



La biodiversité urbaine : Que nous disent les indicateurs ?

Que nous disent les indicateurs de biodiversité ? Application à la Cité Descartes (Ile-de-France)

Ce travail avait pour objectif de réaliser un état des lieux de la biodiversité de la Cité Descartes à Champs-sur-Marne dans le cadre des projets de recherche du Groupe Transversal Natures Urbaines du Labex Futurs urbains. Dans cette optique, il a été choisi d'utiliser des indicateurs de biodiversité afin d'obtenir une information quantitative et synthétique sur celle-ci. Pour ce faire, une recherche bibliographique sur ces indicateurs et en particulier sur ceux utilisés en milieux urbains a été menée. En parallèle, des inventaires floristiques et faunistiques ont été réalisés sur divers sites de la Cité Descartes. A partir de ces derniers, plusieurs indicateurs ont été calculés. L'étude ainsi réalisée a permis de comparer plusieurs sites en termes de biodiversité et de poser un point de départ nécessaire à un suivi de celle-ci.

Qu'est-ce que la biodiversité ?

Le terme de biodiversité apparaît dans les années 1980 et résulte de la contraction de l'expression diversité biologique. Lors de la Convention sur la diversité biologique en 1992, elle est définie comme la « variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (Nations Unies, 1992). La biodiversité regroupe l'ensemble des êtres vivants, les interactions entre eux et le milieu où ils vivent. La biodiversité actuelle est le produit de milliards d'années d'évolution. La composition seule de l'écosystème ne suffit pas à rendre compte des processus qui s'y déroulent. Pour cela, il est nécessaire de s'intéresser à la diversité structurelle qui comprend l'ensemble des relations entre les constituants de l'écosystème et à la diversité fonctionnelle qui est celle des fonctions et des processus écologiques à l'œuvre.

Niveaux de biodiversité

La biodiversité se divise en trois niveaux de complexité interdépendants : la diversité du gène et des individus, celle des espèces et celle des écosystèmes. Pour comprendre la biodiversité d'un écosystème, il faut en étudier ces trois niveaux.

La nature en ville est en partie cultivée par l'homme dans les jardins où ont été introduites toutes sortes d'espèces exotiques. A l'échelle mondiale, les villes abritent en moyenne 28% d'espèces de plantes exotiques et 3% d'oiseaux exotiques.

La flore et la faune urbaine sont généralement peu variées : Quatre espèces d'oiseaux se retrouvent dans plus de 80% des villes et 11 espèces de plantes dans plus de 90% des villes (Aronson et al., 2014).

Mais la ville sert aussi d'espace de refuge pour de nombreuses espèces indigènes ou rares.

Penser la biodiversité en ville est une question récente. La ville est souvent perçue d'abord comme une menace pour la biodiversité, en raison de la dégradation ou la disparition des habitats, de la surexploitation des ressources et des pollutions. La ville est un espace fortement perturbé, artificialisé et très hétérogène. Cependant, une forme de nature est présente en ville, dont la préservation ou la restauration suscite de plus en d'intérêt.

En raison de l'utilisation de pesticides et du manque de diversité des paysages agricoles, certaines espèces trouvent en ville des conditions plus favorables à leur survie et y sont parfois plus nombreuses qu'en milieu rural. Certains espaces urbains ont une richesse spécifique plus grande que les milieux naturels préexistants (McKinney, 2008). Huit% des villes dans le monde servent de refuge à des espèces végétales menacées d'extinction et 30% à des espèces d'oiseaux menacés d'extinction (Aronson et al., 2014).

Les espaces urbanisés peuvent être favorables à la biodiversité à condition de lui offrir les habitats dont elle a besoin. Les friches, les parcs, les bords de cours d'eau ou encore les étangs sont tous autant de milieux où la biodiversité peut se développer (Bonthoux et al., 2014; Hill et al., 2017). En particulier, les plans d'eau urbains constituent des espaces très favorables à la biodiversité (Seelen et al., 2021).

En France, l'intérêt pour la biodiversité urbaine se manifeste au travers de nombreux programmes de sciences participatives comme par exemple *Sauvages de ma rue* qui permet à tous de relever la flore spontanée en ville. Les regards changent sur cette flore qui n'était perçue auparavant que comme des mauvaises herbes (Bonthoux et al., 2019). En Europe, des initiatives émergent pour valoriser la biodiversité des villes comme par exemple le concours *Europeans Capitals of Biodiversity*.

Les indicateurs de biodiversité

Pour évaluer la biodiversité, des outils sont nécessaires : les indicateurs de biodiversité font partie de la famille des indicateurs environnementaux qui ont pour but de fournir une donnée synthétique sur l'environnement. Selon l'Agence européenne de l'environnement (AEE) « un indicateur de biodiversité est une mesure, généralement quantitative, qui peut être utilisée pour illustrer et faire connaître de façon simple des phénomènes complexes relatifs à la biodiversité, y compris des tendances et des progrès dans le temps. » (EEA, 2005)

Cependant, les indicateurs ne donnent qu'une vision partielle de la biodiversité qui doit être complétée pour expliquer les phénomènes à l'œuvre. De par sa nature, la biodiversité ne se laisse pas facilement réduire ou synthétiser. Enfin, la pertinence d'indicateurs est variable suivant les contextes pour lesquels ils sont utilisés : forêt, zone humide, pays ... et ce contexte doit être mentionné lors de l'interprétation. (OCDE, 2003; UICN France, 2014)

Tout indicateur doit répondre à plusieurs critères :

Il doit être simple, à la fois pour être compris par celui qui l'utilise et pour l'interpréter et le communiquer.

Il doit être fondé sur des bases scientifiques et la relation entre sa valeur et ce qu'il représente doit être prouvée.

Ses variations doivent refléter les variations du phénomène étudié.

Il doit être peu sensible aux mesures imprécises et aux erreurs de données brutes.

Enfin l'indicateur doit pouvoir être renseigné simplement avec des données fiables et vérifiables (Brooks and Bubb, 2014; UICN France, 2014).

Des indicateurs couramment utilisés

Indicateurs d'habitats

Les indicateurs de biodiversité portent très souvent sur la structure du paysage et sur l'occupation des sols pour évaluer la potentialité des villes en termes d'habitats. Ces indicateurs peuvent prendre la forme de cartographies qui permettent de prédire la réponse de la faune aux différentes caractéristiques du paysage (Grafius et al., 2019). Ces cartes peuvent être intégrées à la planification urbaine pour assurer une meilleure gestion de la biodiversité (Löfvenhaft et al., 2002). Plusieurs villes ont développé un indicateur qui évalue la proportion de surfaces favorables à la biodiversité à partir des plans d'occupation du sol ("BAF - Biotope area factor," ; Faure et al., 2016; "Seattle Green Factor,").

Indicateurs basés sur des inventaires

En écologie, les inventaires sont très souvent utilisés pour étudier la biodiversité. L'indicateur le plus utilisé est la richesse spécifique, exprimée en nombre d'espèces. Il est basé sur le nombre de taxons (par exemple le nombre d'espèces) présents sur un site. L'abondance qui correspond au nombre d'individus d'un taxon présent sur un site permet de suivre les évolutions de populations. A partir de ces données, il est possible de construire d'autres indicateurs plus complets, tel l'indice de Shannon. La diversité spécifique d'un site est calculée à partir de la proportion représentée par chaque espèce par rapport au nombre total d'espèces au sein d'un milieu. L'indice d'équitabilité renseigne sur la répartition des différentes espèces dans le milieu. D'autres indices peuvent en combiner plusieurs autres. C'est le cas, par exemple, de l'indice d'intérêt floristique (ou index of floristic interest) qui permet d'évaluer l'intérêt d'un site en terme de biodiversité en combinant les informations de richesse spécifique, de typicité par rapport au type d'habitat, de rareté et de proportion d'espèces indigènes (Muratet et al., 2008).

Espèces indicatrices

La présence de certaines espèces renseigne également sur la biodiversité d'un milieu :

- *Espèces rares ou menacées* : leur recensement sur un territoire permet de mettre en œuvre des programmes de conservation.
- *Espèces parapluies* : elles sont particulièrement exigeantes par rapport au milieu. Leur présence indique que la qualité du milieu est suffisante pour les accueillir et donc que celui-ci héberge probablement d'autres espèces un peu moins exigeantes. En ville, le hérisson est considéré comme une espèce parapluie et sa présence indique celle de nombreuses autres espèces comme l'écureuil roux par exemple.
- *Espèces bio-indicatrices* : elles renseignent sur les caractéristiques écologiques d'un milieu, en termes de pollutions par exemple.

Les jeux d'indicateurs : des outils pour la gestion

En fonction des enjeux d'évaluation de la biodiversité et de la nécessité d'en avoir une vision d'ensemble, deux solutions s'offrent : choisir un indicateur composite ou utiliser un jeu d'indicateurs. Le choix des indicateurs dépend aussi beaucoup du cadre et de l'échelle pour laquelle ils vont être utilisés. S'il s'agit d'une étude d'impact ou de la mesure des services écosystémiques apportés par la biodiversité, les indicateurs pertinents ne seront pas les mêmes. Deux principaux modèles d'indicateurs ont été développés pour classer les indicateurs de biodiversité.

Le modèle PSR (Pressure – State – Response ou Pression – Etat – Réponse) créé par l'OCDE montre les relations de causalité entre l'homme et son environnement (OCDE, 2003). Un deuxième modèle DPSIR (Driving forces – Pressure – State – Impact – Responses ou Forces motrices – Pression – État – Impact – Réponse), a été formulé par l'Agence Européenne de l'environnement. Il s'organise autour de cinq questions qui permettent de faire un état des lieux de la situation d'un territoire en terme de biodiversité (Figure 1).

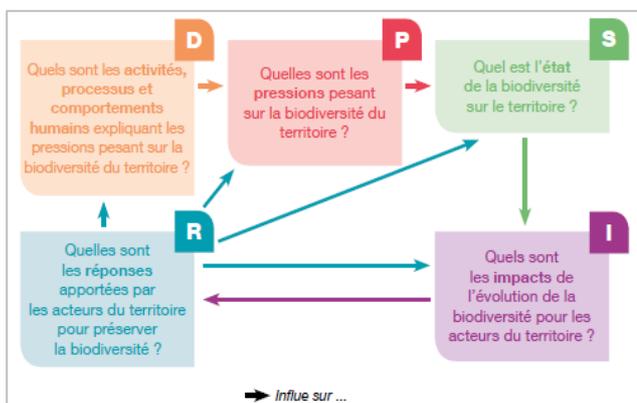


Figure 1 Modèle DPSIR - Source : UICN France

L'AAE propose également une typologie des indicateurs en quatre catégories (EAA, 2005):

- Les indicateurs descriptifs : Ils regroupent aussi bien des descripteurs de l'état de l'environnement que des pressions exercées ou des actions en faveur de l'environnement.
- Les indicateurs de performance : Ils mesurent l'écart entre la situation recherchée et la situation actuelle.
- Les indicateurs d'efficacité environnementale : Ils évaluent les ressources naturelles utilisées et les pollutions engendrées par l'activité humaine.
- Les indicateurs de bien-être : Ils mesurent le bien-être des sociétés et la relation Homme-Nature.

Un indicateur mondial pour évaluer la biodiversité des villes : City Biodiversity Index

Cet indice de biodiversité a été proposé par la ville de Singapour lors de la 9^{ème} Convention pour la diversité biologique (il est aussi appelé indice de Singapour). Il regroupe un ensemble d'indicateurs permettant aux villes d'évaluer elles-mêmes la biodiversité sur leur territoire, guider leurs actions pour la conserver et permettre un suivi sur le long terme de celles-ci. L'indice prend en compte 23 indicateurs de biodiversité classés en trois catégories. Chaque indicateur est noté sur 4. La première catégorie cible la biodiversité indigène avec des critères tels que la proportion d'espaces naturels protégés ou la variation du nombre d'espèces de papillons. La deuxième catégorie évalue les services écosystémiques et la dernière s'intéresse à la gouvernance et à la gestion de la biodiversité. Les indicateurs sont quantitatifs. La somme de toutes les notes donne une note globale pour la ville sur 92 points. L'objectif de cet indice n'est pas de comparer les villes entre elles mais de leur fournir un moyen d'auto-évaluation. C'est également un indice qui évolue et qui peut être adapté par les villes (CBD, 2014).

Indicateurs au niveau français

Le comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) propose un jeu d'indicateurs adapté de l'indice de Singapour pour l'évaluation de la biodiversité au niveau régional. Ce jeu n'est donc pas spécialement conçu pour la biodiversité urbaine mais peut être utilisé dans ce cadre. Il est basé sur le cadre DPSIR et réalise une synthèse entre indicateurs mondiaux et locaux (UICN France, 2014).

L'association « Plante & Cité » qui travaille sur des questions de biodiversité urbaine propose un guide d'évaluation de la biodiversité dans les écoquartiers, comprenant un jeu d'indicateurs inspiré des cadres PSR et DPSIR (Faure et al., 2016). Pour évaluer l'état de la biodiversité, le guide invite à faire un état des lieux des espèces à enjeux, basé sur des inventaires pour les plantes, les oiseaux, les papillons, les amphibiens, les reptiles et les chiroptères. Une étude de la composition et de la structure végétale, des continuités écologiques et des sols complète cet état des lieux.

Un exemple de biodiversité urbaine : la Cité Descartes

La Cité Descartes se situe dans le département de la Seine-et-Marne, à l'est de Paris. Créée en 1983 et labellisée Pôle d'Excellence du Grand Paris en 2012, la Cité Descartes regroupe sur ses 123 hectares le quart de la recherche française consacrée à la Ville Durable (Descartes Développement). Son urbanisation n'est pas achevée et doit encore se poursuivre dans les prochaines années.

La Cité Descartes (Figure 2) est entourée de multiples boisements : à l'est, le bois de la Grange, au nord, le bois de Grâce et à l'ouest, le parc de la Butte Verte. Une partie de ces espaces était déjà boisée au 18^{ème} siècle. Certains sont classés en Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Floristique ou Faunistique (ZNIEFF) et hébergent des amphibiens qui vivent à proximité des nombreuses mares présentes dans ces milieux (Fig. 3).



Figure 2 : La Cité Descartes



Figure 3 : Carte des ZNIEFF - Source : IGN

La biodiversité de la Cité Descartes

La cité Descartes propose une large variété de formes de nature urbaine. 20 types de milieux y sont représentés (Templier 2019). Les 10 sites étudiés (Figure 4) comprennent des milieux ouverts ainsi que des milieux fermés. Des sites plus secs avec pour exemple la toiture végétalisée « Vague Verte » et des sites plus humides comme le jardin de pluie ont aussi été comparés. Différentes pratiques de gestion sont associées aux sites de milieux ouverts allant de la friche au gazon tondu. La biodiversité est considérée à différentes échelles spatiales, allant de plusieurs hectares comme dans le Bois de Grâce à de très petits espaces comme le jardin de pluies.

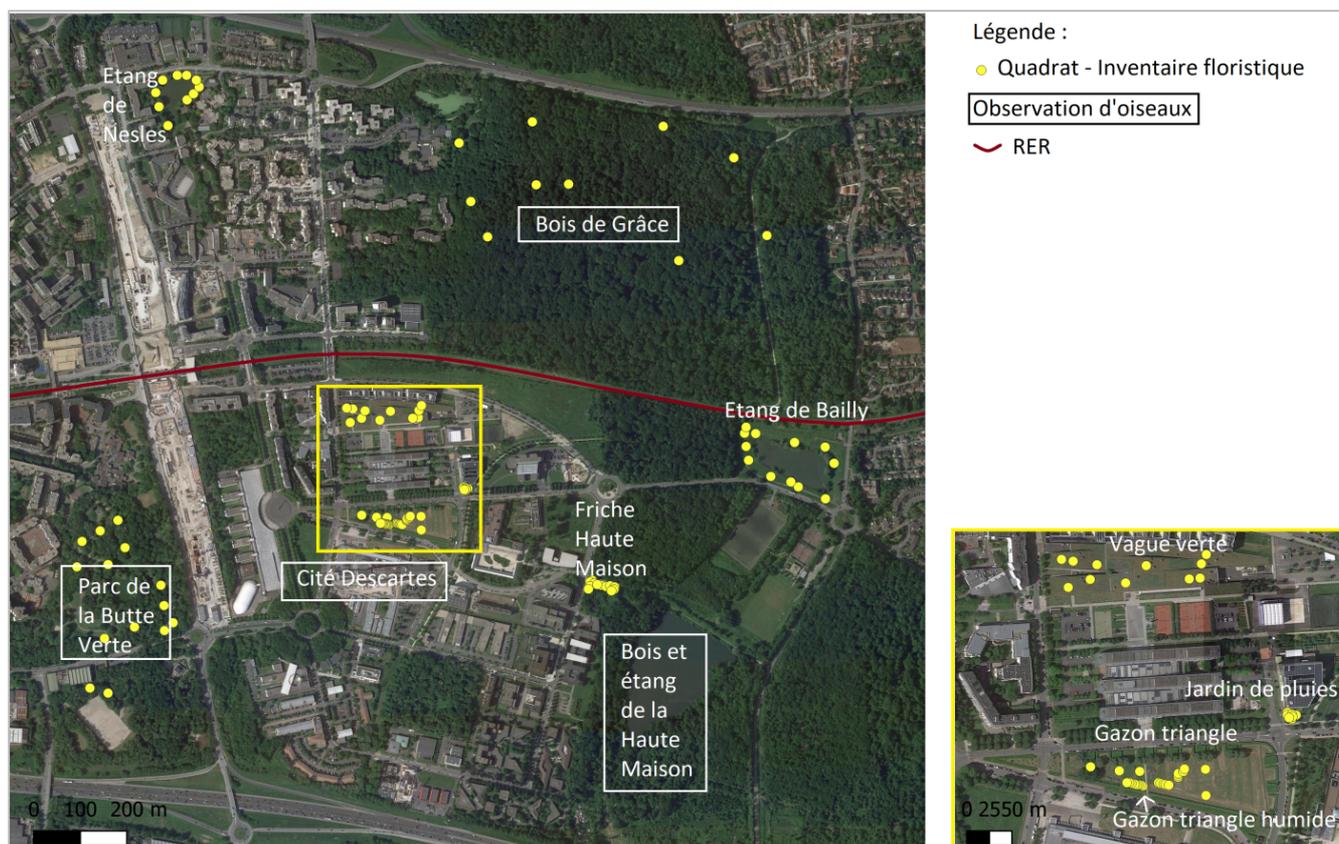


Figure 4 Carte des sites étudiés et des inventaires floristiques

Les sites naturels de la Cité Descartes

Les bois

Le bois de Grâce est un bois ancien, présent déjà sur les cartes d'Etat-major et de Cassini au 18^{ème} siècle.

Le bois de la Haute Maison est un bois plus récent, apparu au 20^{ème} siècle. Il se situe entre le campus de la Cité Descartes et la D51 qui marque sa limite avec le bois de la Grange. Il est interrompu au nord par l'avenue Blaise Pascal et entoure l'étang de la Haute Maison. Bien que classé en ZNIEFF de type II et de type I (secteurs de grand intérêt biologique ou écologique, INPN) pour la partie entourant l'étang, le bois a subi d'importantes modifications dues à la construction sur une parcelle de 1.64 ha, d'un centre nautique (angle de l'avenue Blaise Pascal et de la rue Galilée ; MRAE Ile de France, 2018). Le bois et l'étang sont dans un état dégradé à cause des activités humaines et notamment l'installation d'habitats informels.

Le Parc de la Butte verte s'inscrit dans la continuité écologique de la Cité Descartes. Il se divise en deux parties, l'une plutôt forestière et l'autre plus aménagée où les milieux boisés et ouverts se partagent l'espace. Une gestion différenciée des milieux ouverts avec des zones non fauchées permet à une grande diversité de pollinisateurs de venir se nourrir sur les cirses ou les grandes berces qui y sont nombreuses. La partie plus boisée du parc est classée en ZNIEFF de type I et en zone naturelle sur le plan local d'urbanisme de Noisy-le-Grand (Ville de Noisy-le-Grand, 2019). Le parc possède également plusieurs mares. L'une d'entre elles a servi à accueillir les amphibiens déplacés à la suite des mesures compensatoires des travaux de la nouvelle gare du Grand Paris (Société du Grand Paris, 2016).

Les friches

Les friches sont encore nombreuses sur la Cité Descartes. Cependant, cette situation est temporaire car la plupart seront construites dans les prochaines années (Paris Vallée de la Marne, 2019). Ces friches ont pour le moment échappé à l'urbanisation comme le long du RER par exemple. La biodiversité de deux friches a été étudiée : dans la plus petite, en bordure du Bois de la Haute Maison, des inventaires floristiques ont été réalisés et celle en bordure du RER a été choisie pour l'observation des oiseaux (relevé de la Cité Descartes).

Les étangs

Les milieux humides sont bien représentés sur la cité Descartes avec plusieurs étangs et un réseau de mares forestières. L'étang de Bailly est un ouvrage de gestion des eaux pluviales. Les étangs du Bois de Grâce et de la Haute Maison se situent en bordure des bois du même nom. Les étangs de Bailly et du quartier de Nesles ont fait l'objet d'inventaires floristiques.

Quadrats

La méthode des quadrats consiste à réaliser des inventaires de toute la flore présente sur des carrés de 1 m² de surface. Elle est souvent utilisée en écologie et pour les programmes de sciences participatives.

Indice de Shannon

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

S nombre d'espèces

n nombre de quadrats

N effectif total (somme des espèces sur tous les quadrats)

Indice d'équitabilité

$$R = \frac{H}{H_{max}}$$

H_{max} = Ln(n)

n richesse spécifique du site

Calcul des indices de biodiversité

La biodiversité de la Cité Descartes

Les inventaires floristiques ont été réalisés par la méthode des quadrats. Les programmes VigieFlore (étude de la flore de France) et Florilèges (étude des prairies urbaines par les gestionnaires d'espaces naturels) du Muséum National d'Histoire Naturelle fonctionnent à partir d'inventaires réalisés selon la méthode des quadrats. Sur la Cité Descartes, une centaine de quadrats ont été réalisés sur les 10 sites sélectionnés.

Plusieurs indicateurs ont été calculés à partir des inventaires.

Le premier indicateur est celui de la diversité d'espèces inventoriées représentée par l'indice de Shannon (H). Cet indicateur se calcule à partir du nombre d'espèces inventoriées et pour chaque site étudié.

L'indice d'équitabilité donne une représentation de la répartition des différentes espèces au sein du site. Plus, cet indice est élevé, plus les espèces sont réparties de façon homogène sur le site.

Trois autres indicateurs ont été calculés :

- La typicité correspondant à la proportion d'espèces sur le site dont l'habitat préférentiel est la prairie.
- La proportion d'espèces de plantes annuelles
- La nitrophilie, comme moyenne pondérée des indices d'Ellenberg de nitrophilie des espèces en fonction de leur fréquence

Diversité floristique

Lors des relevés réalisés entre mi-juin et mi-juillet 2019, 113 espèces végétales ont été identifiées. Plus de 80% des espèces inventoriées sont communes à extrêmement communes en Ile-de-France. Deux espèces très rares ont été recensées. La *laîche noire* (*Carex nigra*), vue dans le jardin de pluies et la *Renoncule à feuilles capillaires* (*Ranunculus trichophyllus*) observée dans le Parc de la Butte Verte sont présentes sur la liste rouge d'Ile de France et sont protégées au niveau région.

La richesse spécifique (Figure 6) et la diversité floristique (Figure 6) de la Cité Descartes sont présentées ci-dessous. Les sites dont la richesse spécifique est la plus grande sont le parc de la Butte Verte et la Friche de la Haute Maison. Ensuite, la Vague Verte et le Gazon triangle humide se distinguent par des richesses spécifiques faibles. L'indice de Shannon montre une diversité proche pour tous les sites.

Le nombre d'espèces de plantes inventoriées (113) semble assez faible si on le compare aux nombre d'espèces de la Ville de Champs-sur-Marne ou de villes voisines en Seine-et-Marne et en Seine-Saint-Denis qui varient entre 300 et 600 espèces (CBNBP). Cependant, il faut garder à l'esprit que l'étude a été réalisée sur un territoire plus restreint et uniquement pendant l'été alors que certaines espèces s'observent au printemps. Il serait intéressant de compléter ces données par des inventaires réalisés en d'autres saisons.

La répartition des espèces aussi bien que leur rareté permettent de distinguer plusieurs sites d'intérêt pour la biodiversité. *Les milieux humides, même artificiels comme le jardin de pluie peuvent abriter des espèces rares et donc participent à la biodiversité de la Cité Descartes. Des milieux moins homogènes comme le Parc de la Butte Verte où les milieux ouverts et fermés alternent sont plus riches, probablement grâce à un effet de lisière.*

des travaux de la nouvelle gare du Grand Paris (Société du Grand Paris, 2016).

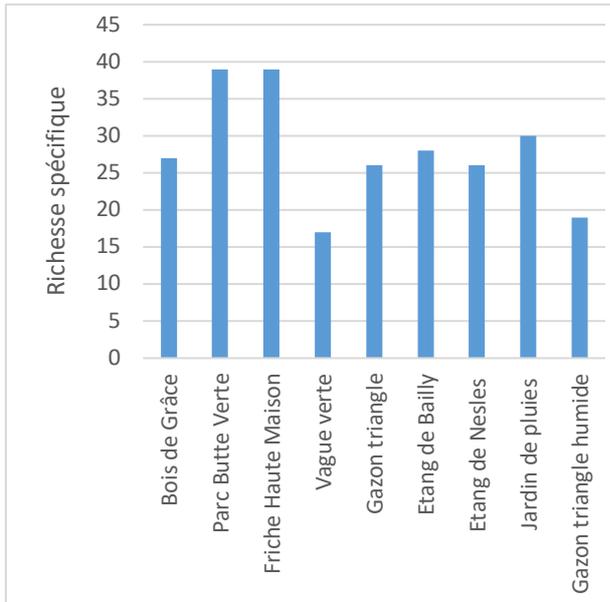


Figure 6 : Richesse spécifique des sites étudiés

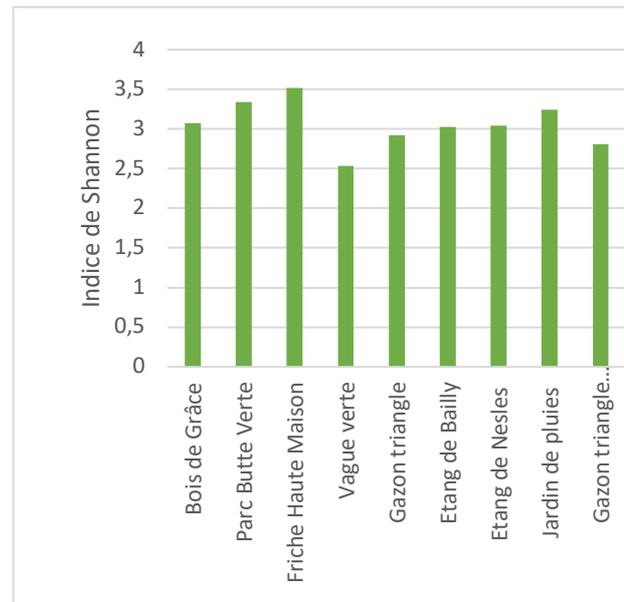


Figure 5 : Diversité de la flore par site (Indice de Shannon)

Inventaires faunistiques et cartographie des habitats

Les oiseaux ont été reconnus *de visu* et grâce à leur chant. 49 espèces d'oiseaux nicheurs ont été rencontrées. La plupart d'entre elles sont des espèces communes des villes en Ile-de-France comme le pigeon biset et la pie bavarde. D'autres sont plus rares comme le fuligule milouin (étang de la Haute Maison), classé comme espèce en danger sur la liste rouge d'Ile de France (Birard et al., 2012) ou la sterne pierregarin, classée comme espèce vulnérable. Un oiseau typique des friches, la Rousserolle verderolle a été repérée près du RER. De nombreux oiseaux qui vivent près de l'eau ont été observés, comme la bergeronnette des ruisseaux, le grand cormoran ou les canards colvert et mandarin.

Pour conclure

Des espèces rares ou protégées sont fortement corrélées à la présence d'eau, à la fois les oiseaux, par exemple fuligule milouin et sterne pierregarin, les amphibiens et les plantes vasculaires. **30% des oiseaux nichant en Ile-de-France ont besoin des milieux humides.** Les amphibiens en dépendent pour leur reproduction. L'état écologique souvent défavorable des milieux humides et leur disparition progressive constituent une menace pour les espèces qui en sont tributaires.

Des endroits à préserver pour conserver la biodiversité du site ont été localisés. Par exemple, le pont qui mène à la bibliothèque Georges Perec de l'UPEM et à la Maison de l'Étudiant cache de nombreuses cavités qui sont **idéales pour accueillir des chauves-souris**. Le Bâtiment Rabelais abrite des hirondelles qui utilisent son architecture pour y construire leurs nids. Une colonie de moineaux a élu domicile près du bâtiment du Crous boulevard Copernic. **Les populations de moineaux ayant perdu les trois quarts de leur effectif en Ile-de-France** (VigieNature), des colonies comme celle-ci sont d'autant plus intéressantes à surveiller. **Des sites dégradés comme les abords de l'étang de la Haute-Maison et dont la restauration est nécessaire ont également été mis en lumière.**

Il est essentiel de conserver une diversité de milieux, aussi bien pour la faune que pour la flore.

Les zones de friches et les milieux humides, comme les étangs permettent à des espèces de plantes spécialistes de ces milieux de s'installer. Une proportion importante des oiseaux observés sont dépendants des milieux humides ou boisés.

Un suivi sur la durée est nécessaire pour mesurer l'évolution de cette biodiversité au cours du temps. En effet, l'urbanisation de la Cité Descartes se poursuit avec notamment le projet de centre Nautique sur le Bois de la Haute Maison et il semble pertinent d'évaluer la réponse de la biodiversité à ces changements.

La question des continuités écologiques entre les milieux se pose avec acuité dans ce contexte de poursuite de l'urbanisation.

Bibliographie

- Aronson, M.F.J., La Sorte, F.A., Nilon, C.H., Katti, M., Goddard, M.A., Lepczyk, C.A., Warren, P.S., Williams, N.S.G., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J.L., Kuhn, I., MacGregor-Fors, I., McDonnell, M., Mortberg, U., Pysek, P., Siebert, S., Sushinsky, J., Werner, P., Winter, M., 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 281, <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- BAF - Biotope area factor [WWW Document], n.d. URL https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/landschaftsplanung/bff/en/bff_berechnung.shtml
- Birard, J., Zucca, M., Natureparif, 2012. Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs d'Ile-de-France.
- Bonthoux, S., Brun, M., Di Pietro, F., Greulich, S., Bouché-Pillon, S., 2014. How can wastelands promote biodiversity in cities? A review. *Landsc. Urban Plan.* 132, 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.08.010>
- Bonthoux, S., Chollet, S., Balat, I., Legay, N., Voisin, L., 2019. Improving nature experience in cities: What are people's preferences for vegetated streets? *J. Environ. Manage.* 230, 335–344. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.056>
- CBD, 2014. User's manual on the Singapore Index on cities' Biodiversity.
- CBNBP, n.d. Observatoire des collectivités territoriales - Champs-sur-Marne (Seine-et-Marne) [WWW Document]. *Conserv. Bot. Natl. Bassin Paris.* URL <http://cbtnbp.mnhn.fr/cbtnbp/communeAction.do?action=obs&cdInsee=77083>
- Descartes Développement, n.d. La Cité Descartes [WWW Document]. URL <https://www.descartesdeveloppement.fr/cite-descartes/>
- EAA, 2005. EAA core set of indicators. EAA, Copenhagen.
- Faure, E., Aurenche, M., Provendier, D., 2016. Guide pour l'évaluation de la biodiversité dans les EcoQuartiers. Plante & Cité, Angers, France.
- Grafius, D.R., Corstanje, R., Warren, P.H., Evans, K.L., Norton, B.A., Siriwardena, G.M., Pescott, O.L., Plummer, K.E., Mears, M., Zawadzka, J., Richards, J.P., Harris, J.A., 2019. Using GIS-linked Bayesian Belief Networks as a tool for modelling urban biodiversity. *Landsc. Urban Plan.* 189, 382–395. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.012>
- Hill, M.J., Biggs, J., Thornhill, I., Briers, R.A., Gledhill, D.G., White, J.C., Wood, P.J., Hassall, C., 2017. Urban ponds as an aquatic biodiversity resource in modified landscapes. *Glob. Change Biol.* 23, 986–999. <https://doi.org/10.1111/gcb.13401>
- Löfvenhaft, K., Björn, C., Ihse, M., 2002. Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. *Landsc. Urban Plan.* 58, 223–240. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00223-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00223-7)
- McKinney, M.L., 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosyst.* 11, 161–176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>
- MRAE Ile de France, 2018. Avis en date du 13 juin 2018 de la Mission régionale d'autorité environnementale d'Ile-de-France sur le projet de centre aquatique situé à Champs-sur-Marne.
- Muratet, A., Porcher, E., Devictor, V., Arnal, G., Moret, J., Wright, S., Machon, N., 2008. Evaluation of floristic diversity in urban areas as a basis for habitat management. *Appl. Veg. Sci.* 11, 451–460. <https://doi.org/10.3170/2008-7-18530>
- OCDE, 2003. OECD environmental indicators - development, measurement and use.
- Paris Vallée de la Marne, 2019. Note concernant la Construction d'un Centre Aquatique Intercommunal à Champs-sur-Marne, Cité Descartes.
- Seattle Green Factor [WWW Document], n.d. URL [http://www.seattle.gov/sdci/codes/codes-we-enforce-\(a-z\)/seattle-green-factor](http://www.seattle.gov/sdci/codes/codes-we-enforce-(a-z)/seattle-green-factor)
- Seelen, L.M.S., Teurlincx, S., Bruinsma, J., Huijsmans, T.M.F., van Donk, E., Lürling, M., de Senerpont Domis, L.N., 2021. The value of novel ecosystems: Disclosing the ecological quality of quarry lakes. *Sci. Total Environ.* 769, 144294. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144294>
- Société du Grand Paris, 2016. Réunion publique sur les travaux à venir à Champs-sur-Marne.
- UICN France, 2014. Indicateurs de biodiversité pour les collectivités territoriales : jeu commun et synthétique d'indicateurs de biodiversité pour l'échelon régional. UICN France, Paris, France.
- Ville de Noisy-le-Grand, 2019. Plan Local d'Urbanisme - Evaluation environnementale.



Groupe Transversal Natures Urbaines, 2022

Réalisation : *Brigitte Vinçon Leite et Juliette Leymarie*
Basé sur le mémoire de Master de *Claire-Elise de Bonnechose*

Photos :
Claire-Elise de Bonnechose

natures
Urbaines
GROUPE TRANSVERSAL

Coordination scientifique :
Brigitte Vinçon Leite (LEESU)
Juliette Leymarie (IEES)