

# Mesurer le potentiel écologique des projets d'aménagement urbains, une étape vers la ville biodiversitaire ?

Entretien avec  
Pascal Martin et  
Nicolas Wyler

Joëlle Salomon Cavin

Chapitre du livre :

Salomon Cavin, J., & Granjou, C. (dir.) 2021. *Quand l'écologie s'urbanise*.  
Grenoble : UGA Éditions.

Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/ugaeditions/26524>>.

© **UGA Éditions, 2021**

Pascal Martin et Nicolas Wyler sont botanistes, spécialistes d'écologie végétale, aux Conservatoire et Jardin botaniques de Genève (CJB)<sup>1</sup> et chargés de cours à l'Université de Genève. Ils ont élaboré avec Sophie Vallée (Conservatoire Botanique National Alpin) un indice d'écopotentialité urbaine (Vallée, 2016) qui permet d'évaluer la capacité d'accueil en biodiversité des communes ou de projets d'aménagements de quartiers. Cet instrument constitue un exemple particulièrement intéressant de mobilisation de l'expertise naturaliste dans le projet urbain, illustrant son intégration très concrète dans la fabrique urbaine contemporaine.

Ce chapitre présente le compte rendu d'un entretien que nous avons eu principalement avec Pascal Martin (PM) en janvier 2020 auquel s'est brièvement joint Nicolas Wyler (NW). Dans cet entretien, nous revenons plus en détail sur l'origine, le contexte d'élaboration et la mise en œuvre de l'indice d'écopotentialité.

Le Jardin botanique est une institution deux fois centenaire de la ville de Genève. Ses botanistes sont à l'origine des premiers inventaires de la flore régionale (Reuter 1832, 1861; Weber 1966). Par la suite y ont été élaborées les premières listes rouges du canton relatives aux plantes à fleurs, aux mousses et aux lichens (Burgisser, 2012; Lambelet, 2006, 2011; Vust, 2015) et plus récemment un atlas de la flore du canton de Genève (Theurillat, 2011).

Cependant, en dépit de quelques travaux sur la flore locale, la plupart des chercheurs des CJB réalisent leurs études dans des écosystèmes peu anthropisés et éloignés des zones urbaines. L'espace urbain en général, et la cité genevoise plus spécifiquement, ne sont pas les terrains privilégiés des botanistes de cette institution.

La prise en compte de la flore urbaine est en définitive relativement récente dans le contexte genevois. Le premier inventaire concernant spécifiquement la flore urbaine date de 2014. Cette analyse pionnière de la flore urbaine (Mombrial et coll., 2014) va d'ailleurs révéler quelques surprises. Le plus ancien mur de la ville de Genève (dit « Mur de la Treille ») y est identifié comme

1. Il travaille dans la même institution que Philippe Clerc (voir le chapitre de M. Chalmandrier et C. Granjou dans cet ouvrage).

l'un des plus riches en Suisse pour ce qui concerne les lichens, les mousses et les fougères.

Ce travail d'inventaire de la flore urbaine marque également le développement d'une collaboration importante entre les CJB et différents secteurs de l'administration locale comme ceux des espaces verts, de la voirie et de l'urbanisme. Cette mobilisation pour la ville de l'expertise naturaliste des CJB illustre une tendance que l'on retrouve à l'échelle suisse. Désormais, de nombreuses villes en Suisse développent des stratégies relatives à la biodiversité mobilisant des connaissances produites localement.

L'inventaire de la flore genevoise correspond à la mise en œuvre par la ville de Genève des Engagements d'Aalborg (2010) sur le développement durable urbain. Pour favoriser la biodiversité, la ville de Genève s'y est ainsi notamment engagée à la promotion d'espaces naturels et d'habitats de qualité ainsi qu'à leur mise en réseau. Dans la foulée, est votée en 2012 la loi cantonale sur la biodiversité, première loi cantonale en ce domaine et développé le programme d'actions « Nature en ville » (Hasler, Evéquo & Beuchat, 2012), directement à l'origine du mandat que reçoivent les CJB pour concevoir un instrument d'évaluation de la biodiversité urbaine.

La région de Genève a connu ces dernières années un très fort développement démographique et économique qui a induit une pression importante dans les zones faiblement construites, comme les secteurs de maisons individuelles, promises à la densification. Ces secteurs, riches en espaces ouverts et surfaces perméables, abritent en moyenne davantage d'espèces de plantes vasculaires<sup>2</sup> que les forêts et les surfaces agricoles (Office fédéral de l'environnement, 2009). Le développement de l'indice d'écopotentialité a été conçu notamment pour proposer des solutions dans ce type de quartiers afin de ne pas laisser advenir des modes de densification qui mettent en péril la biodiversité.

2. Plantes qui disposent de vaisseaux par lesquels circule l'eau (donc hors algues et bryophytes).

*JSC : L'indice d'écopotentialité vous amène à travailler dans des contextes très urbains. En quoi la ville vous intéresse-t-elle en tant que botaniste ? Est-ce un milieu où vous avez l'habitude de mener vos travaux ?*

PM : Je suis spécialiste d'écologie fonctionnelle et j'ai beaucoup travaillé dans les forêts primaires d'Afrique de l'Ouest en Côte d'Ivoire et au Togo. Durant ma formation, je n'ai jamais entendu parler de la ville. Ce n'est pas un milieu où j'avais l'habitude de travailler. Je me souviens d'une anecdote qui a marqué mon intérêt pour la ville. Lors d'un colloque d'écologie fonctionnelle où j'allais chaque année durant mon doctorat, j'ai découvert que l'on observait exactement les mêmes phénomènes que j'étudiais alors en Afrique, mais cette fois dans les plates-bandes au pied des arbres en région parisienne. Mes études et celles de ces collègues parisiens consistaient à étudier l'influence de différents facteurs de perturbations spatio-temporelles à savoir – la durée d'isolation, la surface des habitats, le degré de fragmentation et l'éloignement aux grands espaces naturels – sur la biodiversité. Nous analysons alors la régénération des espèces, les arbres pour moi et les plantes herbacées pour eux. Les conclusions auxquelles nous arrivions étaient alors les mêmes. Les réponses des espèces aux perturbations et la diversité qu'on observait étaient dirigées par les mêmes facteurs en ville ou dans les forêts tropicales. C'était les mêmes principes ! On se comprenait avec ces collègues qui travaillaient à Paris sauf qu'eux voyageaient avec des tickets de métro et moi en avion. J'avais un bilan carbone nettement moins bon !

Il y avait des phénomènes écologiques qui étaient transversaux à tous les systèmes terrestres. C'était une découverte pour moi que des gens puissent faire des recherches dans la ville, longtemps considérée comme un *no man's land* biologique, un milieu stérile ou trop perturbé.

Depuis lors, j'ai découvert qu'il y a énormément de résilience en ville, il y a des néocommunautés qui se créent.

On observe par exemple de nouveaux groupements phytosociologiques urbains : des espèces qui ont migré, qui s'installent en ville ; elles ne sont pas toutes invasives et contribuent à amener de nouvelles fonctions écologiques telles que la production de nectar, des îlots de fraîcheur urbains ou encore de l'ombrage.

La ville, longtemps décriée et mise en opposition à la nature « intacte » par les écologistes, est progressivement devenue un laboratoire d'étude pour la science écologique. Dans l'anticipation des phénomènes climatiques, la ville est un superbe laboratoire pour apprécier ce vers quoi nous allons à l'échelle globale. Il y a plusieurs degrés de température en plus toute l'année, moins de précipitations, moins d'eau disponible dans les sols. Fondamentalement, cela préfigure les conditions de demain. Je vois ça avec les collègues des espaces verts de la ville de Genève et du canton : nous sommes en train de faire un choix des espèces d'arbres que l'on va planter en ville en fonction des conditions climatiques futures.

La ville est devenue intéressante pour pas mal de scientifiques dans les 15 dernières années également parce que les habitats urbains sont des habitats de substitution ou habitats secondaires. Certaines espèces qui ne trouvent plus leur habitat « naturellement » se réfugient dans les espaces urbanisés. Dans un contexte de régression des habitats naturels aux abords des villes, en raison notamment de l'intensification de l'agriculture périurbaine, les espaces semi-naturels urbains jouent un rôle important pour la conservation de telles espèces. La ville offre finalement une mosaïque d'habitats variés, refuges pour de nombreuses espèces pionnières, thermophiles, ou associées aux milieux minéraux, mais également pour des espèces opportunistes ou ubiquistes, voire pour des espèces exogènes, éventuellement envahissantes.

Cependant, dans le milieu urbain plus qu'ailleurs, la biodiversité est menacée par l'influence humaine. Il existe donc un enjeu fort de conservation de la biodiversité en ville,

afin de lutter contre l'homogénéisation biotique et de préserver les espaces de nature en ville qui sont étroitement liés au bien-être et à la qualité de vie des habitants. La grande difficulté à la mise en œuvre d'un tel dessein est que la biodiversité et les espaces de nature en ville, en général, doivent répondre à de nombreuses attentes et se montrer multifonctionnels : services rendus aux humains en termes d'aménité environnementale, connexions biologiques avec la matrice extra-urbaine, ou encore conservation des espèces qui y trouvent refuge. Face à ces différentes attentes, il est difficile pour les pouvoirs publics de trancher en fonction des différents intérêts en présence lors des projets d'aménagement.

L'indice d'écopotentialité a été spécifiquement conçu pour permettre cette pesée des intérêts.

NW : Nous aux CJB, on s'intéresse à la nature en ville, mais on s'intéresse d'abord à la nature « nature ». Une nature naturelle avec moins de pression anthropique. Et puis, par défaut, vu l'impact de l'urbanisation, on s'intéresse de facto de plus en plus à la nature en ville et à comment elle peut survivre, malgré le développement du canton. À Genève, on a beaucoup de pression sur le territoire suite au développement d'infrastructures et de logements. Nous avons été « forcés » (je ne sais pas si c'est le mot) à nous intéresser à la nature en ville. Les biologistes botanistes préfèrent aller se balader dans la nature, sur les bords de l'Allondon ou au Moulin de Vert<sup>3</sup> plutôt que de se balader au parc des Bastions<sup>4</sup>. Cependant, quand on se rend compte de tout ce qu'on peut trouver, il y a aussi un intérêt à étudier la nature en ville. La ville a un côté pédagogique. C'est un bon moyen de reconnecter le citoyen à la nature. C'est une bonne porte d'entrée pour sensibiliser à la nature proche de chez soi.

3. Une rivière et une réserve naturelle situées sur le territoire du canton de Genève.
4. Parc urbain au centre de Genève.

*JSC : Le fait de travailler dans une institution comme le Jardin botanique de Genève constitue-t-il une situation privilégiée pour mener des travaux sur la nature en ville ?*

NW : On est quand même un institut genevois. Aux CJB, nous travaillons beaucoup dans le monde entier, mais là, ça nous permet d'avoir une activité locale. Notre bailleur de fonds est quand même la ville de Genève. De s'intéresser à la conservation au niveau local, c'est important en termes d'image. Et puis c'est intéressant tout court. J'aime beaucoup la recherche appliquée.

PM : À la base aux CJB, nous sommes très naturalistes, très collectionneurs. Notre travail, c'est inventorier le vivant, mettre un nom dessus. Après, c'est aussi comprendre les interactions entre les éléments du vivant. Nous travaillons encore à l'échelle de l'espèce et de leurs interactions, c'est différent des travaux en génie génétique ou à l'échelle cellulaire. Nous avons l'énorme avantage d'être dans une institution relativement ancienne<sup>5</sup> et reconnue par les pouvoirs politiques. C'est une position privilégiée dans le sens où nous ne sommes pas soumis, comme souvent dans la recherche, à une obligation de publications et de résultats. Ce qui nous permet d'entreprendre des travaux sur de longues périodes. Nous avons le temps de former des gens, d'acquérir des connaissances et de faire du suivi sur le long terme. En ville, dans certains parcs, nous faisons des inventaires depuis vingt ans. Vingt ans en ville, c'est pas mal !

Nous avons toujours collaboré avec les services de l'État qui sont en charge du respect de la législation sur les espèces et les milieux. C'est l'avantage d'avoir un institut qui perdure dans le temps. Il y a des inventaires qui datent de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Certaines publications d'envergure, comme les listes rouges, ont assis notre position à l'échelle du canton.

5. Le Jardin botanique de Genève a été créé en 1817 par Augustin-Pyramus de Candolle.

Ces listes ont permis de hiérarchiser l'importance des espèces. Pendant longtemps, elles ont été mobilisées pour faire recours contre les projets d'aménagement ou pour identifier des sites prioritaires à préserver de tout développement. J'ai beaucoup d'exemples dans le canton où nous avons mis en place des projets de conservation. Des espèces disparues du canton, il y en a relativement peu car le canton a été très actif pour ce qui concerne la protection de ses espèces. Je pense par exemple au glaïeul des marais. Nous venons de produire une nouvelle liste rouge en 2019 sur les plantes à fleurs. C'est l'accumulation de l'expertise naturaliste qui permet d'avoir un aperçu plus précis.

*JSC : Comment en êtes-vous venus à devoir intervenir dans le cadre de projets d'aménagement urbain ?*

PM : Pour moi c'est une suite logique. Depuis 200 ans, on inventorie, on regarde pour chaque espèce comment cela évolue. C'est beau de faire des inventaires et dire : « Ici on laisse ou pas de la prairie. » Mais si les prairies sont déconnectées entre elles et s'il y a un projet qui passe, on va devoir déplacer les plantes. On va aller prendre les plantes dans leur milieu naturel et les replanter ailleurs, à un endroit jugé favorable. Pour les autoroutes, par exemple, les espèces sont prélevées avant que le chantier n'ait lieu, sont mises en culture avant d'être éventuellement remises dans la nature. On s'est dit que ce serait bien d'arriver à intervenir avant les sauvetages ou pour constater la disparition et de concevoir des outils en amont pour garder une place de nature ou de biodiversité dans la ville.

À la campagne, nous n'avons que peu de prise sur les processus en cours. Les espaces agricoles sont gérés par les agriculteurs ; ils ont une forte inertie et gèrent avec le service en charge de l'agriculture les surfaces de promotion

de la biodiversité<sup>6</sup>. Par contre, dans la ville, sur des terrains publics ou privés, il y a pas mal des choses à faire, en amont, avant que les surfaces ne disparaissent. On s'est rendu compte qu'il y avait aussi des choses intéressantes en ville, pas forcément de la flore ou de la faune rare, mais tout un cortège de plantes qui ont le mérite d'être là et qui ont tout autant de raisons d'être protégées que des orchidées.

*JSC : Plus précisément, dans le cadre de quel mandat est née l'idée de cet indice d'écopotentialité ?*

PM : Dans le cadre du programme « Nature en ville » (2012), nous avons été sollicités pour travailler sur un outil qui permettrait de mesurer, d'une part, l'état de la biodiversité en place et, d'autre part, de saisir l'impact sur la biodiversité des aménagements urbains prévus dans le cadre des instruments d'aménagement. L'idée était de travailler en amont des projets afin d'identifier les zones à fortes valeurs écologiques et de prévoir les moyens pour conserver la biodiversité. Nous étions alors au début du renouvellement des documents de planification stratégique que sont les plans directeurs cantonaux et communaux. Les autorités souhaitaient avoir des outils pour orienter le développement de l'urbanisation de manière durable.

En fait, on a d'abord commencé par ce que nous savons faire le mieux, nous avons entrepris des travaux de terrain naturalistes sous forme de transects dans certains quartiers urbains. La méthode développée visait à identifier les espèces végétales le long de transects de 500 m, tout en répertoriant les structures favorables à la biodiversité au sens large. On avait toute une liste de structures qu'on cherchait à observer en ville : des murs qui ne soient pas

6. En Suisse, les agriculteurs reçoivent des « paiements directs » pour les services rendus en faveur de la biodiversité. Elles correspondent en particulier à des surfaces de compensation écologique en bordure des champs.

complètement stériles et qui présentent des mousses et des fougères, des cavités dans les arbres pour les insectes, comme des petits coléoptères, du lierre, des vieux arbres, des haies indigènes, des points d'eau, etc.

Les analyses menées lors de la première année de travail ont démontré une très forte hétérogénéité dans les observations et surtout une difficulté à pouvoir étendre les inventaires à l'ensemble de l'aire urbaine. En outre, l'accès à l'ensemble des parcelles était difficile du fait des nombreuses propriétés privées. Les inventaires étaient donc assez représentatifs des bords de chemins et des espaces publics, mais pas de l'ensemble des quartiers. Si on plaçait ailleurs ces transects, on avait une interprétation différente. Sillonner tout le canton, toutes les communes urbaines pour avoir une idée vraiment précise de ce qu'on avait représentait un investissement humain irréaliste. Surtout, on devait pouvoir intégrer quel impact allaient avoir les projets. Aller observer des cavités dans les arbres, c'est important, mais dans les projets on ne sait pas en général quels arbres vont être plantés.

Il nous fallait donc développer une approche qui puisse être rapide à mettre en œuvre, reproductible et surtout qui puisse traiter de l'ensemble du territoire, quel que soit le découpage foncier. Pour ce faire, nous avons utilisé les données qui existaient déjà sur le canton, c'est-à-dire une carte d'occupation du sol et un modèle numérique de terrain dont l'avantage est de couvrir tout le territoire genevois et d'être périodiquement mis à jour.

Nous avons mené un gros travail bibliographique sur ce qui se faisait ailleurs et trouvé pas mal d'indicateurs. Une difficulté est qu'il nous fallait des indicateurs sur la diversité des milieux naturels, mais à une échelle qui soit compatible avec les plans des architectes et des urbanistes. Les architectes utilisent une typologie très simple qui se limite à « prairie », « gazon », « haie » ou « cordon forestier ». Il fallait qu'on soit à la même échelle de description.

*JSC : Que recouvre précisément cet indice ?*

PM : L'indice prend en compte différents aspects structuraux et spatiaux de l'espace urbain qui ont une influence sur la biodiversité et pour lesquels la donnée de base existe. Il s'agissait pour nous de définir un indice qui soit pertinent aux différentes échelles spatiales de l'environnement urbain (parcelle, parc, quartier, commune), qui soit sensible aux modifications de l'aménagement et dont la valeur puisse être comparable dans le temps, et qui soit calculable sans avoir à acquérir des données spécifiques (inventaires, relevés ou diagnostics de terrain par exemple).

L'indice d'écopotentialité est un indice composite, il est construit sur la base de huit indicateurs (Tab. 1). Les données de base nécessaires sont : une carte d'occupation du sol, une carte des toitures végétalisées et le positionnement des arbres sur le territoire. Toutes ces données existent pour le canton de Genève et sont de plus en plus facilement accessibles dans d'autres cantons. La donnée principale correspond à une cartographie au 1/5 000<sup>e</sup> des milieux naturels et des zones construites couvrant l'ensemble du territoire avec une typologie riche (110 catégories différentes) et hiérarchique. La cartographie, réalisée en 2011, est mise à jour annuellement<sup>7</sup>. Ces huit indicateurs sont constitués d'unités différentes (densité à l'hectare, pourcentage, surface, etc.). Afin de pouvoir les synthétiser en une seule valeur et pouvoir les comparer, nous avons défini des valeurs d'objectifs à atteindre en fonction des données bibliographiques et de discussions avec les gestionnaires de l'environnement urbain. L'indice est maximal quand le territoire présente une multitude d'habitats différents (selon huit grandes catégories), une faible fragmentation, une densité d'arbres élevée, des habitats aquatiques, une imperméabilisation du sol faible et lorsque les toits sont végétalisés.

7. La donnée est en libre accès via le Système d'Information du Territoire Genevois (<https://www.etat.ge.ch/geoportail/pro/?mapresources=NATURE>) [consulté le 06/07/2021].

**Tableau 1. Présentation des 8 indicateurs de l'indice d'écopotentialité.**

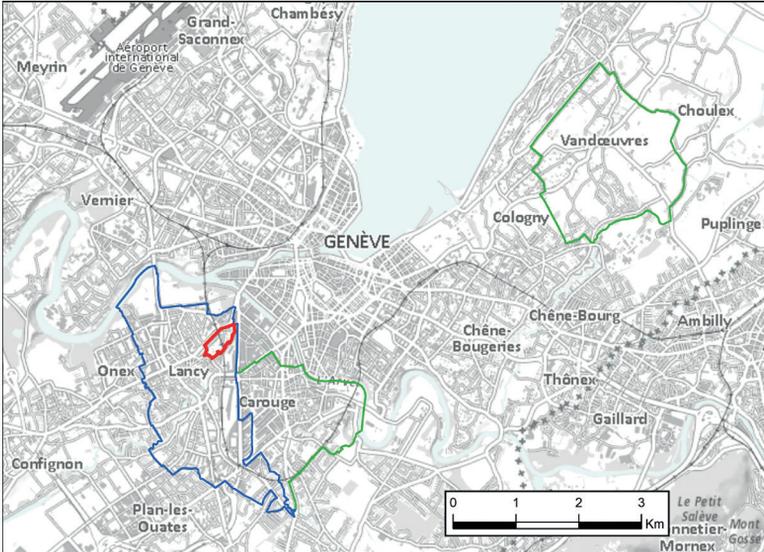
Indicateurs	Unité	Maximum théorique	Objectif	Explications de la valeur objectif
Surface perméable	%	100	75	les ¾ de la surface sont perméables
Naturalité (O'Neill et coll., 1988 modifié)	sans unité	∞	2	mesure la naturalité du territoire
Mesh size (Jaeger 2000)	sans unité	1	1	mesure la fragmentation du territoire
Diversité des milieux verts	sans unité	Log <sub>2</sub> (nb milieux possibles)	2,81	valeur maximale de l'indice de Shannon <sup>8</sup> , tous les grands types de milieux sont présents et équi-répartis
Densité toits verts	%	100	25	¼ de la surface des toits est végétalisée
Densité d'arbres	nb/ha.	-	100	100 arbres à l'hectare
Nombre de types de milieux aquatiques et humides	Nombre de présents	8	4	4 types de milieux aquatiques différents sont présents
Surface des milieux aquatiques et humides	m <sup>2</sup> /ha	10 000	100	1 % de la surface est occupée par des milieux aquatiques ou humides

© P. Martin

8. Indice mesurant la richesse et l'équi-proportionnalité des milieux verts présents (Shannon, 1948). Plus il est élevé plus le site est hétérogène en habitat et donc favorable à la biodiversité.

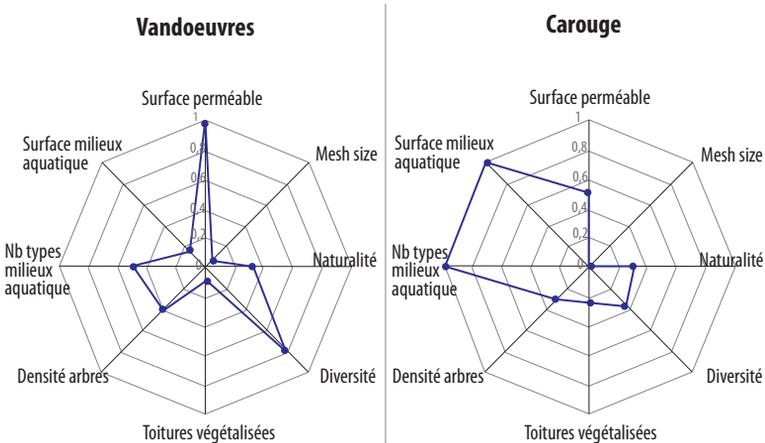
*JSC : Pouvez-vous nous donner quelques exemples d'application concrète de cet indice dans des quartiers Genevois ?*

PM : Nous avons mené les analyses pour les 45 communes de Genève sur l'ensemble des zones d'affectations qui les constituent et qui pouvaient être soumises à révision. Prenons l'exemple de la commune de Vandoeuvres et de Carouge qui jouxtent celle de Genève (Figs. 1 et 2). Vandoeuvres a l'avantage d'être encore peu imperméabilisée et de présenter plusieurs types de milieux naturels, par contre le faible nombre d'espaces aquatiques ou humides ainsi que les toitures faiblement végétalisées sont des éléments plutôt négatifs. Si on prend l'exemple de Carouge, la présence de zones aquatiques est un véritable atout, mais cette commune devrait diversifier ses espaces naturels et planter plus d'arbres. Les interprétations à l'échelle des communes sont à mettre en rapport avec l'histoire du développement urbain et le type de bâti existant. Carouge est une commune bien plus urbanisée et proche du centre que Vandoeuvre, encore marquée par un paysage agricole. Sur la base de ces analyses, le service cantonal de la nature a pu faire des recommandations aux communes pour améliorer la capacité d'accueil en biodiversité : réaménagement foncier, encouragement à la plantation ou la réhabilitation de milieux plus naturels, toitures végétalisées, maintien des arbres dans les projets urbains, etc., mais également pour identifier les zones les plus favorables qu'il faudrait préserver.



**Figure 1. Commune de Carouge et Vandoeuvres en vert, commune de Lancy en bleu et emprise du projet de quartier en rouge.**

© P. Martin

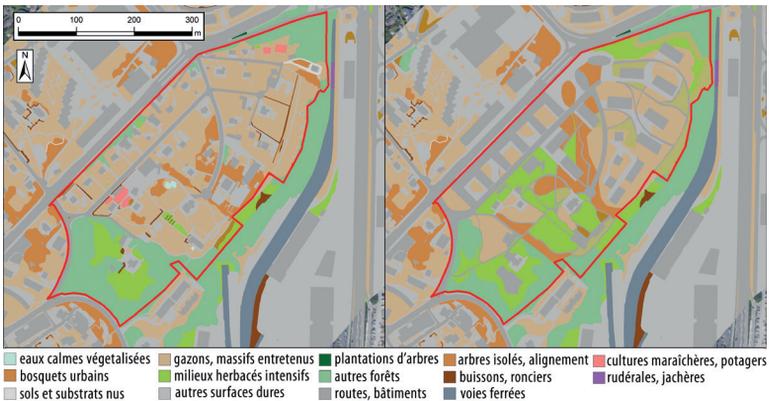


**Figure 2. Représentation des huit indicateurs d'écopotentialité dans deux communes genevoises.**

© P. Martin

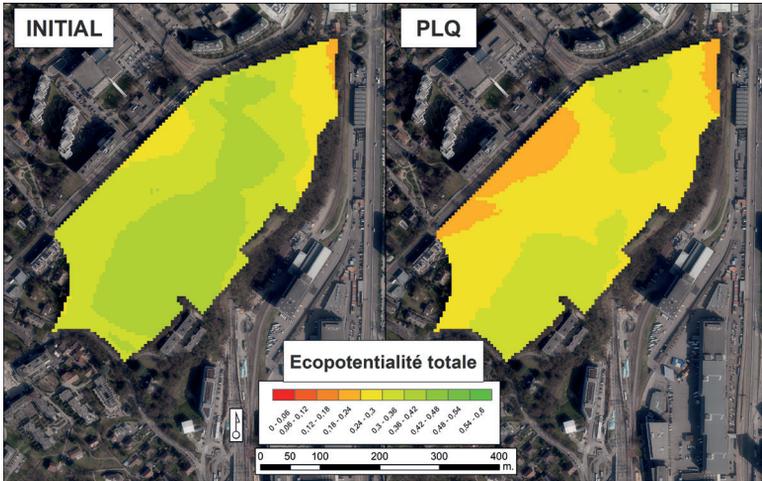
Nous avons aussi réalisé des analyses à des échelles plus localisées (quartier, îlot). Nous avons ainsi appliqué une variante de cet indice pour tester des scénarios de densification d'une zone accueillant des maisons individuelles. Dans la perspective d'un futur projet localisé de quartier (Figs. 3 et 4), nous comparons l'état initial et le scénario d'urbanisation proposé. Le plan localisé de quartier (PLQ) de Surville est un projet de densification portant sur 13 hectares. Dans ce quartier de la périphérie de Genève, il est prévu de réaliser des immeubles à la place des villas actuelles. La réalisation de ce projet fait diminuer les valeurs de tous les indicateurs d'écopotentialité (Figs. 3 et 4) et plus particulièrement la densité d'arbres, les surfaces perméables et les deux indices aquatiques. La densité de toits végétalisés est également réduite, car une villa avec un toit vert est déconstruite et les futurs bâtiments sont dépourvus de ces aménagements.

Ce type de projection doit permettre d'orienter les décisions et, si possible, d'identifier en amont les risques de détérioration de l'environnement. Cela permet de proposer des alternatives concrètes pour améliorer l'écopotentialité des projets.



**Figure 3.** État initial de l'occupation du sol à gauche et état projeté à droite.

© P. Martin



**Figure 4. Représentation spatiale de la moyenne des huit indicateurs dans l'état initial et le projet.**

© P. Martin

Sur la base de ces résultats, il a été conseillé aux porteurs du projet de restreindre le nombre d'arbres à abattre, de conserver ou de recréer un ou plusieurs milieux humides, d'installer des toitures végétalisées sur les futurs immeubles, de diversifier l'occupation des espaces verts avec des haies, des zones rudérales ou des murgiers<sup>9</sup> et, finalement, de limiter l'imperméabilisation des sols en particulier pour les voies d'accès secondaires et les espaces récréatifs.

L'indice d'écopotentialité apparaît ainsi comme un véritable outil d'aide à la décision pour orienter les projets vers des alternatives plus intéressantes du point de vue environnemental. Toutefois, il est important de souligner que cette expertise ne remet pas en cause le développement prévu, en termes de surface de plancher et de nombre de places de stationnement par exemple, et qu'elle n'a pas de prise réelle sur la valeur écologique des aménagements « verts » qui seront finalement réalisés.

9. Structure minérale favorable aux reptiles, monticule de pierres par exemple.

*JSC : Quelles sont finalement les principales qualités de cet indice ?*

PM : L'avantage de cet indice est d'être facile à mettre en œuvre, répliquable sur d'autres territoires, ré-évaluable dans le temps et également d'être transposable à d'autres échelles. Par ailleurs, cet indice permet de mettre en avant les points forts et les points faibles de l'entité géographique choisie. Les indicateurs qui composent l'écopotentialité sont relativement faciles à calculer si les données nécessaires sont disponibles, il s'agit en effet de procédures automatisées que l'on peut répliquer en fonction des besoins ou tous les ans par exemple.

Nous sommes conscients que l'indice n'est pas traduisible en nombre d'espèces ou de services écosystémiques, mais il représente, à nos yeux, une bonne indication des potentiels écologiques des zones étudiées. Les aspects structuraux et la prise en compte des différents types d'habitats ainsi que certaines structures anthropiques favorables à la biodiversité fournissent une bonne approximation de la biodiversité que l'on pourrait observer par des travaux de terrain. Pour les gros projets d'aménagement, une étude d'impact des risques environnementaux, qui inclut un inventaire naturaliste, est toujours réalisée.

L'indice d'écopotentialité a l'avantage de ne pas nécessiter de relevés de terrain spécifiques. Cependant, s'il permet de se passer d'un inventaire naturaliste classique, il ne remplace certainement pas des analyses qui visent à montrer la diversité écologique des espèces et à identifier celles qui doivent être protégées.

Les aménageurs et les décideurs politiques ont en effet le pouvoir de conserver certains espaces naturels, ou semi-naturels, en ville et d'orienter les nouveaux aménagements. Nous pensons par exemple à des politiques incitatives pour : l'installation de toitures végétalisées, la création de mares urbaines ou la renaturation de cours d'eau, l'arborisation de certains espaces et finalement la création de différents

milieux dédiés à la biodiversité comme prairies fleuries, milieux rudéraux, jardins familiaux, haies vives, voies vertes, pieds d'arbres, vergers, etc. Cela peut consister également à remplacer des surfaces imperméables par des substrats qui permettent le passage de l'eau et ainsi assurer les apports hydriques pour la végétation riveraine, et également maintenir et renforcer les corridors biologiques existants.

De nombreux espaces dans les villes sont capables d'être réaménagés d'une manière plus naturelle sans pour autant perdre leur vocation première. Les citadins et leurs élus sont d'ailleurs de plus en plus sensibles à ces aspects de ville verte et ils acceptent plus volontiers les changements d'aménagement qui vont dans ce sens. D'après notre expérience, le fait d'arriver à distinguer cette capacité d'accueil de biodiversité et ce potentiel de fonctionnalités écologiques en ville est fondamental lors des prises de décision ou des réflexions pour les plans d'aménagement futurs. Nos interlocuteurs de l'aménagement du milieu urbain ont parfois des connaissances limitées sur les aspects biodiversité et les décisions concernent en majorité des arbres à abattre ou à replanter dans le cas de mesures de compensation. Pouvoir sensibiliser les décideurs à tel aspect favorable ou à tel déficit d'un projet est souvent bien accueilli et permet d'élargir le panel des mesures qui peuvent être recommandées.

*JSC : L'indice d'écopotentialité est le résultat d'une collaboration avec des professionnels de la ville, urbanistes, architectes et avec les différents services de la ville ? Est-ce parfois délicat de convaincre ces interlocuteurs ?*

NW : C'est de mieux de mieux. Nous sommes quand même toujours perçus comme des empêcheurs de construire en rond. Mais ça évolue. Les mentalités évoluent. Les générations d'urbanistes se renouvellent avec des formations un peu plus sensibles aux questions écologiques. Actuellement,

les interactions sont beaucoup plus intéressantes avec les urbanistes. Nous avons des contacts très étroits avec l'office d'urbanisme qui s'occupe du plan directeur communal. C'est souvent une question de personnes. Nous avons dû adapter notre langage, nos données, nos informations. Avant, c'était principalement la flore dans les milieux naturels qui nous intéressait, maintenant ce sont de plus en plus les services écosystémiques.

Je travaille sur une stratégie d'arborisation au niveau cantonal. Il y a de nombreux partenaires autour de la table comme le génie civil ou les services industriels. Nous avons adapté notre discours et cherché le consensus. Faire de la biologie pour la biologie ou de la conservation pour la conservation, c'est ce qu'on a fait les 50 ou 100 dernières années. Cela ne marche plus. À présent, on doit faire avec l'homme.

De notre côté, on est satisfaits de sortir du carcan de la biologie. Entre biologistes, on est toujours d'accord, c'est pratique, mais on ne fait pas avancer « le schmilblick ». Quand vous avez le responsable des parkings de l'État de Genève qui vous dit que vos aspirations et théories sur la plantation des arbres ne le concernent pas, c'est toujours intéressant de voir comment on peut au moins lui faire comprendre l'idée, et puis le faire adhérer. Dans ces séances, il y a aussi des personnes qui sont d'accord, mais qui veulent des éléments précis : « Où, combien et combien ça va me coûter ? » Et puis d'autres qui vous disent : « Moi, les routes que je sais elles sont utiles, vous, vos arbres ils ne servent à rien. » C'est une question de personnes !

PM : Actuellement, l'objectif est d'intervenir en amont de tous les projets d'aménagements pour conserver autant que possible la diversité biologique existante et également favoriser son développement. L'ambition est à la fois de garantir une mosaïque de sites à caractère naturel permettant à la faune et à la flore de prospérer et aux habitants de garder le contact avec la nature, tout en améliorant leur qualité de vie.

Désormais, nous sommes de plus en plus impliqués dans les discussions relatives à l'aménagement urbain. Les différents services de la ville intègrent le vert dans leur fonctionnement, qu'il s'agisse de toitures, de revêtement au sol, de gestion des parcs, des plantations ou des soins aux arbres. La collaboration avec ces services rend possible, par exemple, le non-arrachage systématique des arbres morts, notamment grâce à leur statut d'habitat pour de nombreuses espèces d'insectes. Elle permet également que les « brigades anti-tags » n'utilisent pas, sur certains murs<sup>10</sup>, des produits qui vont détruire les mousses ou les lichens. Les opportunités d'échanges se multiplient. Je participerai bientôt à un groupe de travail intégrant des représentants des services des espaces verts, de l'École d'ingénierie et de paysage de Genève et du canton, consacré aux « arbres à planter pour demain ». Avec les changements climatiques, des besoins supplémentaires de nature dans la ville se feront sentir. Quand il va falloir renouveler nos chênes actuels et certaines espèces qui sont déjà dans la ville : qu'est-ce qu'on va mettre ? Si on plante un arbre maintenant et que, dans 20 ans, il sèche parce qu'il n'est pas adapté, 20 ans de croissance auront été perdus. Les bénéfices de l'arbre ne sont pas perceptibles durant ses 20 premières années, si ce n'est au niveau esthétique. Il faut attendre que l'arbre ait une cinquantaine d'années pour qu'il fournisse des services pour la santé, contre les pollutions, pour l'ombrage. Ainsi, ceux qu'on plante maintenant seront fonctionnels pour nos petits-enfants. Autant les choisir pour qu'ils soient adaptés au climat futur. L'enjeu est de réfléchir au patrimoine arboré de demain et de pouvoir faire des recommandations relatives aux plantations arborées dans tous les projets. Les pépiniéristes sont des acteurs importants de la boucle : ce sont ceux qui produisent les arbres qui seront plantés. Ils doivent être intégrés à la discussion car, du jour

10. Une cinquantaine de murs riches en espèces à Genève sont signalés afin que les services de la voirie n'y emploient pas de produits toxiques à ces espèces.

au lendemain, ils vont se retrouver avec des commandes spécifiques. S'ils ne les ont pas en culture, ils ne pourront pas les fournir. On va les trouver ailleurs mais si on peut les trouver sur place, c'est aussi bien. Quand un arbre doit être planté, c'est plus facile si on a le contact avec celui qui l'a fait vivre les 10 premières années.

*JSC : Merci beaucoup pour cet entretien. Auriez-vous un commentaire final par exemple relativement à la manière dont vous imaginez le rôle des CJB et des naturalistes en ville dans les années futures ?*

PM : Pour moi, les CJB et les naturalistes en général devraient se positionner toujours plus en amont des projets d'aménagement. C'est dans ce sens que nous travaillons actuellement sur le concept d'infrastructure écologique<sup>11</sup> genevoise (Honeck et coll., 2020) : à l'image des infrastructures routières ou électriques, il permet de garantir un bon fonctionnement des écosystèmes qui sont encore en place et de renforcer leur connectivité à l'échelle du canton ou même du pays entier. Cette réflexion est à la fois menée aux échelles suisses et cantonales. Le canton de Genève a eu un financement pour être projet pilote en ce domaine et développer concrètement cet outil. Cela se matérialise par une carte à l'échelle du canton qui est précise à quelques mètres près et où tous les objets naturels sont recensés et se voient attribuer une valeur en fonction de leur importance dans l'infrastructure écologique. Par exemple, pour un objet isolé, le principe est que si on le perd, c'est moins grave que si on perd un objet naturel qui fait la connexion entre de grands ensembles naturels : cela donne de la valeur aux corridors écologiques. L'idée d'infrastructure écologique découle

11. Au sens d'un réseau minimum d'ilots (patches) d'habitats naturels qui permet d'assurer autant la production de services écosystémiques de qualité que le maintien de la biodiversité.

des objectifs d'Aichi<sup>12</sup>. Les signataires se sont engagés à sauvegarder les 30 meilleurs % de la surface naturelle du canton pour garantir les rôles et le fonctionnement des écosystèmes.

## Conclusion

L'indice d'écopotentialité constitue un exemple très concret de mobilisation de l'expertise naturaliste dans la fabrique urbaine : il a été entièrement conçu par des naturalistes dans le but d'être intégré dans la conception des aménagements urbains. À l'échelle d'une commune ou d'un quartier, il permet de saisir l'impact des projets sur la nature existante et d'orienter le futur projet vers des mesures d'aménagement qui pourraient améliorer les conditions écologiques des sites en développement. La biodiversité y apparaît ainsi comme composante à part entière de la conception du quartier à l'instar de ce que propose Philippe Clergeau (Clergeau, 2015) dans son manifeste pour la « ville biodiversitaire » : il permet de faire advenir un aménagement où la biodiversité, loin de n'être qu'un simple accessoire, « petite touche verte » en fin de projet, en oriente la forme au même titre que la densité ou la mobilité.

L'indice d'écopotentialité genevois et son contexte d'élaboration offrent finalement un exemple de l'impact actuel de l'écologie sur le projet urbain tout autant que de l'impact des enjeux urbains sur le métier d'écologue et l'expertise écologique. Les écologues qui en sont à l'origine n'ont en effet pas été formés pour travailler en ville et leurs terrains habituels de recherche en sont souvent très éloignés. Mais, désormais, la ville leur apparaît comme un lieu incontournable d'analyse et d'intervention d'une part, pour ses qualités écologiques avérées et, d'autre part, dans un contexte de

12. Le plan stratégique pour la biodiversité (2011-2020) adopté lors de la 10<sup>e</sup> Convention pour la biodiversité biologique a défini 20 objectifs (CBD, 2010). Le 1<sup>er</sup> objectif vise à conserver intégralement 17 % de territoires naturels auxquels s'ajoutent 13 % de surfaces devant assurer la connectivité entre ces territoires.

réorientation des politiques urbaines vers les enjeux environnementaux nationaux ou mondiaux (Mauree et coll., 2019).

L'indice d'écopotentialité illustre bien l'évolution d'une posture naturaliste plutôt défensive vis-à-vis des projets d'aménagements, visant avant tout à contrer des projets ou à sauver *in extremis* des espèces rares, vers une posture proactive qui cherche à orienter les développements urbains en proposant des solutions pour une écologisation des projets. Aux travaux d'inventaires naturalistes, à l'origine notamment des listes rouges, s'associent désormais des outils naturalistes de mesure du potentiel écologique, utiles pour orienter la fabrique urbaine en amont des projets.

Partie intégrante de l'administration communale, financée par le budget de la ville, une institution comme les conservatoire et jardin botanique de Genève apparaît comme lieu privilégié pour mener des travaux d'écologie urbaine sur le long terme.

L'indice d'écopotentialité est le résultat d'une collaboration étroite entre botanistes et professionnels de la ville, aménagistes et architectes, principalement. Ce faisant, la démarche proposée par les premiers a dû évoluer pour s'adapter aux contraintes spatiales et temporelles de la planification urbaine. Non seulement il a fallu adapter les méthodes et trouver un vocabulaire commun, mais également faire œuvre de diplomatie pour convaincre de l'importance de la biodiversité et de la conservation de la nature en ville face à d'autres enjeux clés du fonctionnement urbain comme la mobilité ou la sécurité des personnes.

Trop détaillées, trop spécifiques, les typologies naturalistes ont ainsi dû être ajustées pour correspondre à celles que l'on trouve dans les projets d'aménagements. Aussi, retiendra-t-on également en conclusion, que si cette mise en données de la biodiversité (Porter, 1996) sous forme d'indicateurs chiffrés constitue à l'évidence une stratégie efficace pour objectiver, donner à voir et intégrer les enjeux écologiques dans la planification urbaine, il est important cependant de ne pas perdre de vue la relative simplification de la complexité naturelle des sites qu'elle implique.

## Bibliographie

- BURGISSER Laurent & CAILLAU Ariane, 2012, *Les mousses : Liste rouge, inventaire et initiation aux bryophytes du canton de Genève*, hors-série n° 14, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD), 2010, *Convention on Biological Diversity's Strategic Plan for 2020*, Montréal, CBD.
- CLERGEAU Pierre, 2015, *Manifeste pour la ville biodiversitaire : changer pour un urbanisme inventif, écologique et adaptatif*, Rennes, Apogée.
- HASLER Nicolas, EVÉQUOZ Séverine & BEUCHAT Sébastien, 2013, *Programme Nature en ville*, État de Genève, Direction Générale de la Nature et du Paysage.
- HONECK Erica, MOILANEN Atte, GUINAUDEAU Benjamin, WYLER Nicolas, SCHLAEPFER Martin, MARTIN Pascal, ... LEHMANN Anthony, 2020, « Implementing Green Infrastructure for the Spatial Planning of Peri-Urban Areas in Geneva, Switzerland », *Sustainability*, vol. 12, p. 1387-1407.
- JAEGER Jochen AG, 2000, « Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation », *Landscape Ecology*, vol. 15, p. 115-130.
- LAMBELET-HAUETER Catherine, SCHNEIDER Christian & MAYOR Romain, 2006, *Inventaire des plantes vasculaires du canton de Genève avec Liste Rouge*, hors-série n° 10, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- LAMBELET-HAUETER Catherine, SCHNEIDER Christian & VON ARX Bertrand, 2011, *Conservation des plantes vasculaires du canton de Genève : espèces et sites prioritaires*, hors-série n° 12, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- MAUREE Dasaraden, NABONI Emanuele, COCCOLO Silvia, PERERA A. T. D., NIK Vahid M. & SCARTEZZINI Jean-Louis, 2019, « A review of assessment methods for the urban environment and its energy sustainability to guarantee climate adaptation of future cities », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 112, p. 733-746.
- MOMBRIAL Florian, BÄUMLER Beat, CLERC Philippe, HABASHI Christine, HINDEN Hélène, LAMBELET-HAUETER Catherine, ... PALESE Raoul, 2014, *Flore en ville – Sites et espèces d'intérêt en ville de Genève – Plantes à fleurs, fougères, mousses, lichens*, hors-série n° 15, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.

- O'NEILL Robert V., KRUMMEL Joseph R., GARDNER Robert, SUGIHARA Georges, JACKSON B., DEANGELI Donald, ... GRAHAM Robert, 1988, « Indices of landscape patterns », *Landscape Ecology*, vol. 1, p. 153-162.
- PORTER Theodore, 1996, *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*, Princeton, Princeton University Press.
- REUTER Georges François, 1832, *Catalogue détaillé des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*, Genève, Cherbuliez.
- REUTER Georges François, 1861, *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*, 2<sup>e</sup> édition, Genève, Librairie Allemande de J. Kessmann.
- SHANNON Claude E, 1948, « A mathematical theory of communication », *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, p. 379-423.
- STRATÉGIE BIODIVERSITÉ GENÈVE – 2030, 2018, Office cantonal de l'agriculture et de la nature, disponible en ligne sur : <https://www.ge.ch/document/7302/telecharger> [consulté le 08/02/2021].
- THEURILLAT Jean-Paul, 2011, *Atlas de la flore du Canton de Genève : catalogue analytique et distribution de la flore spontanée*, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Société Botanique de Genève.
- VALLÉE Sophie, 2016, *Mise en place d'un indice d'écopotentialité urbaine*, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- VUST Mathis, CLERC Philippe, HABASHI Christine & MERMILLIOD Jean-Claude, 2015, *Liste rouge des lichens du canton de Genève*, hors-série n° 16, Genève, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- WEBER Claude, 1966, « Catalogue dynamique de la flore de Genève », *Boissiera*, vol. 12, p. 1-259.