

RÉSULTATS : FORMES BÂTI-VÉGÉTAL SIGNIFIANTES POUR L'ACCUEIL ET LE MAINTIEN DE L'AVIFAUNE

L'ARCHITECTURE VÉGÉTALE ET BÂTIE COMME HÔTE DE L'AVIFAUNE

Les mesures ornithologiques ont mis en avant 51 espèces observées, tous sites confondus. Il s'agit dans l'ordre d'importance d'espèces provenant de cortèges liés aux milieux anthropiques⁶, puis liés aux milieux forestiers⁷, aux milieux agricoles⁸ et enfin les espèces des milieux humides⁹. Certaines espèces sont retrouvées sur chacun des 5 sites sans exception : la Corneille noire, l'Etourneau sansonnet, la Fauvette à tête noire, le Merle noir, la Mésange bleue, la Mésange charbonnière, le Milan noir, le Moineau domestique, la Pie bavarde, le Pigeon biset, le Pigeon ramier, le Rougegorge familier et le Rougequeue noir. **Le classement des sites du plus fort enjeu avifaune au moins fort est le suivant : Ancely, Saint-Simon, Busca, Castors, Vidailhan.** Les différences observées en termes de richesse spécifique et de composition des communautés aviaires en fonction des tissus urbains étudiés soulèvent des hypothèses concernant le potentiel d'accueil de l'avifaune au sein de quartiers résidentiels aux typologies différentes qui seront exposés par la suite.

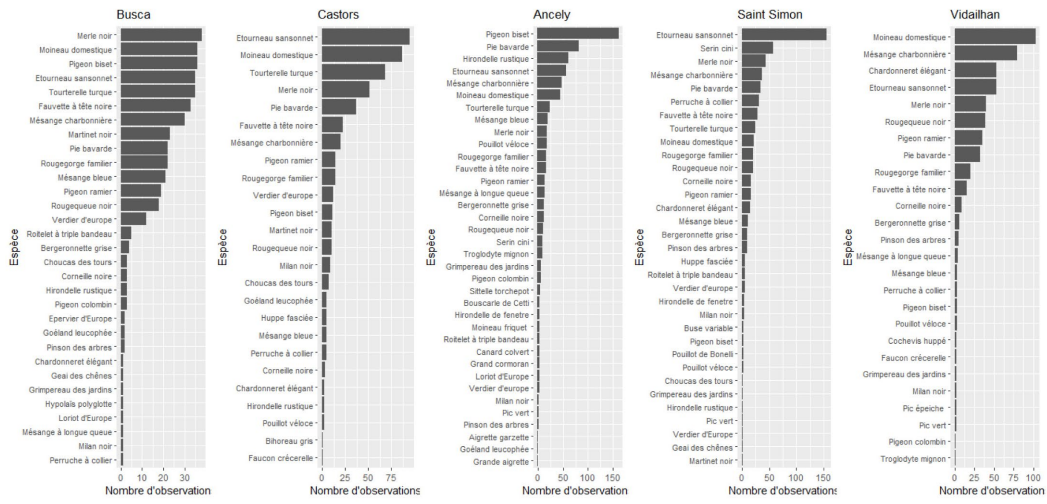
6 Espèces communes souvent liées au bâti comme le Moineau domestique, la Tourterelle turque et le Rougequeue noir, ou espèces plus généralistes comme le Merle noir ou le Pigeon ramier, dont les exigences écologiques sont faibles ce qui leur permet d'exploiter une large gamme d'habitats.

7 Troglodyte mignon, le Pouillot véloce ou la Sittelle torchepot.

8 Buse variable, Faucon crécerelle ou Cochevis huppé en effectifs très faibles.

9 le Grand cormoran ou l'Aigrette garzette, observé exclusivement en transit.

Figure 32 : Nombre d'observations par espèce en hiver et au printemps 2021 sur chaque tissu urbain, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



Parmi les quatre strates de végétation étudiée (arborée, arbustive, buissonnante, herbacée), les quelques résultats significatifs de l'avifaune montrent **une préférence générale pour les strates hautes notamment pour les comportements reproductifs, tels que le chant et la nidification** (arbres, arbustes). **La strate herbacée est utilisée principalement, et parfois uniquement, pour le nourrissage**, pas du tout pour le chant. La strate buissonnante est la moins utilisée. **La strate arbustive est très utilisée, pour tous types de comportements et notamment la reproduction** : chant, nidification. Elle constitue en effet d'importantes zones refuges apportant une protection contre les prédateurs mais aussi contre les intempéries, et constitue également une source de nourriture pour certaines espèces (Paker et al., 2014). Chaque strate semble avoir un rôle à jouer dans le cycle biologique des oiseaux, en apportant des ressources et en créant des refuges, d'où l'importance de diversifier la structuration végétale (Campos-Silva & Piratelli, 2021). Ces résultats nous amènent à penser l'architecture végétale comme hôte pour l'avifaune autour de la figure du « **complexe arbre** », qui pourrait être décrite comme une unité végétale systémique multi-strate organisée autour d'un cœur arboré et dont la préconisation dans les pratiques de conceptions urbaines, ou la préservation lors d'une transformation spatiale d'un site, serait particulièrement importante pour l'accueil de l'avifaune.

Figure 33 : Patterns généraux dans l'utilisation des strates végétales et des éléments du bâti pour chacun des groupes d'oiseaux, indépendamment des différents sites, Natura-lia Environnement et Solène Goury, 2022.

Patterns généraux dans l'utilisation des strates végétales et des éléments du bâti pour chacun des groupes d'oiseaux, indépendamment des différents sites :	
	VEGETAL BATI
G1	→ Utilisation assez diversifiée de toutes les strates, dans lesquels tous types de comportements sont observés → Comportements de nidification plus nombreux dans les strates hautes → Utilisation assez diversifiée des éléments du bâti, avec de nombreux comportements différents, notamment des comportements liés à la reproduction (chant, nidification)
G2	→ Comportements de nidification rares voire absents → Utilisation préférentielle des arbustes → Utilisation du bâti rare
G3	→ Utilisation des arbres et arbustes pour se poser → Utilisation du bâti plutôt diversifiée et similaire au groupe 1 mais avec une préférence plus marquée pour les toits
G4	→ Très peu de comportements de chant → Aucun comportements de chant → Aucun comportement de nidification

Certaines tendances sont communes aux quatre groupes d'oiseaux et globalement pour tous les sites :

- L'herbacée est principalement utilisée par les oiseaux pour se nourrir (sauf pour le groupe 2)
- La strate arbustive reste globalement la plus utilisée, et ce pour tous types de comportements, mais de manière remarquable pour les comportements liés à la reproduction (chant, nidification)
- Le chant est un comportement effectué préférentiellement dans les strates hautes (arbustes, arbres), et pas du tout dans l'herbacée
- Les buissons constituent la strate la moins utilisée
- Les toits sont utilisés en majorité pour se poser (sauf le groupe 2 qui n'utilise quasi pas le bâti)

L'observation des comportements avifaunes en interaction avec les cinq éléments bâtis testés (façade, toit, sol, mobilier, autre) ne met pas en évidence des résultats significatifs. Cependant, des tendances remarquables permettent d'avancer que l'**enveloppe architecturale** et l'environnement bâti peuvent être considérés comme **hôte pour l'avifaune** à plusieurs égards : les toits sont utilisés pour se poser et crier. Le sol est utilisé la plupart du temps pour le nourrissage. Les façades peuvent offrir des sites de nidification mais aussi un approvisionnement en nourriture. L'hirondelle rustique a besoin par exemple du bâti pour nicher. Si aucun résultat significatif n'a été mis en évidence, le fait que les formes bâties peuvent influencer les tendances comportementales des oiseaux est une dimension à explorer pour de futures recherches. Le bâti peut ainsi constituer un complément d'habitat, en offrant de nouvelles niches écologiques que certaines espèces sont capables d'exploiter.

Pour la suite des analyses, parmi les sept groupes fonctionnels identifiés, seuls **quatre groupes fonctionnels** ont été conservés. Seuls les oiseaux interagissant physiquement avec les formes urbaines sont considérés comme utilisant ces formes. Tous les oiseaux en vol n'ont donc pas été pris en compte dans les analyses.

- *Groupe fonctionnel 1* : sédentaires se nourrissant principalement d'arthropodes et d'autres invertébrés, en couple, milieux caducifoliés tels le Merle noir, l'Etourneau sansonnet, le Rougequeue noir. La Mésange charbonnière a été choisie comme espèce représentative.
- *Groupe fonctionnel 2* : migrateurs longue distance, retrouvés au printemps uniquement, solitaires se nourrissant exclusivement d'arthropodes : Fauvette à tête noire, Hirondelle rustique, Pic épeiche. Le Pic vert est le représentant du groupe.
- *Groupe fonctionnel 3* : oiseaux granivores, peu territoriaux, grégaires et anthropophiles tels le Moineau domestique, le Chardonneret élégant, le Pigeon biset. Le groupe est représenté par la Tourterelle turque.
- *Groupe fonctionnel 4* : groupe qui se démarque par son régime alimentaire, les oiseaux sont omnivores comme le Choucas des Tours et la Corneille noire. La Pie bavarde en est le représentant.

Figure 34 : Les quatre groupes fonctionnels avifaune significatifs retenus pour l'étude des relations avec les formes bâti-végétal, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Groupe fonctionnel avifaune	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Régime alimentaire	Insectivore	Insectivore (arthropodes stricts)	Granivore, peu ou pas insectivore	Omnivore
Mouvement	Sédentaire	Migrateur longue distance		
Comportement	Association des adultes en paire durant la saison de reproduction	Adulte solitaire en dehors de la période de nidification	Adultes grégaires en dehors de la période de reproduction, solitaires ou semi-coloniaux, en période de reproduction, et peu territoriaux	
Type d'habitat	Forêt caducifoliée		Zones anthropisées	
Espèces d'oiseaux associées	Grimpereau des jardins, Geai des chênes, Pinson des arbres, Bergeronnette grise, Rougegorge familier...	Martinet noir, Huppe fasciée, Hypolaïs polyglotte, Hirondelle de fenêtre, Hirondelle rustique, Fauvette à tête noire, Troglodyte mignon, Pic épeiche...	Pigeon biset, Pigeon colombin, Pigeon ramier, Chardonneret élégant, Moineau domestique, Perruche à collier...	Corneille noire, Choucas des tours
Espèce d'oiseau représentative du groupe	Mésange charbonnière	Pic vert	Tourterelle turque	Pie bavarde

DES FORMES BÂTI-VÉGÉTAL ATTRACTIVES POUR L'AVIFAUNE : DES TYPOLOGIES AU QUARTIER

La présentation des résultats croisés est faite par quartier, par ordre de significativité, du site à plus fort enjeu au site à moins fort enjeu c'est-à-dire : Ancely, Saint-Simon, Busca, Castors et Vidailhan. Pour chaque site, nous faisons le choix de ne présenter qu'une ou deux typologies particulières par quartier. Ce choix étant fondé sur la significativité des typologies quant à leur attractivité avifaune ou bien, au regard de résultats tendanciels d'intérêt vis-à-vis de certains groupes fonctionnels. Nous avons également privilégié les typologies qui sont les plus représentatives de chaque tissu au regard de leur historicité. Il est intéressant d'y explorer les caractéristiques d'articulation bâti-végétal tant dans leurs aspects positifs mais aussi limitants au regard de l'attractivité de l'avifaune.

ANCELY

Le grand ensemble boisé d'Ancely, favorable à l'avifaune par ses typologies bâti-végétal à dimension forestière

En préalable, il est important de noter que Ancely est le seul tissu résidentiel qui présente des résultats significatifs quant à la corrélation entre typologies spatiales et comportements avifaune. Nous avons donc choisi de le présenter en premier et un peu plus en détail.

Pour ce tissu grand ensemble, une première lecture paysagère permet d'amener la réflexion sur les potentialités d'attractivité selon les points suivants :

- Le contexte de ripisylve de la Garonne et du Touch constitue une opportunité en tant qu'espace refuge pour l'avifaune, grâce à la proximité de corridors fluviaux et de la confluence Touch-Garonne, et grâce à une topographie riche et un sol peu anthropisé. Le site d'Ancely est ainsi implanté au cœur de continuités écologiques à portée métropolitaine, dont les typologies de milieux sont diversifiées.
- Le quartier offre un espace ouvert boisé patrimonial attractif pour l'avifaune au regard des formes végétales qui le constitue, résultant de la coexistence des trames végétales de la ripisylve, des plantations d'origine du Château d'Ancely et de la trame végétale du grand ensemble plantée dans les années soixante.
- A noter l'importance de l'effet modèle, ici notamment l'« espace ouvert » d'un grand ensemble moderne, présentant des caractéristiques favorables à l'avifaune en laissant la place à un vaste espace végétalisé et à des sujets arborés, dans notre cas en grande partie matures.

- Le tissu est intéressant du point de vue des similarités de gabarits entre architecture et végétal. Une diversité de formes végétales compose l'espace ouvert : parc boisé, parvis planté, bandes plantées... Ces formes se caractérisent par de grandes superficies, des hauteurs rivalisant avec le bâti tout en s'imbriquant les unes avec les autres. La bi-stratification végétale, arborée et herbacée, avec quelques bosquets et alignements arbustifs, est favorable à l'avifaune.

- Cependant, le quartier présente des formes architecturales peu accueillantes de par leur homogénéité. Seule la trame bâtie, organisée avec de grandes pénétrantes montre un intérêt pour la circulation avifaune.

- A noter également l'effet défavorable d'un système de sur-gestion des couverts végétaux : les échanges avec les habitants ainsi que des observations de terrain ont montré des tailles sévères des arbustes/arbres et des fréquentes tontes trop importantes. Pour développer des éléments de lecture à l'échelle de la plante, nous avons choisi ici d'illustrer le travail de relevé botanique sur le site d'Ancely réalisé par Boris Presse du Museum de Toulouse (15 avril 2021) afin de montrer comment ce travail complémente le relevé de formes végétales. 217 espèces végétales ont été relevées lors du passage sur site. Ces espèces se répartissent comme suit : 47 % d'espèces spontanées et 53 % plantées, ou encore 45% d'espèces exotiques et 55 % d'espèces indigènes. 94 % du total des espèces spontanées sont indigènes. Sur les 115 espèces plantées, 82 sont des espèces exotiques ou horticoles. Il y a un faible pourcentage d'espèces exotiques dans la flore spontanée (plus de 12% pour la globalité de la flore sauvage toulousaine) en raison de la nature des milieux visités, la plupart en évolution sauvage ce qui favorise la flore indigène. La grande proportion d'espèces exotiques dans les espèces plantées s'explique par le fait que le terrain est un ancien domaine à tradition ornementale et que la végétalisation habitante en entrée d'immeubles favorisent des espèces exotiques par attrait esthétique et par méconnaissance d'espèces plus locales. L'approche botanique a aussi permis de relever la maturité des strates végétales, la persistance des feuillages ou encore la végétation productrice de graines et de fruits, facteurs d'attractivité pour l'avifaune (voir les diagrammes suivants).

La coupe paysagère ci-contre traverse le grand ensemble suivant les différents niveaux topographiques identifiés et ce jusqu'à la Garonne. Elle permet de saisir l'enchaînement des ensembles collectifs qui dialoguent avec le parc boisé, les espaces de stationnement ainsi que la connexion à la ripisylve. L'échelle est volontairement réduite afin de donner à lire un ensemble plutôt que le détail.

Extraits du plan de relevé de végétation et botanique, montrant les différentes strates présentes et l'attractivité potentielle de la végétation au regard de l'avifaune (sujets matures, végétation persistante, production de graines et fruits). Des corridors de végétation mature et attractive pour l'avifaune pénètrent au cœur de l'espace ouvert du grand ensemble, Equipe MorphobioT, 2023.

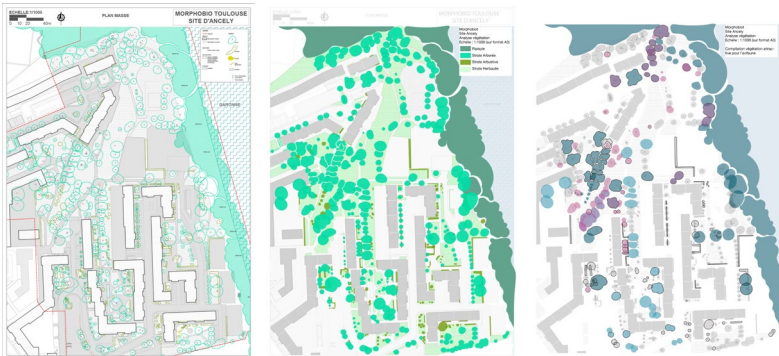


Figure 36 : Coupe paysagère, Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.



Parc Patrimonial – Espace Ouvert

Grande superficie de couvert végétal. Capacité d'accueil pour l'avifaune très favorable : Lien avec la ripisylve, maturité de certains sujets de végétation et perméabilité des formes urbaines du quartier.

Coexistence de strates historiques végétales comme opportunité pour l'avifaune : ripisylve, parc du château et trame plantée du grand ensemble datant des années 60.

Connectivité forte de la trame végétale du quartier en lien avec la ripisylve.

Stationnements, équipements, cheminements : diversité de pratiques et taux d'usage et de passage important.

Parc comme équipement public d'envergure métropolitaine.

Formes architecturales à priori défavorables à l'avifaune.



Stationnement

Nombreux stationnements sur voirie communale. Passage relativement important. Des alignements d'arbres et d'arbustes datant de la cité.

Espaces peu attractifs pour l'avifaune.



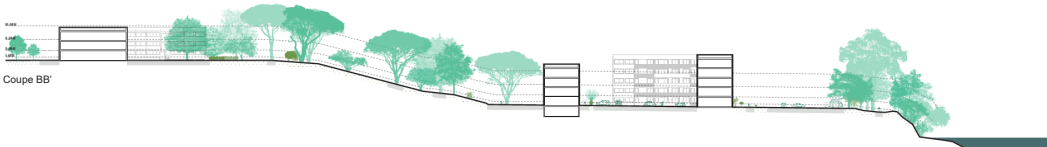
Ripisylve

Capacité d'accueil et d'attractivité forte pour l'avifaune.

Grande diversité de végétation.

Présence de l'eau à proximité.

Traversée de chemins de promenade métropolitaine le long de la Garonne.



Le cas du grand ensemble d'Ancely semble illustrer l'amplification, en termes d'attractivité de l'avifaune, d'un « effet modèle » favorable par l'espace ouvert boisé du grand ensemble des années soixante, et par un « effet site » favorable, grâce à son positionnement à la confluence entre deux corridors écologiques métropolitains. Pour cette raison, nous l'avons désigné comme un « grand ensemble forestier ». Dans cette situation privilégiée, nous formulons **l'hypothèse centrale que la localisation jouxtant des corridors de biodiversité métropolitains, un espace ouvert patrimonial agrémenté de sujets matures de gabarit équivalent aux barres bâties, la coexistence entre ripisylve - plantations historiques du Château – et trame grand ensemble années soixante, font de ce grand ensemble forestier un site particulièrement favorable et attractif pour l'avifaune**, malgré un régime de gestion qui gagnerait à évoluer.

D'un point de vue des typologies, Ancely présente les cinq typologies bâti-végétal suivantes.

Figure 37 : Les 5 typologies Bâti-végétal à Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Tissu urbain	Nom complet typologie
Ancely (5 typologies)	Immeuble face à la ripisylve Parc boisé public entouré d'immeubles Parvis végétal en entrée d'immeuble Stationnements résidentiels plantés Massif végétal en pied d'immeuble

Concernant ces cinq typologies, nous émettons l'hypothèse que la typologie de forme bâti-végétal correspondant aux « Immeubles face à la ripisylve » présente une capacité d'accueil favorable à l'avifaune, grâce à la proximité directe avec la ripisylve et l'espace refuge du corridor fluvial classé ZNIEEF et Natura 2000 du cours d'eau. La typologie correspondant aux « Parc boisé public entouré d'immeubles » est également supposée favorable à l'avifaune, du fait de sa connexion avec la ripisylve, de la continuité d'un couvert boisé mature, et de la présence de grandes étendues herbacées.

Les typologies attractives du grand ensemble Ancely : « Parc boisé public entouré d'immeubles » et « Parvis végétal en entrée d'immeubles »

Les cinq typologies spatiales à Ancely ont montré un effet significatif sur trois groupes fonctionnels. Ainsi, même si les cinq typologies d'association bâti-végétal définies influencent de façon statistiquement significative l'utilisation spatiale du site pour les groupes fonctionnels d'oiseaux 1, 2 et 3, elles le font de manière différente selon le groupe considéré, comme le montre la figure suivante.

Figure 38 : Plan des 5 typologies bâti-végétal à Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

A l'échelle de la forme urbaine



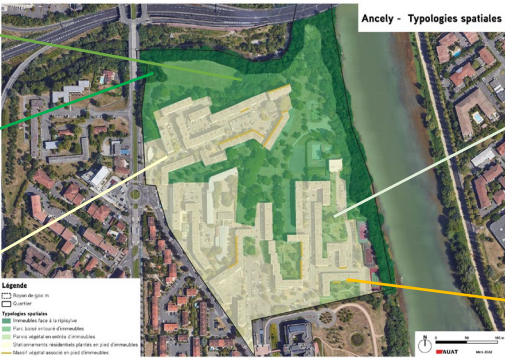
Parc boisé public entouré d'immeubles



Immeubles face à la ripisylve



Immeubles et stationnements résidentiels plantés



A l'échelle d'un ensemble d'habitations collectives



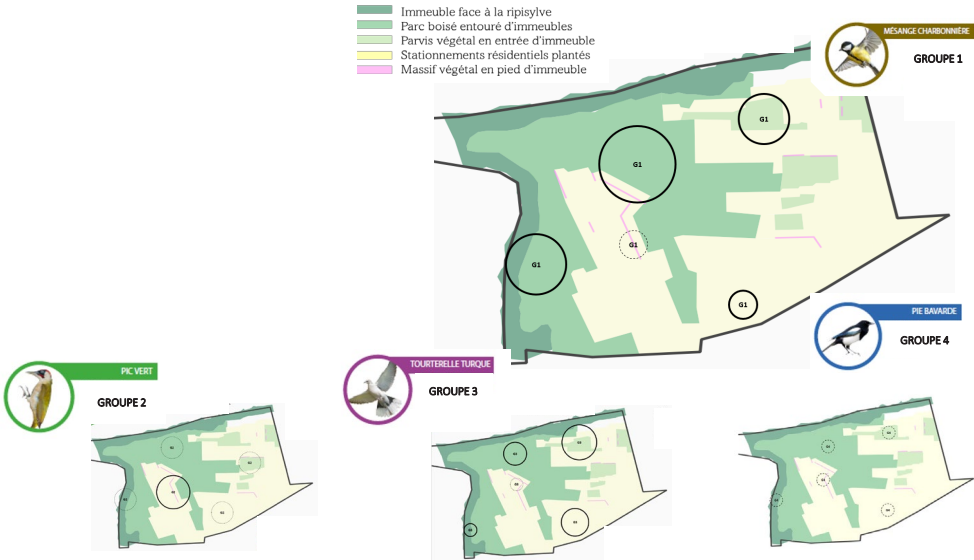
Parvis végétal en entrée d'immeubles

A l'échelle du bâtiment



Massif végétal associé en pied d'immeuble

Figure 39 : Utilisation spatiale des typologies d'association bâti-végétal sur le site d'Ancely par groupe fonctionnel avifaune, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



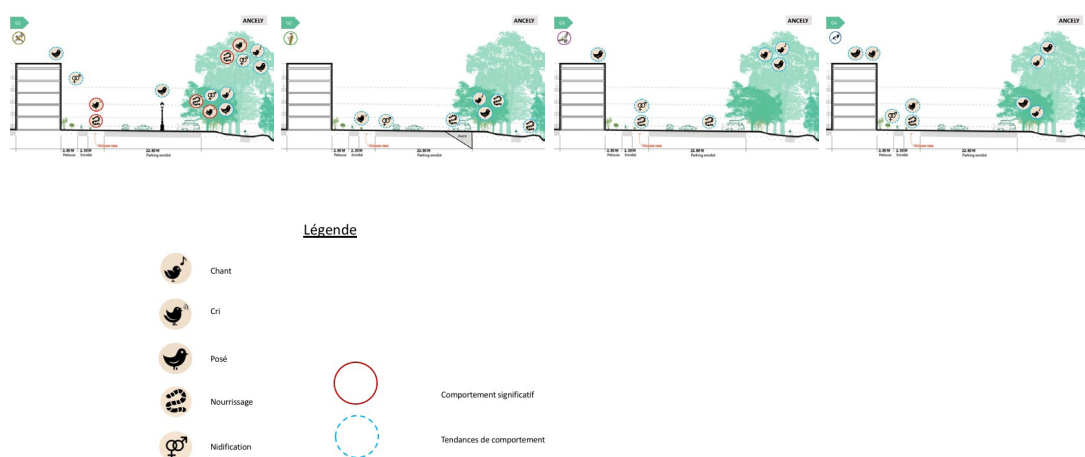
Le groupe 1 se démarque par sa préférence pour les typologies à prédominance végétale « parc » et « ripisylve », ce qui fait sens pour ce groupe d'oiseaux des milieux caducifoliés. Dans cette typologie, les oiseaux apprécient les strates arborées, arbustives et herbacées pour le cri et le nourrissage.

Le groupe 2 est influencé par la typologie « massif au pied d'immeubles ». Rappelons que ce sont les migrateurs longue distance, solitaires, uniquement retrouvés au printemps. Ces oiseaux utilisent, de façon non significative, la strate arbustive pour chanter, se poser, se nourrir et la strate herbacée pour se nourrir. Ils utilisent peu la strate arborée et la strate bâtie.

Le groupe 3, qui représente les espèces plus grégaires, se démarque par son utilisation des typologies à dominance bâtie « parvis » et « stationnement ». Dans ce groupe, dont les résultats sur les strates ne sont pas significatifs, la strate herbacée est bien utilisée pour le nourrissage et la strate arborée est bien utilisée pour chanter, se poser, crier. Enfin, les oiseaux utilisent le toit pour se poser, et les façades.

Les oiseaux du groupe 4, qui sont les omnivores, sont plutôt ubiquistes et ne présente pas de préférence apparente pour une typologie plus qu'une autre. De façon non représentative et plutôt tendancielle, ils utilisent la strate herbacée pour se nourrir, les arbres et les arbustes pour se poser et chanter. Le bâti est utilisé pour se poser et crier.

Figure 40 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site d'Ancely par groupe fonctionnel avifaune (Groupe 1, 2, 3 et 4). Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



Pour rappel, nous avons émis l'hypothèse que les typologies « Immeubles face à la ripisylve » et « Parc public boisé entouré d'immeubles » seraient particulièrement attractives du fait du caractère forestier du grand ensemble. Les résultats obtenus confirment cette hypothèse car ces deux typologies sont significativement attractives pour le groupe fonctionnel 1, mais avec toutefois une préférence pour la typologie « Parc public boisé ».

Nous allons nous intéresser ici à deux typologies qui caractérisent l'espace ouvert associé aux habitations collectives du grand ensemble et qui sont significativement les plus appréciées par les oiseaux à Ancely. Il s'agit de la typologie :

- « Parc boisé public entouré d'immeubles » qui influence significativement l'abondance du groupe 1 des oiseaux de milieux caducifoliés, et la typologie
- « Parvis végétaux d'entrée d'immeubles » qui influence l'abondance du groupe 3, correspondant aux oiseaux grégaires des zones anthropisées.

La typologie « Parc boisé public entouré d'immeubles » occupe un espace important au sein du grand ensemble. Elle offre, en dialogue avec les habitations, une étendue végétale généreuse composée de grandes pelouses et d'un petit bois, bi-stratifié, composé de végétaux ligneux mixtes, de grande envergure, dont certains sont des reliques de la trame ligneuse historique du château. Le parc se compose d'espaces récréatifs et d'agrément, de cheminements permettant aux habitants de profiter de ce cadre de vie paysager sans trop empiéter sur l'étendue végétale. Cette typologie est favorable au régime alimentaire des oiseaux du groupe 1 composé d'arthropodes et d'autres invertébrés, bien que cela n'exclut pas la consommation de graines. Les oiseaux du groupe 1 sont globalement sédentaires, et ont tendance à former des couples. Enfin, ce groupe est caractérisé par une affinité particulière pour les forêts caducifoliées, qui constituent leur habitat de prédilection. De plus, depuis les immeubles, quelques habitants nourrissent les oiseaux et les façades présentent des caractéristiques propices à la nidification. Cette association bâti-végétal constitue donc un motif d'intérêt pour les oiseaux pour nicher et se nourrir en lien avec la générosité de l'étendue végétale.

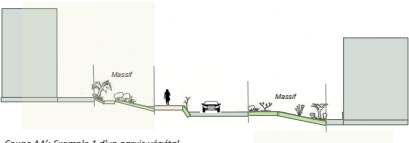
La typologie « Parvis végétal en entrée d'immeuble » n'avait pas été particulièrement identifiée, parmi nos hypothèses, comme attractive par l'équipe, du fait de son caractère moins forestier et de la fréquentation humaine associée. Elle correspond en effet aux espaces d'accès qui définissent l'entrée de certaines sous-unités d'habitations du grand ensemble. Le parvis végétalisé est traversé par les chemins d'accès du bâtiment, et est vécu comme un espace de sociabilité où les habitants voisins se ren-

contrent, s'appropriant parfois les espaces de plantation : disposition de pots, entretien de la copropriété. Les fenêtres et balcons d'habitation donnent directement sur ces entrées d'immeubles et peuvent être aussi le lieu de pratiques de nourrissage. La végétation qui accompagne ces entrées est pluristratifiée (3 strates), les végétaux ligneux sont mixtes avec une récurrence du « massif arbustif ». Sa morphologie varie ainsi que sa composition suivant la topographie des parvis, mais aussi suivant l'orientation/exposition des bâtiments qui la délimitent. On peut trouver des arbres isolés, tel le Cyprès de Provence, qui marque l'entrée de l'immeuble, la hauteur des végétaux ne dépassant pas la hauteur des bâtiments. Cette typologie est particulièrement favorable aux oiseaux du groupe 3. Ceci est cohérent avec le fait que le groupe d'oiseaux 3 se caractérise par un régime alimentaire constitué principalement de graines et a une affinité particulière pour les zones marquées par la présence de l'humain.

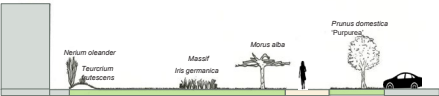
Figure 41 : Typologie « parvis végétal en entrée d'immeuble », Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

FORME BATI-VEGETAL : PARVI VEGETAL EN ENTREE D'IMMEUBLE

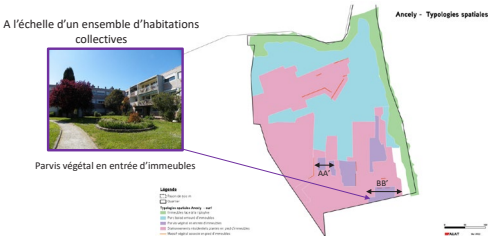
Cet ensemble se situe à l'entrée d'immeubles voisins. La forme végétale est située en retrait des bâtiments, et peut être vue depuis les logements, toujours dans l'idée d'une nature à voir depuis son logement. Le parvis végétalisé est traversé par les chemins d'accès du bâtiment, le motif « massif arbustif » est récurrent, avec des végétaux dont la dimension ne dépasse pas la hauteur des bâtiments. Ce parvis est un espace de sociabilité où les habitants voisins se rencontrent et s'approprient parfois les espaces de plantation.



Coupe AA' : Exemple 1 d'un parvis végétal



Coupe BB' : Exemple 2 d'un parvis végétal



La forme végétale est pluristratifiée (3 strates), les végétaux ligneux sont mixtes avec une récurrence du « massif arbustif ». On peut trouver des arbres isolés, tel le Cyprès de Provence, qui marque l'entrée de l'immeuble. La forme végétale fait l'objet d'une composition spatiale : sa physionomie varie ainsi que sa composition suivant la topographie des parvis, mais aussi suivant l'orientation/exposition du bâtiment. La forme végétale est entretenue par une entreprise du paysage et fait l'objet d'appropriation collective et/ou individuelle : disposition de pots, entretien copropriété.



Ancely : patrimonialiser des grands ensembles « biodiversifiés » au titre de « patrimoine de nature »

Afin de relier la discussion sur les typologies à la relecture à l'échelle du quartier, nous exposons les résultats avifaune sur tout le quartier. Ancely est le site le plus satisfaisant concernant l'attractivité du tissu pour l'avifaune (37 espèces inventoriées avec 8 espèces présentes seulement dans ce quartier, à enjeu modéré : le Moineau friquet, le Pouillot de bonelli, l'Hirondelle de fenêtre, le Pigeon colombin, le Roitelet huppé, le Serin cini, l'Hirondelle rustique, et le Milan noir) et significatif statistiquement concernant l'interaction formes-avifaune. C'est le quartier représentant le plus d'enjeux avifaunistiques. La diversité dans les types d'habitats au sens écologique peut expliquer cette richesse : cortège des oiseaux des milieux humides seulement présent au sein d'Ancely (proximité de la ripisylve et des fleuves, Aigrette garzette, Grand cormoran, Grande aigrette, observés en transit au-dessus de la Garonne qui borde le quartier, et Canard colvert), cortège des milieux forestiers bien représenté du fait probablement de la bonne continuité écologique grâce aux ripisylves (Grimpereau des jardins, Lorient d'Europe, Pic vert, Pinson des arbres, Roitelet huppé). Les vieux arbres et la ripisylve favorisent la Sittelle torchepot, le Troglodyte mignon et la Bouscarle de Cetti. L'Hirondelle rustique et l'Hirondelle de fenêtre s'accommodent des garages souterrains du quartier qui constituent de potentiels sites de nidification.

Une discussion transversale avec les ornithologues qui ont observé le site permet une lecture qualitative par typologie de formes et de milieux. La ripisylve est incontestablement un secteur intéressant, d'une grande richesse pour l'avifaune (Lorient d'Europe ou passereaux de zones humides). Le potentiel de nourrissage des zones de pelouse est diminué, notamment pour les granivores, car peu de matière est présente après les fauches fréquentes. La zone de parc est riche et importante dans un contexte urbain, puisque les oiseaux peuvent y retrouver des conditions « presque naturelles ». Les arbres matures sur le site offrent des cavités, notamment intéressantes pour la nidification pour les espèces cavicoles, mésanges, pigeons colombier. La trame arbustive attire peu car elle est trop taillée, ce qui empêche la floraison ou la fructification. Il est donc important de favoriser les espèces productrices de baies, d'en conserver une strate dense, et de faire évoluer les pratiques de gestion en ce sens. A l'échelle de l'îlot et du bâti, on note la présence d'étourneaux et de bergeronnettes qui nichent dans les cavités sur bâtiment ou cavités bâties. La présence de quelques mangeoires sur les fenêtres entraîne un ballet d'allers/retours entre les boisements et les balcons. Malgré la hauteur du bâti, l'avifaune circule en hauteur au-dessus des bâtis mais aussi le long des trames végétales. Quelques particularités bâties donnent lieu à des observations sin-

gulières : on trouve des canards et des tourterelles autour du petit bassin, mais en nombre limité puisque le bassin est très bétonné, de nombreuses hirondelles nichent dans les parkings ouverts et bas du quartier, et enfin des moineaux plutôt rencontrés habituellement dans des zones agricoles sont observés sur le site. Enfin, il est aussi noté que les oiseaux semblent s'accommoder du bruit des quatre voies ou du couloir aérien.

Concernant les résultats des strates végétales et éléments du bâti en coupe, il existe des motifs généraux d'utilisation des éléments urbains par les oiseaux sur ce site : éléments en hauteur appréciés, surtout pour se poser et chanter (arbres, arbustes, toits), strate arbustive très utilisée, strate buissonnante très peu utilisés, strate herbacée utilisée surtout pour se nourrir, strate bâtie peu utilisée (mais toits pour le repos et le chant, sol minéral pour l'alimentation, façades pour l'alimentation et la nidification).

Figure 42 : Photographies, Ancely, Naturalia Environnement, 2021.



Pour rappel, l'ensemble des cinq typologies bâti-végétal identifiées ont montré un effet significatif sur trois groupes fonctionnels dans le grand ensemble. Il s'agit bien de l'articulation entre le modèle urbain du grand ensemble, avec ses espaces ouverts enherbés et arborés et l'effet site avec l'héritage du parc du château et la proximité de la ripisylve qui donne un résultat significatif. D'autre part, **nos résultats montrent que les tissus grands ensembles représentent un potentiel important dans un contexte métropolitain** qui s'urbanise. La reconnaissance du rôle de ces quartiers au cœur de la trame d'espaces publics de nature dans la métropole implique plusieurs pistes de travail. Les résultats obtenus peuvent être mis en perspective dans un contexte de mutabilité du quartier et du tissu environnant ainsi qu'au regard des enjeux climatiques à venir. Le phénomène de densification urbaine en cours dans l'ouest toulousain, avec l'arrivée d'une ligne de métro supplémentaire, et de nombreux développements résidentiels à proximité, engendrera une pression urbaine supplémentaire qui donnera encore plus de valeur au site en tant que parc métropolitain. A cela s'ajoutent les projets du Grand Parc Garonne et du Grand Parc du Touch de développer des cheminements plus balisés le long des deux cours d'eau avec, à terme, une passerelle piétonne qui enjamberait le Touch au niveau de la confluence. Ces chemins draineraient plus de public et entraîneraient plus de passage. Il s'agit donc de négocier cette mutabilité en cours, pour faire pleinement jouer à ce quartier son rôle d'espace « biodiversitaire », à l'équilibre entre une habitabilité sereine pour les résidents, un tissu plus accueillant pour le vivant et des typologies d'espace public inclusif. Par ailleurs, la gestion de formes végétales dans ce grand ensemble est très impactante pour l'espace ouvert et son attractivité avifaune mais aussi à plus long terme pour la pérennité de ces formes végétales d'arbres matures au regard de la perspective du changement climatique. Il serait nécessaire d'imaginer un passage à une gestion alternative impliquant les habitants pour rendre le site plus attractif pour la biodiversité. La patrimonialisation de tels grands ensembles est aussi envisageable, au titre du patrimoine bâti mais aussi de nature, pour confirmer le rôle que ces quartiers peuvent jouer au titre de « **grands ensembles biodiversifiés** » **au sein de l'écosystème et des trames métropolitaines.** Dans cette perspective, des missions paysage-biodiversité pourraient être envisagées dans le cadre de la requalification de ces quartiers.

SAINT-SIMON

Le bocage pavillonnaire semi-rural de Saint-Simon

Il est à noter que nous avons travaillé de façon rapprochée avec plusieurs habitants du quartier qui nous ont ouvert leurs jardins, ainsi qu'avec l'Association Habitante du Quartier Saint-Simon, Saint-Simon Environnement, qui a participé aux visites de site et aux workshops. Les échanges avec ces associations habitantes et les acteurs de l'aménagement ont fait émerger des réflexions et pistes de travail concernant la mutabilité urbaine à l'œuvre. La notion de « densité raisonnée » pour construire avec le vivant et la possibilité de conserver des continuités écologiques dans ce tissu en mutation ont ainsi été questionnées.

Pour ce tissu pavillonnaire, une première lecture paysagère permet d'amener la réflexion sur les potentialités d'attractivité selon les points suivants :

- Le quartier de Saint-Simon présente une grande diversité de milieux, d'écosystèmes et de formes favorables à l'avifaune.
- Une perméabilité d'ensemble du milieu, des continuités de sol enherbé, un tissu lâche qui offre des opportunités pour les oiseaux.
- Une mutabilité et pression urbaine forte entraînant une anthropisation défavorable à l'avifaune et à la biodiversité.
- L'effet modèle, c'est-à-dire la rencontre du modèle rural et du lotissement pavillonnaire conduit à un tissu pavillonnaire hybride hétérogène, que nous avons aussi appelé « bocage pavillonnaire semi-rural » inspiré du travail déjà publié sur le sujet (Frileux, 2013), créant des opportunités intéressantes pour l'avifaune du fait de la perméabilité de ses formes bâti-végétal, la diversité de milieux, d'écosystèmes et de formes favorables à l'avifaune. L'effet site repose ici essentiellement sur les appropriations, pratiques de jardinage des jardins et vergers préexistants et l'effet de mutabilité par lotissement de parcelle.

La coupe paysagère donne ici à voir le processus de densification pavillonnaire sur une ancienne lanière maraîchère héritée du modèle rural.

Le quartier pavillonnaire résidentiel de Saint-Simon illustre la mutation progressive d'un parcellaire agricole maraîcher vers un parcellaire résidentiel de maison individuelle ou lotissement. Son hétérogénéité architecturale et la porosité des clôtures et formes végétales en font un paysage ouvert hybride, perméable. Les relevés de formes et les mesures avifaunes amènent à **l'hypothèse centrale que la grande diversité de milieux, la perméabilité d'ensemble et la continuité de sols enherbés, créent des opportunités intéressantes favorables à l'avifaune, malgré le lotissement par redécoupage parcellaire à l'œuvre, entraînant une anthropisation défavorable.**

Figure 43 : Coupe paysagère, Saint-Simon, Equipe MorphobioT, 2023.



Saint-Simon présente les trois typologies bâti-végétal suivantes.

Figure 44 : Les 3 typologies Bâti-végétal à Saint-Simon, Equipe MorphobioT.

Tissu urbain	Nom complet typologie
Saint-Simon (3 typologies)	Cimetière Maisons sur rue avec lanière maraîchère Nouveaux lotissements sur lanières maraîchères

Figure 45 : Plan des 3 typologies Bâti-végétal à Saint-Simon, Equipe MorphobioT.



Figure 46 : Typologies Saint-Simon, Equipe MorphobioT, 2023.



Ci-dessus sont décrites les deux typologies les plus répandues dans le quartier avec leurs caractéristiques morphologiques.

Concernant ces typologies, nous émettons l'hypothèse que la typologie de forme bâti-végétal « **Maison sur rue avec lanrière maraîchère** » offre des **opportunités pour l'avifaune** de par sa forme rurale héritée qui offre une riche biodiversité, ses grandes étendues herbacées non fauchées et son petit bocage dense.

La « Maison sur rue avec lanrière maraîchère » propice à l'accueil de l'avifaune à Saint-Simon

Dans ce quartier, d'après les résultats aucune typologie bâti-végétal ne semble préférentielle par rapport à une autre, quel que soit le groupe fonctionnel avifaune considéré. Plusieurs facteurs notamment d'ordre méthodologique peuvent venir expliquer l'absence de significativité des typologies identifiées. Aussi, nous revenons sur ces aspects à la fin de la partie en venant discuter les limites de l'approche déployée.

Malgré cela, nous avons souhaité revenir sur la forme bâti-végétal historique du village de Saint-Simon, la « Maison sur rue avec lanière maraîchère » que nous avons identifiée lors de nos hypothèses comme rassemblant davantage d'opportunités pour l'avifaune. Il y a en effet un potentiel intéressant d'accueil pour l'avifaune lié à l'existence d'espaces productifs permettant la nidification et le nourrissage. Dans cette typologie, l'implantation de l'habitation donne directement sur la rue et cantonne donc les usages anthropiques à l'arrière de l'habitation, et dans ses abords offrant ainsi une zone de quiétude pour les oiseaux à l'arrière de la parcelle, le long d'une grande lanière où se succèdent différents espaces culturels (80x16m ; superficie moy : 1500m²), quand celle-ci n'est pas lotie. La végétation qui s'y déploie est de nature composite (formes végétales cultivées pluristratifiées, sol enherbé de différentes hauteurs, espèces fruitières et florifères de moyenne grandeur). On peut trouver un espace de rangement type cabanon avec du petit matériel traduisant les usages jardiniers à l'œuvre. Une roseraie (ou autres cultures d'ornement) prend la suite et se prolonge par un potager avec un point d'eau. La végétation suivante compose un verger sur sol enherbé. Certains individus sont sénescents, il y a des arbres fruitiers morts avec des cavités et des souches. Les délimitations se font par du grillage ou une haie bocagère épaissie. La végétation offre une continuité verticale entre le sol et les strates supérieures favorable au nourrissage et à la cache. Ces lanières profitent ainsi de l'héritage rural, où se succèdent des cultures maraîchères parfois encore en place, avec une végétation diversifiée et dense. Toutefois, leur maintien semble difficile au regard de la dynamique de division parcellaire à l'œuvre.

St Simon : penser une densification raisonnée pour protéger un bocage pavillonnaire « biodiversitaire » et propice à l'avifaune

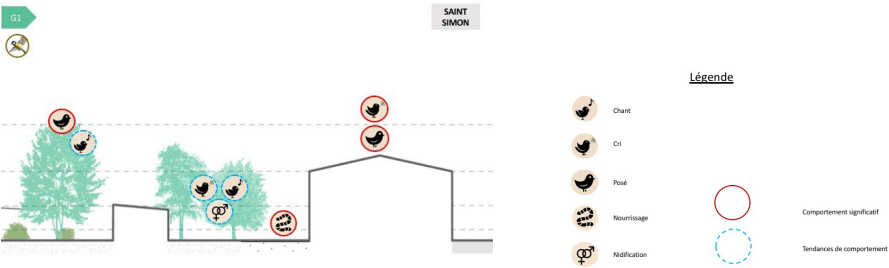
A Saint-Simon, selon le relevé des ornithologues, 32 espèces ont été observées avec un cortège bien représenté des milieux forestiers (Geai des chênes, Pic vert ou Roitelet à Triple bandeau). Le Pouillot de Bonelli, retrouvé uniquement sur ce site, trouve son optimum écologique dans des forêts au sous-étage peu développé. La Buse variable, spécialiste des milieux agricoles, a été observée en transit au-dessus du site. Saint-Simon est le seul site qui permet d'observer le Serin cini, espèce qui fréquente les milieux semi-ouverts avec quelques grands arbres, et qui apprécie les parcs et jardins urbains avec leurs arbres ornementaux denses comme les conifères. Enfin, les grandes étendues herbacées sont aussi favorables aux espèces qui se nourrissent au sol comme l'étourneau sansonnet qui est d'ailleurs abondant sur le site.

Sur Saint-Simon, toutes les strates végétales sont utilisées par les oiseaux, mais de manière différente selon les groupes, avec notamment le groupe 2

Figure 47 : Photographies avifaune sur le site de Saint-Simon, Naturalia, Environnement 2021.



Figure 48 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site de Saint-Simon pour le groupe 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



(migrateurs longue distance) qui se démarque par son utilisation plus prononcée des buissons. Pour le bâti, l'utilisation quasi-exclusive des toits est remarquable, pour se poser et crier.

Une discussion qualitative avec les ornithologues a permis de préciser les résultats. Le site est attractif pour les oiseaux par son abondance d'espaces jardinés, d'arbres, de buissons, de fruitiers. C'est un site calme, présentant surtout des maisons individuelles avec jardin, il y aura toujours des oiseaux pour utiliser ces secteurs, qui offrent de quoi se nicher, de quoi se nourrir, avec un potentiel de reproduction sur place. Les espèces observées sur le site sont frugivores, granivores, mais aussi arboricoles et cavicoles. Quelques espèces nichent sur le bâti. Les oiseaux apprécient particulièrement la continuité des sols herbacés, les sols nus ainsi que la

diversité de la strate herbacée. Cependant, des associations habitantes expriment clairement une diminution évidente des espèces d'oiseaux dans le quartier, en le corrélant avec l'artificialisation des sols en cours. En effet, le système de densification graduelle des lanières maraîchères par des typologies bâti-végétal « nouveau lotissement » entraîne une perte de qualité de la haie, essentielle pour l'avifaune (cache, nidification, nourrissage), qui est progressivement remplacée par des murs. L'implantation du bâti en cœur de parcelle génère une perte de surface enherbée essentielle pour les oiseaux granivores et insectivores. Les chemins d'accès à ces nouveaux pavillons conduisent à une imperméabilisation du sol. D'autre part, le petit bocage dense pavillonnaire est intéressant, mais il n'existe pas vraiment de boisements matures.

L'étude du site de Saint-Simon montre un certain nombre de qualités et d'opportunités offertes par le modèle pavillonnaire, notamment dans sa rencontre avec un tissu rural, pour son rôle de maintien voire d'attractivité de la biodiversité en ville. Le site de Saint-Simon confirme l'intérêt de la mosaïque de milieux, de la diversité de strates d'accueil comme opportunités pour l'avifaune. Les formes végétales préexistantes jouent un rôle clé, notamment les arbres de hautes tiges, le réseau de haies bocagères, les espaces cœur de lanière, la continuité des sols herbacés. L'enjeu contemporain de ce tissu est sa capacité à muter. Des quartiers qui se trouvaient en frange hier, se retrouvent aujourd'hui à proximité des centres secondaires des métropoles se retrouvant parfois isolés des continuités métropolitaines historiques. Comment trouver la densification juste pour que ce tissu accueille des habitants et le vivant, tout en continuant de participer à l'équilibre métropolitain et de ses réservoirs de biodiversité, à une moindre densité et une habitabilité des lieux ? Cette pression foncière mérite d'être contenue afin de préserver voire renforcer le vivant dans ce tissu. Pour cela, l'implantation bâtie en cohérence avec les continuités écologiques, la protection des arbres de haute tige y compris dans les domaines privés, la perméabilité des clôtures, des chemins d'accès perméables peuvent constituer des pistes d'action. En termes d'outils de planification, il serait intéressant d'envisager **la réalisation d'inventaires par quartier pour préserver le petit patrimoine en rapport avec les caractères paysagers et les facteurs de biodiversité**, en s'appuyant notamment sur des dispositifs de sciences participatives ou des inventaires collaboratifs.

BUSCA

Un « Faubourg jardiné » altéré, refuge pour l'avifaune

Nous avons travaillé de façon rapprochée avec plusieurs habitants du quartier qui nous ont ouvert leurs jardins ou donner accès aux résidences privées ainsi qu'avec l'Association des Riverains de la Prison Saint-Michel et du Busca Toulouse qui a participé aux visites de site et aux workshops. Nous avons également pris connaissance d'un dispositif de végétalisation participative de l'espace public à savoir l'opération « Des fleurs sur nos murs ». Les échanges lors des workshops ont abordé plusieurs aspects relevant de la préservation du sol par les outils réglementaires limitant l'imperméabilisation des espaces extérieurs, la garantie d'une surface enherbée et végétalisée et la préservation du patrimoine arboré ancien, en dialogue avec l'architecture.

Pour ce tissu, la description multidisciplinaire qui a été conduite ainsi que l'élaboration de la coupe paysagère ont permis de faire émerger la réflexion sur les potentialités d'attractivité avifaune au regard des points suivants :

- Une forme résidentielle historique, composée de trames végétales et matériaux anciens comme opportunité pour l'avifaune, mais vulnérables à une anthropisation domestique.
- Des formes de jardins d'agrément et/ou résidentiels mixtes tournées vers un cœur végétalisé calme et protégé, constituant un espace potentiellement refuge ou de passage pour l'avifaune.
- Une grande proximité entre les formes bâties et les sujets arborés matures en « écosystème vertical ».
- Une végétation jardinée très ornementale, compensée par une diversité arborée et des formes végétales complexes multi-strates, anciennes et mixtes propices à l'avifaune.
- Une proximité du jardin des Plantes et de l'allée des Demoiselles comme réservoir et corridor écologiques principaux, avec toutefois peu de relais au niveau des îlots.
- Dans ce tissu de Faubourg dense, « l'effet modèle » d'une configuration en cœur d'îlot anciennement constituée, domine par rapport à l'« effet site » dont les facteurs influents se résument essentiellement aux pratiques de jardinage des habitants, à la maturation du végétal et à la proximité du jardin des Plantes.

Figure 49 : Coupe paysagère, Busca, Equipe MorphobioT, 2023.



Ci-dessus le continuum paysager retracé par le biais d'une longue coupe traversant deux îlots centraux du quartier du Busca montrant sa constitution actuelle, de tissu mixte et dense au sein duquel les formes architecturales sont variables mais souvent mitoyennes et dessinent un front bâti au niveau de la rue tout en laissant des cœurs d'îlots non bâtis. Dans cette situation résidentielle, les relevés de formes et les mesures avifaune amènent à l'**hypothèse centrale que les cœurs végétalisés calmes protégés et composés de formes jardinées multi-strates, les écosystèmes verticaux générés** par une grande proximité entre formes bâties et les sujets arborés matures, et la proximité du jardin des Plantes font de ce « Faubourg jardiné » un site attractif, voire potentiellement **refuge pour l'avifaune**, même si les parcelles ont tendance à s'anthropiser et les espaces publics sont peu végétalisés.

Dans le tissu du Busca, quatre typologies de formes bâti-végétal ont été identifiées. Nous pensons que la typologie de forme bâti-végétal « **Maison de faubourg avec son jardin** » est la plus propice à l'avifaune de par l'ancienneté du bâti, les formes végétales jardinées avec un cœur engazonné et des bordures végétales stratifiées, une végétalisation verticale des façades et le calme de son jardin d'agrément.

Figure 50 : Les 4 typologies du Busca, Equipe MorphobioT, 2023.

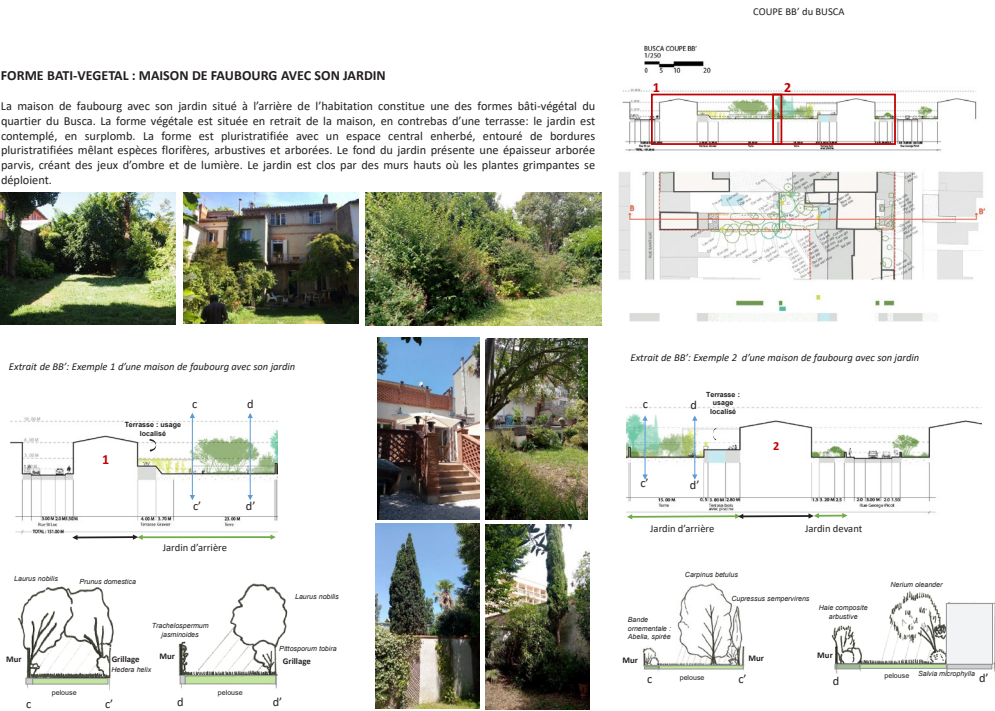
Tissu urbain	Nom complet typologie / sous-catégorie
Busca (4 typologies)	Immeubles collectifs sur dalle végétalisée ou avec stationnements Maison de faubourg avec son jardin Résidence implantée en milieu de parcelle avec un ourlet boisé

La « Maison de faubourg avec jardin », un potentiel à ménager dans le quartier du Busca

Au niveau des résultats, les 4 typologies d'association bâti-végétal identifiées n'influencent pas de façon statistiquement significative l'utilisation spatiale du site par les oiseaux. Nous avons toutefois choisi de revenir sur la typologie « Maison de faubourg avec jardin » qui correspond à la typologie historique du quartier, typologie qui nous semblait présenter au moment de la formulation des hypothèses le plus de caractéristiques d'intérêt pour l'avifaune. Seul le groupe fonctionnel 2 semble montrer des tendances de préférences d'utilisation de cette typologie. Il s'agit des oiseaux migrateurs longue distance, retrouvés au printemps seulement, solitaires se nourrissant exclusivement d'arthropodes.

En effet, la forme végétale associée à la maison de faubourg est située en retrait et à l'arrière de la maison, en contrebas d'une terrasse. La maison de faubourg, ou toulousaine, se présente soit en rez-de-chaussée avec combles, soit en R+1, couverte d'une toiture à deux pans en tuiles. Certaines ont été surélevées ces dernières décennies. De construction traditionnelle, la façade présente des encadrements de baie en brique, des maçonneries de briques et galets laissées brutes ou revêtues d'un enduit et se conclut par une corniche en brique. Le jardin est contemplé depuis l'habitation, il y a peu d'usages sur cet espace. La végétation se répartit sous la forme d'un espace central enherbé, entouré de bordures ornementales pluristratifiées mêlant espèces florifères, arbustives et arborées à feuillage caduque. Le fond du jardin présente quant à lui une épaisseur arborée, parfois voûtée créant des jeux d'ombre et de lumière. Le jardin est clos par des murs hauts où les plantes grimpantes se déploient jusque sur les façades de l'habitation. Les insectes peuvent y être nombreux constituant une ressource alimentaire pour les oiseaux. Les façades présentent également une diversité architecturale et un vieillissement des matériaux comme opportunité de cache et de niche pour les oiseaux. Cette typologie bâti-végétal ménage ainsi des espaces privilégiés : un cœur végétalisé calme et protégé, et un bon recouvrement d'arbres et arbustes. Toutefois,

Figure 51 : Typologies du Busca, Equipe MorphobioT, 2023.



le jardin est de petite taille et accueille ces dernières années dans le prolongement de la terrasse une piscine, limitant l'étendue herbacée centrale, utile pour le nourrissage des oiseaux. Les oiseaux plus inféodés à la présence humaine y trouvent leur place. Certains sujets arborés anciens sont également coupés par les propriétaires pour retrouver de la lumière. Aussi, bien que cette typologie soit d'intérêt, elle présente une forme d'altération contemporaine qui en limite son potentiel avifaune.

Busca, le Faubourg : entre préservation de patrimoines arborés anciens et écosystème vertical à mettre en valeur.

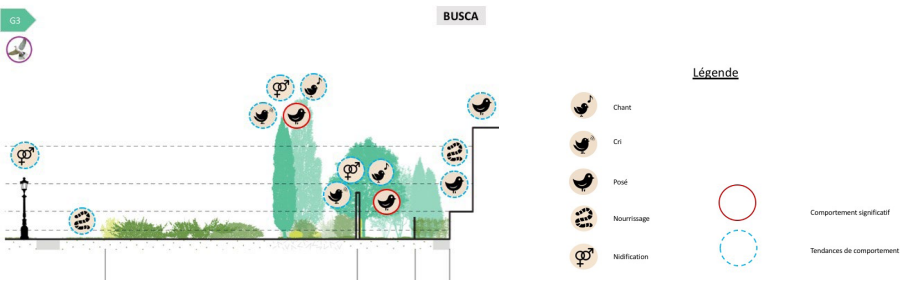
Selon le relevé ornithologique, 31 espèces d'oiseaux associées essentiellement aux milieux bâti (Martinet noir par exemple), et forestier (Loriot d'Europe, Roitelet à triple bandeau ou Geai des chênes) ont été recensées. Cette richesse ornithologique est la deuxième la plus importante de nos cinq sites, et est équivalente à celle de Saint Simon. Nos relevés

témoignent de l'utilisation par les oiseaux des arbres et arbustes, et du bâti pour certains comportements de nidification. Des motifs d'utilisation tendanciels ont été mis en valeur comme les arbres et arbustes qui sont les plus utilisés par les oiseaux ainsi que le bâti avec quelques comportements de nidification.

Figure 52 : Photographies avifaune de site du Busca, Naturalia Environnement, 2021.



Figure 53 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site du Busca pour le groupe fonctionnel 3, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



Caractérisé historiquement par la typologie « Maison de faubourg avec jardin », ce tissu de nature aujourd’hui hétérogène comporte d’autres typologies « bâti-végétal » plus récentes telle la « Résidence avec ourlet boisé » qui semble propice à l’accueil groupe 3. Cette typologie présente une

diversité arborée mixte intéressante pour les oiseaux, composée de résineux et d'arbres à feuillage caduque avec un nombre important d'arbres sénescents pouvant comporter des cavités utiles pour les oiseaux. Certains habitants des résidences nourrissent également les oiseaux, compensant la faiblesse de la strate herbacée au sol, peu étendue au pied des résidences. Les matériaux des façades/toit de ce type d'habitation sont quant à eux de faible intérêt pour les oiseaux. La dernière typologie identifiée « Immeubles collectifs sur dalle végétalisée ou avec stationnement » est plus minérale dans ces caractéristiques, et témoigne d'une utilisation préférentielle par le groupe d'oiseaux 4, plus anthropophile. L'ensemble urbain constitué de cœurs d'îlots et de fronts bâtis propose donc un continuum de milieux construits et arborés favorable à un cortège avifaune lié aux milieux bâti et forestier.

Toutefois, ce tissu urbain peu évolutif dans sa forme architecturale perd aujourd'hui progressivement de son potentiel face à une anthropisation domestique à l'œuvre conduisant à la vulnérabilité des formes végétales notamment les strates herbacées et arborées essentielles dans le cycle de vie des oiseaux : anthropisation des sols et abattage d'arbres anciens. Ceci est renforcé par le fait que ce tissu peine à garder des continuités écologiques via l'espace public. Des pistes de préconisation seraient à rechercher au niveau de la protection des cœurs verts et des arbres matures comme patrimoine à protéger mais aussi en s'appuyant sur les dispositifs de végétalisation de l'espace public tant au niveau des rues principales que secondaires pour bénéficier des effets positifs des continuités écologiques métropolitaines proches. Une sensibilisation des habitants du quartier pourrait être également conduite pour favoriser des pratiques jardinières conduisant à une meilleure cohabitation humain, végétal et animal.

CASTORS

La cité ouvrière des Castors peu attractive pour l'avifaune

Dans ce tissu, plusieurs habitants du quartier nous ont ouvert leur jardin et certains ont été présents sur l'ensemble des workshops transdisciplinaires. L'approche descriptive et pluri-thématique de l'équipe a conduit la réflexion sur les potentialités d'attractivité avifaune au regard des points suivants :

- Une forme urbaine homogène de cité ouvrière avec un couvert végétal de gabarit moyen, une strate arborée quasi inexistante au sein de l'espace public, et des parcelles de petite taille dans un contexte urbain contraignant à priori défavorable à l'avifaune.
- L'évolution du tissu sur soixante ans à partir d'une forme homogène engendre une maturation du végétal, une appropriation habitante et une

diversification floristique (potagère, ornementale, feuillages persistants, réseau de haies) propice à l'avifaune.

- Le changement du jardin ouvrier au jardin d'ornement limite les potentialités des formes végétales qui restent très jardinées et ornementales. Changement accompagné par la transformation des formes architecturales et la rentabilité de l'espace, par un morcellement des sols.
- Les caractéristiques observées sont surtout dues à « l'effet modèle » d'une forme urbaine implantée de cité Castors dans les années soixante, avec toutes ses limites. « L'effet site » est faible, puisqu'aucune connectivité n'est observée avec des réservoirs de biodiversité à proximité. La forme ne relaye donc pas le potentiel local à la parcelle. La maturation du végétal et l'appropriation habitante constituent essentiellement l'effet site.
- Les pistes d'amélioration de la qualité de ce tissu sont orientées autour de la reconnexion de ce tissu à l'échelle du quartier ainsi que de l'accueil d'une strate arborée dans l'espace public en visant la compensation de la faiblesse « biodiversitaire » de l'espace privé.

Figure 54 : Coupe paysagère, Castors, Equipe MorphobioT, 2023.



Ci-dessus un extrait de la coupe paysagère traversant le lotissement de la cité Castors de Bagatelle. Il donne à voir un continuum de six habitations organisées autour d’une rue centrale.

Dans cette forme urbaine, organisée autour de la maison jumelée pavillonnaire comme unité de base de la forme lotissement, les relevés de formes bâti-végétal et les mesures avifaune amènent à **l'hypothèse centrale que la petitesse des parcelles, la faible présence de strate arborée, le caractère très ornemental des jardins, la faible végétalisation de l'espace public et l'absence de corridor de biodiversité à proximité n'est que partiellement compensé par la maturation de la végétation, l'appropriation habitante et la diversification floristique qu'a connu le quartier durant les cinquante dernières années. Ces paramètres rendraient ce tissu a priori peu attractif pour l'avifaune.**

Concernant les typologies, **la cité Castor présente une unique typologie**

Figure 55 : Les 5 sous-typologies des Castors, Equipe MorphobioT, 2023.

Tissu urbain	Nom complet typologie
Castors (1 typologie puis 5 sous types)	Maison jumelée alternée avec jardin - Maison jumelée créant des cœurs végétalisés (bocage pavillonnaire) - Maison jumelée en angle - Maison jumelée parcelle traversante - Maison jumelée sur axe passant - Maison jumelée sur placette

« Maison jumelée alternée ». Nous avons toutefois essayé de voir sa diversité au regard de son positionnement au sein du lotissement (sur axe passant, sur placette...) et **cinq sous-types ont été définis** :

Nous émettons l'hypothèse que la typologie de forme bâti-végétal « Maison jumelée avec jardin d'ornement » est modérément attractive pour l'avifaune, avec une forme végétale jardinée de petite taille, très ornementale et entretenue, cependant composite et pluristratifiée, le jardin abritant en outre de nombreux usages domestiques.

La « Maison jumelée avec jardin d'ornement », une typologie d'accueil limitée

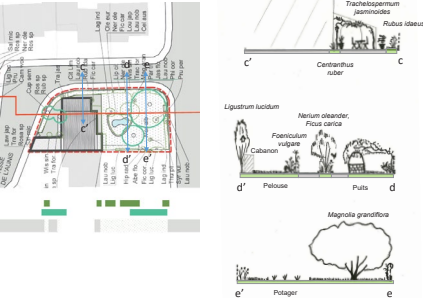
Au niveau des résultats, nous avons testé l'influence du positionnement de la typologie « Maison jumelée avec jardin d'ornement » au sein du lotissement mais il ne semble pas influencer de façon statistiquement significative

Figure 56 : Typologies des Castors, Equipe MorphobioT, 2023.

FORME BATI-VEGETAL : MAISON JUMEEE AVEC JARDIN

La maison jumelée avec jardin est la structure de base du lotissement du quartier des Castors-Bagatelle. La forme végétale est située autour de la maison, avec un jardin de devant, un passage et un jardin d'arrière. Elle présente une grande variété selon les jardins mais possède des motifs végétaux récurrents : une haie monospécifique persistante associée à une bande plantée, voire un muret + grillage ; un massif arbustif et fleuri, avec des petits arbres, des pots-jardinières sur le sol. L'habitation, les cabanons et les garages sont reliés à la forme végétale par des plantes grimpantes. Le jardin est le prolongement de l'habitation, de nombreux usages ont lieu, c'est un véritable espace de vie : terrasse, étendoir à linge, outillage, ...

Extrait de AA' : Exemple 1 d'une maison jumelée avec son jardin



Continuité végétale sous la forme d'un bocage pavillonnaire



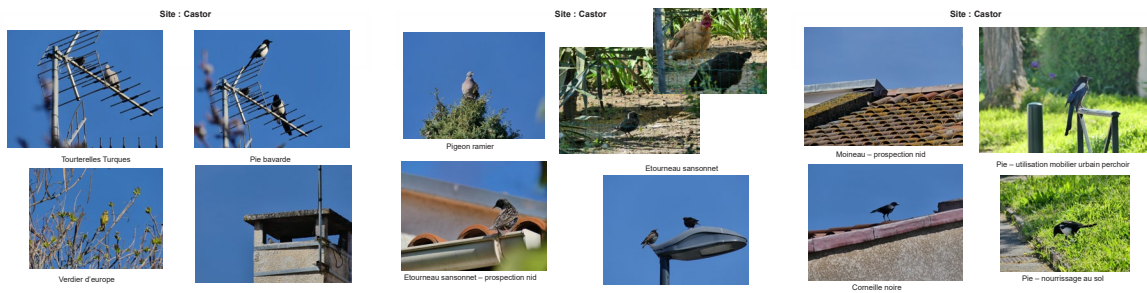
Autre exemple d'une maison jumelée avec son jardin depuis la rue vers l'intérieur : jardin de devant, jardin d'arrière



sur l'utilisation spatiale du site par les oiseaux, ici il ne s'agit que de résultats tendanciels. Aussi, nous avons choisi de revenir sur cette typologie, la seule constitutive de ce quartier.

La maison-jumelée se présente en R+1 couverte d'une toiture en tuile. Les façades lisses, revêtues d'un enduit à l'origine, ont parfois été modifiées pour recevoir un bardage bois. La forme végétale s'organise en demi-lune autour de la maison, avec un jardin de devant, un passage et un jardin d'arrière. De petite superficie (12x16m ; 200m² moy.) et de faible hauteur (3m en moyenne), la végétation est de nature composite et pluristratifiée. Elle présente en effet une grande variabilité selon les jardins mais possède des motifs végétaux récurrents tels une haie monospécifique persistante souvent associée à une bande plantée, adossée à un muret surmonté d'un grillage ; un massif arbustif et fleuri, associé à des petits arbres marqueurs d'usages et de convivialité, des pots-jardinières présents sur la terrasse et les pas de porte. L'habitation, les cabanons et les garages sont reliés à la

Figure 57 : Photographies avifaune du site des Castors, Naturalia Environnement, 2021.



forme végétale par des plantes grimpantes. Le jardin est vécu comme une extension de l’habitation, une pièce de vie supplémentaire. Destinataire de nombreux usages, terrasse, étendoir à linge, jeux, ... c’est un véritable espace de vie. Cette forme bâti-végétal offre des opportunités de nichage et de caches grâce aux haies épaisses et arbustes nombreux. Toutefois, la petitesse du jardin couplée aux nombreux usages domestiques sélectionne les espèces d’oiseaux inféodées à la présence humaine. Cette vie animée du jardin peut constituer une perturbation continue pour certains oiseaux, qui préfèrent alors se poser à distance sur les toits.

Les Castors : diversifier une forme trop homogène et jardinée par l’apport de sujets arborés

Au Castors, 25 espèces ont été relevées dans le quartier. Il s’agit de la plus faible richesse spécifique comptabilisée parmi les 5 tissus urbains étudiés.

Figure 58 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site des Castors pour le groupe fonctionnel 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



Il est à noter la faible utilisation des arbres par les oiseaux dans ce tissu et ce, quel que soit le groupe considéré. La strate arbustive et herbacée sont très utilisées par tous les groupes. Concernant le bâti, ce sont les toits qui semblent être utilisés en majorité par les oiseaux.

Il semble que dans ce site l'effet modèle et l'effet site se combinent pour être défavorables à l'avifaune. L'effet modèle relève de l'homogénéité du quartier de la cité Castors, développé d'une traite dans les années 50 sur une parcelle agricole et dans un contexte peu végétalisé de culture. Le plan de plantation a consisté en un arbre fruitier unique par jardin et quelques alignements dans l'espace public. Aucun des arbres n'a atteint aujourd'hui le gabarit suffisant pour être attractif pour l'avifaune, seules les haies épaisses qui se sont développées ces dernières années à la faveur de la transformation du jardin potager en jardin d'agrément peuvent offrir des potentialités de nichage. Les parcelles de petites tailles, l'usage fréquent du jardin et une végétation jardinée ornementale, génèrent une trame jardinière privative dépourvue de diversité paysagère. L'effet site se cumule à cet effet modèle puisque le contexte urbain, très dense et très routier, est isolé des continuités écologiques métropolitaines. Seules les espèces d'oiseaux inféodées à la présence humaine semblent s'accommoder de cette trame jardinière. La maturation du végétal en cours, l'appropriation habitante et la diversification des formes végétales pourraient accélérer l'attractivité avifaune si des actions étaient menées pour **accueillir une strate végétale arborée de gabarit plus important dans les parcelles et dans l'espace public**. Une préservation des sols serait aussi à envisager afin de garantir une surface herbacée minimale dans les jardins.

VIDAILHAN

L'écoquartier de Vidailhan, une attractivité avifaune variable entre ville et campagne, l'intérêt des typologies de marge

Lors des visites de sites et workshops, nous avons travaillé de façon rapprochée avec plusieurs habitants du quartier qui nous ont ouvert leur jardin, ainsi qu'avec l'Association Vivr'A Vidailhan. Les discussions avec les différents acteurs (la SEM Oppidea, le paysagiste Atelier ATP Jérôme Classe qui a travaillé sur certains lots...) et les experts du site ont permis de faire émerger des pistes de travail possibles concernant la capacité de la forme écoquartier, même par sa fragmentation, à offrir une diversité de formes à la capacité variable d'accueil pour l'avifaune, à travers : une attention au déjà-là à mettre en avant dans les constitutions de Zones d'Aménagement Concerté, une gradation à mettre en place entre types d'espace en termes de taux d'usages, de la sanctuarisation à l'appropriation par le public pour une diversité d'accueil de la biodiversité, ainsi que des perspectives de maturation intéressantes pour un tissu très morcelé mais encore jeune.

Figure 59 : Coupe paysagère 1, Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.



Figure 60 : Coupe paysagère 2, Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.



Pour ce tissu écoquartier, une première lecture paysagère permet d'amener la réflexion sur les potentialités d'attractivité avifaune selon les points suivants :

- L'écoquartier Vidailhan présente une discontinuité historique : il existe un faible continuum avec l'histoire du lieu, le passé agricole, les sols, défavorable à l'avifaune, avec cependant quelques reliques qui perdurent de la trame végétale héritée du passé agricole propices à l'avifaune.
- Le continuum paysager est fragmenté par une organisation en lots. Une diversité de typologies de formes conçues à travers un rapport bâti-végétal variable mais parfois très intéressant pour une diversité d'accueil de l'avifaune.
- Le fonctionnement de la gestion urbaine est morcelé du fait du découpage des propriétés, entraînant des régimes de gestion très divers, variablement propice à l'avifaune, avec un passage vers la gestion alternative qui ne se fait pas.
- L'effet modèle a entraîné un gommage de l'effet site lors de la construction de l'écoquartier à cause d'une faible continuité avec l'histoire du lieu, engendrant une déconnexion entre l'héritage rural et la composition contemporaine.

Pour ce tissu, deux coupes paysagères ont été réalisées afin de comprendre le continuum créé entre plusieurs îlots semi-ouverts et l'espace public composant le cœur de l'écoquartier. L'échelle est volontairement réduite afin de donner à lire un ensemble plutôt que le détail.

L'écoquartier Vidailhan illustre la forme résidentielle contemporaine de ZAC, un quartier durable affichant une stratégie biodiversité d'ensemble, dont l'implantation montre cependant une faible continuité avec l'histoire du lieu, engendrant une déconnexion entre l'héritage rural et la composition contemporaine. Son organisation est fragmentée en îlots semi-ouverts, soumis chacun à leur propre régime de gestion, avec une diversité de logements. Dans cette situation d'écoquartier pensé pour l'accueil du vivant, les relevés de formes et les mesures avifaune amènent à **l'hypothèse centrale que la densité raisonnée du quartier et la diversité de typologies de formes conçues à travers un rapport bâti-végétal variable peuvent être intéressantes pour une diversité de situations à la capacité variable d'accueil pour l'avifaune.**

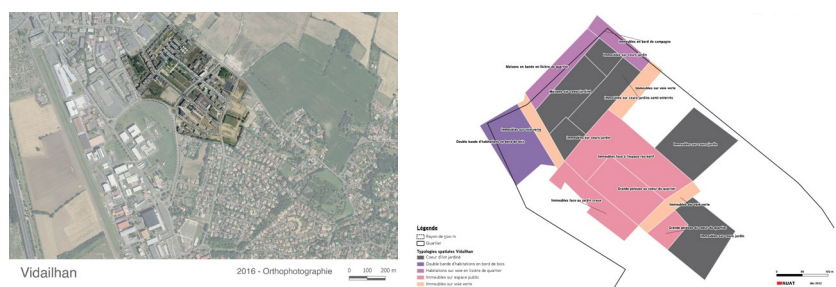
L'écoquartier Vidailhan présente cinq typologies bâti-végétal avec 10 sous-types nécessaires pour décrire la complexité des situations rencontrées.

Concernant les typologies, nous émettons l'hypothèse que la typologie de forme bâti-végétal « **Double bande d'habitations en bord de bois** » pourrait être attractive en raison de sa proximité avec une des seules reliques boisées du quartier, la présence de toits végétalisés et un bâti plus bas et

Figure 61 : Les 5 typologies bâti-végétal à Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Tissu urbain	Nom complet typologie / sous-catégorie
Vidailhan (5 typologies)	Cœur d'îlot jardiné Double bande d'habitations en bord de bois Habitations sur voie en lisière de quartier Immeubles sur espace public Immeubles sur voie verte
Vidailhan (10 sous types)	- Double bande d'habitations en bord de bois - Grande pelouse au cœur du quartier - Immeubles en bord de campagne - Immeubles face à l'espace récréatif - Immeubles face au jardin creux - Immeubles sur cours jardin - Immeubles sur cours jardins semi-enterrés - Immeubles sur voie verte - Maisons en bande en lisière de quartier - Maisons sur cœur jardiné

Figure 62 : Présentation des 5 typologies Bâti-végétal à Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023



moins dense. La typologie « **Habitations sur voie en lisière de quartier** » pourrait aussi être attractive pour l’avifaune en raison de son ouverture vers les parcelles ouvertes adjacentes et non construites du quartier.

« *Double bande d'habitations en bord de bois* » et « *Habitations sur voie en lisière de quartier* » de l'écoquartier de Vidailhan

Les discussions qui suivent sont uniquement basées sur des tendances de préférences par groupe fonctionnel sur chaque typologie, puisque aucun

résultat n'est statistiquement significatif pour les typologies bâti-végétal identifiées à Vidailhan. Nous avons choisi de revenir sur les typologies aux marges de l'écoquartier telles la « Double bande d'habitations en bord de bois » et les « Habitations sur voie en lisière de quartier » qui étaient les typologies identifiées comme potentiellement attractives. On relève pour les deux, des préférences d'utilisation par les groupes d'oiseaux 2 et 4, les migrateurs longue distance, solitaires, uniquement retrouvés au printemps, et les omnivores. Il est intéressant d'explorer les caractéristiques d'articulation bâti-végétal-avifaune dans ces deux typologies.

La typologie « Double bande d'habitations en bord de bois » se caractérise par la répétition d'une même maison en R+1 couverte d'une toiture-terrasse. Les façades sont lisses, revêtues d'un enduit blanc. La bande de maisons est doublée sur la rue de plusieurs immeubles en front en R+3, couverts d'une toiture de tuile. Les façades « est » et « ouest » de la bande R+1 sont pourvues de loggia. La composante végétale est un boisement relique, issu d'un enrichissement progressif du site depuis le temps de l'occupation agricole (années 60). De petite superficie, il est délimité par des lisières rectilignes ainsi que des cheminements piétons périphériques. Sa végétation bi-stratifiée (arborée et herbacée) homogène et dense est dominée par le Chêne pubescent dont les individus, serrés et étirés, sont de faible envergure. Il accueille en son centre un espace jeu pouvant être le lieu d'usages récréatifs voire de promenades canines. La gestion dans la partie centrale est soutenue (tontes et tailles fréquentes). L'espace public de ce petit bois bénéficie toutefois d'une fréquentation humaine inférieure à celle du parc public central de l'écoquartier. Cette typologie bâti-végétal en retrait de l'espace circulaire offre des conditions de nidification et de quiétude propice à l'avifaune.

La typologie « Habitations sur voie en lisière de quartier » se retrouve quant à elle en limite de l'écoquartier, à l'articulation avec les îlots d'habitations. Elle est formée de maisons accolées alternant R+1 et R+2, couvertes d'une toiture terrasse. Les façades sont enduites, ou recouvertes d'un bardage bois. A cette typologie sont associés également de petits immeubles en R+3, couverts d'une toiture terrasse et dont la façade ouest est équipée de loggias. La situation en lisière offre davantage de calme que le parc public central et les voies vertes circulantes de l'écoquartier. Les alignements d'arbres denses, le potentiel d'utilisation du bâti vertical, et une haie arbustive propice au nichage encadrant un espace enherbé, semblent favorables aux groupes d'oiseaux 2 (migrateurs) et 4 (omnivores).

Vidailhan : considérer l'écoquartier comme une forme potentielle encore jeune

Les résultats des mesures ornithologiques sur Vidailhan mettent en évi-

Figure 63 : Typologie « Double bande d'habitation en bord de bois », Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.



Forme végétale arborée spontanée, relique, la chênaie récréative - Le petit Bois. Bi-stratifiée (arborée et herbacée) délimitée par des cheminements (contour formel – rectangulaire).

Homogène dans son peuplement dominée par le Chêne pubescent: arbres serrés, développement en allonge, faible envergure des silhouettes. Petite étendue.

Pratiquée, couplage du végétal avec des usages récréatifs (espace jeu).



dence seulement 26 espèces observées à l'image de ce qui est observé sur le quartier des Castors. Parmi les espèces remarquables, on peut noter la présence surprenante et notable du Cochevis huppé qui pourrait profiter de la proximité directe de zones agricoles et des toitures végétalisées pour nicher, le Chardonneret élégant qui doit trouver un intérêt aux espaces semi-ouverts parsemés d'arbres et arbustes ainsi qu'un cortège forestier, avec la présence du Pic épeiche. Trois espèces à enjeu modéré utilisent le site : le Pigeon colombin, le Cochevis huppé et le Milan noir. Par ailleurs, il est intéressant de noter l'opportunité donnée par l'enveloppe bâtie avec des tendances d'utilisation des strates bâties, sauf pour les migrateurs. On observe des tendances d'utilisation des toits pour chanter et des comportements de nidification sur le bâti pour le groupe 1 (sédentaires), des utilisations du bâti pour crier et pour la nidification et de nourrissage sur la façade pour le groupe 2 (migrateurs), le toit pour se poser et crier pour le groupe 3 (grégaire des zones anthropisés). Les formes architecturales contemporaines de cet écoquartier prouvent donc être hôtes de l'avi-

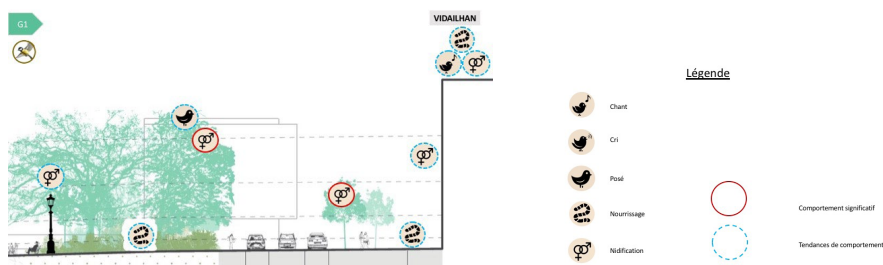
faune, même pour des comportements liés à la reproduction comme la nidification, dans des interstices telles que les redents, sous les panneaux photovoltaïques, sur les toits végétalisés.

Figure 64 : Photographies avifaune de site à Vidailhan, Naturalia Environnement, 2021.



A Vidailhan, l'utilisation des éléments bâtis est différente selon les groupes, le groupe 1 (sédentaires) présente des comportements de nidification significatifs dans les arbres et arbustes. Le groupe 2 (migrateurs) en revanche n'utilise pas du tout le bâti, et les autres groupes semblent apprécier les toits.

Figure 65 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site de Vidailhan pour le groupe 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.



Toutefois, Vidailhan est le site le moins satisfaisant par rapport à l'efficacité formes-avifaune, aucune typologie n'a montré d'effet significatif sur l'utilisation spatiale du site par l'avifaune, seules des tendances d'utilisation préférentielle pour des typologies de marge. Une discussion qualitative avec les ornithologues a permis de préciser les résultats. Il semble ici que l'effet modèle écoquartier se couple à l'effet site en étant défavorable à l'avifaune. Il s'agit en effet d'un site très anthropisé qui a peu conservé son patrimoine vivant d'origine (sols riches, haies champêtres, arbres matures). Les cœurs d'îlots semblent présenter des formes architecturales et végétales d'intérêt pour l'avifaune mais ils sont traversés par plusieurs cheminements entraînant une fréquentation humaine régulière au sein de la mosaïque de milieux pourtant riche et diversifiée. Par ailleurs, même si une trame végétalisée a été associée pour accompagner les voiries, elle ne met pas en lien les formes végétales spontanées d'intérêt tels le petit bois avec les nouveaux espaces publics de nature du quartier. La présence quotidienne de véhicules génère également des perturbations régulières pour les oiseaux en cœur d'écoquartier. D'autres facteurs viennent limiter l'attractivité avifaune tels le fonctionnement de gestion urbaine morcelée induite par le découpage des propriétés et des régimes pris en charge par des entreprises professionnelles aux pratiques très diverses (souvent n'offrant pas d'opportunité pour la végétation spontanée et un passage à une gestion alternative qui se fait peu) et la palette végétale en rupture avec l'héritage agricole. Enfin, le tissu est peu connecté aux réservoirs et corridors écologiques métropolitains, seuls quelques éléments de relique de trame agricole, à proximité, semblent être utilisés par les oiseaux. Toutefois ces reliques sont susceptibles d'être fragilisées par l'extension de la ZAC au nord. Le quartier est récent, une quinzaine d'années, aussi

n'avons-nous peut-être pas encore assez de recul pour évaluer sa capacité à accueillir et maintenir l'avifaune. Organiser un suivi de l'avifaune, sur les cinq années à venir, permettrait de mesurer l'évolution de l'attractivité de l'éco-quartier.

Conclusions et réflexions méthodologiques

Sur les cinq tissus urbains étudiés, **nous avons mis en évidence 18 typologies bâti-végétal dont cinq d'entre elles ont montré un effet significatif sur trois groupes fonctionnels d'oiseaux dans le grand ensemble Ancely**, faisant ainsi du quartier d'Ancely le seul présentant des résultats significatifs statistiquement quant à la corrélation entre typologie bâti-végétal et comportements avifaune. Il s'agit des typologies « Immeubles face à la ripisylve », « Parc boisé entouré d'immeubles », « Parvis végétal en entrée d'immeubles », « Stationnements résidentiels plantés en pied d'immeuble » et « Massif végétal associé en pied d'immeuble ». Les treize autres typologies n'ont pas montré d'effet significatif sur l'abondance des oiseaux, mais présentent cependant des résultats tendanciels intéressants qu'il est important de considérer. Nous souhaitons toutefois nous attarder ici sur cette faiblesse de significativité des résultats. Plusieurs hypothèses relatives à la manière dont ont été appréhendées les formes bâti-végétal, les collectes de données avifaune/forme et les analyses par groupe d'espèces peuvent être avancées pour expliciter ce résultat.

Le modèle « oiseau » choisi pour cette recherche a montré quelques limites méthodologiques dans l'approche de la forme urbaine. Collecter des données avifaune dans des tissus d'habitat résidentiel peut poser des problèmes d'observation des comportements d'oiseaux : parfois la présence de l'observateur peut être source de dérangement pour les oiseaux, et en limiter la présence (situation d'inventaire dans le cas des Castors). Il y a aussi des difficultés à observer certains comportements en situation de cœur d'îlot, l'observateur ne voit pas au-delà du cœur du fait de la hauteur des bâtis (cas du Busca). Nous avons envisagé d'avoir des points d'écoute en hauteur depuis les fenêtres ou les balcons des habitations mais cette situation d'observation a été difficile à obtenir auprès des habitants et à mettre en œuvre de manière systématique sur le terrain (possibilité à Vindailhan d'observer les toitures depuis un balcon).

Par ailleurs, contraints par la temporalité de la recherche, l'organisation collective et l'accès aux espaces privés, nous avons dû réaliser la collecte des données avifaune en amont de la définition des typologies bâti-végétal. Il nous semble qu'il aurait été préférable de déterminer les points d'écoute avifaune après avoir défini les typologies ce qui nous aurait permis d'aborder plus finement la préférence des typologies par les oiseaux.

Cette approche anticipée a peut-être masqué d'éventuelles préférences de typologies. Par ailleurs, l'approche par groupe fonctionnel implique une généralisation dans la manière dont les oiseaux composant ce groupe utilisent l'espace. Or, au sein d'un même groupe, bien que caractérisé par certains traits fonctionnels, des différences peuvent exister selon l'espèce en raison des combinaisons multiples dans ces traits (Blaum et al. 2011). Ainsi, dans la plupart des cas, des tendances peuvent tout de même être observées mais il est possible que les effets soient lissés lors des analyses par groupe. Cela peut aussi être dû à des différences entre groupes dans le nombre total d'individus observés dans chacune des formes. Cependant, ces imprécisions ne remettent pas en cause notre approche par groupe fonctionnel qui constitue le choix le plus judicieux étant donné qu'une analyse par espèce n'est pas possible. Il aurait été également préférable d'avoir la possibilité de collecter les données avifaune au-delà d'une année pour avoir une quantité de données suffisantes pour faire tourner les modèles d'analyse. Enfin, les oiseaux étant sensibles aux caractéristiques d'habitat à plusieurs échelles et notamment à l'échelle du quartier (i.e. 500x500 mètres) (Ibáñez-Álamo et al., 2020), la configuration globale de celui-ci peut influencer la sélection des micro-habitats par les oiseaux. Ainsi, il aurait été intéressant d'associer à chaque quartier certaines caractéristiques qui lui sont propres, et de comparer l'abondance des oiseaux de chaque groupe entre les quartiers, à la manière de Vincent et al., 2012. Les résultats de cette étude montrent par ailleurs que la configuration des éléments urbains, notamment l'hétérogénéité des formes bâties et l'arrangement spatial de la végétation, ont un effet sur l'abondance des oiseaux selon leur régime alimentaire ou leur habitat de nidification. Dernier aspect, il a été difficile de définir avec précision l'emprise spatiale associée à certaines typologies bâti-végétal notamment dans les tissus grand ensemble et écoquartier. Cette définition de l'emprise spatiale est pourtant nécessaire pour pouvoir croiser la variable « typologie » avec les données avifaune collectées sur des points d'écoute spatialisés. Les limites étant parfois floues, certaines emprises spatiales ont été définies de manière arbitraire.

Si l'on s'attarde sur les quatre autres tissus qui n'ont pas montré de qualités significatives d'attractivité et de maintien de l'avifaune, nous voyons que les raisons diffèrent d'un tissu à l'autre et certains résultats obtenus ont été surprenants. Ainsi, pour Saint-Simon, alors que l'on attendait des résultats moins intéressants dû à un tissu pavillonnaire en cours de densification intense, l'héritage maraîcher et bocager du site semi-rural maintiennent des qualités d'attractivité avifaune inhérentes au tissu. Alors que l'on aurait pu s'attendre à des mauvais résultats pour le faubourg dense et urbain du Busca, celui-ci constitue finalement une sorte de refuge calme

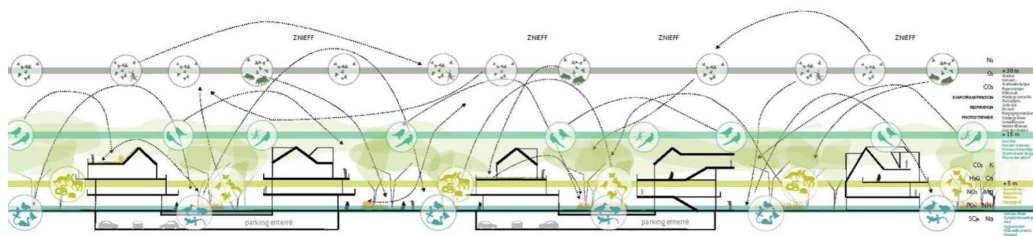
et jardiné pour des oiseaux déjà présents dans le quartier, grâce au corridor métropolitain de la Garonne et au jardin des plantes, situé à proximité. Le tissu de la cité ouvrière des Castors reste peu attractif, comme pressenti, du fait d'un couvert végétal peu dense, peu connecté, et d'assez faible envergure typique de ces tissus, et sans relai de corridors de nature à proximité. Enfin, l'écoquartier Vidailhan surprend par les résultats les moins bons, alors que l'on s'attendait à un quartier favorable, puisqu'il se dit être démonstrateur d'une certaine biodiversité et d'une durabilité. Or la faible continuité historique avec le passé rural (arbres et haies préexistantes peu conservés, sols transformés) et le manque de maturité du tissu (seulement une dizaine d'année) se ressentent dans les résultats obtenus. Les différences observées en fonction des tissus urbains étudiés sont difficilement corrélables aux caractéristiques strictes des modèles urbains étudiés (« effet modèle »). Il faut en effet nécessairement prendre en compte le contexte ou « effet site », la diversité des milieux et typologies au sein de quartiers. Par exemple, il est clair que le résultat sur Ancely ne peut pas être transposable à tout type de grand ensemble. C'est bien la rencontre d'un modèle urbain grand ensemble avec son « espace ouvert » traditionnel, et d'un site très particulier dû à la confluence à proximité, la ripisylve, et l'héritage arborée et boisé, qui génère ce résultat. C'est donc dans la 3ème partie que nous développerons dans une montée en généralité les facteurs qui conduisent à de telles situations relationnelles de biodiversité.

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE D'UNE FORME RÉSIDENTIELLE « BIODIVERSITAIRE »

S'inspirer de représentations graphiques pluridisciplinaires

Afin de rendre compte de notre démarche de recherche, nous avons souhaité tester une forme de représentation finale qui serait autant un résultat qu'un élément représentatif de la démarche déployée, capable de susciter un dialogue interdisciplinaire entre les concepteurs, les sciences humaines et les sciences de la nature. Une recherche de références a été menée sur des types de représentations caractéristiques pour la recherche, afin de passer de représentations normées en plan et coupe qui relevaient de la phase descriptive, à la recherche d'une représentation en coupe dans l'épaisseur et l'aspect systémique. Les coupes « habitées et vivantes » de l'Agence TER montrant le continuum systémique entre architecture, urbain et milieux vivants ont été particulièrement inspirantes pour notre démarche. La mise en mouvement, les strates et la verticalité des écosystèmes montrés, la cartographie de comportements sont autant de dimensions que nous avons tenté de reprendre.

Figure 66 : Exemple d'une représentation pour le projet, 'coupe habitée', Agence TER.



Tester une représentation via le grand ensemble boisé d'Ancely : le continuum systémique

La recherche graphique a été menée de front par l'équipe en collaboration étroite avec Marion Hintzy, paysagiste-conceptrice qui accompagnait le projet grâce à une mission rémunérée ciblée sur la représentation graphique. Ancely est le seul site sur lequel nous avons travaillé à l'essai d'une représentation systémique plus précise, particulièrement du fait que les résultats d'interaction formes-avifaune étaient significatifs. La démarche utilise le **dessin comme outil d'investigation inductive** dans une représentation sensible. Nous avons abordé cette coupe systémique comme un **outil sensible** pour initier le dialogue, ce qui nous a permis d'affiner progressivement la représentation.

Plusieurs essais de représentations ont donné lieu à des allers/retours avec l'équipe et la paysagiste conceptrice. La coupe finale est encore à l'état de « test » et est donc améliorable dans le futur. La recherche graphique a en effet démarré avec une série de coupes dessinées à la main lors des campagnes de relevés de terrain, ciblées sur la collecte d'informations, les strates et architectures végétales, les essences, les espacements. Les premières représentations à l'ordinateur sont des coupes détaillées en filaire établies par Gabriel Guérin. Les éléments de végétation ont été colorisés selon leur strate. Le deuxième test, réalisé sur les Castors, montre une coupe fine qui met en relation les strates et détails architecturaux de chaque bâti, le végétal dans une forme simplifiée et le rapport au sol et ses divers horizons. La dimension systémique et dynamique n'est pas encore montrée. Le socle de la coupe permet de lire la présence de chaque strate et donc la pluri-stratification.

Dans sa forme finale, nous avons opté pour une coupe de détail à l'échelle 1/250ème pour représenter cette forme écosystémique complexe. Pour montrer l'emboîtement des échelles, nous avons tenté de figurer aussi bien l'échelle typologique que le continuum dans une même représentation. Nous avons pris la décision de représenter le végétal sous forme de silhouettes détournées précises et entièrement colorées d'un aplat. Chaque strate est traitée d'une couleur différente. L'aspect relationnel devait apparaître par le lien entre les canopées, la verticalité pour montrer l'amplitude de mouvement des oiseaux, les rapports d'échelle entre gabarits architecturaux, densité, seuils, rapprochement et contact avec le végétal. Un travail sur le sol est mené, dessiné à la fois comme espace urbain et espace de nature, et montre les surfaces perméables, végétalisées et la présence de l'eau. Pour montrer l'interaction, nous avons exploré une symbologie propre sous forme de flèches, de liens, représentant le mouvement, les comportements et l'habité oiseaux dans le continuum

Figure 67 : Premier essai de coupe longitudinale sur Vidailhan, G.Guérin, 2021, deuxième essai de coupe longitudinale sur les Castors, Gabriel Guérin et Equipe Morpho-bioT, 2021.



vivant paysager. La représentation des comportements se fait sous forme d'étiquettes diagrammatiques pour sa lisibilité ainsi que l'effet cumulatif possible d'une plus grande concentration de comportements inventoriés sur certaines strates.

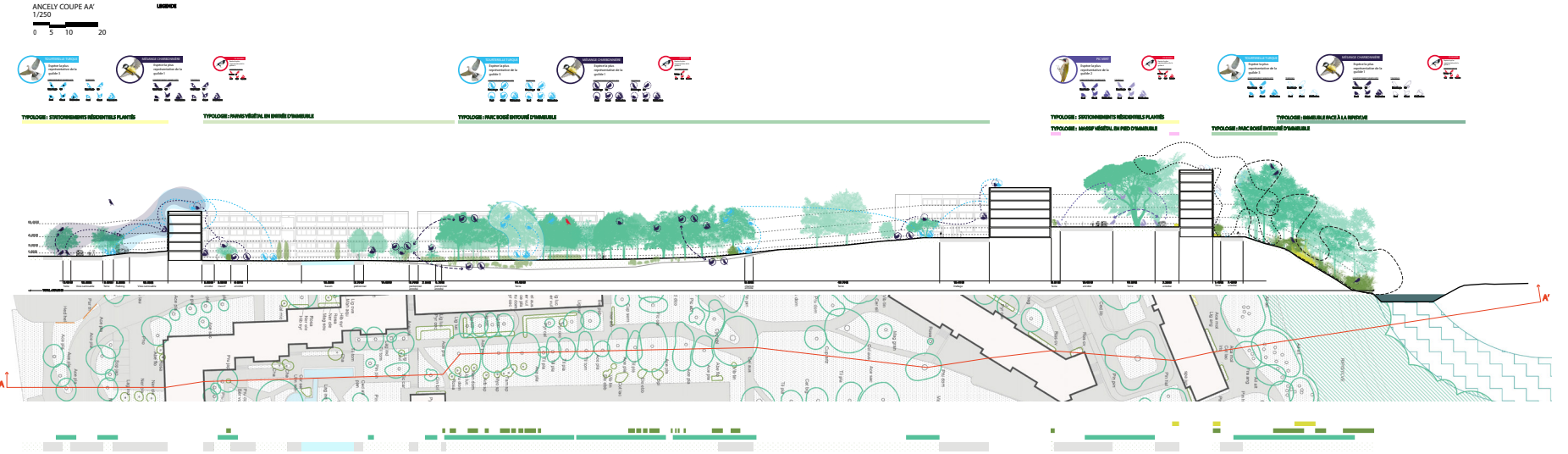
En traduisant les résultats obtenus d'interactions comportementales favorables de l'avifaune avec le milieu étudié, nous avons pu situer des motifs, qui montrent, par groupe fonctionnel, les comportements significatifs et tendanciels dans les diverses strates. Nous avons ainsi pu représenter des « situations relationnelles » favorables à l'avifaune, notamment autour des typologies significatives et dans un continuum paysager écosystémique.

Ainsi, le groupe 1, illustré par la Mésange charbonnière, est plutôt représenté dans les strates du parc et de la ripisylve. Ce groupe utilise significativement la strate arborée du corridor riverain pour appeler, la strate herbacée pour s'alimenter, et lorsqu'il utilise le bâtiment, il utilise les combles pour se reposer et les façades pour nicher. Le groupe 3, illustré par la Tourterelle, est représenté sur les parvis et la zone de stationnement, sur les toits, et les strates herbacées et arborées. Les oiseaux du groupe 2, illustré par le Pic Vert, sont peu représentés puisque les résultats sont peu signi-

ficatifs, ceux du groupe 4, illustré par la Pie, apparaissent un peu partout dans le tissu sans préférence d'interactions. Le niveau de détail, l'aspect diagrammatique de la représentation, la dynamique ont donné vie à la coupe. Cela a créé un outil qui peut être le support d'un dialogue projectif. Il est important de préciser que cette coupe constitue un premier test qui mériterait d'être affiné grâce à une recherche graphique plus poussée.

L'aspect représentation est un aboutissement singulier à cette recherche. La démarche a été résolument inductive, produisant un savoir au fur et à mesure de l'avancement. A la façon du processus de conception, nous n'avons pas testé d'hypothèses de départ, mais avons travaillé à partir de références et avec des objectifs communs. L'équipe comptant plusieurs concepteurs, l'idée était aussi d'utiliser la création itérative de représentation pour aboutir à un résultat qui nous convenait. Les tests ont demandé beaucoup de travail, mais c'est à travers ceux-ci que le résultat a été affiné, tout en permettant un échange permanent et productif au sein de l'équipe.

Figure 68 : Essai de coupe systémique sur Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.



RÉSULTATS : DES FACTEURS GÉNÉRATEURS DE BIODIVERSITÉ POUR LA DÉMARCHE DE CONCEPTION DES FORMES RÉSIDENTIELLES

A l'issue de l'analyse de l'attractivité avifaune par tissu, nous pouvons mettre en exergue les facteurs impactant l'attractivité avifaune. Ces facteurs relèvent de la combinaison d'un « effet modèle » dépendant des caractéristiques propres au modèle urbain, et d'un « effet site » dépendant des caractéristiques données par le contexte, les connexions aux continuités métropolitaines, la qualité propre du site, l'altération du site dans le temps, l'appropriation habitante et l'évolution des formes végétales. Ces facteurs doivent être considérés et réappropriés pour la démarche de conception des formes urbaines résidentielles.

DES FACTEURS GÉNÉRATEURS DE BIODIVERSITÉ, ENTRE SITE ET MODÈLE

Le quartier, échelle « relais » de la biodiversité territoriale

Un des premiers facteurs impactant la diversité avifaune à l'échelle du quartier est la **qualité de connexion de celui-ci avec les secteurs de nature de proximité et les grandes continuités écologiques métropolitaines**. Le quartier du grand ensemble Ancely est assez démonstrateur à ce sujet. En étant implanté au cœur de continuités écologiques de portée métropolitaine (corridors fluviaux et confluence Touch-Garonne), le grand ensemble présente une avifaune directement sous influence de ces grands linéaires de nature. Les connexions écologiques du territoire (trames vertes et bleues) dans lequel s'inscrivent les ensembles urbains analysés sont donc un élément primordial d'une biodiversité locale. **Toutefois, le quartier peut s'en faire véritablement le relais jusqu'à l'échelle du bâtiment si sa configuration et composition s'inscrit dans ce continuum de nature**. Aussi, les caractéristiques du modèle urbain sont cruciales pour que le quartier puisse bénéficier des connexions écologiques environnantes. A Ancely, le quartier offre en son sein un grand espace ouvert boisé patrimonial, attractif pour l'avifaune au regard des formes végétales qui le constituent, mais aussi une trame bâtie permettant de grandes pénétrantes au cœur du quartier, offrant une configuration d'intérêt pour la circulation des oiseaux.

Nous avons vu que l'analyse cartographique de la qualité écologique proposée par l'Agence d'Urbanisme permet de re-situer territorialement et fonctionnellement les tissus étudiés dans leur contexte et de poser des hypothèses sur la biodiversité attendue au sein des quartiers. Aussi, une **analyse centrée sur le quartier** et ses potentialités écologiques en lien avec le maillage des continuités écologiques métropolitaines dans un contexte plus large devrait être une démarche préalable à la conception d'un nouveau quartier ou de sa réhabilitation, conditionnant formes et

espaces de nature associés. L'outil « Potentialités écologiques » utilisé pour la connaissance aux échelles territoriales a évolué au cours de la recherche, pour aller au plus près d'une échelle de projet (actuellement 10 000ème) en milieu urbain. Toutefois pour en tirer le même bénéfice qu'à l'échelle territoriale, l'outil mérite d'être « **augmenté** » **par les investigations naturalistes**, pour renseigner les couverts végétaux constitutifs des quartiers et la diversité animale en présence. De nombreux outils de reconnaissance existent actuellement avec des précisions très fines sur les composantes de nature (au CNES notamment) mais demanderaient des adaptations en lien avec les démarches d'aménagement pour caractériser systématiquement les potentiels locaux.

L'héritage des sites : du modèle initial à son hybridation

Si l'effet positif de l'ancienneté du quartier sur la biodiversité reste en débat dans les travaux de recherche sur la biodiversité et les formes urbaines (Flégeau, 2020), notre recherche a mis en évidence l'importance de regarder les moments d'implantation des modèles urbains sur les sites et de porter attention à leur inscription dans la ville à une époque donnée. Cette approche rétrospective permet d'éclairer l'héritage des sites au sein des formes urbaines contemporaines. Aussi, le relevé historique du bâti, du réseau viaire en présence, la documentation des traces de nature, la cartographie de l'évolution du tissu urbain, sont autant de données d'intérêt pour comprendre les formes urbaines actuelles et leur attractivité au regard de l'avifaune. **L'analyse des évolutions** des cinq tissus explorés **a mis en avant les potentiels de départ**, à travers l'histoire des **traces génératrices de biodiversité**, la place des usages et les pratiques de gestion depuis leur création. **La maturation d'un tissu urbain** provient d'une coévolution, ou corrélation, entre le site, le modèle, le contexte. Nous avons pu observer ces évolutions à travers l'altération des formes bâties et les cycles d'installation et d'évolution du vivant. Mais l'observation de l'évolution du vivant n'est pas aisée, encore moins la caractérisation de l'héritage du vivant (biodiversité héritée), tant celui-ci est mouvant, peu archivé ou référencé. Ainsi, un travail fin d'archéologie du vivant a permis de caractériser des **tendances récurrentes** à l'échelle des cinq **sites comme l'importance des arbres de haute tige matures préservés** pour la présence et la variété avifaune en particulier. C'est le cas sur le grand ensemble d'Ancely aux abords du Touch et sur l'ancien parc alors qu'à l'inverse, sur le lotissement des Castors, leur quasi absence dès l'origine en font un site délaissé par certaines espèces forestières. Les « **discontinuités historiques** » **se sont par exemple avérées limitantes**, notamment lors de la transformation d'un site. C'est le cas du site de Vidailhan où l'héritage du parcellaire agricole, et ses trames bocagères transparaissent peu dans le nouvel écoquar-

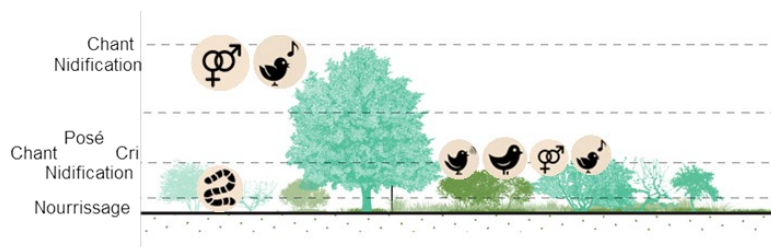
tier, diminuant aujourd'hui l'accueil d'espèces d'oiseaux affectionnant les milieux agricoles. Les **pratiques de gestion**, abordées notamment à partir de photographies anciennes et de témoignages d'habitants, peuvent être un facteur impactant la biodiversité du site. Là encore, les évolutions dans le temps ont pu engendrer des gestions différenciées, qui atténuent ou renforcent l'effet « site » ou le modèle initial.

L'attractivité des formes végétales vis-à-vis de l'avifaune, une influence conjointe du site et du modèle

Les résultats de notre recherche montrent que **deux échelles de formes végétales** sont à considérer dans l'appréhension de l'attractivité avifaune au sein des tissus résidentiels, celle relevant de l'architecture du bâtiment, **forme végétale associée à la forme architecturale**, et celle du secteur urbain comme **mosaïque de formes végétales en lien avec la trame bâtie**. Plusieurs paramètres relevant du modèle urbain et du site sont susceptibles d'influencer l'attractivité de ces formes végétales vis-à-vis de l'avifaune.

L'**architecture végétale**, et plus largement la **figure pluristratifiée du « complexe arbre »** a montré toute son importance dans l'accueil fonctionnel de l'avifaune au sein des tissus d'habitats résidentiels. Cette figure végétale a déjà été plébiscitée au regard de son rôle écologique (dispersion végétale) dans l'espace public via le **modèle « pied d'arbre »** (Mona et al., 2018). Mais elle pourrait être davantage bénéfique à l'avifaune si elle était renforcée architecturalement en associant à l'arbre une strate arbuscative et en donnant à sa base une étendue plus importante. **La maturité et le dimensionnement des formes végétales** sont également des facteurs à ne pas négliger dans la forme urbaine résidentielle. Nous revenons ici sur la présence **d'arbres de haute tige**, et notamment de **vieux arbres** qui doivent être maintenus et conservés au cours de la transformation urbaine car ils possèdent des cavités propices à l'accueil des oiseaux cavicoles. Une ramure de grande envergure, solide avec de larges houppiers offre des potentiels d'implantation de sites de nidification mais aussi de sites d'observation utiles pour les oiseaux en période de reproduction. Il est aussi important de mélanger les essences arborées qui permettent de satisfaire les exigences écologiques d'une diversité d'oiseaux.

Figure 69 : Le complexe arbre, accueil majoritaire de l'avifaune, Equipe MorphobioT, 2023.



Au-delà de cette architecture végétale, nous avons pu observer par le biais de nos cinq modèles urbains l'**influence du parcellaire** sur la structure de la forme végétale :

- **La superficie de la parcelle** joue un rôle sur l'**étendue de la forme végétale**, et donc sur la superficie du couvert végétal disponible. Le modèle lotissement de la Cité Castors nous a montré qu'une superficie minimale est nécessaire (superficie >400m²) pour pouvoir accueillir de grands arbres et donc potentiellement des oiseaux forestiers. La large étendue végétale proposée par le modèle grand ensemble a validé l'intérêt de privilégier une telle superficie pour être attractif vis-à-vis de l'avifaune. Ceci s'inscrit pleinement dans les résultats des recherches sur la forme urbaine montrant l'**importance de grandes surfaces végétalisées** comme garantie d'une richesse en oiseaux.

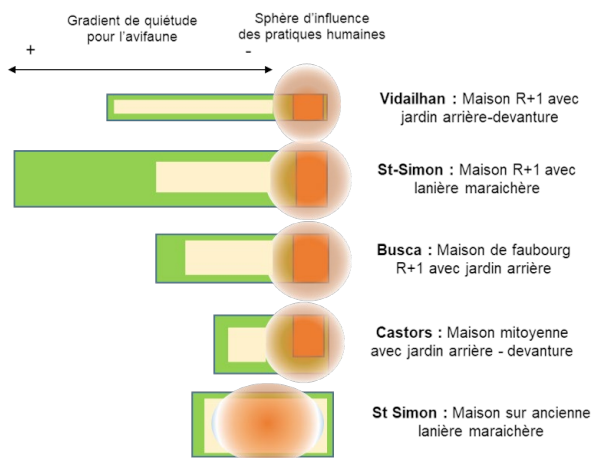
- **L'implantation du bâti** sur la parcelle est également un autre paramètre influent. Nous avons pu voir dans le modèle faubourg et le modèle rural qu'il jouait un rôle non négligeable dans la répartition du végétal mais aussi vis-à-vis de la **répartition des pratiques habitantes** en lien avec le bâti et l'espace extérieur. Une implantation en front de parcelle permet de garder une sphère d'usages à proximité de l'habitation et donc de limiter le dérangement des oiseaux présents dans les formes végétales situées à l'arrière du jardin. Le modèle pavillonnaire privilégiant une implantation du bâti en cœur de parcelle est plus défavorable à l'accueil des oiseaux. Ces résultats vont dans le sens des travaux soulignant l'intérêt des maisons de ville mitoyenne alignées en bande sur rue avec jardin à l'arrière.

- **La forme de la parcelle** est également importante à considérer notamment dans des modèles urbains privilégiant l'habitat individuel. **Le rapport longueur/largeur de la parcelle** conditionne la proportion qui est donnée au cœur de parcelle, c'est-à-dire à l'**espace ouvert**, généralement

représentée par une étendue herbacée, lieu de nourrissage des oiseaux granivore et insectivore, et **la clôture**. Nous avons pu voir que les parcelles étirées en longueur (cas du modèle rural, ou encore du modèle faubourg) sont intéressantes car elles offrent graduellement du début au fond de la parcelle une diversité de formes végétales et d'usages susceptibles de répondre à une diversité de comportements d'oiseaux vis-à-vis du végétal et de l'humain. Les **haies** en clôture sont aussi à privilégier car elles apportent des possibilités de nichage, de cache et de nourrissage pour l'avifaune. Les murs peuvent être intéressants à partir du moment où des plantes grimpantes y sont associées. Elles y accueillent de nombreux insectes, très prisés des oiseaux insectivores.

Figure 70 : Forme du parcellaire, sphère d'usages et gradient de quiétude, Equipe MorphobioT, 2023.

Penser le rapport entre forme de la parcelle - forme du bâti



La recherche nous a amenés également à identifier **l'importance de la composition de la forme urbaine résidentielle** pour l'accueil de la biodiversité. La diversité des typologies « bâti-végétal » est garante d'une mosaïque de milieux offertes pour l'avifaune. Aussi, l'hétérogénéité de la mosaïque des formes végétales est capitale (limites du modèle lotissement). Il est aussi important de privilégier **des formes « bâti-végétal » qui soient complémentaires au sein d'une même forme résidentielle**, assurant à l'échelle du secteur urbain une diversité de strates, de grandes étendues végétales, **de formes végétales spontanées** en dialogue avec les formes végétales plus jardinées. En effet, peu de formes urbaines résidentielles laissent place à des formes végétales spontanées, en libre évolution (excepté quelques formes identifiées dans l'écoquartier). Ces formes végétales sont essentielles car elles présentent des caractéristiques d'organisation et de composition à même de satisfaire une avifaune locale. Elles peuvent aussi constituer des **zones de quiétude pour l'avifaune, souvent déficitaire dans les tissus résidentiels**. Les oiseaux sont plus ou moins sensibles à la présence humaine. Il est donc important de penser des situations relationnelles qui privilégient parfois l'éloignement avifaune vis-à-vis des usages humains, notamment au regard de l'espace viaire et de loisirs (cas du modèle grand ensemble et du modèle écoquartier) constitutif des tissus résidentiels.

Des pratiques habitantes pouvant affaiblir l'attractivité avifaune

Nous avons pu voir **dans l'habitat individuel** (constitutif de plusieurs de nos tissus résidentiels) et plus précisément dans les jardins comment les pratiques habitantes pouvaient générer **au cours du temps une imperméabilisation des sols** par ajout de dalle, de terrasse, de piscine, d'abri, de cabanon, qui progressivement conduisent à une diminution des surfaces perméables et de la strate herbacée, essentielle pour le nourrissage de l'avifaune. Cette dynamique d'**anthropisation domestique** altère au cours du temps les potentialités d'accueil de la biodiversité au sein des jardins. Ceci rejoint les travaux de (Van Heezik & Adams, 2016) qui notent l'importance de conserver des parcelles non imperméabilisées dans les quartiers résidentiels de Nouvelle Zélande et des jardins de proximité pour la préservation de la diversité d'espèces d'oiseaux. Les **pratiques de végétalisation** des habitants peuvent également amoindrir l'attractivité des formes végétales pour l'avifaune car elles sont en grande partie orientées pour satisfaire des besoins humains d'ordre esthétique ou de praticité au regard des usages de la vie quotidienne. Toutefois, n'oublions

pas qu'elles peuvent être pensées en faveur des oiseaux notamment en incitant les habitants à avoir une attention aux choix des espèces végétales qu'ils plantent comme ressources pour les oiseaux. Dans la continuité, les **pratiques de taille** sont trop souvent en défaveur de l'accueil avifaune : des tontes excessivement rases des étendues herbacées, des tailles sévères d'arbustes ou alors de coupes drastiques de grands arbres qui dégradent les fonctionnalités écologiques des formes végétales (réduction de la ressource alimentaire, impossibilité de nicher, de se cacher...). Il est donc important de dés-intensifier les modes de gestion, de passer à des gestions alternatives en passant par de la sensibilisation au sein des quartiers résidentiels et ce d'autant plus que le lien entre biodiversité et bien-être des citoyens est particulièrement fort avec les oiseaux, ces derniers constituant parfois la principale connexion du grand public avec la nature (Cameron et al., 2020). Une meilleure expression des formes végétales jardinées augmentera sans aucun doute les potentialités d'accueil avifaune dans les formes urbaines résidentielles.

L'enveloppe architecturale, comme potentiel d'attractivité pour l'avifaune

Si les travaux de recherche antérieurs sur l'avifaune en ville, ont montré que les oiseaux étaient **sensibles à de grandes entités paysagères**, comme cela a pu être démontré dans la ville de Marseille (Barthelemy, 2015), notre recherche nous a amenés à voir que ceux-ci pouvaient être sensibles à la composition et à la configuration d'un quartier d'habitat. Ainsi, **l'échelle urbaine dans laquelle vient s'imbriquer chaque quartier** et les éléments qui le constituent sont tout aussi importants pour favoriser une fonctionnalité écologique globale (Korányi et al. 2021). Notre recherche en s'attachant aussi à l'échelle du bâtiment et à ses caractéristiques permet de **rediscuter de la place de l'enveloppe architecturale dans les potentiels d'attractivité** au regard de l'avifaune.

Le potentiel d'accueil sur les formes bâties dépend dans nos résultats de la hauteur du toit, des balcons en présence, mais aussi des façades et leur rugosité, anfractuosités et en relation avec l'interaction habitante. Il offre pour certaines espèces des possibilités de nidification, des lieux en sécurité pour se nourrir et se reposer. Le **bâti agit ainsi comme un complément d'habitat**, en offrant de nouvelles niches écologiques que certaines espèces sont capables d'exploiter. Aussi conserver les anfractuosités de bâtiments, intégrer des installations favorisant la nidification lors de la construction, ou encore éviter les surfaces trop lisses sur le bâti

peuvent amener à concilier biodiversité et bâti¹⁰. Alors qu'émergent des formations sur l'intégration de l'avifaune dans les projets architecturaux à l'intention des concepteurs¹¹, des recherches explorent le concept de « **conception multi-espèces** » en architecture en se concentrant sur l'échelle du bâtiment (Grobman et al., 2023). L'objectif de ces recherches est l'intégration des connaissances écologiques dans la conception architecturale. Elles prennent la suite de recherches déjà publiées sur des solutions telles que les toits et les murs végétalisés, l'utilisation de systèmes botaniques dans des contextes architecturaux pour atténuer l'impact des bâtiments sur l'environnement, en mettant l'accent sur l'amélioration de l'isolation thermique et l'atténuation des effets d'îlots de chaleur, et la contribution à la prévention des inondations par la rétention des eaux de pluie. Des recherches plus récentes ciblent le développement de systèmes d'enveloppes architecturales adaptés aux espèces animales dépendantes des cavités (Larikova et al., 2022). Plusieurs prototypes d'**enveloppes et de façades architecturales accueillantes pour les plantes et les insectes, ou « multi-espèces »**, sont actuellement testées par des agences d'architecture, telles que Bureau Happold¹², l'agence Chartier Dalix (ChartierDalix, 2019) ou encore l'agence Animal-Aided Design (Apfelbeck et al., 2019), alors que de plus en plus de recherches sont publiées sur le bénéfice des systèmes verticaux et horizontaux de végétalisation des enveloppes architecturales pour la biodiversité (Lagurgue, 2023). Ceci étant dit, peu de résultats scientifiques sont avérés à ce jour sur la véritable efficacité de ces systèmes. Pour que la forme architecturale puisse contribuer à un véritable « effet modèle » escompté, force est de constater le besoin de développer les connaissances écologiques nécessaires à l'échelle du bâtiment pour soutenir la mise en œuvre de ces solutions intégrées.

10 Natureparif. 2012. Bâtir en favorisant la biodiversité: Un guide collectif à l'usage des professionnels publics et privés de la filière du bâtiment. Édité par Liliane Pays. Paris: Natureparif : Victoires éditions.

LPO PACA. 2017. « Sélection de guides utiles ». LPO PACA - Ligue pour la Protection des Oiseaux. 2017. <https://paca.lpo.fr/protection/biodiversite-et-bati/guides-techniques>.

11 Voir le Webinaire accessible en ligne de Juin 2024 par Ilot Formation : <https://www.youtube.com/watch?v=nQ2ofpv1awk>

12 Voir : <https://cookfox.com/news/cookfox-and-buro-happold-acaw>, consulté le 15 juillet 2024.

FORMES BÂTI-VÉGÉTAL À DIVERSES ÉCHELLES COMME NOUVELLE UNITÉ DE CONCEPTION, ENTRE ARCHITECTURE ET QUARTIER

Un des objectifs de la recherche MorphobioT était d'élaborer une vision intégrative de la forme urbaine, dans sa dimension systémique, ceci dans un objectif d'une meilleure prise en compte du vivant dans le processus de conception des formes urbaines résidentielles. La question de la prise en compte du vivant dans le processus de conception amène à **rediscuter des outils traditionnels de la fabrique** de la ville, afin d'imaginer des manières de faire plus intégratives.

Définir cette nouvelle unité de conception autour de situations relationnelles entre architecture et quartier

Si les conceptions de projets urbains et paysagers, au sein d'équipes pluridisciplinaires, abordent aujourd'hui les liens indéniables entre organisation spatiale des constructions et des espaces de nature, des continuités écologiques à renforcer ou créer, des sols à préserver, notre recherche a montré comment **amplifier la capacité à dialoguer** entre les acteurs de la conception architecturale et paysagère et les écologues, mais aussi les naturalistes ou les historiens (Morin et al., 2016). Nous avons vu que le dialogue pluri, voire interdisciplinaire est crucial, et qu'il passe par des moments communs, des représentations partagées et l'invention de supports et de vocabulaires communs.

L'apport de la culture de projet a été essentiel dans la démarche de recherche, autant pour la mobilisation des outils du concepteur au cœur du processus de recherche que dans la manière de penser la dimension opérationnelle des résultats de recherche. Comment concevoir des architectures vivantes, dynamiques ? Comment réinterroger la réflexion à l'échelle du bâtiment et de la forme urbaine, qui serait plus en lien avec les milieux, les paysages et le vivant ? Comment repenser la conception à l'aune d'une meilleure capacitation du maintien de la biodiversité, et notamment de l'avifaune ? **Comment fait-on évoluer la conception pour mieux prendre en compte le vivant ?**

Nous pensons qu'il faut **rediscuter l'unité même de conception** architecturale, de la ville et du paysage, pour la faire évoluer. Nous avons choisi de mettre en avant un type d'alliance de proximité entre forme bâtie et forme végétale, permettant de penser conjointement le vis-à-vis et le voisinage, dans la perspective d'un dialogue fructueux. D'un point de vue des sciences de la conception, cela permet d'envisager des formes et processus de projet favorisant l'articulation et les dynamiques temporelles

entre architecture et milieux. D'un point de vue des sciences écologiques, il s'agit de considérer le végétal avec le bâti et dans leurs interrelations fonctionnelles comme générateur de milieu de vie, ici avec l'avifaune. Cette typologie intermédiaire entre tissu urbain, parcellaire et bâti, focalisée sur la relation entre architecture et milieux proches, permet ainsi de mieux comprendre et exprimer les caractères relationnels et leur particularité entre bâtiments et biodiversité locale, intégrant l'avifaune. Ainsi la recherche aboutit à l'idée d'une **nouvelle unité de conception « bâti-végétal »**.

Repenser une démarche de conception autour du rapport bâti-végétal. De la situation relationnelle à un savoir transférable pour le projet

Mettre en projet l'unité « bâti-végétal »

Nous avons produit une **connaissance située** unique à travers l'analyse de cinq études de cas dans cinq contextes urbains différents. Cependant, notre objectif était de dépasser l'étude de cas pour donner du sens à une analyse systémique, de dépasser la connaissance située pour produire de la **connaissance transférable**, en utilisant des représentations interdisciplinaires, en articulation avec une culture de la conception et du projet. L'unité de conception « bâti-végétal » proposée dans cette recherche associe, dès l'émergence d'une transformation spatiale envisagée, les typologies bâties avec les typologies végétales, dans le but **d'amplifier les situations relationnelles de projet** propices à l'avifaune. La mise en projet de notre proposition d'unité de conception « bâti-végétal » implique donc le passage d'une posture de recherche-action à une posture opérationnelle de projet, le passage d'un savoir situé autour de nos cas d'étude urbains à un savoir transférable pour le projet. Ce qui correspond au « moment de transfert » produisant des résultats réutilisables et des connaissances applicables, et ceci dans les approches de recherche par le projet, ou **design research**, utilise les outils de conception ou les approches de conception pour répondre à une question de recherche (Prominski & von Seggern, 2019).

Dans la mise en projet de notre recherche, **l'élaboration de représentations graphiques** communes comme démarche inductive a joué un rôle central. Notre méthode de recherche a utilisé la représentation graphique pour trois objectifs différents et simultanés décrits par Besse (2020) : (1) la distanciation par rapport aux phénomènes observés, lorsque nous avons cartographié toutes les données collectées, (2) le suivi objectif et systématique des phénomènes, lorsque nous avons mené des enquêtes et des analyses statistiques et (3) enfin ce que l'auteur appelle les « variations »

comme les ensembles d'interprétations et de scénarios projectifs qui découlent de toute représentation subjective, lorsque nous avons travaillé sur des « situations » dans un continuum paysager. A partir d'une approche analytique englobant une grande quantité de données, nous avons fini par travailler sur des « situations » relationnelles favorables. Cette discussion entre projet et recherche, entre grande échelle et échelle locale, entre savoir situé et spécifique et savoir transférable et reproductible, est caractéristique des **démarches inductives de production de savoir**.

Il a donc été possible d'établir un catalogue des 17 cas d'unité bâti-végétal identifiée dans la recherche (la typologie « cimetière » a été supprimée), et qui pourrait constituer un point de départ pour un corpus transférable de la recherche au projet. Ces typologies formelles, pourront servir à la recherche comme au projet architectural, urbain et paysager. En illustrant une série d'unités de conception « bâti-végétal », l'idée est d'encourager le concepteur à **repenser sa démarche de projet** dans une perspective de refaire la ville sur elle-même, d'améliorer une situation existante, de partir du déjà-là. Cette unité serait le maillon capable **d'articuler les conditions nécessaires pour penser un quartier « biodiversitaire »**. Elle constitue un outil pour le « transfert » de la connaissance établie par la recherche vers le projet.

Figure 71 : tableau récapitulatif des typologies établies dans la recherche, Equipe MorphobioT, 2023.

Tissu urbain	Nom complet typologie (typologies avec résultats significatifs en gras)
Ancely (5 typologies)	Immeuble face à la ripisylve Parc boisé public entouré d'immeubles Parvis végétal en entrée d'immeuble Stationnements résidentiels plantés Massif végétal en pied d'immeuble
Saint-Simon (3 typologies)	Maisons sur rue avec lanière maraîchère Nouveaux lotissements sur lanières maraîchères
Busca (4 typologies)	Axe majeur végétalisé de voirie Immeubles collectifs sur dalle végétalisée ou avec stationnements Maison de faubourg avec son jardin Résidence implantée en milieu de parcelle avec un ourlet boisé
Castors (1 typologie)	Maisons jumelées alternées
Vidailhan (5 typologies)	Coeur d'ilot jardiné Double bande d'habitations en bord de bois Habitations sur voie en lisière de quartier Immeubles sur espace public Immeubles sur voie verte

Une fois les motifs et relations bâti-végétal mis en évidence, il nous paraît important de synthétiser les conditions de la projection opérationnelle de ces unités dans les paragraphes suivants. Les thématiques transversales abordées dans la partie descriptive de notre recherche, et nécessitant un relevé fin, se retrouveraient transférées dans la démarche de projet (héritages, temporalités des écosystèmes, rapports de proximité). Considérer ces caractères en amont du projet est une force de proposition pour la transformation. Sans viser une unité de conception « idéale », ces conditions méritent d'être précisées pour la prise en compte d'une nouvelle unité de conception « bâti-végétal » afin d'amplifier les facteurs générateurs de biodiversité dans les tissus résidentiels.

L'unité « bâti-végétal » comme révélatrice d'une épaisseur historique, de traces génératrices de biodiversité à travers un diagnostic fin quartier-centré

La composition d'unités « bâti-végétal » se construit à partir du déjà-là. Un diagnostic fin, quartier-centré, est essentiel dans l'approche préalable d'une transformation spatiale afin d'identifier les potentialités écologiques portés par l'héritage du site pour **s'assurer d'une continuité spatiale et temporelle du vivant**. Les traces héritées génératrices de biodiversité, comme les strates de végétation mature, les reliques de haies bocagères, ou de zones humides souterraines, mais aussi les typologies architecturales altérées offrant des cavités, des niches possibles, sont autant d'éléments auquel articuler l'émergence d'unités de conception. Lors de la composition de ces unités de conception, l'articulation entre le bâti et le végétal se fera dans le respect de ces traces préexistantes. Les cas de Ancely, Saint-Simon et Busca illustrent particulièrement cette dimension. Le catalogue des typologies montre clairement la présence d'un héritage végétal mature qui a perduré même au cours de la transformation du site. Cela sous-entend l'intégration et le respect à part entière de la trame végétale préexistante dans la composition urbaine (cas Ancely) ou une transformation progressive des tissus qui se fait dans un respect relatif des éléments matures de végétation (cas Saint-Simon et Busca). Dans le cas Vidailhan et Castors, le catalogue illustre l'absence d'un héritage végétal mature, soit parce que la transformation n'a pas permis de conserver toute la couche historique (Vidailhan) soit parce qu'il n'y avait pas de trace préexistante (Castors).

Inscrire l'unité « bâti-végétal » dans son paysage à l'articulation entre les échelles fonctionnelles de l'habiter résidentiel et le quartier relais d'une biodiversité territoriale

Du point de vue **transcalaire**, cette nouvelle unité nous amène à re-questionner les échelles de l'habitat humain et non humain. Cette unité trouve

sa place entre le maillon hyper-local habité et domestique et la grande échelle dans sa connexion au maillage écologique fonctionnel métropolitain. Il est donc essentiel de **conduire un diagnostic fin de l'emboîtement des potentialités écologiques à plusieurs échelles**, du micro au macro, celle du bâtiment, de la parcelle, du quartier, du contexte urbain et des continuités structurantes à plus grande échelle, afin d'inscrire les unités de conception bâti-végétal dans un maillage. L'outil « Potentialités écologiques » développé par l'Agence d'Urbanisme pourra être utile pour la connaissance aux échelles territoriales et du quartier. Le diagnostic sera agrémenté de relevés naturalistes. Les unités « bâti-végétal » prennent en compte ces potentialités pour les augmenter autour de micro-écologies, de zones nodales, ou encore de continuités à conserver dans le quartier. Notre plus bel exemple est Ancely, dont la composition s'insère à la confluence de deux corridors verts majeurs métropolitains et qui rend d'un rapport au site dans sa topographie, ses gabarits et ouvertures permises.

Co-penser la diversité des formes végétales et architecturales au prisme de l'unité de conception « bâti-végétal »

Les espaces « biodiversitaires » peuvent amener des bénéfices minimum et nécessaires si l'on prend soin de maximiser et/ou de protéger ces espaces. Du point de vue de la **mosaïque de formes végétales** en lien avec la trame bâtie, il est donc important de composer l'articulation bâti-végétal en respectant une surface minimale ouverte et non bâtie, en jouant sur des limites poreuses végétalisées et une implantation parcellaire conservatrice de cœurs d'arrière jardins et de continuités végétalisées transversantes. Notons ainsi que les typologies « bâti-végétal » les plus favorables relèvent toutes du quartier d'Ancely, et présentent majoritairement un rapport entre une façade bâtie et un espace ouvert avec une envergure importante, que ce soit pour l'espace ouvert boisé, la ripisylve, les stationnements ou les parvis (eux même en rapport avec l'espace ouvert boisé). Ceci pose la question de la **mutation des tissus** résidentiels et une éventuelle dé-densification et désaturation des tissus à envisager, voire de désaménagement, question directement liée à la réflexion du Zéro Artificialisation Nette, pour repenser la place des espaces de nature en ville. Aux abords du bâtiment, l'unité formelle de conception doit permettre de composer une gradation des usages humains et des habitats possibles avifaune entre le bâti et le végétal. **La diversité et la complémentarité des unités de conception « bâti-végétal »** est cruciale. L'unité bâti-végétal doit aussi permettre une hétérogénéité de la mosaïque des formes végétales, entre une pluri-stratification, une maturité, les formes spontanées, la diversité biologique. Le maître mot est donc ici la diversité, la complexité pour régir l'interpénétration du bâti et du végétal tout en s'assurant que

certaines parties ne restent que bâties et d'autres que végétales. Saint-Simon et Busca illustrent bien ce concept de mosaïque et de conservation de cœurs et lanières vertes et cette intrication plurielle.

L'unité « bâti-végétal » au prisme de la différenciation des usages de leur impact sur l'avifaune

La biodiversité dépend aussi des pratiques habitantes d'appropriation (jardinage, gestion, entretien des strates bâties. Or ces usages habitants, ou ces ensembles d'usages sont partiellement renseignés par la forme bâtie : à l'espace du pavillonnaire et à celui du grand ensemble correspondent des pratiques habitantes différenciées. Même si le sujet n'est pas au cœur de notre recherche, nous avons été largement interpellés à ce sujet. Nous sommes partis du principe que l'effet site sous-entend la prise en compte de cette dimension. Des chercheurs ont exploré l'utilité du **diagnostic des valeurs d'usage** (Issot, 2023) pour recenser les compétences de chaque habitant, fondée l'expérience du lieu, et ses actions réalisées sur l'espace. Dans cette approche, les **micro-situations d'usages** traduisent le lien entre immeubles et abords à travers des relevés de situations particulières (plantations, stationnements, regroupement, passage le long des immeubles, extension d'usages sur l'espace extérieur...). L'unité de conception « bâti-végétal » amènerait donc à intégrer et amplifier ces **micro-situations habitées** si elles sont bénéfiques. Ces unités s'inscrivent dans un **continuum habité et relationnel entre milieux, formes paysagères et usages**. A cela s'ajoutent les régimes de gestion des espaces ouverts qui entrent aussi en jeu lorsqu'il s'agit de penser des unités « bâti-végétal » favorable à l'avifaune. Ils demandent d'être intégrés dès l'amont pour recommander des **régimes d'entretien différenciés**. Le relevé habité et le diagnostic d'usages sont donc essentiels dans une perspective de construire la ville sur la ville et dans la perspective de mieux composer ce lien bâti-végétal-usage. Toutes les typologies « bâti-végétal » illustrent cet aspect.

Une nouvelle unité « bâti-végétal » habitée : entre architecture hôte et intimités domestiques

La recherche MorphobioT a montré que certains espaces extérieurs constituent une extension de l'espace habité, une pièce supplémentaire extérieure dans laquelle on développe une **relation d'interaction sensible à la biodiversité du quotidien**. La réflexion autour d'une nouvelle unité de conception « bâti-végétal » propice à un tissu plus accueillant pour l'avifaune pose la question de la lisière entre le domestique, le contrôlé, le bâti et l'ouvert, le vivant, l'extérieur. Comment cette biodiversité au contact direct est-elle appréhendée par l'humain ? Cette coexistence est-elle souhaitée ? Il existe un corpus important de recherches visant à

empêcher les animaux et les plantes, parfois perçues comme nuisibles, de peupler et d'utiliser les bâtiments (prévention de la nidification des oiseaux, rongeurs, danger potentiel pour le bâtiment ou la santé humaine, dommages causés au bâtiment). Peu d'études dans le domaine de l'architecture traitent de l'intégration délibérée et bénéfique de la faune dans les structures. Il a cependant été démontré que les réactions positives des humains à l'égard des animaux et des plantes et leurs interactions peuvent contribuer de manière significative à l'amélioration du bien-être et de la qualité de vie en général, ceci du point de vue de l'humain. L'importance de maintenir un équilibre complexe entre l'humain et l'animal à travers l'enveloppe bâti-végétal des milieux urbains habités est encore peu explorée en recherche. Des recherches en architecture émergent sur les bienfaits du végétal, de l'animal et sur la **relation interspécifique esthétique et sensible**, celles-ci restant très dépendantes de la perception et des pratiques culturelles (Bello-Marciano et al., 2022; Devesa, 2021; Yudina, 2017). Cette question, trop complexe pour être traitée ici, appelle cependant à être prudent lors de la conception d'unité bâti-végétal qui devra prendre en compte les perceptions et appréhensions habitantes vis-à-vis d'un contact sensible à une biodiversité du quotidien. Les cas de rapprochement du bâti et du végétal sont particulièrement interpellant pour le Busca qui présente un contexte contraint et de cohabitation rapprochée résultant de l'insertion d'un bâti dans un contexte végétalisé préexistant, alors que ces mêmes cas de cohabitations sont composés dans le nouvel écoquartier de Vidailhan (grillage pour grimpantes en façade, plantations rapprochées en pied d'immeuble ...).

CONCLUSION

Le projet de recherche MorphoBioT « Formes urbaines et MORPHologie végétales en ville pour la BIODiversité : le cas de la ville de Toulouse » a souhaité réfléchir, sur une durée de trois ans, aux liens existants entre **les formes urbaines résidentielles constitutives de la ville et la diversité des formes végétales et ornithologiques qui co-existent avec elles**. L'objectif de cette recherche était de comprendre, à travers un panel de formes urbaines reflétant une époque particulière et une manière de concevoir la relation ville-nature à travers l'histoire de l'urbanisme, leur capacité à accueillir et à maintenir une biodiversité en milieu urbain, en lien avec des continuités écologiques plus larges. Il s'agissait dès lors de produire un regard nouveau s'intéressant au mouvement et à la systémique de la relation entre vivant et tissus urbains résidentiels, pour envisager une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les processus de réhabilitation ou de construction de ces formes, dans un contexte de renouvellement de la ville sur elle-même.

Cette réflexion a rassemblé **une équipe de recherche « élargie » venant des sciences de l'aménagement et des sciences du vivant**, animée par une posture commune de regard renouvelé sur la forme, par un jeu de décentrement respectif mais aussi d'ouverture et de dialogue pour réinterroger les formes urbaines résidentielles explorées au regard de la biodiversité. L'équipe a étudié la relation existant entre la forme bâtie et la forme végétale de cinq tissus d'habitat résidentiel issus de modèles urbains de différentes époques sur la métropole Toulousaine, témoins de modes de conception et de productions liés à des alliances aux qualités potentielles entre constructions et végétations (Faubourg XIX^e, zone pavillonnaire, grand ensemble, cité jardin ouvrière, écoquartier).

Plusieurs résultats peuvent être mis en avant.

Le premier résultat relève de la **méthodologie elle-même de recherche** mise en place. Cette démarche, inductive et interdisciplinaire a mobilisé des dispositifs comme le dessin comme outil d'investigation et l'élaboration de représentations graphiques sensibles communes comme outil de dialogue. Ces outils nous ont permis de rassembler les données, de formuler des hypothèses et de tester des situations. Les résultats graphiques sont transcalaires, du 50 000^e au 250^e, depuis l'échelle métropolitaine, en passant par l'échelle quartier et l'échelle de la parcelle et architecturale. Les modes de représentations varient entre la cartographie, le plan, l'axonométrie, le diagramme, l'index photographique et la coupe. Cette dernière est approfondie jusqu'à un résultat final (uniquement réalisé sur le quartier le plus probant, Ancely) à travers une coupe systémique donnant à voir, au 250^e, les formes bâties, les formes végétales et groupes et comportements d'oiseaux associés dans une même dynamique et autour

de situations relationnelles favorables pour l'avifaune. Ceci a également facilité leur mise en discussion avec les acteurs de l'aménagement, les habitants et associations des quartiers lors d'ateliers qui ont ponctué l'avancée de la recherche.

Un deuxième résultat concerne la **capacité d'accueil et de maintien de l'avifaune au regard de l'architecture végétale et bâtie**, quel que soit le quartier considéré. Nous avons travaillé avec des ornithologues par strates végétales et composants du bâti. Les mesures ornithologiques ont mis en avant 51 espèces observées, tous sites confondus. Il s'agit dans l'ordre d'importance de cortèges liés aux milieux anthropiques, puis liés aux milieux forestiers, aux milieux agricoles et enfin les espèces des milieux humides. Parmi les quatre strates de végétation (arborée, arbustive, buissonnante, herbacée), les quelques résultats significatifs montrent une préférence générale pour les strates hautes pour les comportements reproductifs, tels que le chant et la nidification (arbres, arbustes). La strate herbacée est utilisée principalement, et parfois uniquement, pour le nourrissage, pas du tout pour le chant. La strate buissonnante est la moins utilisée. La strate arbustive est très utilisée, pour tous types de comportements et notamment la reproduction : chant, nidification. L'enveloppe architecturale et l'environnement bâti peuvent être considérés comme hôte pour l'avifaune à plusieurs égards : les toits sont utilisés pour se poser et crier. Le sol est utilisé la plupart du temps pour le nourrissage. Une dimension à explorer pour de futures recherches.

Un troisième résultat concerne la **capacité d'accueil et de maintien de l'avifaune pour chaque tissu résidentiel**. Le classement des sites du plus fort enjeu avifaune au moins fort est le suivant : Ancely, Saint-Simon, Busca, Castors, Vidailhan. La capacité d'accueil et de maintien de l'avifaune du grand ensemble « boisé » d'Ancely est plus importante que celles des autres tissus étudiés. C'est le quartier qui présente la richesse avifaune la plus importante et le seul qui présente des résultats significatifs corrélant typologies de formes urbaines et comportements avifaune. Les différences de résultats obtenus en fonction des tissus urbains ne sont pas corrélées uniquement aux modèles urbains étudiés uniquement. En effet, l'« effet modèle », compris comme l'ensemble des caractéristiques propres au modèle urbain ville-nature étudié (principes de composition, plan d'organisation, gabarits architecturaux, typologies d'habitat, etc.) se combine à l'« effet site », compris comme les caractéristiques du contexte (connexions aux continuités écologiques métropolitaines, qualité propre du site, altération du site dans le temps, appropriation habitante, évolution des milieux) pour influencer l'attractivité avifaune. Il faut en effet nécessairement prendre en compte le contexte du site, ou « effet site », pour

expliquer les résultats obtenus. Le cas du grand ensemble d'Ancely illustre l'amplification d'un effet modèle, favorable par l'espace ouvert boisé du grand ensemble des années soixante, par un effet site, favorable grâce à son positionnement à la confluence entre deux corridors écologiques métropolitains, ce qui donne les meilleurs résultats avifaune. Ce « grand ensemble forestier » permet de questionner la patrimonialisation des grands ensembles « biodiversifiés » au titre de « patrimoine de nature », dans la fabrique de la ville contemporaine.

Chacun pour des raisons différentes, les quatre autres tissus n'ont pas montré de qualités significatives d'attractivité et de maintien de l'avifaune. Le quartier pavillonnaire de Saint-Simon illustre la mutation progressive d'un parcellaire agricole maraîcher vers un parcellaire résidentiel de maison individuelle ou lotissement. Son hétérogénéité architecturale et la porosité des clôtures et formes végétales en fait un paysage ouvert hybride, perméable, dont l'héritage maraîcher et bocager de site semi-rural maintient des qualités d'attractivité avifaune inhérentes au tissu. La recommandation pour ce site est donc de penser une densification raisonnée pour protéger un bocage pavillonnaire « biodiversitaire » et (encore) propice à l'avifaune. Le tissu Faubourg XIX^e du Busca illustre le modèle urbain de la ville dense constituée en mutation progressive lente à travers des phénomènes de perméabilisation et densification. Alors que l'on aurait pu s'attendre à des mauvais résultats pour le faubourg dense et urbain du Busca, ses jardins multi-strates et les écosystèmes verticaux générés par une grande proximité entre les formes bâties et les sujets arborés matures constituent finalement une sorte de refuge calme et jardiné pour des oiseaux déjà présents dans le quartier grâce au corridor de la Garonne et du jardin des plantes à proximité. Des préconisations pour assurer la préservation de patrimoines arborés anciens et d'écosystèmes verticaux seraient à rechercher. La Cité Castors de Bagatelle illustre un tissu résidentiel de cité-jardin ouvrière de conception architecturale homogène et répétitive. L'effet modèle et l'effet site s'y combinent pour être défavorables à l'avifaune. Ce tissu reste peu attractif, comme pressenti, du fait de la petitesse des parcelles, d'un couvert végétal peu dense et peu connecté, et d'assez faible envergure, et sans relais de corridors de nature à proximité. L'idée serait donc de diversifier une forme trop homogène et jardinée par l'enrichissement l'apport de sujets arborés. Enfin, l'écoquartier Vidailhan illustre la forme résidentielle contemporaine de ZAC, un quartier durable affichant une stratégie biodiversité d'ensemble. Or ce site présente les résultats les moins bons, alors que l'on s'attendait à un quartier favorable. La faible continuité historique avec l'héritage rural du lieu, la fragmentation du tissu en lots, soumis chacun à leur propre régime de gestion, et le manque de maturité du tissu (seulement une dizaine d'année) se ressentent dans les résultats obtenus.

Un quatrième résultat de la recherche est la mise en avant, parmi les cinq modèles urbains, de typologies « bâti-végétal » formant des situations relationnelles plus ou moins favorables à l'avifaune. Leur exploration a été riche d'enseignements. A noter qu'il ne s'agit pas de formes bâti-végétal idéale pour l'accueil de la diversité ornithologique, mais des typologies d'alliance équilibrée entre végétal et formes urbaines, hôtes et opportunités pour le vivant, qui pourraient être préservées ou améliorées. Au total, nous avons mis en évidence **18 typologies de formes bâti-végétal** représentatives des modèles urbains étudiés et de leurs particularités morphologiques au regard de la relation ville-nature.

Les conditions de la projection opérationnelle et de la réalisation de **ces unités de conception « bâti-végétal »** favorables à l'avifaune ont été explorées, parmi celles-ci on retrouve : la préservation des héritages des patrimoines arborés, l'intégration des traces génératrices de biodiversité à travers un diagnostic fin, la prise en compte du quartier comme relais intermédiaire d'une biodiversité territoriale, des modes d'implantation du bâti et de forme parcellaire qui proposent des superficies végétales suffisantes à la coexistence, une diversité minimale de formes végétales multi-strates dans un rapport de proximité avec le bâti mais aussi à l'échelle de l'ensemble urbain. Nous pensons toutefois que cette forme « bâti-végétal » mérite d'être réinvestie à l'avenir dans d'autres recherches, continuant à éclairer la transformation de la ville sur la ville en faveur de la biodiversité.

BIBLIOGRAPHIE

Agence d'urbanisme de Tours (2020). *Atlas de la métropole nature pour végétaliser et désimperméabiliser la ville.*

Apfelbeck, B., Hauck, T. E., Jakoby, C., Piecha, J., Rogers, R., Schröder, A., & Weisser, W. W. (2019). *Animal-Aided Design in the living environment. Integrating the needs of animal species into the planning and design of urban open spaces.*

Barthelemy, E. (2015). *Atlas des oiseaux nicheurs de Marseille*: Delachaux et Niestlé.

Bello-Marcano, M., Celka, M., & Rollot, M. (2022). Contributions à une théorie architecturale interspécifique. *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère [Online] Online since 30 April 2022, connection on 18 July 2024, 14.*

Besse, J. M. (2020). La trajectoire des possibles. La question de la représentation. In A. De Biase & P. Chabart (Eds.), *Représenter : objets, outils, processus. Actes des 4èmes rencontres doctorales en architecture et paysage.* Paris: Editions de la Vilette. Etudes et recherche.

Bielher, A., Belmaaziz, M., Gasc, A.-V., & Steenhuyse, S. (2023). *Recherche et projet. Pour repenser l'enseignement et les pratiques de conception des espaces de vie.* Marseille: Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille.

Blancot, C. (2011). Situation et perspectives de la place de la nature à Paris. *Apur Atelier Parisien d'Urbanisme.*

Blaum, N., Mosner, E., Schwager, M., et Jeltsch, F. (2011). « How functional is functional? Ecological groupings in terrestrial animal ecology: towards an animal functional type approach ». *Biodiversity and Conservation* 20 (11): 2333-45.

Boutinet, J.-P. (1992). *Anthropologie du projet.* Paris: PUF.

Burel, F., & Baudry, J. (1999). *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications.* Paris: TEC & DOC.

Cameron, R. W. F., Brindley, P., Mears, M., McEwan, K., Ferguson, F., Sheffield, D., Richardson, M. (2020). Where the Wild Things Are! Do Urban Green Spaces with Greater Avian Biodiversity Promote More Positive Emotions in Humans ? *Urban Ecosystems*, 23, 301-317.

Campos-Silva, L. A., & Piratelli, A. J. (2021). Vegetation Structure Drives Taxonomic Diversity and Functional Traits of Birds in Urban Private Native Forest Fragments. *Urban Ecosystems*, 24(2), 375-390.

Chace, J. F., & Walsh, J. J. (2006). Urban Effects on Native Avifauna: A Review. *Landscape and Urban Planning*, 74(1), 46-69.

ChartierDalix. (2019). *Accueillir le vivant. L'architecture comme écosystème*. Paris Park Books.

Choay, F. (1965). L'urbanisme en question. In F. Choay (Ed.), *L'Urbanisme, utopies et réalités - Une Anthologie* Paris: Seuil.

Clergeau, P. (2020). *Urbanisme et biodiversité*: Editions Apogée.

Clergeau, P., Sauvage, A., Lemoine, A., Marchand, J.-P., Dubs, F., & Mennechez, G. (1997). Quels oiseaux dans la ville ? Une étude pluridisciplinaire d'un même gradient urbain. In *Les Annales de la recherche urbaine, Natures en villes* (Vol. 74, pp. 119-130).

Delbaere, D. (2021). *Altérations paysagères - Pour une théorie critique de l'espace public*. Marseille: Parenthèses

Deschamps-Cottin, M., Barthélémy, C., Bertaudière-Montès, V., Blight, O., Bossu, A., Consalès, J.-N., . . . Marco, A. (2013). Natures urbaines à Marseille : quels possibles pour une trame verte ? In P. Clergeau & N. Blanc (Eds.), *Trames vertes urbaines, de la recherche scientifique au projet urbain* (pp. 47-74). Paris: Editions le Moniteur.

Devesa, R. (2021). *Outdoor Domesticity. On the Relationships between Trees, Architecture and Inhabitants*. New York and Barcelona: Actar.

Diedrich, L. (2021). Translating Sites: a Plea for Radicant Design. In C. Burns & A. Kahn (Eds.), *Site matters. Strategies for Uncertainty Through Planning and Design* (2nd ed.). New York and London: Routledge.

Fléreau, M. (2020). Formes urbaines et biodiversité. Un état des connaissances. In P. Clergeau, H. Soubelet, & S. Carré (Eds.). Paris: Edition PUCA, Collection Réflexions en partage.

Frileux, P. (2013). *Le bocage pavillonnaire. Une ethnologie de la haie*. Paris: Seuil.

Garden, M. (2008). *Un historien dans la ville*. Paris: Éditions de la Maison des sciences de l'homme.

Garnier, C., & Legrand, P. (1997). Le cadastre vert®. Méthodologie, bilan d'une expérience et perspectives de recherches. Sauvages dans la ville. De l'inventaire naturaliste à l'écologie urbaine. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 39^e année, bulletin n°2, 373-393.

Girard, L., Ringon, C., & Leger-Smith, A. (2022). Du sol pour l'habitant au sol pour le vivant *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère [En ligne] mis en ligne le 21 novembre 2022*, 15.

Gregory, R. D., & van Strien, A. (2010). Wild Bird Indicators: Using Composite Population Trends of Birds as Measures of Environmental Health. *Ornithological Science*, 9(1), 3-22.

Grobman, Y. J., Weisser, W., Shwartz, A., Ludwig, F., Kozlovsky, R., Ferdman, A., . . . Windorfer, L. (2023). Architectural Multispecies Building Design: Concepts, Challenges, and Design Process. *Sustainability*, 15.

Goury, S. (2022). Rapport de stage. Morphobiot. Utilisation des formes urbaines par l'avifaune dans la ville de Toulouse. Stage de fin d'étude Master 2 Ecologie Ethologie, encadré par Jordan Perret et Fabien Claireau au sein du pôle RDI du bureau d'études Naturalia Environnement: Université Jean Monnet Saint Etienne.

Hallé, F. (2016). *Francis Hallé, 50 ans d'explorations et d'études botaniques en forêt tropicale*: Editions Museo.

Ibáñez-Álamo, J.D., Morelli, F., Benedetti, Y., Rubio, E., Jokimäki, J., Pérez-Contreras, T., Sprau, P., et al. 2020. « Biodiversity within the City: Effects of Land Sharing and Land Sparing Urban Development on Avian Diversity ». *Science of The Total Environment* 707 .

Issot, N. (2023). Vers une méthode de réhabilitation des grands ensembles plus respectueuse des habitants et des valeurs d'usages. Le cas d'Ancely, à Toulouse. *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère [En ligne] mis en ligne le 15 décembre 2023, consulté le 17 juillet 2024*, 19.

Jacquemet, G. (1975). Belleville aux XIXe et XXe siècles : une méthode d'analyse de la croissance urbaine à Paris. *Annales, Économies, Sociétés, Civilisations*.

Korányi, D., Gallé, R., Donkó, B., Chamberlain, D.E., et Batáry, P. (2021). « Urbanization Does Not Affect Green Space Bird Species Richness in a Mid-Sized City ». *Urban Ecosystems* 24 (4): 789-800.

Lagurque, X. (2020). Formes urbaines de végétalisation. In P. Clergeau (Ed.), *Urbanisme et biodiversité*: Editions Apogée.

Lagurque, X. (2023). *La végétalisation des façades. Architectures, esthétiques et écologies*. Rennes: Editions Apogée.

Larikova, I., Fleckenstein, J., Chokhachian, A., Auer, T., Weisser, W., & Dörfler, K. (2022). Additively Manufactured Urban Multispecies Façades for Building Renovation. *Journal of Facade Design and Engineering*, 10(2), 105-126.

Leger-Smith, A. (2020). Des projets de paysage qui évoluent. In P. Clergeau (Ed.), *Urbanisme et biodiversité*: Editions Apogée.

Leger-Smith, A. (2025). L'enseignement du paysage en école d'architecture pour une ouverture du projet aux milieux vivants et en territoire habité. In *L'écosystème territoire. Le paysage, les milieux vivants*. Lille: Sixièmes Rencontres du Réseau ENSAECO. Réseau Scientifique et pédagogique de l'enseignement de la transition écologique dans les écoles d'architecture et de paysage.

Leger-Smith, A., Péré, A., & Marco, A. (2022). *The bird-friendly city: graphic representation as a design research tool to explore a "landscape continuum" and its interactions with the avifauna in 5 different urban fabrics within the city of Toulouse, France*. Paper presented at the 15th Conference of the International Forum on Urbanism (IFoU). Conference theme: internationalizing education for the ecological transition challenge: New Stakes for Sharing Knowledge and Acting in a Changing World, Bordeaux National School of Architecture and Landscape.

Marco A., Bertaudière-Montès V., Deschamps-Cottin M., Robles C., Laffont-Schwob I., Vila B. (2021). Dix années de recherche en écologie urbaine sur la ville de Marseille: pour quels enseignements disciplinaires ? Dans « Quand l'écologie s'urbanise » J. Salomon Cavin et C. Granjou (ed.), Editions de l'Université de Grenoble, collection Ecotopiques.

Marco, A., Goury, S., Presseq, B., Grangier, C., Peyret, J., Claireau, F., & Leger-Smith, A. (2022). Les outils de l'écologie pour l'étude de l'interaction entre formes bâties-végétales et ses potentiels d'accueil de l'avifaune – Retours réflexifs. Colloque « Demain : nature et ville » 20 -22 juin Blois 2022 - Session - Formes urbaines.

Marco, A., Mure, V., Wattellier, F., Mermier, C., & Biehler, A. (2022). Enseigner les sciences de la nature avec le projet de paysage à l'ENSP Marseille. *Projets de paysage [Online], Hors-série*.

Marzluff, J. M. (2011). Worldwide Urbanization and Its Effects on Birds. In J. M. Marzluff, R. Bowman, & R. Donnelly (Eds.), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Boston MA: Springer US.

Mona, O., Nazir, A. S., Kévin, B., Jalal, H., & Nathalie, M. (2018). Drivers of the distribution of spontaneous plant communities and species within urban tree bases. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35.

Moore, K. (2019). Towards new research methodologies in design. Shifting inquiry away from the unequivocal towards the ambiguous. In E. Braae & H. Steiner (Eds.), *Routledge Research Companion to Landscape Architecture*. Abingdon & New York: Routledge.

Morin, S., Bonthoux, S., & Clergeau, P. (2016). Le paysagiste et l'écologue : comment obtenir une meilleure collaboration opérationnelle ? *VertigO, Hors-Série 24*(Infrastructures de transports, territoire et opérationnalités : enjeux méthodologiques et positionnements de recherche).

Paker, Y., Yom-Tov, Y., Alon-Mozes, T., & Barnea, A. (2014). The Effect of Plant Richness and Urban Garden Structure on Bird Species Richness, Diversity and Community Structure. *Landscape and Urban Planning*, 122, 186-195.

Panerai, P., Castex, J., & Depaule, J.-C. (1997). *Formes urbaines. De l'îlot à la barre*. Marseille: Editions Parenthèses.

Péré, A., Leger-Smith, A., Marco, A., Bretagne, G., Girard, L., Pillot, L., Presse, B., & Ringon, C. (2025). Relations entre formes bâties, végétation et avifaune dans des quartiers toulousains. In P. Clergeau (Ed.), *Morphologie urbaine et biodiversité. Apports de terrains de recherches pluridisciplinaires*. Rennes: Editions Apogées. Ecologies Urbaines.

Picon, A. (2021). *Ville et nature : technologies et morales urbaines*. In *Intervention publique à la Société Française des Architectes. Colloque 2021: La cité du XXIème siècle*.

Pousin, F., Marco, A., Bertaudière-Montès, V., Barthélémy, C., & Tixier, N. (2016). Le transect : outil de dialogue interdisciplinaire et de médiation. *VertigO, revue électronique en sciences de l'environnement*, 24. doi: <https://doi.org/10.4000/vertigo.17372>

Prominski, M., & von Seggern, H. (2019). *Design research for urban landscapes. Theories and Methods*. London and New York: Routledge.

Rambert, F. (2019). Architecture, la recherche par le projet. *fabricA*, 13.

Roncayolo, M. (1990). *La ville et ses territoires*. Paris: Gallimard.

Roncayolo, M. (2002). *Lectures de ville, Formes et temps*. Paris: Parenthèses.

Salles, S., & Moquay, P. (2022). La recherche par le projet en Paysage. *La recherche par le projet. Vadémécum de la recherche par le projet dans les spécialités de l'École universitaire de recherche Humanités, création, patrimoine*, CY Cergy Paris Université.

Salomon Cavin, J., & Granjou, C. (2021). *Quand l'écologie s'urbanise*. Grenoble: Université Grenoble Alpes Editions.

Simon, L. (1998). *Les paysages végétaux*. Paris: Armand Colin.

Storchová, L., & Horák, D. (2018). Life-History Characteristics of European Birds. *Global Ecology and Biogeography*, 27(4), 400-406.

Van Dooren, N. (2019). Exercising drawing time. In K. Jørgensen, N. Karadeniz, E. Mertens, & R. Stiles (Eds.), *The Routledge Handbook of Teaching Landscape*. Abingdon & New York: Routledge.

Van Heezik, Y., & Adams, A. (2016). Vulnerability of native and exotic urban birds to housing densification and changing gardening and landscape trends. *Urban Ecosystems*, 19(1551-1563).

Vincent, P., Cohen, M., Boulay, A., & Clergeau, P. (2012). Birds Are Also Sensitive to Landscape Composition and Configuration within the City Centre. *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 181-188.

Yudina, A. (2017). *Villes-jardins. Vers une fusion entre le végétal et la ville*. Paris: Ulmer.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Encart - Focus sur les représentations partagées et interdisciplinaires entre science du projet et sciences du vivant et sur les représentations d'un continuum bâti-végétal-urbain.

Figure 1 : Situations et perspectives de la place de la nature à Paris. Atelier Parisien d'Urbanisme (Blancot, 2011).

Figure 2 : Atlas de la métropole nature pour végétaliser et désimper-méabiliser la ville (Agence d'urbanisme de Tours, 2020).

Figure 3 : Étude botanique en forêt tropicale (Hallé, 2016)

Figure 4 : Exemple d'une représentation pour la recherche D-Transect (Pousin et al., 2016).

Figure 5 : Exemple d'une représentation pour le projet, Agence TER.

Figure 6 : Ateliers d'acteurs et workshop conduits tout au long de la recherche (Photos équipe Morphobiot).

Figure 7: Conférence finale au Museum de Toulouse, le 08 décembre 2023 (Photo équipe Morphobiot).

Figure 8 : Ortho photoplan Busca en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 9: Axonométrie du site du Busca en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 10 : Plan masse du site du Busca en 2016, Marion Hintzy, 2022.

Figure 11 : Axonométrie du site des Castors en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 12 : Plan masse du site des Castors en 2016, Marion Hintzy, 2022.

Figure 13 : Ortho photoplan de Ancely en 2016 , Gabriel Guérin, 2021.

Figure 14 : Axonométrie du site de Ancely en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 15 : Plan masse du site de Ancely en 2016, Marion Hintzy, 2022.

Figure 16 : Ortho photoplan de Saint-Simon en 2016 , Gabriel Guérin, 2021.

Figure 17 : Axonométrie du site de Saint-Simon en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 18 : Plan masse du site de Saint-Simon en 2016, Marion Hintzy, 2022.

Figure 19 : Ortho photoplan de Vidailhan en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 20 : Axonométrie du site de Vidailhan en 2016, Gabriel Guérin, 2021.

Figure 21 : Plan masse du site de Vidailhan en 2016, Marion Hintzy, 2022.

Figure 22 : Positionnement des cinq terrains d'étude par rapport aux corridors écologiques métropolitains, Equipe MorphobioT, 2021.

Figure 23 : Indices « Potentialités écologiques », exemple sur le quartier Ancely, AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement de Toulouse aire métropolitaine, 2022.

Figure 24 : Carte de synthèse du contexte local ou « rapport au quartier » sur Ancely, AUAT Agence d'Urbanisme et d'Aménagement de Toulouse aire métropolitaine, 2023.

Figure 25 : Résumé de l'approche descriptive menée sur la Cité Castors de Bagatelle, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 26 : Relevé de formes végétales et bâties et relevés botaniques pour le quartier de la Cité Castors de Bagatelle, Equipe MorphobioT et Marion Hintzy, 2023.

Figure 27 : Tableau récapitulatif des 18 typologies bâti-végétal sur les cinq tissus résidentiels, Equipe MorphobioT, 2024.

Figure 28 : Illustration des 17 typologies « bâti-végétal » établies dans la recherche MorphobioT (sans la typologie cimetière et les sous-types), Equipe MorphobioT, 2025.

Figure 29 : Carte des typologies spatiales à l'échelle du quartier d'Ancely, Equipe Morphobiot, 2022.

Figure 30 : Coupe BB' traversant quelques typologies identifiées à l'échelle du quartier d'Ancely, Equipe Morphobiot, 2022.

Figure 31 : Relevé photographique ornithologique, Naturalia environnement, 2021.

Figure 32 : Nombre d'observations par espèce en hiver et au printemps 2021 sur chaque tissu urbain, Naturalia et Solène Goury, 2022.

Figure 33 : Patterns généraux dans l'utilisation des strates végétales et des éléments du bâti pour chacun des groupes d'oiseaux, indépendamment des différents sites, Naturalia environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 34 : Les quatre groupes fonctionnels avifaune significatifs retenus pour l'étude des relations avec les formes bâti-végétal, Naturalia environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 35 : Extraits du plan de relevé de végétation et botanique, montrant les différentes strates présentes et l'attractivité potentielle de la végétation au regard de l'avifaune (sujets matures, végétation persistante, production de graines et fruits). Des corridors de végétation mature et attractive pour l'avifaune pénètrent au cœur de l'espace ouvert du grand ensemble, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 36 : Coupe paysagère, Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 37 : Les 5 typologies Bâti-végétal à Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 38 : Plan des 5 typologies Bâti-végétal à Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 39 : Utilisation spatiale des typologies d'association bâti-végétal sur le site d'Ancely par groupe fonctionnel avifaune, Naturalia environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 40 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site d'Ancely par groupe fonctionnel avifaune (Groupe 1, 2, 3 et 4). Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 41 : Typologie « parvis végétal en entrée d'immeuble », Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 42 : Photographies, Ancely, Naturalia environnement, 2021.

Figure 43 : Coupe paysagère, Saint-Simon, Equipe MorphobioT, 2023

Figure 44 : Les 3 typologies Bâti-végétal à Saint-Simon, Equipe MorphobioT.

Figure 45 : Plan des 3 typologies Bâti-végétal à Saint-Simon, Equipe MorphobioT.

Figure 46 : Typologies Saint-Simon, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 47 : Photographies avifaune sur le site de Saint-Simon, Naturalia, environnement, 2021.

Figure 48 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site de Saint-Simon pour le groupe 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 49 : Coupe paysagère, Busca, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 50 : Les 4 typologies du Busca, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 51 : Typologies du Busca, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 52 : Photographies avifaune de site du Busca, Naturalia Environnement, 2021.

Figure 53 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site du Busca pour le groupe fonctionnel 3, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 54 : Coupe paysagère, Castors, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 55 : Les 5 sous-typologies des Castors, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 56 : Typologies des Castors, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 57 : Photographies avifaune du site des Castors, Naturalia Environnement, 2021.

Figure 58 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site des Castors pour le groupe fonctionnel 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 59 : Coupe paysagère 1, Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 60 : Coupe paysagère 2, Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 61 : Les 5 typologies bâti-végétal à Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 62 : Présentation des 5 typologies Bâti-végétal à Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 63 : Typologie « Double bande d'habitations en bord de bois », Vidailhan, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 64 : Photographies avifaune de site à Vidailhan, Naturalia Environnement, 2021.

Figure 65 : Utilisation spatiale des strates bâties et végétales sur le site de Vidailhan pour le groupe 1, Naturalia Environnement et Solène Goury, 2022.

Figure 66 : Exemple d'une représentation pour le projet, 'coupe habitée', Agence TER.

Figure 67 : Premier essai de coupe longitudinale sur Vidailhan, G.Guérin, 2021, deuxième essai de coupe longitudinale sur les Castors, Gabriel Guérin et Equipe MorphobioT, 2021.

Figure 68 : Essai de coupe systémique sur Ancely, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 69 : Le complexe arbre, accueil majoritaire de l'avifaune, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 70 : Forme du parcellaire, sphère d'usages et gradient de quiétude, Equipe MorphobioT, 2023.

Figure 71 : Tableau récapitulatif des typologies établies dans la recherche, Equipe MorphobioT, 2023.

BIOGRAPHIES DES AUTEUR(E)S

Anne Péré est architecte et urbaniste diplômée du Master urbanisme de l'ENPC. Elle est maîtresse de conférences émérite à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse. Codirectrice de l'agence Urbane, elle a conduit notamment des travaux sur le projet urbain et l'aménagement, dans différents contextes : quartiers d'habitat social, extensions urbaines, zones rurales. Elle a enseigné jusqu'en 2023, initiant des enseignements pluridisciplinaires liant architecture, ville, territoire. Elle est docteure en Architecture, enseignante chercheuse au Laboratoire de Recherche en Architecture (LRA) ; ses travaux s'orientent actuellement sur la conception de la ville contemporaine, les rapports ville nature et plus globalement la dimension sociale et écologique comme moteur des processus à l'œuvre.

Anaïs Leger-Smith est ingénieure paysagiste, docteure en urbanisme et maîtresse de conférences à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse où elle enseigne dans le champ « Ville et territoires » au sein de pédagogies réaffirmant les conditions d'une pratique du projet ouvert, situé dans un milieu vivant et un socio-écosystème territorial. Au Laboratoire de Recherche en Architecture de Toulouse, elle dirige des travaux articulant paysage, architecture, biodiversité et territoire, sur l'urbanisme des milieux vivants, les infrastructures vertes et les systèmes de parc dans la métropole (notamment dans le cadre des POPSU). Elle est éditrice pour la revue de recherche *Journal of Landscape Architecture* ainsi que pour l'ouvrage triennal de critique en paysage *Landscape Architecture Europe*. Elle est impliquée dans plusieurs réseaux comme le Groupe sur l'Urbanisme Écologique ou encore ENSAECO.

Audrey Marco est phytoécologue, enseignante-chercheuse à l'École nationale supérieure de paysage Versailles-Marseille et au Laboratoire de recherche en projet de paysage (Larep). Responsable depuis 2010 des enseignements en science de la nature au sein du parcours Marseille de la formation Diplôme d'État de Paysagiste, elle investit un enseignement à la croisée de l'écologie et de la conception paysagère. Ses recherches s'orientent sur la connaissance de la diversité végétale urbaine et le rôle des pratiques de conception et de gestion des espaces de nature dans le déterminisme des communautés végétales. Les résultats sont appliqués à l'aménagement des territoires, et à la fabrique de la ville, en lien avec la nature et le paysage. Elle assure par ailleurs des missions d'expertise et de conseils dans divers réseaux et instances locale et nationale.

Constance Ringon est architecte, docteur en architecture, maîtresse de conférences en histoire et cultures architecturales à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse, et chercheur au LRA (EA 7413 CNRS). Sa thèse de doctorat, *Une ville dans le prisme des regards. Sabaudia de sa fondation (1933) à ses 80 ans (2014)*, porte sur les rapports entre architecture, formes urbaines et régimes politiques. Elle a réalisé à ce titre deux séjours à l'École Française de Rome. À partir de 2016, elle s'implique dans le programme de recherche sur l'histoire de l'enseignement de l'architecture lancé par le comité d'histoire du ministère de la Culture. Cette recherche a donné lieu à la publication d'un ouvrage collectif (Chapel E., Ringon C. (dir.), *L'enseignement de l'architecture à Toulouse. Prémices d'une histoire*, Paris, Archibooks, 2019). Ses travaux de recherche portent sur la fabrique des formes architecturales, urbaines et paysagères et leur réception.

Laura Girard, architecte DE et docteur en architecture, est maîtresse de conférences en Histoire et Cultures Architecturales à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse et chercheuse au Laboratoire de Recherches en Architecture (EA 7413 CNRS). Elle a soutenu sa thèse de doctorat Cifre en 2019, intitulée « L'architecture en brique en Midi toulousain 1910-1947. Les architectes face au renouvellement technique et culturel » à l'ENSA Toulouse et l'Université de Toulouse, donnant lieu à plusieurs publications et communications. Elle a participé à plusieurs études de patrimonialisation des villes (AVAP et SPR) du Midi toulousain (Gaillac, Revel, Labruguière, Mirepoix, Rabastens, etc.) et a co-publié un inventaire de l'architecture du XX^e de la région Midi-Pyrénées. L'ensemble de ses travaux de recherche ont contribué au développement d'une expertise sur la constitution des tissus urbains et des formes architecturales, particulièrement d'un point de vue constructif, en prenant en compte le temps long dans une démarche patrimoniale de préservation et de valorisation.

Geneviève Bretagne est ingénieure agronome de formation initiale, développant une position à la fois environnementaliste et urbaniste par une expérience professionnelle de plus de vingt ans dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. Elle est responsable du pôle Transition Écologique à l'AUAT. Dans une approche multiscalaire et itérative, elle centre son action sur la promotion et le développement de la qualité environnementale des territoires, urbains notamment, et de ses co-bénéfices. Attachée à travailler dans un cadre partenarial, transversal et interdisciplinaire, elle a participé à plusieurs projets exploratoires et de recherche sur la place de la nature en ville,

le climat urbain et l'urbanisme favorable à la santé de toutes et tous. Elle intervient sur ces sujets auprès de l'université de Toulouse et les place au cœur d'une recherche doctorale engagée depuis 2019 au sein du Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités Sociétés Territoire de l'Université Toulouse Jean Jaurès.

Laurène Pillot, ingénieure paysagiste, est chargée de projet au pôle transition écologique à l'AUAT. Elle s'assure de l'intégration des enjeux liés à l'environnement et au paysage dans les projets d'aménagements urbains. À l'agence d'urbanisme, elle travaille sur les 5 grands parcs de la métropole toulousaine, notamment sur les phases diagnostic, programmation et préfiguration. Elle est aussi mobilisée sur des missions de prospective territoriale qui font le lien entre fabrique de la ville et adaptation au changement climatique.

Boris Presseq est botaniste au Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse depuis 2002 et spécialiste de la flore sauvage des milieux urbains. Il participe à la connaissance et à la sensibilisation au respect du vivant. Il est coauteur de l'ouvrage collectif *Toulouse, la nature au coin de ma rue* publié en 2022, qui présente une approche pédagogique de la nature sauvage en ville. Il est aussi auteur de l'ouvrage *Arbres* publié en 2022, un guide pratique illustré des arbres, pour observer, identifier et comprendre la vie d'une centaine d'espèces sauvages, indigènes et exotiques, afin de mieux préserver cette biodiversité. Il est par ailleurs depuis 2010 exploitant d'un verger de figuiers et d'une culture de plantes aromatiques et médicinales. Engagé dans des démarches de transmission et de recherche pluridisciplinaires, il participe régulièrement à des jurys d'ateliers de projet à l'ENSA ou lors d'échanges dans des séminaires. Au Laboratoire de Recherche en Architecture, il collabore avec deux programmes de recherche sur la place de la biodiversité en ville et dans les espaces de nature.

CONSEIL SCIENTIFIQUE DU PROGRAMME BAUM

Hélène Peskine, secrétaire permanente du PUCA (2017-2024), co-présidente du Conseil scientifique

Philippe Clergeau, professeur émérite au Muséum national d'histoire naturelle (MNHM), directeur scientifique du programme BAUM, co-président du Conseil scientifique

Xavier Lagurgue, architecte DPLG associé XLGD architectures, professeur à l'Ecole nationale supérieure d'architecture Paris-La-Villette (ENSAPLV), chercheur GERPHAU EA 7486, associé CESCO, UMR 7204

Sébastien Barot, directeur de recherche à l'Institut de la recherche et du développement (IRD), à l'Institut d'écologie et des sciences de l'environnement-Paris (IEES-Paris)

Corinne Tiry-Ono, architecte, professeure à l'Ecole nationale supérieure d'architecture Paris-Val de Seine (ENSAPVS), laboratoire CRH - UMR LAVUE, associée au CRCAO

Stéphane Garnaud-Corbel, chef de service adjoint, Service « Anthropisation et fonctionnement des écosystèmes terrestres », Office français de la biodiversité (OFB), Direction de la recherche et de l'appui scientifique

Elodie Briche, PhD / coordinatrice R&D Urbanisme Durable, Ademe, Pôle Aménagement des villes et territoires (PAVT)

Cécile Vo Van, directrice de projet Nature en ville et Solutions fondées sur la nature (SFN), Cerema Territoires et ville

Eduardo Blanco, docteur en aménagement de l'espace, urbanisme, chef de projets chez Energy Cities

Valérie Charollais, directrice de la Fédération nationale des Conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (FNCAUE)

Morgane Flégeau, urbaniste géographe, maîtresse de conférences en géographie et aménagement, Université de Lorraine, Laboratoire LOTERR (EA 7304)

Sabine Bognon, urbaniste géographe, maîtresse de conférences à l'École d'Urbanisme de Paris, laboratoire Lab'urba

Sandrine Larramendy, chargée de mission "Approches intégrées Végétal-Paysage-Urbanisme", Plante et Cité

Marc Bourgeois, maître de conférences en géographie et aménagement, HDR, Faculté des lettres et civilisations, Université Jean Moulin Lyon 3, UMR Environnement, Ville, Société - 5600 CNRS

Thomas Redoulez, délégué général, Union professionnelle du génie écologique (UPGE) (jusqu'en juillet 2023)

Anaïs Leger-Smith, ingénieure paysagiste, enseignante-chercheuse à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse (ENSA Toulouse), laboratoire de recherche en architecture (LRA)

Simon Trauet, chef de projet Trame verte et bleue et Nature en ville, Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB), Sous-direction de la protection et de la restauration des écosystèmes terrestres, Bureau de la politique de la biodiversité

Yannick Autret, expert transport, énergie et environnement, Commissariat général au développement durable (CGDD), Service recherche et innovation

Florence Drouy, cheffe du Bureau des villes et territoires durables, Direction Générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP), Sous-direction de l'aménagement durable



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

PUCA

plan
urbanisme
construction
architecture

Le projet MorphoBioT a souhaité réfléchir aux liens existants entre les formes urbaines résidentielles constitutives de la ville et la diversité des formes végétales et ornithologiques qui co-existent avec elles. L'objectif était de comprendre, à travers un panel de formes urbaines reflétant une manière de concevoir la relation ville-nature à travers l'histoire de l'urbanisme, leur capacité à accueillir et à maintenir une biodiversité en milieu urbain. L'hypothèse principale est qu'il existerait des situations relationnelles « forme bâti-végétal » témoignant de compositions spécifiques intéressantes pour l'avifaune dans chacun des modèles urbains investis et aux différentes échelles spatiales identifiées. L'équipe a ainsi étudié la relation entre la forme bâtie et la forme végétale de cinq tissus d'habitat résidentiel issus de modèles urbains de différentes époques sur la métropole Toulousaine (faubourg XIX^{ème}, zone pavillonnaire, grand ensemble, cité jardin ouvrière, écoquartier).

Organisme national de recherche et d'expérimentation sur l'urbanisme, la construction et l'architecture, le Plan Urbanisme Construction Architecture, PUCA, développe à la fois des programmes de recherche incitative, et des actions d'expérimentations. Il apporte son soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement des territoires, de l'habitat, de la construction et de la conception architecturale et urbaine.

