menu		Retour aux Indicateurs
Tables des listes déroulantes des paramètres de calcul des indicateurs sociaux		
Surface imperméable	Densité de bâti	Dégradations
> 75 % sol imperméable	Très dense : >75% bâti	Très fortement dégradé : >75 % dégradé
50 - 75 % sol imperméable	Dense : 50-75 % bâti	Fortement dégradé : 50-75% dégradé
25 - 50 % sol imperméable	Peu dense : 25-50% bâti	Dégradations importantes : 25-50% dégradé
5-25% sol imperméable	Très peu dense : 5-25% bâti	Faibles dégradations : 5-25 % dégradé
<5% sol imperméable	Absence de bâti : <5% bâti	Dégradations négligeables ou absentes : <5% dégradé
Absence de données	Absence de données	Absence de données

Figure 31 : Aperçu de la feuille « Table des indicateurs sociaux »

Onglet « Table des unités de mesure »

Sur cet onglet figurent les composantes des listes déroulantes permettant le choix d'une unité de surface et d'une unité de longueur sur la feuille « Aide au calcul ». La table des unités peut être complétée dans le cas de l'utilisation d'unités de mesure différentes de celles indiquées dans le tableau. La figure 32 montre un aperçu de cet onglet :

TABLE DES UNITES DE MESURE	
Menu	
Retour aux Indicateurs	
Tables des listes déroulantes d'unités de mesure de surface et de longueur. A compléter si besoin.	
Unités de surface	Unités de longueur
m ²	m
km ²	km
ha	

Figure 32 : Aperçu de la feuille "Table des indicateurs"

Annexe 13 : Liste des fiches actions créées dans la première partie de mon stage (Hivernat, J., 2019)

Les premiers mois de mon stage ont été consacré à ne nombreuses recherches bibliographiques à propos de la biodiversité en milieu urbain. Suite à cela, j'ai créé une dizaine de fiches actions organisées selon 4 thématiques : La continuité écologique, la création d'habitats, les dangers du milieu urbain sur la faune, et enfin la végétalisation du bâti. Chacun de ces thèmes rassemble plusieurs fiches :

- A. Favoriser la continuité en milieu urbain
 - 1. Mettre en place des barrières perméables à la faune
 - 2. Mettre en place des passages à faune
- B. Créer des habitats et des sites de nourrissage
 - 1. Installer des nichoirs
 - 2. Installer des mangeoires
 - 3. Aménager des murs en pierres
 - 4. Installer des gîtes pour les insectes
- C. Limiter les dangers et nuisances en milieu urbain
 - 1. Limiter les collisions avec les surfaces vitrées
 - 2. Lutter contre la pollution lumineuse
 - 3. Supprimer les cavités dangereuses

Les fiches créées ne couvrent pas l'ensemble des thèmes traités par nos indicateurs. C'est pourquoi un dossier à été mis en place chacun des indicateurs, rassemblant les fiches actions créées pour Biotope (citées ci-dessus), mais également un ensemble de fiches actions issues d'autres organismes, rassemblées lors de mes recherches bibliographiques.

Annexe 14 : Estimation du temps requis pour l'application de l'outil à un secteur (de 5 à 10 ha)

ÉTAPES	ATELIERS	TERRAIN	TOTAL
1 Définition du projet	0	0	0
2 Appropriation des données et recherche bibliographique	2.5	-	2.5
3 Découpage du site en Unités Paysagères	0.5	0.5	1
4 Inventaire complémentaire:			
- Inventaire écologique	-	0.5	0.5
- Enquête sociale	-	1.5	1.5
5 Pré-Diagnostic = Etat Initial + Phase PRO	1 (soit 0.5 par étape)	-	1
6 Analyse des résultats	0.50 (soit 0.25 par étape)	-	0.5
7 Orientations générales et locales	2	-	2
8 Post-Diagnostic = Orientations générales et locales	0.25	-	0.25
TOTAL	7.5	2	9.5