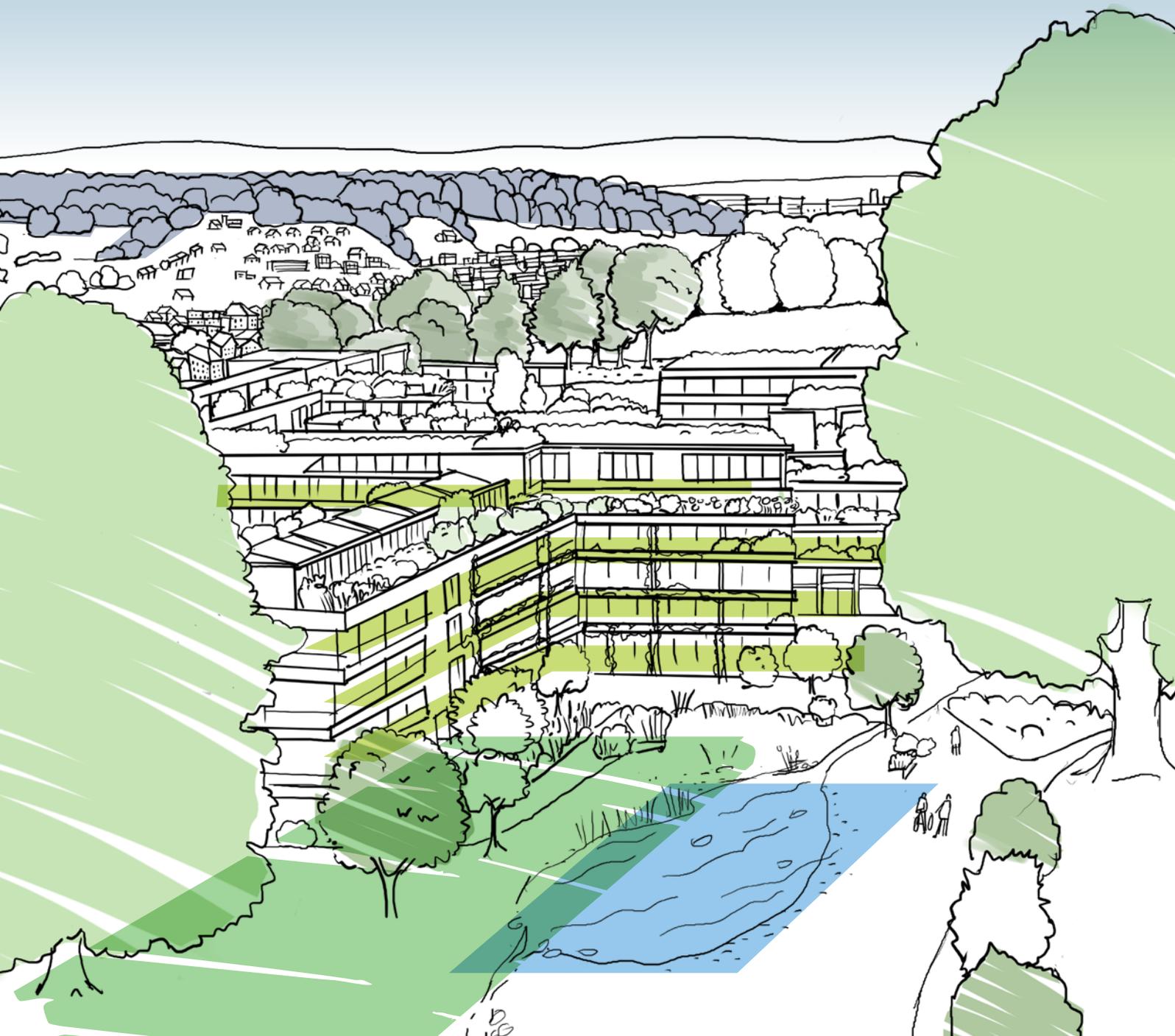


Valeurs indicatives et critères de qualité pour la biodiversité dans l'espace urbain



MENTIONS LÉGALES

ÉDITRICE ET CONTACT

Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)
Forum Biodiversité Suisse
Maison des Académies • Laupenstrasse 7 • Case postale • 3001 Berne • Suisse
+41 31 306 93 40 • biodiversity@scnat.ch • biodiversity.scnat.ch •  Forum Biodiversité Suisse

PROPOSITION DE CITATION

Martinoli D, Hug Peter D, Di Giulio M, Baumann N (2025)
Valeurs indicatives et critères de qualité pour la biodiversité dans l'espace urbain
Swiss Academies Communications 20 (1)

AUTEURES

Danièle Martinoli, Forum Biodiversité Suisse • Dorothea Hug Peter, Forum Biodiversité Suisse •
Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH • Nathalie Baumann, Institut de l'environnement
et des ressources naturelles - ZHAW

ÉVALUATION

Les expertes et experts suivants ont examiné l'intégralité ou des extraits du rapport et ont
fourni des retours d'information.
Seules les auteures sont responsables du contenu.
Christoph Küffer, OST Ostschweizer Fachhochschule • Esther van der Werf, Espace Suisse • Jodok Guntern,
Forum Biodiversité Suisse • Lukas Berger, Forum Biodiversité Suisse • Bianca Saladin, Office du paysage et
de la nature du canton de Zurich • Stephanie Schwab Cammarano, Institut fédéral de recherches sur la forêt,
la neige et le paysage (WSL) • Regula Würth, espaces verts de la ville de St-Gall

RÉDACTION

Andres Jordi, SCNAT

TRADUCTION

Translingua SA • Danièle Martinoli, Forum Biodiversité Suisse

MISE EN PAGE ET ILLUSTRATIONS

Sandra Schwab

COMMANDITAIRE

Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Division Biodiversité et paysage
Claudia Moll

Ce rapport a été rédigé sur mandat de l'OFEV. Seule la SCNAT est responsable du contenu.

ISSN (online) 2297-1823

DOI: doi.org/10.5281/zenodo.14267241



ODD: les objectifs de développement durable de l'ONU

Avec la présente publication, les Académies suisses des sciences contribuent aux ODD 11, 13 et 15: « Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables », « Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions » et « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable ».

LES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD) SONT DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE SUR LE PLAN ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ÉCOLOGIQUE. EN 2015, LES CHEFS D'ÉTAT ET DE GOUVERNEMENTS DES NATIONS UNIES ONT ADOPTÉ LES 17 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE. CES NOUVEAUX OBJECTIFS DOIVENT ÊTRE MIS EN ŒUVRE AU NIVEAU MONDIAL ET PAR TOUS LES ÉTATS MEMBRES DE L'ONU D'ICI 2030 ET CONTRIBUER A LA GARANTIE D'UN DÉVELOPPEMENT DURABLE.

> sustainabledevelopment.un.org

> eda.admin.ch/agenda2030



GBF: Cadre mondial de la biodiversité de Kunming – Montréal

Avec la présente publication, les Académies suisses des sciences contribuent à de nombreuses cibles du GBF, notamment l'objectif 12: « Augmenter significativement la superficie, la qualité et la connectivité des espaces verts et bleus dans les zones urbaines et densément peuplées pour le bien-être des personnes ».

LE CADRE MONDIAL DE LA BIODIVERSITÉ COMPREND DES CIBLES CLAIRES ET MESURABLES D'ICI 2030 ET 2050 AVEC DES INDICATEURS UNIFORMES QUI S'ATTAQUENT AUX PRINCIPALES CAUSES MONDIALES DE LA PERTE DE BIODIVERSITÉ. IL A ÉTÉ ADOPTÉ EN 2022 A MONTRÉAL LORS DE LA 15^e CONFÉRENCE DES PARTIES À LA CONVENTION SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE CDB.

> cbd.int/gbf/targets



Contenu

Résumé	5
1 Introduction	6
1.1 Objectifs du rapport.....	6
1.2 Groupes cibles et champ d'application.....	7
1.3 Contexte légal au niveau fédéral.....	7
1.4 Méthodologie.....	8
2 Facteurs favorisant la biodiversité dans l'espace urbain	9
2.1 Introduction.....	10
2.2 Quantité: quelle est la superficie disponible?.....	11
2.3 Disposition dans l'espace: quelle est la taille des surfaces isolées et comment sont-elles réparties?.....	14
2.4 Qualité: qu'offrent les surfaces à la flore et à la faune?.....	16
2.5 Autres influences: qu'est-ce qui est encore important?.....	18
2.6 De la recherche à la pratique: facteurs et recommandations pour favoriser la biodiversité dans l'espace urbain.....	20
3 Instruments de planification pertinents pour la biodiversité	23
3.1 Aménagement du territoire en Suisse.....	24
3.2 Bases techniques.....	25
3.3 Instruments de planification cantonaux.....	25
3.4 Instruments de planification communaux.....	25
3.5 Coefficients d'utilisation.....	27
3.6 Aides à la planification.....	27
3.7 Labels, certifications, standards.....	29
4 Cas de figure pratiques	31
Berne.....	32
Lausanne.....	33
Meyrin.....	35
Lugano.....	36
Lucerne.....	37
Illnau-Effretikon.....	38
Kreuzlingen.....	39
Zurich.....	40
5 Recommandations pour l'intégration de valeurs indicatives et de critères de qualité dans la planification communale	43
Check-list: étapes itératives et interdépendantes pour davantage de biodiversité dans l'espace urbain.....	43
Publications complémentaires	47
Bibliographie	48



Résumé

Le présent rapport consolide les connaissances actuelles relatives à la promotion de la biodiversité dans l'espace urbain en Suisse en mettant l'accent sur les **valeurs indicatives et les critères de qualité** qui peuvent être intégrés par les communes dans la planification. Malgré une urbanisation marquée, les milieux bâtis peuvent contribuer en fonction de leur superficie à la sauvegarde de la flore et de

la faune indigène. Étant donné que le développement de l'urbanisation vers l'intérieur supplante souvent les espaces verts, la nécessité d'intégrer systématiquement la biodiversité dans l'urbanisme et l'aménagement du territoire augmente. Les milieux bâtis contribuent à la connectivité des milieux, offrent à la population des expériences dans la nature et favorisent le bien-être et la santé.

Qu'est-ce qui vous intéresse ? → Accédez directement aux chapitres :

- Informations relatives aux objectifs et au groupe cible de ce rapport → chapitres 1.1 et 1.2
- Informations sur la méthodologie → chapitre 1.4
- Facteurs influençant la biodiversité dans l'espace urbain → chapitre 2
- Importance de la quantité de surface pour la biodiversité → chapitre 2.2
- Informations sur la taille, la disposition et la connectivité des surfaces et structures favorisant la biodiversité → chapitre 2.3
- Qualité et entretien des surfaces → chapitre 2.4
- Recommandations spécifiques relatives aux différents facteurs → tableau page 21
- Instruments de planification pour la promotion de la biodiversité → chapitre 3
- Cas de figure pratiques → chapitre 4
- Intégration de valeurs indicatives et de critères de qualité dans la planification de ma commune → chapitre 5

1 Introduction

1.1 Objectifs du rapport

Les milieux bâtis doivent apporter une contribution appropriée à la conservation et au développement de la biodiversité. Même s'ils sont fortement urbanisés, ils offrent dans de bonnes conditions des habitats de substitution et peuvent ainsi apporter une contribution importante à la préservation de la flore et de la faune indigènes et même réduire le risque d'extinction dans certains cas.² Le développement de la biodiversité dans l'espace urbain complète ainsi les efforts déployés sur le reste du territoire national, p. ex. dans les espaces agricoles, en forêt ou dans les milieux aquatiques.

Parallèlement, la biodiversité urbaine offre de nombreux avantages à la société: amélioration du bien-être, répercussions positives sur la santé, diminution des îlots de chaleur, diminution des inondations et possibilité de faire des expériences dans la nature.³⁻⁵

Ces dernières années, des études ont par ailleurs démontré que les instruments et les processus de planification ne tiennent pas suffisamment compte de la qualité du

paysage et de la biodiversité en milieu bâti et que, pour cette raison, la biodiversité est encore plus menacée et pas suffisamment encouragée.⁶⁻⁸ Dans le but de soutenir la mise en œuvre de la compensation écologique en zone bâtie, l'OFEV a rédigé des recommandations à l'attention des échelons cantonal et communal.⁹ Il s'est avéré qu'il existe dans la pratique un fort besoin de valeurs indicatives et de critères de qualité clairement définis (**encadré « Définitions »**).

Le niveau variable de connaissances sur la promotion de la biodiversité et sur les possibilités d'intégrer cette promotion dans des instruments de planification et d'avoir un impact, représentent un obstacle considérable. Quels facteurs scientifiquement étayés les administrations communales doivent-elles intégrer si elles souhaitent mieux exploiter le potentiel de l'espace urbain relatif à la promotion de la biodiversité? L'objectif de ce rapport est de formuler des recommandations à l'attention de différents acteurs et actrices au niveau communal facilitant l'intégration dans leur planification de valeurs cibles et de critères de qualité relatifs à la conservation de la flore et de la faune.

Définitions

Selon la Statistique suisse de la superficie de l'Office fédéral de la statistique (OFS), la **surface d'habitat et d'infrastructure** est un des quatre domaines principaux en plus de la surface agricole, de la surface boisée et de la surface improductive. Elle représente 8% de la totalité du territoire suisse¹.

Les **territoires urbanisés** doivent être définis par les cantons dans le plan directeur dans le cadre du développement de l'urbanisation vers l'intérieur. Il comprend des zones construites, industrielles et commerciales, des aires de circulation et de stationnement, des surfaces libres et des espaces verts (y compris les zones à bâtir existantes). Les territoires urbanisés à définir dans le plan directeur sont fondés sur le développement attendu dans les 20-25 années à venir et peuvent comprendre, en plus des zones à bâtir existantes, également le territoire prévu pour le futur développement de l'urbanisation.

Le droit sur la protection de la nature et du paysage emploie la notion de zone urbanisée, notamment dans le contexte de la compensation écologique. La Stratégie Biodiversité Suisse SBS

utilise le terme **d'espace urbain** pour la zone urbanisée. Contrairement à la surface d'habitat et aux territoires urbanisés, l'espace urbain n'est pas un territoire clairement défini dans l'espace. Il peut aussi comprendre du terrain agricole, des espaces réservés aux eaux, des forêts situées à proximité des milieux bâtis et des zones protégées. Grâce à cette définition générale, la notion d'espace urbain facilite une concertation étroite avec les planifications cantonales relatives à l'infrastructure écologique.

Les **valeurs indicatives** sont des grandeurs mesurables et vérifiables qui servent de fondement pour la définition de valeurs cibles; le contexte et l'espace de référence doivent être définis.¹²

Les **valeurs cibles** sont des grandeurs mesurables et vérifiables pour la quantification d'objectifs; le contexte et l'espace de référence doivent être définis.¹²

Les **critères de qualité** sont des caractéristiques mesurables ou observables décrivant l'état et l'évolution de la biodiversité dans les espaces urbains, comme la qualité écologique des milieux.

Le présent rapport comprend aussi bien des aspects quantitatifs que qualitatifs de la promotion de la biodiversité dans l'espace urbain. Il offre une vue d'ensemble des facteurs influençant la biodiversité dans les milieux bâtis et propose, sur la base de ces facteurs, des valeurs indicatives et des critères de qualité permettant aux communes de s'orienter. De plus, le rapport présente des instruments de planification offrant la possibilité d'intégrer la biodiversité dans la planification urbaine. Des cas de figure concrets de communes qui effectuent un travail de pionnier dans ce domaine démontrent les différentes formes que peut prendre la mise en œuvre d'une planification urbaine respectueuse de la biodiversité.

Le rapport a été réalisé sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (Plan d'action relatif à la Stratégie Biodiversité Suisse I, PA SBS I). En complément des études « Potentiel des bâtiments pour la biodiversité et la qualité du paysage dans les agglomérations »¹⁰ et « Habitate und Pflanzenarten für das Siedlungsgebiet » (en allemand),¹¹ le rapport approfondit les connaissances dans le domaine de la promotion de la biodiversité dans l'espace urbain.

1.2 Groupes cibles et champ d'application

Le rapport s'adresse avant tout aux actrices et acteurs de la planification et du conseil dans les administrations communales et cantonales, les projets de constructions ainsi que dans les bureaux d'études d'environnement et de l'aménagement du territoire (notamment les urbanistes, les architectes paysagistes, les architectes, les planificatrices et planificateurs en aménagement du territoire). Il fournit une aide pratique adressée en particulier aux communes de petite et moyenne taille dotées de ressources financières et personnelles modestes ainsi que de connaissances limitées.

1.3 Contexte légal au niveau fédéral

Une série de lois, stratégies et concepts au niveau fédéral sont importants pour la promotion et la conservation de la biodiversité dans l'espace urbain. Nous résumons ci-après brièvement les plus importantes, mais la liste n'est pas exhaustive.

- La loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) prévoit de diriger le développement de l'urbanisation vers l'intérieur. Cela peut engendrer une augmentation de la pression sur la biodiversité dans les territoires urbanisés en raison de la perte d'espaces verts, mais l'objectif est de réduire le mitage de paysages culturels et naturels.
- De même, conformément à la LAT (art. 3 al. 3 let. e, LAT), il convient de ménager dans le milieu bâti de

nombreuses surfaces de verdure et espaces plantés d'arbres.

- Conformément à la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (art. 18b, al. 2 LPN), les cantons veillent à une compensation écologique dans les régions où l'exploitation du sol est intensive. Selon l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN), les zones urbanisées font partie des régions où l'exploitation du sol est intensive. La compensation écologique peut donc être utilisée de façon ciblée pour atteindre des valeurs cibles définies.
- La Stratégie Biodiversité Suisse et son plan d'action comportent un objectif propre relatif au développement de la biodiversité dans l'espace urbain (objectif 8): « (...) la biodiversité connaît un développement tel dans l'espace urbain que ce dernier contribue à la mise en réseau des milieux naturels, que les espèces typiques sont préservées et que la population a accès à la nature là où elle habite et dans les zones de détente de proximité. » Cet objectif est approfondi par des mesures spécifiques dans le plan d'action de la stratégie.^{13, 14}
- Conformément à la stratégie adoptée en 2012, la Suisse a pour objectif d'ici 2040 la mise en place et l'exploitation d'une infrastructure écologique fonctionnelle (encadré « Qu'est-ce que l'infrastructure écologique ? ») dans toutes les régions du pays et tous les espaces. Cela implique aussi l'espace urbain où des surfaces et structures précieuses pour la biodiversité apportent une contribution importante à l'ensemble du réseau.
- La conception paysage suisse ne contient pas de valeurs indicatives pour la biodiversité dans les territoires urbanisés. Toutefois, elle exige la garantie d'espaces verts et mentionne les sols non imperméabilisés, les arbres urbains ou les végétalisations des bâtiments comme éléments qualitatifs importants (objectifs de qualité 8 et 9). Les aspects liés à la biodiversité sont aussi mentionnés dans les domaines des transports et de l'aviation civile. Ainsi, dans le domaine des transports, 20% des surfaces doivent être proches de l'état naturel et, dans le domaine de l'aviation civile, 12% des surfaces doivent être aménagées au sens de la compensation écologique.¹⁵
- Le projet de territoire Suisse (actuellement en révision) formule « Créer les espaces nécessaires à la biodiversité » comme principe d'action central valable pour toute la Suisse. L'importance des « espaces urbanisés » est explicitement soulignée.¹⁶

Qu'est-ce que l'infrastructure écologique ?

« L'infrastructure écologique est un réseau national cohérent et efficace de surfaces importantes pour le maintien de la biodiversité. Ce réseau est planifié et mis en œuvre aux niveaux national, cantonal et local.

L'infrastructure écologique est composée d'un ensemble écologiquement et spatialement représentatif d'aires centrales et d'aires de mise en réseau, qui sont définies selon des critères uniformes. Ces aires sont réparties de manière adéquate sur le territoire, en quantité et qualité suffisantes. En complément à une utilisation de l'ensemble du territoire qui ménage la diversité biologique et de programmes de conservation des espèces, l'infrastructure écologique assure la conservation à long terme de la biodiversité. En particulier, elle permet d'assurer le maintien des milieux naturels menacés ainsi que de populations viables des espèces prioritaires, et ceci dans toutes les régions biogéographiques du pays. »

Définition du Groupe spécialisé Infrastructure écologique
> oekologische-infrastruktur.ch

1.4 Méthodologie

Recherche bibliographique

Les chapitres 2 et 3 se fondent sur une recherche bibliographique dans la littérature citée (via Google Scholar, Information Biodiversité Suisse) ainsi que sur la littérature que nous avons collectée dans le cadre de projets liés à l'écologie en milieu bâti. Les informations utilisées proviennent de publications scientifiques de Suisse et de l'étranger portant sur les facteurs relatifs à la biodiversité dans l'espace urbain. Nous avons fait spécialement attention à ce que les résultats soient transposables à la Suisse et avons par exemple utilisé seulement sous réserve des études portant sur de grandes villes américaines souvent dotées d'immenses parcs.

Nous avons porté notre attention sur des publications parues après l'étude « Surface requise pour la sauvegarde de la biodiversité en Suisse »¹⁷, notamment sur des revues systématiques de littérature et des méta-études. Toutefois, nous avons aussi intégré des études de cas et de la littérature non publiée dans des publications scientifiques s'ils fournissent des exemples (locaux) de mise en œuvre importants ou des connaissances reposant sur un large consensus. Le chapitre 3 se fonde par ailleurs sur

des études relatives aux instruments de planification en Suisse et sur la littérature portant sur les outils, les labels et les certifications en Suisse.

Atelier

Nous avons organisé un atelier avec des représentant-e-s de communes (surtout services de protection de la nature) et y avons présenté les premiers résultats des recherches bibliographiques ainsi que des cas de figure. L'objectif était de prendre en compte les expériences pratiques des participant-e-s avec des valeurs indicatives et critères de qualité existants et d'affiner les exigences posées à l'étude (entre autres les besoins et questions des services).

Cas de figure

Pour analyser les cas de figure du chapitre 4, nous avons adopté les approches suivantes :

- Nous avons sélectionné des communes qui ont déjà implémenté des valeurs indicatives ou des mesures spécifiques pour le développement de la biodiversité et la compensation écologique.
- La collecte des données a compris des méthodes qualitatives telles que des interviews avec des responsables des administrations des villes et des spécialistes de l'urbanisme et de la biodiversité. De plus, nous avons analysé des documents officiels tels que plans de développement urbain, concepts relatifs à la biodiversité et plans directeurs communaux et relevé les indicateurs sur l'utilisation du sol, le nombre et la taille des réserves naturelles, la surface de canopée et d'autres indicateurs pertinents.

2 Facteurs favorisant la biodiversité dans l'espace urbain

En bref

- Les facteurs affectant la biodiversité dans l'espace urbain et soumis à l'influence humaine peuvent être répartis grossièrement en quatre catégories : quantité (combien de surface est globalement disponible pour la biodiversité), disposition dans l'espace (quelle est la taille des différentes surfaces et comment sont-elles disposées), qualité (quels sont les milieux naturels existants, quel est leur nombre et comment sont-ils entretenus) ainsi que d'autres influences (qu'est-ce qui est encore important ?).
- Il est difficile de définir des valeurs indicatives quantitatives qui soient universelles sur la base de la littérature scientifique et de la pratique de la protection de la nature, même si une telle généralisation serait utile du point de vue de la planification. Les valeurs cibles et les critères de qualité doivent donc être formulés et appliqués en fonction de chaque situation.
- Du point de vue de l'écologie urbaine, les caractéristiques quantitatives telles que le coefficient d'espace vert ou l'indice de canopée doivent toujours être complétées par des exigences qualitatives. Toutefois, les exigences qualitatives aussi ne sont efficaces que si elles sont liées à des objectifs quantitatifs ambitieux. Une quantité insuffisante ne peut être que partiellement compensée par une augmentation de la qualité.
- Il est important que les quatre aspects qualité, quantité, disposition dans l'espace et autres influences soient pris en compte dans la planification et la maintenance.
- Des recommandations spécifiques relatives à chaque facteur se trouvent dans le tableau à la page 21.

Quelle est la surface nécessaire pour la biodiversité en Suisse ?

Plusieurs études ont été menées au sujet de la surface requise pour une conservation à long terme de la biodiversité et ses services écosystémiques.^{17, 18} Selon celles-ci, la biodiversité devrait être prioritaire sur environ 30% de la superficie; d'autres utilisations de ces surfaces sont possibles, pour autant qu'elles n'entravent pas la biodiversité à long terme.

Guntern et al. (2013)¹⁷ ont combiné une analyse de la littérature avec des enquêtes menées auprès d'expert·e·s. En ce qui concerne l'espace urbain, l'analyse s'est focalisée sur les villes. Pour ce faire, 19 spécialistes suisses ont considéré dans cette enquête une part d'espaces verts de 18% par km², ainsi qu'un grand nombre de petites surfaces non imperméabilisées et d'arbres, comme le minimum nécessaire afin de préserver la biodiversité. De plus, une répartition homogène des surfaces et un aménagement respectueux de la biodiversité constituent des éléments déterminants. Par hectare de territoire urbain, les spécialistes recommandent en moyenne 13 arbres isolés ou autres

bosquets, huit surfaces rudérales et dix autres petites surfaces non imperméabilisées. Le rapport souligne qu'il s'agit de valeurs d'appréciation. Toutefois, beaucoup de publications se sont appuyées sur ce travail.⁸

Sur la base des données de populations actuelles, InfoSpecies a évalué le besoin en différents milieux en Suisse.¹⁸ Les « milieux rudéraux », important dans les territoires urbanisés, ne couvre aujourd'hui que 9 km². La surface supplémentaire requise dans les territoires urbanisés fait au total 106 km² et devrait être principalement répartie sur le Plateau (60%) et la vallée du Rhône. Cet exemple démontre clairement qu'il existe un très grand besoin en surfaces de haute qualité dans les territoires urbanisés. Les espèces utilisant les bâtiments pendant la période de reproduction (sites de nidification) sont également thématiques, mais les surfaces complémentaires nécessaires n'ont pas fait l'objet d'une évaluation.

2.1 Introduction

Ce chapitre résume l'état actuel des connaissances sur les facteurs favorisant la biodiversité dans l'espace urbain et débouche sur des recommandations pour des valeurs indicatives et des critères de qualité. De nouvelles connaissances acquises depuis l'étude de Guntern et al. au sujet de la surface requise¹⁷ (encadré « [Quelle est la surface nécessaire pour la biodiversité en Suisse?](#) ») sont notamment prises en compte. L'approche méthodologique est décrite au [chapitre 1.4](#).

La biodiversité englobe la diversité des milieux, des espèces, des gènes et des nombreuses interactions entre les espèces ou entre les espèces et les milieux. La majorité des études dans l'espace urbain traite de la diversité des espèces, souvent d'espèces spécifiques ou de groupes d'espèces. Dans la description des facteurs d'influence, ce

rapport précise si possible les groupes d'espèces avec lesquels sont liés les différents facteurs d'influence (encadré « [Comment mesurer les facteurs d'influence](#) »).

Les facteurs influençant la biodiversité dans l'espace urbain peuvent être classés de différentes manières, par exemple du point de vue de l'écologie (biotique vs abiotique) ou du point de vue de la planification (taille et utilisation des surfaces). Nous utilisons ici le point de vue de la planification et recourons à quatre catégories :

- **Quantité** : quelle est la superficie disponible ?
- **Disposition dans l'espace** : quelle est la taille des surfaces isolées et comment sont-elles disposées ?
- **Qualité** : qu'offrent les surfaces à la flore et à la faune ?
- **Autres influences** : qu'est-ce qui est encore important ?

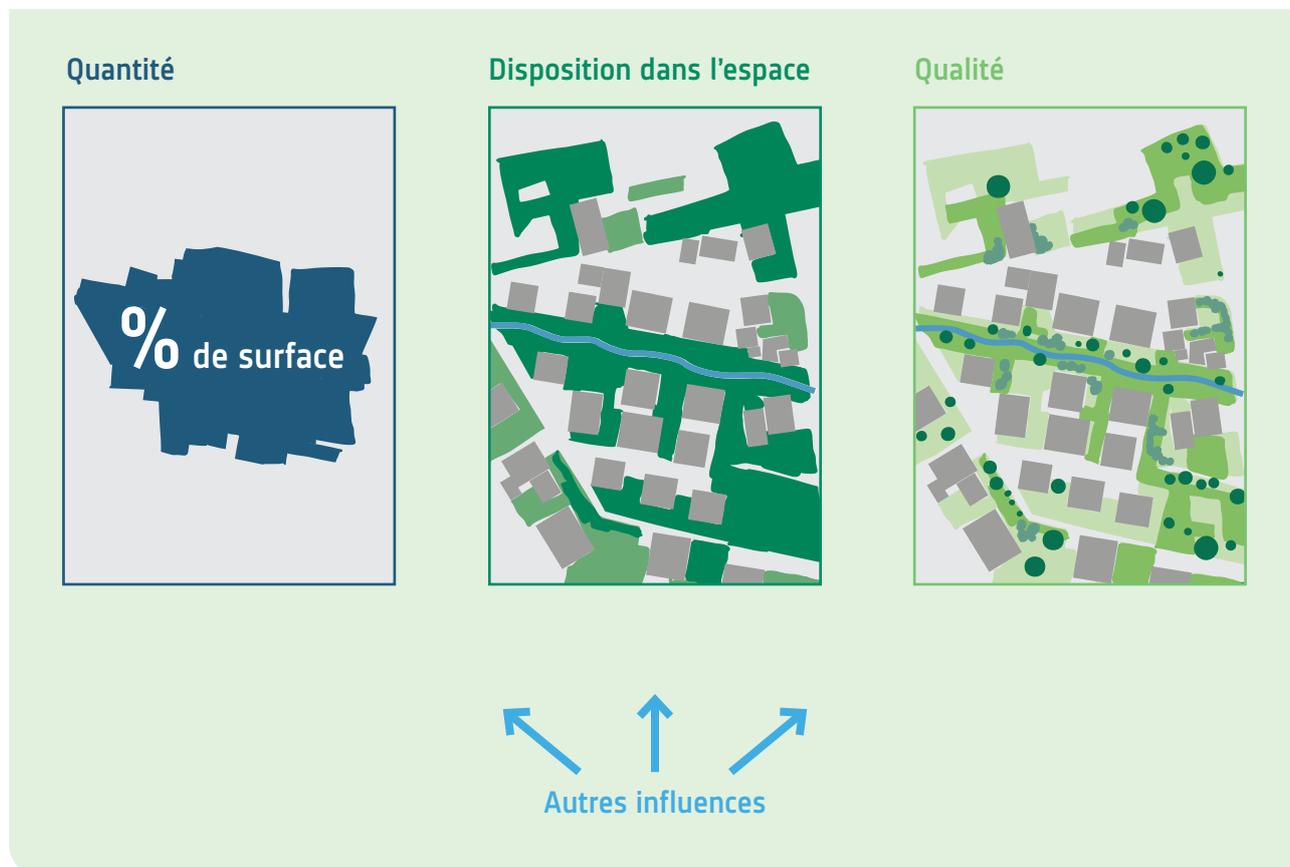


Fig. 1: la quantité, la répartition dans l'espace et la qualité sont les facteurs principaux influençant la biodiversité dans l'espace urbain. Viennent s'ajouter d'autres influences telles que la pollution lumineuse, les pièges et les espèces exotiques envahissantes.

Comment mesurer les facteurs d'influence

Au moyen de la télédétection, de prélèvements d'échantillons et d'inventaires sur le terrain, on mesure la présence d'espèces ou de groupes d'espèces. Dans le même temps, on relève les facteurs d'influence locaux et régionaux. Dans une évaluation statistique, on procède ensuite à un calcul de l'influence de ces facteurs sur la présence ou la fréquence des espèces. Parmi les trois niveaux de la biodiversité (gènes, espèces, milieux naturels), le niveau de l'espèce est le plus fréquemment étudié. Les études portent souvent sur des groupes d'espèces distincts, les oiseaux ou les insectes pollinisateurs étant le plus souvent représentés. Certaines études se consacrent à des espèces ou des milieux naturels isolés. La biodiversité est mesurée dans différentes entités spatiales : à l'échelle de parcelles, de quartiers ou de villes/communes entières.

2.2 Quantité : quelle est la superficie disponible ?

La biodiversité dans l'espace urbain a besoin de place : tel est un des principaux messages de la méta-analyse de Beninde et al. (encadré « Une méta-analyse à l'échelle mondiale »). En dépit du caractère anthropique marqué, les concepts écologiques fondamentaux tels que la relation aire-espèces (plus grande est une aire, plus il y a d'espèces) sont largement valables dans l'espace urbain.^{20, 21} Même si la connectivité (chap. 2.3) et la qualité (chap. 2.4) sont essentielles, la surface totale disponible à la nature est le facteur déterminant pour une riche biodiversité. Une surface plus importante permet un plus grand nombre d'espèces, la diversification des milieux naturels, des populations d'animaux et de plantes plus élevées bénéficiant de meilleures chances de survie et une plus grande probabilité d'abriter des espèces rares et/ou menacées.

Différentes données sont disponibles pour quantifier la proportion de surfaces naturelles et proches d'un état naturel dans l'espace urbain. Le degré d'imperméabilisation est un indicateur grossier très répandu. Le degré de couverture végétale est également fréquemment utilisé. Les relevés de milieux naturels spécifiques ou de surfaces précieuses pour la biodiversité comportent déjà un aspect qualitatif et sont particulièrement pertinents pour la promotion de la biodiversité dans l'espace urbain.

Imperméabilisation du sol

Un sol écologiquement fonctionnel doté d'une biodiversité élevée apporte une contribution déterminante à l'ensemble de l'écosystème et fournit des services écosystémiques importants.²²⁻²⁵ La biodiversité du sol et la végétation s'influencent mutuellement.²⁶ L'imperméabi-

lisation du sol par une couverture du sol étanche à l'air et imperméable à l'eau entrave l'infiltration de l'eau de pluie, les échanges biologiques et les échanges gazeux avec l'atmosphère. Les espaces urbains et les surfaces de circulation sont partiellement ou totalement imperméabilisés par des infrastructures en béton, en asphalte ou constituées de pavés. Les constructions souterraines entraînent également une imperméabilisation partielle, elles influencent la biodiversité du sol et, selon la profondeur du sol, nuisent à la croissance de la végétation.²⁷ L'imperméabilisation du sol ne conduit pas seulement à la perte de milieux naturels pour les plantes et les animaux, mais a de nombreuses autres répercussions négatives. Elle interrompt le cycle hydrologique naturel, augmente le risque d'inondations, modifie le microclimat et favorise la formation d'îlots de chaleur, empêche le stockage de carbone et détruit la structure du sol. Même s'il est possible de désimperméabiliser un sol, la reconstitution d'un sol écologiquement fonctionnel pose des problèmes, notamment lorsque des couches de sol naturel existant doivent être retirées et utilisées.²⁸ Les connaissances scientifiques relatives à la création d'un nouveau sol à l'aide de substrats disponibles issus de l'économie circulaire font encore largement défaut. La conservation de sols écologiquement fonctionnels devrait donc impérativement avoir la priorité sur une reconstitution fastidieuse.

Une méta-analyse à l'échelle mondiale des facteurs favorisant la biodiversité à l'intérieur des villes

Dans une méta-analyse de la biodiversité en ville portant sur un grand nombre de groupes d'espèces dans 75 villes du monde entier, Beninde et al.¹⁹ ont analysé les facteurs d'influence sur ces groupes d'espèces.

La taille des surfaces isolées (disposition dans l'espace) et les corridors (également une caractéristique de la disposition) ont eu l'impact le plus positif sur la biodiversité. Différents types de végétation (qualité) étaient aussi importants. Les facteurs paysagers (p. ex. la perméabilité des environnements), abiotiques (p. ex. le microclimat) ou conceptuels (p. ex. l'âge) se sont révélés moins importants. Malgré les répercussions positives d'une exploitation respectueuse de la biodiversité, l'extension des milieux naturels et la création d'un réseau de corridors apparaissent être les principaux facteurs pour préserver la biodiversité dans les villes.

Selon l'Office fédéral de la statistique, le degré d'imperméabilisation moyen des surfaces d'habitat est actuellement de 63%. Dans le même temps, il y a des différences considérables entre divers types de surfaces urbaines:

il est nettement plus élevé dans les zones industrielles (88%) que dans les zones résidentielles (46%).²⁹ Un degré d'imperméabilisation moins élevé a un effet positif sur la biodiversité, mais n'entraîne pas automatiquement à lui seul plus de biodiversité (encadré « **Arthropodes et imperméabilisation du sol** »). Si l'on diminue p. ex. le degré d'imperméabilisation dans le cadre de projets de ville-éponge, il est important de planifier dès le départ les aspects liés à la biodiversité (e.a. les facteurs du chap. 2.4. « **Qualité: qu'offrent les surfaces à la flore et la faune ?** »)

Arthropodes et imperméabilisation du sol

Le degré d'imperméabilisation influence la diversité et la fréquence des abeilles sauvages, notamment des bourdons et des espèces nichant dans le sol. Wenzel et al.³⁰ démontrent ainsi dans une revue systématique qu'un degré d'imperméabilisation inférieur à 50% favorise les conditions de vie d'un grand nombre de pollinisateurs.

Le projet BiodiverCity s'est penché sur les implications de l'imperméabilisation et de la densification dans les villes de Suisse. Pour les groupes d'arthropodes (insectes, araignées, etc.), les répercussions négatives de l'imperméabilisation ont été démontrées dans des rayons allant jusqu'à 100 m et pour différentes espèces d'oiseaux dans des rayons allant jusqu'à 500 m.³¹ Au-dessus d'une proportion de bâtiments ou d'un degré d'imperméabilisation supérieur à 25-40%, une imperméabilisation supplémentaire a des effets très négatifs.

Plans d'eau

Les plans d'eau dans les villes sont souvent aménagés pour des raisons esthétiques (parcs, jardins privés) ou fonctionnelles (rétention d'eau). Leurs autres prestations potentielles comprennent la mise à disposition de réserves d'eau à différentes fins (p. ex. arrosage, extinction d'incendies, abreuvoirs d'animaux), repos et activités de loisirs, refroidissement du climat local, rétention de polluants et de CO₂. Si elles sont planifiées en conséquence (p. ex. surface suffisante, berge nivelée ou en gradins), ces surfaces peuvent aussi mettre à disposition de nouveaux milieux naturels pour les animaux et les plantes.³² La remise à ciel ouvert de cours d'eau enterrés a de plus un impact positif sur la diversité végétale d'espèces terrestres et aquatiques.³³

Couverture végétale et arbres

La part de surface d'une parcelle ou d'un quartier recouvert de végétation (espace vert) est un indicateur de son potentiel pour la biodiversité. Plus cette part est élevée, plus il y a de potentiel de créer des surfaces de grande

valeur écologique à l'aide de mesures d'entretien et de maintenance, pour autant que l'utilisation le permette. Deux études de cas sont décrites dans l'encadré « **Oiseaux et végétation** ». Il n'est toutefois pas possible de déduire de la littérature une recommandation générale pour une part minimale d'espaces verts.

La contribution des arbres est cruciale pour le développement de la biodiversité dans l'espace urbain. Beaucoup d'espèces différentes d'arbres augmentent la diversité en espèces de nombreux groupes d'organismes. Les arbres offrent des milieux naturels et des sources de nourriture aux plantes et aux animaux (encadré « **Les arbres comme milieu naturel** »), ils régulent le microclimat, améliorent la qualité de l'air, de l'eau et du sol et favorisent la connectivité de différents milieux naturels.³⁶⁻³⁸

Une part élevée de végétation, y compris les arbres, améliore le bien-être des êtres humains. Si les critères de la promotion de la biodiversité ainsi que la promotion de la santé sont pris en compte lors de la planification et l'évaluation des espaces verts, il en résulte des synergies. Un indicateur du monitoring des arbres urbains est l'indice de canopée ou la surface de canopée, c'est-à-dire la part d'une zone recouverte par des arbres.³⁹ La plupart des villes suisses visent une surface de canopée située entre 25 et 30%. Cette valeur est considérée comme indispensable pour que les arbres urbains puissent développer leurs services écosystémiques, y compris le renforcement de la biodiversité.⁴⁰ Les arbres ont besoin de suffisamment d'espace racinaire, une valeur indicative est 36 m³ pour 50 m² de canopée.⁴¹

Oiseaux et végétation

Dans de nombreuses études, le nombre d'espèces d'oiseaux dépendait fortement des espaces verts disponibles ou de la couverture végétale. Inversement, à partir d'un certain degré, le manque de végétation a un effet profondément négatif.³⁴ Les valeurs seuils spécifiques dépendent toutefois fortement du contexte et des espèces. Une étude portant sur les moineaux domestiques dans de petites localités autour de Prague a par exemple démontré que ces oiseaux sont le plus fréquemment présents là où on trouve 20 à 30% d'arbres et d'arbustes. Une couverture végétale moins importante a par conséquent des répercussions négatives même sur une espèce adaptée à la ville telle que le moineau domestique.³⁵

Végétalisation des toits et des façades

La végétalisation des toits et des façades, mais également l'installation ciblée de nichoirs sur les bâtiments permettent de créer des habitats pour les plantes et les

animaux. En mettant à disposition des micro-habitats, les bâtiments contribuent à reconstituer une diversité de milieux dans l'espace urbain. La végétalisation de bâtiments contribue également à la connectivité dans l'espace urbain, étant donné que les milieux créés servent comme biotopes-relais à la dispersion des espèces. De nombreuses études attestent des changements mesurables pour la biodiversité et pour les facteurs climatiques urbains grâce à l'intégration des bâtiments dans la planification de l'espace libre.¹⁰ Les toits et les façades sont souvent inutilisés et offrent parfois une surface plus importante que le sol disponible pour des espaces verts. Une combinaison de photovoltaïque et de végétalisation des toits est avantageuse; d'une part la diversité des habitats augmente en raison de l'ombrage et, d'autre part, les plantes augmentent l'efficacité des panneaux solaires parce qu'elles refroidissent le toit.^{10, 42} Si les différents élé-

ments sont pris en compte dès le départ, il est possible de bien coordonner la statique, le choix de la végétalisation et les détails de l'installation. Dans tous les cas, la qualité des façades et des toits est déterminante pour pouvoir servir d'habitat pour un grand nombre d'espèces (chap. 2.4 « Qualité: qu'offrent les surfaces à la flore et la faune ? »).

Milieux naturels de grande valeur écologique

L'existence de milieux naturels de grande valeur écologique influence directement la biodiversité de façon positive. Grâce à une bonne connectivité (chap. 2.3) et à une qualité élevée (chap. 2.4), ils peuvent aussi influencer positivement la qualité des surfaces environnantes. Du point de vue de l'écologie urbaine, la conservation, la maintenance et la valorisation de ces milieux sont importants.

Les arbres comme milieu naturel

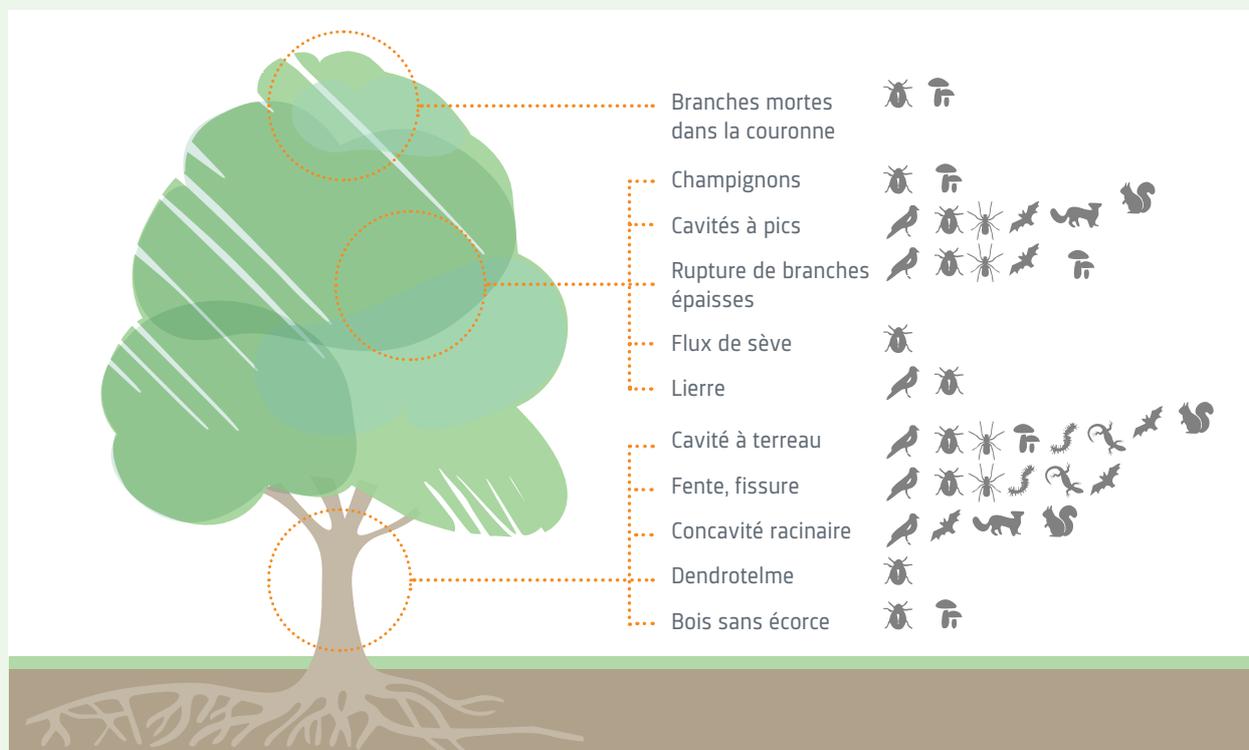


Fig. 2 : Les arbres offrent des habitats et des lieux de refuge ainsi que des ressources alimentaires. Les vieux arbres sont particulièrement précieux pour la biodiversité, car ce n'est qu'à partir d'un certain âge qu'ils présentent des micro-habitats tels que les trous de branches. En outre, le sol et la végétation au pied de l'arbre fournissent un habitat à une multitude de groupes d'espèces notamment arthropodes,

oiseaux, mammifères, mousses, lichens et champignons mycorhiziens.^{38, 43, 44}

Illustration adaptée d'après Büttler et al.⁴³

2.3 Disposition dans l'espace : quelle est la taille des surfaces isolées et comment sont-elles réparties ?

En plus de la surface globalement disponible, la disposition dans l'espace, la connectivité des milieux naturels et la taille de chaque surface sont des facteurs déterminants pour la biodiversité dans l'espace urbain.

Morphologie urbaine

Les milieux bâtis sont structurés de différentes manières en fonction de la disposition des bâtiments, des routes, des espaces verts, etc. Du point de vue écologique, on peut décrire la morphologie urbaine à l'aide de deux critères: le rapport entre sol bâti et non bâti (chap. 2.2 « Quantité : quelle est la superficie disponible ? ») et le nombre ainsi que la hauteur des éléments d'infrastructure et leur disposition dans l'espace (configuration spatiale). La morphologie urbaine influence la biodiversité même si différentes espèces ont des besoins tout à fait opposés. Par exemple, les faucons pèlerins tirent profit de bâtiments élevés alors qu'ils ne sont pas favorables aux moineaux.^{45, 46}

La morphologie urbaine devrait donc être intégrée dans une planification urbaine favorisant la biodiversité. Si les bâtiments sont planifiés en partant de l'espace ouvert, en tenant compte des valeurs naturelles et des milieux naturels existants, des espaces verts particulièrement précieux et bien connectés peuvent voir le jour. Des mesures à différents niveaux jouent un rôle. Par exemple, à l'échelle d'une parcelle, on peut concevoir une disposition optimale d'unités de bâtiments et de leurs jardins dans l'espace, à l'échelle d'un quartier on peut créer une connectivité fonctionnelle de milieux naturels ou, à l'échelle supérieure, penser toute une agglomération en partant du paysage.⁴⁶⁻⁴⁸

Taille des surfaces isolées

Les espèces utilisent l'espace urbain de façon diverses en fonction de la manière dont elle trouvent leur nourriture et se reproduisent. Il existe deux groupes principaux: l'un utilise à la fois les zones bâties et les espaces verts et peut s'établir partout, l'autre évite les zones bâties et ne colonisent que des milieux spécifiques.

Le premier groupe comprend les espèces généralistes et les animaux mobiles tels que les oiseaux, les chauves-souris, les papillons, les abeilles sauvages et les coléoptères capables de voler. Pour les espèces de ce groupe, la qualité des espaces verts et des zones bâties est plus importante que la taille et l'emplacement de chaque surface.

Au contraire, les espèces spécialisées telles que certains amphibiens et reptiles sont dépendants de certains habitats spécifiques et sont pénalisées par des surfaces isolées trop petites ou par leur fragmentation, laissant certaines populations isolées les unes des autres.^{49, 50}

Les valeurs seuils pour les surfaces minimales au sein de groupes d'organismes dépendent toujours des espèces, de leurs besoins en espace ainsi que des ressources disponibles dans un espace et peuvent donc fortement varier. Pour de nombreuses espèces, il n'existe de plus pas d'études et donc pas de données sur les tailles minimales des milieux.^{19, 51} Du point de vue de l'écologie urbaine, les questions clés suivantes sont utiles :

- Existe-t-il des espèces cibles dont les besoins doivent être pris en compte ?
- Existe-t-il des milieux naturels à protéger qui doivent être préservés ?
- Est-il possible de relier des surfaces plus ou moins grandes, permettant ainsi de les combiner ?

Les petites et les grandes surfaces sont précieuses

Les petits espaces verts de moins de 20 m², mais de qualité écologique élevée, jouent un rôle important dans l'espace urbain pour la promotion des plantes sauvages indigènes. Même si les différentes surfaces sont peu riches en espèces, il en résulte globalement une grande diversité lorsque les différentes associations d'espèces se distinguent. Pour ce faire, les surfaces doivent être suffisamment proches les unes des autres: une surface de plantes sauvages de 4 m² devrait être présente au moins tous les 50 m.⁶⁰

Dans la structure globale, les petites et les grandes surfaces ont des rôles distincts. Les petites surfaces permettent de favoriser différentes espèces par le biais d'aménagements différents, les surfaces de taille plus importante offrent de la place à de plus grandes populations.⁶¹

Les petits plans d'eau sont particulièrement précieux s'ils font partie d'un réseau d'éléments reliés entre eux, dans lesquels les espèces peuvent migrer d'un plan d'eau à l'autre.^{32, 62}

Connectivité

La disposition dans l'espace et la connectivité des espaces verts et bleus constitue un facteur important pour le développement de la biodiversité. Un réseau dense de grandes et petites surfaces ainsi que des éléments de mise en réseau tels que des espaces réservés aux eaux, des allées

d'arbres ou des parterres de plantes ont des répercussions positives sur la biodiversité de chaque surface. Ce sont surtout les espèces mobiles et moins spécialisées qui en profitent. Ainsi, pour les araignées et les carabes, la mise en réseau avec des haies peut même compenser une densité de bâtiments plus élevée.⁵² Des milieux interconnectés peuvent aussi s'influencer mutuellement de manière positive. De cette manière, les oiseaux qui nichent normalement dans les parcs, peuvent aussi coloniser des routes végétalisées à proximité.⁴⁶ Des milieux proches d'un état naturel peuvent augmenter par leur emplacement et leur mise en réseau la qualité des espaces verts environnants. La mise en réseau de jardins entre eux et avec d'autres espaces verts est aussi importante pour l'échange et la propagation d'espèces et pour le fonctionnement des écosystèmes.^{53, 54}

Un réseau pour les chauves-souris

Les chauves-souris ont besoin d'insectes nocturnes et ceux-ci ont besoin d'espaces verts bien connectés. De même, des eaux et des forêts à proximité sont nécessaires comme zones de chasse. Toutefois, les chauves-souris doivent aussi pouvoir se déplacer entre ces zones. C'est pourquoi il est important d'avoir des couloirs sombres le long de structures telles que des haies afin de connecter les gîtes/colonies de reproduction et les territoires de chasse. Il est donc indispensable de disposer de concepts d'éclairages adaptés (orientation des réverbères, modification de la composition spectrale, etc.) et d'abandonner les éclairages scénographiques (clochers d'églises, etc.).^{55, 56}

Des éléments de connexion linéaires tels que talus, bordures des voies de circulation ou milieux aquatiques et leurs rives augmentent la perméabilité écologique des milieux bâtis. Ils facilitent l'implantation et la migration d'organismes et favorisent l'échange entre les milieux bâtis et leurs environs.^{57, 58} Toutefois, ils contribuent aussi à la propagation et à la dispersion d'espèces envahissantes.⁵⁹

Pour les organismes mobiles, l'espace urbain peut devenir plus perméables si les nuisances engendrées par la lumière, le bruit ou d'autres activités humaines sont réduites pour le moins temporairement (p. ex. pendant la nuit).

Si la disposition des milieux dans l'espace est essentielle, la qualité de leur interconnexion l'est tout autant. Des obstacles peuvent empêcher les déplacements d'organismes entre différentes surfaces. Dans l'espace urbain, ce sont surtout les surfaces imperméabilisées, les bâtiments et l'infrastructure de transport qui causent un morcellement des milieux naturels. Il a été scientifiquement large-

ment prouvé que le trafic, le bruit, la lumière et d'autres nuisances fragmentent et isolent les milieux naturels.⁴⁹

Distance de vol pour les abeilles sauvages

Typiquement, les abeilles sauvages ont des exigences complexes concernant les milieux où elles se nourrissent et où elles nichent et doivent donc faire des allers-retours entre ces habitats. Si la distance de vol total augmente même de façon minime, le succès de reproduction diminue fortement. Même si des études montrent que les distances de vol maximales entre les sites de nidification et de nourriture peuvent faire jusqu'à 1500 m, seuls quelques individus volent sur de longues distances. La majorité ne dispose que d'un rayon de vol nettement plus limité. La distance entre le site de nidification et de nourriture ne devrait donc pas dépasser 200 à 300 m.⁶³⁻⁶⁵

Les façades et les toits végétalisés constituent des biotopes-relais importants pour la mise en réseau de milieux.^{66, 67} La diversité en espèces de groupes d'arthropodes mobiles tels qu'abeilles et charançons est fortement influencée par la mise en réseau avec les milieux environnants, notamment avec d'autres toits végétalisés.⁶⁶ De plus, la hauteur des bâtiments influence aussi la diversité des abeilles et des guêpes sur les toits végétalisés: elles préfèrent les toits verts situés sur des bâtiments bas jusqu'à hauteur moyenne (max. cinq étages).⁶⁸

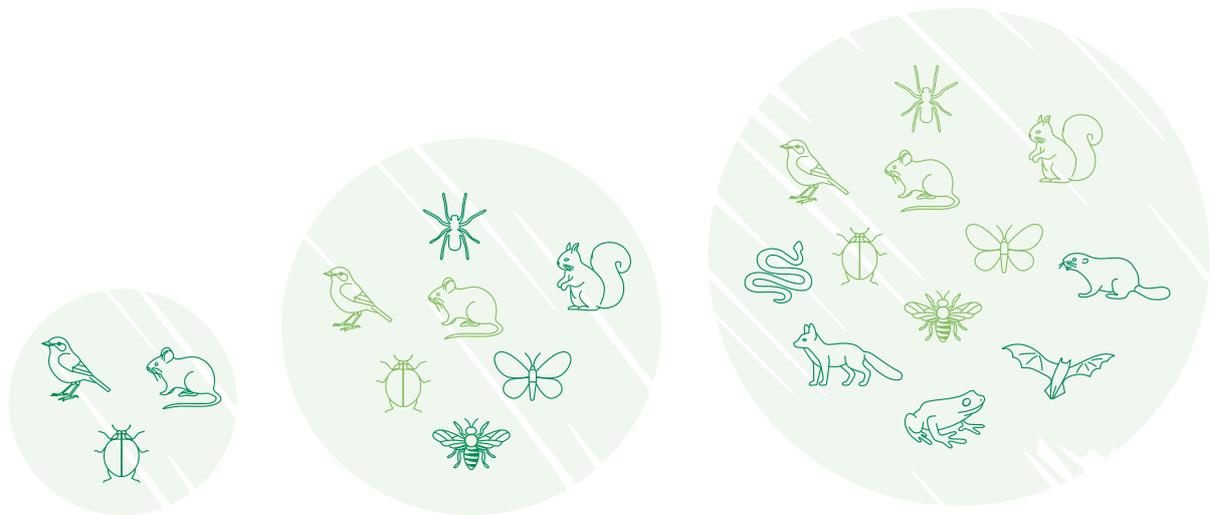


Fig. 3 : La taille d'une surface et la biodiversité potentielle sont liées. Les petites surfaces offrent avant tout un milieu pour les espèces caractéristiques du milieu bâti et les espèces généralistes. Plus les surfaces sont grandes (et plus elles sont connectées), plus la diversité potentielle des espèces est élevée et plus les espèces spécialisées trouvent ici aussi un milieu. Les surfaces de plus grande taille offrent par ailleurs plus de potentiel pour des populations de plus grande taille, ce qui est important pour la diversité génétique. Illustration adaptée selon Deboeuf et al.²⁸

2.4 Qualité : qu'offrent les surfaces à la flore et à la faune ?

Le troisième facteur déterminant pour la biodiversité dans l'espace urbain est la qualité des surfaces. Le potentiel initial, le statut de protection, l'aménagement, la maintenance et l'entretien influencent la biodiversité sur ces surfaces et dans l'ensemble de l'espace urbain. Les milieux favorisant une flore et une faune variée et adaptée au site ont une haute qualité écologique. Ils offrent à différentes espèces animales et végétales de la nourriture, une protection et des possibilités de reproduction. Les critères essentiels sont le degré de naturalité et l'importance en tant que milieu pour les plantes et les animaux, mais aussi la menace et la rareté des espèces recensées. Les milieux naturels dans l'espace urbain peuvent être répartis en quatre catégories qui doivent être plus ou moins activement entretenues : a) espaces sauvages urbains tels que broussailles de mûres et milieux rudéraux, b) reliques du paysage naturel tels que cours d'eau ou forêts urbaines proches de l'état naturel, c) reliques du paysage rural tels que vergers et prairies sèches ainsi que d) espaces verts aménagés tel que jardins privés, parcs et cimetières.^{11, 69} Toutes ces catégories d'habitats contribuent à la biodiversité. Chaque milieu demande une gestion différente. Alors que les milieux gravement menacés doivent être préservés au moyen de mesures actives, il est possible de laisser de la place aux dynamiques naturelles pour d'autres.

Diversité des milieux et structure de la végétation

Une diversité des milieux entraîne des répercussions positives sur les différentes espèces et sur la biodiversité

de manière générale.^{19, 70} Les petites structures comme les tas de bois et de pierres ou les nichoirs sont précieuses pour un grand nombre de groupes d'espèces.⁷¹⁻⁷³ La végétation joue globalement un rôle important dans la mise à disposition de différents milieux. La densité, la couverture et la structure de la végétation (fig. 4) influencent fortement la biodiversité dans l'espace urbain.^{19, 49, 74, 112} Une structure de végétation hétérogène est par exemple idéale pour développer la biodiversité dans les espaces verts. Un mélange équilibré d'arbres feuillus, de résineux et d'arbustes à baies ainsi que des prairies hautes sont importantes pour la diversité d'espèces d'arthropodes et d'oiseaux.^{31, 75, 76, 112}

Espèces végétales

La plupart des animaux ont besoin des plantes. Celles-ci leur offrent, ainsi qu'à leurs proies, de la nourriture et un habitat. Ainsi, oiseaux, chauves-souris, insectes et autres petits organismes tirent profit d'un grand nombre de ressources végétales telles que nectar, pollen et graines ou utilisent les plantes comme lieux de nidification et cachettes. Des recherches effectuées dans des jardins ont démontré que la diversité et la fréquence des invertébrés affichent souvent une corrélation positive avec la disponibilité de ressources florales.⁵³

Les espaces verts dans les milieux bâtis sont la plupart du temps aménagés et plantés par les humains. Pour la promotion de la biodiversité, il est important de donner la priorité aux espèces indigènes adaptées au site.^{9, 11} Les semences et les plantes de provenance régionale favorisent la biodiversité régionale, contribuent à une diversité génétique élevée et luttent contre l'homogénéisation biotique.⁷⁷ Le changement climatique et des conditions lo-

cales difficiles (p. ex. espace racinaire moins important, disponibilité de l'eau) peuvent compliquer la plantation d'arbres indigènes dans les zones urbaines.⁷⁸ En particulier pour le choix des espèces à croissance lente, il est judicieux de tenir compte du climat dans le futur et de planter le plus grand nombre possible d'espèces différentes.^{38, 78} De plus, il faudrait choisir des essences d'arbres originaires d'Europe continentale.¹¹ Pour augmenter la biodiversité sur les surfaces sauvages urbaines, il peut par ailleurs s'avérer utile d'introduire de façon ciblée des plantes sauvages.¹¹

Entretien et maintenance

Le type et l'intensité de l'entretien, les appareils et les produits auxiliaires utilisés ont une forte influence sur la biodiversité des espaces verts, des parcs publics ou des jardins privés.^{19, 50, 53, 72, 79} L'arrosage, le contrôle des mauvaises herbes, le travail du sol, la fertilisation, les pesticides et la fréquence de fauche (encadré «**Modification du rythme de fauche**») changent les conditions biotiques tels que la densité, le degré de couverture et la structure de la végétation, la composition de la végétation et la qualité du sol et donc directement et indirectement la biodiversité. Une exploitation extensive avec divers rythmes de fauche et une grande hétérogénéité des surfaces a un effet positif, une exploitation intensive avec une tonte de la pelouse fréquente, l'utilisation d'engrais et de pesticides ainsi qu'une forte homogénéité des surfaces a un impact négatif.⁵³

Pour des surfaces à usages multiples (p. ex. pour la détente et la biodiversité), les différents besoins doivent être coordonnés. Les gazons fleuris sont par exemple une bonne alternative aux gazons conventionnels qui sont plus pauvres en espèces. Le portail fokus-n (encadré «**fokus-n**») décrit cette thématique et démontre comment le potentiel écologique, les différents besoins des usagers ainsi que les exigences en matière d'aménagement peuvent être réalisés à l'aide de mesures d'entretien proche du naturel. > fokus-n.ch/fachthemen/naturnahe-pflege (une version française sera disponible courant 2025).

Modification du rythme de fauche pour plus de biodiversité

Le rythme de fauche d'une prairie fleurie modifie sa structure et influence le nombre d'espèces de plantes⁸⁰ et d'arthropodes.^{56, 81, 82} Pour les arthropodes, on a observé une augmentation du nombre d'espèces lorsque la proportion de prairies à croissance haute était de 30 à 45%. Néanmoins, une augmentation supplémentaire de la surface a engendré soit une stagnation ou même un recul. Cela s'explique par le fait que d'autres types d'habitats ayant un impact positif sur les arthropodes (p. ex. un sol nu) disparaissent. Par conséquent, l'idéal serait un régime de fauche varié avec une fauche précoce et tardive des différentes surfaces.

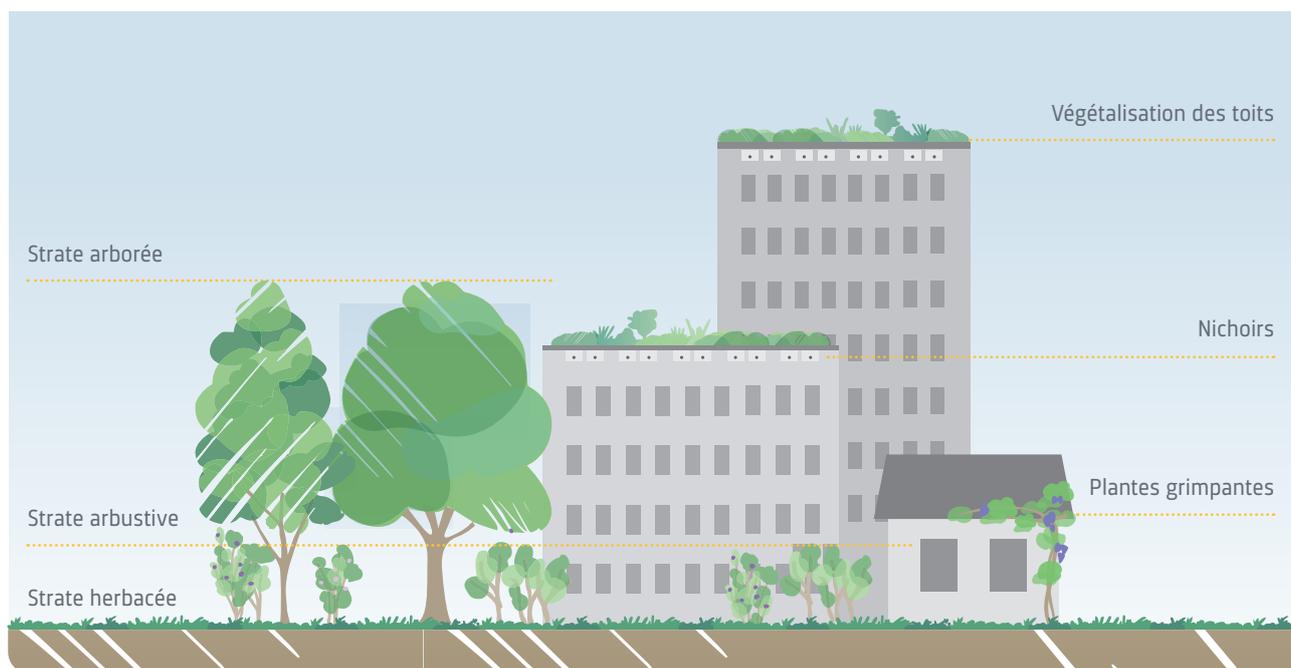


Fig. 4 : les couches végétales dans les milieux bâtis contribuent à la qualité des surfaces. Illustration adaptée selon ATU (2020).¹¹⁹

Qualité de la végétalisation des toits et des façades

Les toits végétalisés offrent un milieu à différents groupes d'organismes tels que plantes, oiseaux, abeilles et autres arthropodes. Les toits dotés d'une couche de substrat plus importante et parfois d'épaisseur variable et ceux dotés de structures végétales plus complexes se prêtent mieux à la promotion de la biodiversité.^{67,68} Si la qualité est bonne, des groupes d'espèces mobiles tels qu'insectes (abeilles sauvages, orthoptères, coléoptères, papillons diurnes) et oiseaux, mais aussi des espèces peu mobiles tels que des escargots peuvent être présents.⁶³⁻⁶⁵ Sur les toits végétalisés, les groupes d'arthropodes moins mobiles, tels que les coléoptères et les araignées, sont particulièrement dépendants des conditions environnementales locales, telles que la composition et la structure de la végétation et les types de sol.⁶⁶

Pour la qualité écologique des façades, le choix des plantes est très important. Une plantation mixte liée au sol comprenant différentes plantes grimpantes indigènes et adaptées au site a un impact positif sur les oiseaux et les insectes. Au contraire, les végétalisations liées uniquement aux façades n'ont qu'un effet limité sur le développement de la biodiversité et impliquent de grands efforts sur le plan technique et matériel.¹⁰

Une étude menée dans le cadre du plan d'action Biodiversité décrit l'état de la recherche actuel et donne un grand nombre d'exemples de mise en œuvre de végétalisations de façades liées au sol et de végétalisations de toits.¹⁰

Qualité des plans d'eau et des cours d'eau

Les eaux sont des écosystèmes très variés dont la biodiversité est influencée par une multitude de facteurs. La plupart des cours d'eau de l'espace urbain ont justement été canalisés ou même enterrés. L'accent est mis ici sur la renaturation des cours d'eau et la reconstitution de la connectivité longitudinale et transversale. Pour les eaux stagnantes aménagées artificiellement, les rives devraient être en pente douce ou en escaliers et présenter une ceinture de végétation émergente (roseau) ainsi qu'une eau de bonne qualité. Si les amphibiens et les libellules font partie des espèces cibles, il faudrait renoncer aux poissons; les moules d'eau douce ont en revanche besoin des poissons.^{32, 62}

2.5 Autres influences: qu'est-ce qui est encore important?

Changement climatique

Les épisodes caniculaires deviennent plus fréquents, plus longs et plus chauds avec le changement climatique. La concentration de chaleur est particulièrement importante dans les villes et les agglomérations, car les nombreuses surfaces imperméables absorbent le rayonnement solaire et réchauffent l'environnement.⁶⁶ Les changements de régimes de précipitations se répercutent sur la diversité des espèces et sur les conditions de vie des plantes et des animaux en milieux bâtis (chap. 2.4 partie « espèces végétales »). La promotion de la nature dans l'espace urbain peut contribuer à une nette diminution des conséquences négatives du changement climatique et à améliorer la qualité de vie. Lors de la planification de mesures d'adaptation au changement climatique, il est important de mener d'emblée une réflexion sur la biodiversité afin que des mesures telles que la ville-éponge et la végétalisation du bâti puissent être mises en place de manière à favoriser le mieux possible la biodiversité.

Espèces exotiques envahissantes

Des espèces exotiques (plantes = néophytes et animaux = néozoaires) s'introduisent dans l'espace urbain via le commerce et le transport. Elles sont soit plantées ou disséminées intentionnellement, soit introduites involontairement, soit elles arrivent d'elles-mêmes par les voies de communication. À cela s'ajoute que les conditions climatiques et biotiques (p. ex. nuisances causées par les activités humaines) favorisent la dissémination de ces espèces. Les milieux bâtis présentent donc une part plus importante d'espèces exotiques que les environs et servent vraisemblablement de centres de dispersion.^{17, 74}

La plupart des néophytes s'intègrent bien dans l'environnement. Elles font partie des territoires urbanisés pour des raisons culturelles et esthétiques, mais assurent généralement moins de fonctions écologiques (refuge, nourriture) que les espèces indigènes. Un petit nombre d'entre elles se propagent très rapidement et supplantent la flore indigène. Cela entraîne des répercussions négatives sur la biodiversité, la santé publique et/ou l'économie. Ces espèces sont appelées néophytes envahissantes et sont mentionnées sur les listes nationales officielles des néophytes envahissantes (site thématique InfoFlora). Conformément à l'ordonnance sur la dissémination dans l'environnement (ODE), certaines plantes exotiques envahissantes ne peuvent plus être mises sur le marché.

Lumière, bruit et autres nuisances

La lumière artificielle, le bruit de la ville, la présence d'êtres humains et les animaux domestiques (notamment les chats et les chiens) perturbent considérablement le comportement, les conditions de vie et les milieux de nombreuses espèces.^{46,87} Les oiseaux chanteurs sont particulièrement touchés, car ils servent de proie, dépendent de signaux acoustiques et adaptent leur comportement au rythme jour/nuit. À titre d'exemple, les oiseaux chanteurs des centres-villes s'activent jusqu'à cinq heures plus tôt que leurs congénères vivant dans des zones urbaines plus calmes.⁸⁸ La lumière perturbe en outre les insectes nocturnes lors de la pollinisation des plantes: les fleurs exposées à la lumière reçoivent environ deux tiers de visites en moins de pollinisateurs, ce qui entrave la formation de graines et la reproduction.⁸⁹ Les espèces de chauves-souris craignant la lumière sont également touchées et abandonnent leurs habitats en raison de la pollution lumineuse.^{56,90}

Pièges et bâtir en tenant compte de la faune sauvage

Les collisions d'oiseaux avec des vitres provoquent chaque année la mort de millions d'animaux.⁹¹ Ce danger est amplifié par les émissions lumineuses des bâtiments, des routes et d'autres infrastructures, qui peuvent transformer les zones urbaines en pièges mortels pour les oiseaux et autres animaux (**chap. 2.3 partie «Connectivité»**). Les structures dangereuses pour les animaux telles que les sauts-de-loup et puits d'aération, sorties de caves, cheminées ainsi que piscines, murs, clôtures et caniveaux peuvent fortement entraver la survie et la reproduction de nombreux animaux.

Dans les maisons anciennes en particulier, de nombreuses ouvertures offrent des abris pour différentes espèces d'animaux et servent d'accès à la cave et au toit. En cas de travaux de rénovation, il est important de conserver ces accès et ces sites de nidification. Les recommandations pour bâtir en tenant compte de la faune proposent un grand nombre de mesures dans le but de réduire ces dangers.⁹² D'autres indications sur la façon d'éviter les pièges et favoriser les animaux sauvages peuvent être consultées sur la page thématique Wildtier Schweiz (bauen-tiere.ch) et dans le livre «Animaux sauvages à notre porte».⁹³

Toolbox nature en milieu urbain

La page Internet «Toolbox nature en milieu urbain» aide les acteurs de la construction, de l'immobilier et de la planification urbaine à intégrer davantage la biodiversité dans leurs projets. Elle contient des connaissances pratiques, des outils éprouvés et de l'inspiration pour créer des espaces de vie et de travail attrayants ainsi que des milieux naturels de grande valeur écologique. Elle aide les spécialistes de la planification à intégrer la biodiversité dans la phase de conception et à communiquer cette valeur ajoutée aux commanditaires. Les gestionnaires immobiliers bénéficient d'instructions pratiques pour l'entretien et la maintenance. De plus, cette boîte à outils renferme des suggestions et des méthodes pour des processus d'animation participatifs, afin d'impliquer toutes les parties prenantes.

> toolbox.siedlungsnatur.ch

fokus-n – portail de connaissances pour des espaces verts proches de l'état naturel

Le portail de connaissances en ligne fokus-n met à disposition des connaissances pratiques pour la planification, la réalisation et l'entretien d'espaces verts proches de l'état naturel. Il s'adresse à des spécialistes issus des offices de la nature, de l'horticulture, de l'architecture du paysage, de l'écologie urbaine, de l'architecture, de la construction et de la gestion des installations. Le portail a été développé par la Haute école zurichoise des sciences appliquées en collaboration avec dix villes de Suisse et l'Office fédéral de l'environnement. Le portail est en allemand, une version française sera disponible courant 2025.

> fokus-n.ch

2.6 De la recherche à la pratique : facteurs et recommandations favorisant la biodiversité dans l'espace urbain

Un grand nombre de facteurs influence la biodiversité dans l'espace urbain. Il faut de l'espace, des surfaces plus et moins grandes, judicieusement réparties et reliées entre elles, et aménagées et entretenues de manière à atteindre une qualité écologique élevée. Les influences négatives et les perturbations doivent être minimisées. Nombre de ces facteurs peuvent être influencés par des mesures ciblées. Pour ce faire, il est nécessaire de définir des valeurs cibles et des critères de qualité lors de la planification.

Pour la mise en œuvre pratique, il est essentiel de définir des objectifs clairs tels que la conservation de certaines espèces (**encadré « Espèces cibles et espèces caractéristiques »**) ou l'augmentation de la diversité des milieux. Sur cette base, les valeurs cibles, les critères de qualité et les mesures doivent être sélectionnés de façon appropriée (**voir aussi la check-list à partir de la page 43**).

Différentes ressources telles que la **Toolbox nature en milieu urbain** et le portail **fokus-n**, offrent un précieux soutien pour la planification et la mise en œuvre de mesures concrètes.

Espèces cibles et espèces caractéristiques

Sont considérées comme **espèces cibles** les espèces menacées présentes au niveau local à régional qui doivent être préservées et favorisées et pour lesquelles la Suisse a une responsabilité particulière. Elles servent à la détermination et au contrôle d'objectifs de protection de la nature. Les milieux qu'elles habitent doivent être conservés et développés.

Les **espèces caractéristiques** sont typiques pour un milieu défini et pour une région. Elles servent d'unité de mesure pour la qualité du milieu qu'elles peuplent.

De plus, il est possible de définir d'autres **espèces typiques du milieu bâti** que l'on rencontre fréquemment dans l'espace urbain et qui peuvent être conservées au moyen de mesures simples.

Le concept des espèces cibles et des espèces caractéristiques est utilisé depuis de nombreuses années, en particulier en milieu agricole.^{94, 95} Le travail de Joshi et al. propose une bonne vue d'ensemble des critères pour définir des espèces cibles dans l'espace urbain.¹¹

Questions et réponses à propos du tableau

Que signifie « haute qualité écologique » ?

Les milieux favorisant une flore et une faune variée et adaptée au site ont une haute qualité écologique. Ils offrent à différentes espèces animales et végétales de la nourriture, une protection et des possibilités de reproduction. Les critères essentiels sont le caractère naturel et l'importance en tant qu'habitat pour les plantes et les animaux, mais aussi la menace et la rareté des espèces recensées.

Que signifie « sol écologiquement fonctionnel » ?

Un sol écologiquement fonctionnel réalise des tâches importantes telles que l'approvisionnement en éléments nutritifs, le stockage de l'eau, le piégeage du carbone et le filtrage de polluants. De plus, il offre un habitat à des nombreux organismes vivants dans le sol et favorise la diversité des espèces.

Que signifie « le plus possible » ?

Afin de favoriser la biodiversité dans l'espace urbain, il est indispensable de disposer d'une surface totale suffisante. Pour cette raison, « plus » de surfaces est toujours mieux. La littérature et la pratique de la protection de la nature montrent toutefois que seules quelques valeurs indicatives quantitatives peuvent être déduites. Les valeurs cibles et l'échelle spatiale (commune, quartier, parcelle) judicieuses dépendent fortement des objectifs. Des exigences rigides peuvent ainsi entraver une utilisation optimale du potentiel existant, alors que des recommandations qualitatives sont plus flexibles et s'adaptent mieux aux conditions spécifiques. Dans ce sens, « le plus possible » signifie ce qui est possible pour la commune spécifique en tenant compte de la situation initiale.

	Facteur	Recommandation
Quantité	Imperméabilisation du sol	<ul style="list-style-type: none"> → Minimiser le degré d'imperméabilisation dans les territoires urbanisés (les répercussions négatives augmentent déjà à partir de 25-40%) → 50% comme limite supérieure maximale → Dont le plus possible de sol écologiquement fonctionnel → Éviter les ouvrages souterrains ou les minimiser au pied d'immeuble
	Couverture végétale	<ul style="list-style-type: none"> → Planifier le plus possible d'espaces verts → Dont le plus grand nombre possible d'une haute qualité écologique
	Arbres	<ul style="list-style-type: none"> → Au minimum 25-30% de surface de canopée dans la zone bâtie → Prévoir de l'espace racinaire pour les arbres (au minimum 36 m³ par grand arbre)
	Eaux stagnantes	<ul style="list-style-type: none"> → Où il y a de la place et si la connectivité est assurée: le plus possible de plans d'eau → Dont le plus grand nombre possible d'une haute qualité écologique
	Cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> → Favoriser les renaturations et remettre à ciel ouvert les cours d'eau enterrés → Dont le plus grand nombre possible d'une haute qualité écologique
	Végétalisation des toits et des façades	<ul style="list-style-type: none"> → Autant que possible (p.ex. programmes obligatoires pour les végétalisations de toits) → Planifier dès le départ la végétalisation des toits et des façades → Prévoir des végétalisations de façades liées au sol
	Milieus naturels de grande valeur écologique	<ul style="list-style-type: none"> → Garantir la conservation et la maintenance à long terme → Planifier et mettre en œuvre les valorisations
Disposition dans l'espace	Morphologie urbaine	<ul style="list-style-type: none"> → Penser et vérifier la planification urbaine du point de vue des milieux et des espèces typiques du milieu bâti
	Taille des surfaces isolées (aussi valable pour les eaux stagnantes)	<ul style="list-style-type: none"> → Adapter la taille des milieux aux besoins des différentes espèces (différentes espèces ont différents besoins) → Tenir compte de la promotion d'espèces spécifiques lors de la planification (espèces caractéristiques et espèces cibles)
	Disposition dans l'espace	<ul style="list-style-type: none"> → Minimiser les distances entre les surfaces isolées (la connectivité est particulièrement importante pour les espaces verts et les plans d'eau) → Distance de 300 m au maximum entre les milieux naturels → Distance de 50 m au maximum entre les petites surfaces → Favoriser/reconstituer la connectivité longitudinale et transversale des cours d'eau
	Corridors	<ul style="list-style-type: none"> → Dans la planification, tenir compte du plus grand nombre possible de types de corridors → Planifier des couloirs sombres
Qualité	Diversité des milieux et petites structures	<ul style="list-style-type: none"> → Le plus grand nombre possible de différents milieux adaptés au site et petites structures de haute qualité → Adapter la densité, la couverture et la structure de la végétation aux besoins des différentes espèces
	Espèces végétales	<ul style="list-style-type: none"> → Le plus grand nombre possible d'espèces locales et typiques du site, semences et jeunes plantes ou jeunes arbres de provenance régionale → Pour les arbres, tenir compte du climat à l'avenir et choisir différentes espèces
	Entretien	<ul style="list-style-type: none"> → Passage à un entretien extensif en tenant compte des différents impératifs d'utilisation → Interdiction des produits phytosanitaires et des engrais
	Qualité de la végétalisation des façades	<ul style="list-style-type: none"> → Plantations mixtes d'espèces de grande valeur écologique liées au sol
	Qualité de la végétalisation des toits	<ul style="list-style-type: none"> → Végétalisations des toits intensives avec une structure végétale complexe, des sols de composition différente et des éléments structurels
	Qualité du sol	<ul style="list-style-type: none"> → Sol structuré de façon naturelle ou sol remplissant les principales fonctions écologiques
	Qualité des plans d'eau et des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> → Valorisation et renaturation des cours d'eau → Végétation riveraine adaptée au site → Aménagement et gestion des plans d'eau favorisant la biodiversité
Autres influences	Changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> → En cas d'adaptations au changement climatique, planifier la promotion de la biodiversité
	Plantes exotiques	<ul style="list-style-type: none"> → Ne pas planter d'espèces envahissantes → Éliminer les plantes exotiques envahissantes et les remplacer par des espèces indigènes
	Pièges, lumière et bruit	<ul style="list-style-type: none"> → Identifier les pièges et les éviter autant que possible → Utiliser avec parcimonie les éléments en verre et bâtir en tenant compte des animaux → Intégrer le respect de la faune sauvage dans la construction
	Intégration de la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> → Prendre en compte la conservation et la promotion de la biodiversité dans toutes les décisions



Altstetten (ZH). Photo: Quadra GmbH

3 Instruments de planification pertinents pour la biodiversité

L'essentiel en quelques mots

- Il existe plusieurs instruments de planification formels et informels afin d'ancrer la biodiversité dans la planification.
- Les instruments formels se distinguent entre autres par le fait qu'ils soient contraignants pour les autorités ou les propriétaires fonciers.
- En fonction de la situation initiale et des conditions-cadres d'une commune (p. ex. ressources professionnelles et financières), les instruments de planification existants peuvent être modifiés et complétés et/ou de nouveaux instruments peuvent être élaborés.
- Les exigences quantitatives peuvent être définies de manière contraignante par les autorités dans la planification directrice communale; elles peuvent être intégrées dans les plans d'affectation et les plans d'affectation spéciaux ayant force obligatoire pour les propriétaires à l'échelle de la parcelle.
- Étant donné que la planification directrice communale s'oriente sur la planification directrice cantonale (et partiellement aussi régionale), les exigences quantitatives, mais surtout qualitatives, devraient déjà être définies à l'échelle cantonale (ou régionale).
- Les exigences quantitatives et qualitatives peuvent être définies dans des principes directeurs et des concepts, p. ex. dans les concepts de biodiversité, même si ceux-ci n'ont dans la plupart des cas qu'un caractère indicatif et non obligatoire.
- Les exigences quantitatives et qualitatives, p. ex. concernant la plantation, peuvent également être intégrées en ayant force obligatoire pour les propriétaires dans le plan d'affectation et le plan d'affectation spécial ainsi que dans le règlement sur les constructions et le plan de zones.
- Les standards, certifications, labels et aides à la planification contribuent à garantir les exigences quantitatives et qualitatives sur des surfaces privées et publiques.
- Les plans d'affectation et les plans d'affectation spéciaux sont particulièrement efficaces pour la protection de surfaces spécifiques et pour la mise en réseau des habitats; ils sont à l'échelle de la parcelle, spatialement explicites et contraignants pour les propriétaires fonciers et agissent donc aussi bien sur les surfaces publiques que privées, sur l'existant que sur les constructions nouvelles; les instruments supracommunaux tels que les plans directeurs régionaux ou intercommunaux conviennent pour définir des structures de plus grande taille, comme l'infrastructure écologique, et pour la coordination entre différentes communes ou cantons.

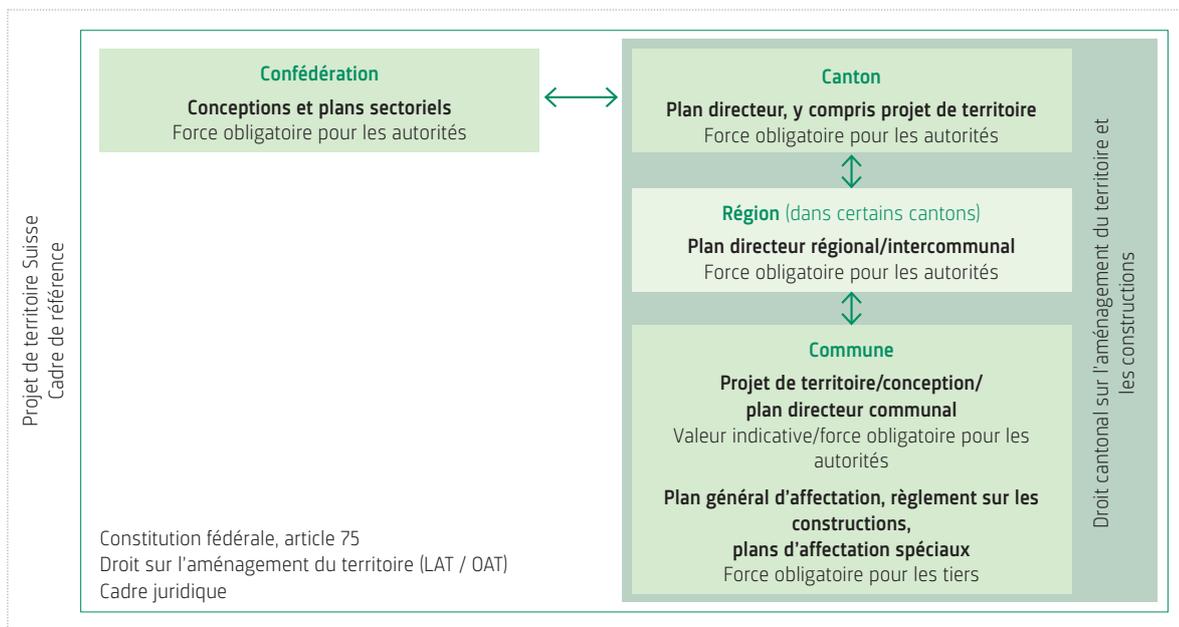
3.1 Aménagement du territoire en Suisse

L'aménagement du territoire en Suisse comprend les trois niveaux étatiques Confédération, cantons et communes. L'art. 75 de la Constitution fédérale (Cst.) en définit les principes. L'aménagement du territoire est l'affaire des cantons et vise à garantir une utilisation judicieuse et mesurée du sol ainsi qu'une occupation rationnelle du territoire. La loi sur l'aménagement du territoire (LAT) définit les buts (p. ex. la protection des moyens de subsistance tels que le sol, l'air, l'eau, la forêt) et les concrétise par des principes de planification (p. ex. la préservation du paysage, art. 3, al.1 et 3 LAT ; notamment let. e [nombreuses

aires de verdure et espaces plantés d'arbres]). Elle sert aussi à la mise en œuvre du droit fédéral et cantonal de protection de la nature et du paysage.

La coordination entre la Confédération, les cantons et les communes est importante pour garantir une planification cohérente et harmonisée. Cette interaction entre les niveaux de planification est appelée « principe du contre-courant en aménagement du territoire » (fig. 5).

Dans le cas de projets où des intérêts divergents s'opposent, une pesée des intérêts est effectuée. Il s'agit là d'un élément essentiel de l'aménagement du territoire. Elle



↔ Principe du contre-courant: participation et approbation des plans / coordination matérielle

Fig. 5: Le système de planification suisse. La loi fédérale sur l'aménagement du territoire régit les principaux instruments de planification de chaque échelon étatique. Les cantons, les régions et les communes peuvent se doter d'instruments supplémentaires.

Source: EspaceSuisse – Introduction à l'aménagement du territoire⁹⁶

permet aux autorités d'utiliser à bon escient leur pouvoir d'appréciation et d'identifier, d'évaluer et de pondérer les intérêts reconnus sur le plan factuel et juridique (voir art. 3 de l'ordonnance sur l'aménagement du territoire).

En complément de la loi sur l'aménagement du territoire, le Projet de territoire Suisse a été élaboré et adopté en 2012 par la Confédération, les cantons, les villes et les communes.¹⁶ Il traite la question de savoir comment la Suisse souhaite gérer son territoire dans le futur. Le concept est actuellement en révision (adoption prévue à l'automne 2025) et sert de cadre d'orientation commun pour le développement territorial. Une des trois stratégies est la suivante : « Reconnaître l'importance de milieux naturels diversifiés et du climat pour les espaces urbains et les paysages et développer leur qualité ».

D'autres instruments importants dans le domaine de la protection de la nature et du paysage sont la Conception paysage suisse (CPS) et les inventaires de protection de la nature et du paysage. Conformément à l'art. 13 LAT, la CPS définit les objectifs de qualité paysagère que la Confédération, les cantons et les communes doivent prendre en compte pour leurs activités à incidence spatiale, garantit une politique du paysage cohérente et définit des mesures pour atteindre les objectifs.¹⁵ La CPS définit de plus des objectifs de qualité paysagère pour l'espace urbain, p. ex. pour les paysages urbains et les paysages périurbains (objectifs de qualité paysagère 8 et 9). Les inventaires de protection de la nature et du paysage adoptés par la Confédération, les cantons et les communes donnent des renseignements sur les objets qui doivent être conservés ou préservés en raison de leur rareté ou leur importance pour la protection des espèces et de la nature. Ils constituent une base déterminante pour définir les mesures de protection. Des exemples d'inventaires au niveau communal sont les inventaires de sites d'oiseaux nicheurs en bâtiments et de sites pour chauves-souris ainsi que les inventaires communaux d'objets naturels.

À titre complémentaire, la Stratégie Biodiversité Suisse contient aussi les objectifs de promouvoir la biodiversité dans l'espace urbain et de mettre en place une infrastructure écologique (IE) fonctionnelle dans toutes les régions et tous les territoires du pays, y compris dans l'espace urbain.¹⁴

Toutefois, comment se déroule la mise en œuvre de ces lois, stratégies et concepts relatifs au développement de la biodiversité dans l'espace urbain ? Quels sont les instruments à disposition ? Ce chapitre donne un aperçu des bases de l'aménagement du territoire dans le domaine de la protection de la nature et du paysage et présente les principaux instruments de planification pertinents pour la biodiversité. L'accent est mis sur les instruments de

planification au niveau communal et sur les territoires urbanisés ; les instruments de planification pour les domaines politiques forêt, agriculture et eaux ne sont pas traités.

3.2 Bases techniques

Parmi les bases techniques de l'aménagement du territoire, on compte la statistique de la superficie et les systèmes d'information géographique qui peuvent par exemple servir à documenter et rendre accessible les inventaires de protection de la nature et du paysage ou à indiquer où il existe des surfaces inventoriées. Elles mettent à disposition des outils de données et d'analyse importants pour l'aménagement du territoire, permettent l'intégration et le contrôle d'objectifs quantitatifs et qualitatifs et contribuent à une application efficace des instruments de planification. Dans la pratique, il s'avère souvent déterminant de mettre ces données à disposition des services pertinents. Les maîtres d'ouvrage et les autorités doivent p. ex. avoir accès aux inventaires des sites de nidification et aux colonies de reproduction des chauves-souris afin de pouvoir en tenir compte dans les projets de construction.

3.3 Instruments de planification cantonaux

Selon la Constitution fédérale, la Confédération définit les principes de l'aménagement du territoire qui incombent aux cantons (fig. 5). Les droits cantonaux des constructions et de l'aménagement du territoire fixent le cadre juridique pour les planifications communales. Avec ses « Recommandations de dispositions de référence »⁹, l'OFEV montre les possibilités à disposition des cantons et communes pour aménager leurs zones bâties d'une façon proche de l'état naturel et attrayante et d'intégrer la biodiversité dans leurs planifications. Dans ces recommandations, on montre aux communes et aux cantons comment elles peuvent mettre en œuvre concrètement leurs objectifs et les inscrire dans leurs instruments de planification. Un aspect important est la mise en œuvre de la compensation écologique dans les zones urbanisées conformément à l'art. 18b, al. 2 LPN.

3.4 Instruments de planification communaux

Principes directeurs, concepts, stratégies de développement

Les principes directeurs, les concepts et les stratégies de développement territorial font partie des instruments de planification informels pour lesquels il n'existe généralement pas d'obligation légale d'élaboration.⁸ Les cantons

de Soleure, Vaud et Genève, dans lesquels les communes ont l'obligation d'élaborer un concept de biodiversité, font exception. Les principes directeurs, les concepts et les stratégies de développement définissent les objectifs stratégiques d'une commune en matière de biodiversité. De plus, ils définissent les mesures qui permettent d'atteindre ces objectifs. Les objectifs et les mesures peuvent être repris dans les instruments de planification formels ultérieurs et leur force obligatoire pour les autorités et les propriétaires fonciers est ainsi garantie. Les instruments de planification informels n'ont que rarement force obligatoire pour les autorités et sont donc moins efficaces que les instruments de planification formels.⁹ Ils deviennent un instrument de planification efficace quand ils déterminent des objectifs de surface et des critères de qualité, qu'ils sont approuvés dans un processus politique et qu'ils deviennent contraignants pour les autorités. Comme exemples, on peut citer le concept de biodiversité de la **ville de Berne** ou le concept espèces et conservation des milieux de la **ville de Zurich**. Les conceptions d'évolution du paysage, les masterplan, les concepts d'espaces verts et d'espaces libres font aussi partie des instruments de planification informels.

Planification directrice communale

Les objectifs prioritaires sont définis dans la planification directrice communale, p. ex. l'emplacement et l'étendue des corridors de mise en réseau ou les valeurs cibles pour les surfaces de grande valeur écologique. La planification directrice communale est un instrument important pour exiger de manière contraignante des normes minimales pour la biodiversité.⁹ Les objectifs doivent être concrétisés dans les planifications complémentaires, p. ex. dans le plan d'affectation ou les planifications spécialisées. La **ville de Zurich** concrétise par exemple les objectifs du plan directeur communal, soit la création de milieux naturels de grande valeur écologique, avec la planification nature en ville.

Plan d'affectation (plan général d'affectation, régime de base, règlement sur les constructions)

Le plan d'affectation est un instrument de planification formel au niveau communal. Il concrétise les objectifs de la planification directrice et définit les exigences contraignantes. Dans les plans d'affectation, il est possible de garantir l'espace pour les surfaces de grande valeur écologique, de fixer l'obligation de compensation écologique, de protéger les arbres de manière contraignante, de fixer des objectifs de surface et d'exiger la qualité des espaces extérieurs. Étant donné que le plan d'affectation a force obligatoire pour les propriétaires fonciers, il fait partie des instruments de planification les plus efficaces au niveau communal. Dans les exemples de communes au

chapitre 4, le plan d'affectation de **Lausanne** contient une valeur cible quantitative alors que **Lucerne** prévoit une affectation biodiversité pour les zones vertes.

Plan d'affectation spécial

Les plans d'affectation spéciaux sont conçus de manière très différente d'un canton à l'autre et, par conséquent, les termes utilisés pour les désigner varient. D'autres notions sont par exemple le plan d'affectation de détail, le plan d'aménagement détaillé, le plan de quartier, le plan d'alignement, etc. Le plan d'affectation spécial se réfère à une zone définie, p. ex. un site ou un quartier et peut donner des directives différentes et très spécifiques, p. ex. concernant les objectifs de surface ou la qualité écologique des espaces verts. Il peut ainsi poser des exigences plus élevées au développement de la biodiversité, p. ex. la mise en réseau de milieux pour les petits animaux ou la végétalisation de façades ou de toits. Ainsi, **Illnau-Effretikon** et **Kreuzlingen** utilisent p. ex. les plans d'affectation spéciaux dans le but de définir des critères spécifiques pour la biodiversité.

Exemple d'une requête pour la modification du plan général d'affectation de la ville de Lausanne

La modification du plan général d'affectation de Lausanne comprend de nombreuses mesures clés pour réagir aux défis climatiques, développer la biodiversité et conserver l'identité des quartiers de la ville. Vous trouvez ci-après un résumé des principales mesures proposées.

- Meilleure prise en compte des surfaces libres pour les projets de construction.
- Amélioration de la qualité des espaces verts avec l'obligation d'aménager des espaces verts à haute valeur écologique sur 20% du territoire de la ville.
- Limitation de l'utilisation des surfaces pour les constructions souterraines.
- Introduction de nouvelles exigences pour la végétalisation de toits plats.
- Limitation du nombre de places de parc privées.
- Promotion de l'efficacité énergétique dans les projets de nouvelles constructions et de rénovation.
- Promotion de projets de construction de haute qualité architectonique et écologique.
- Simplification et accélération des processus administratifs pour faciliter la mise en œuvre de projets correspondant aux nouvelles exigences.

Ces mesures ont pour but de créer un environnement urbain durable, résilient et agréable pour la population lausannoise.

3.5 Coefficients d'utilisation

Dans les instruments de planification communaux décrits au chapitre 3.4, il est possible d'intégrer, selon l'instrument, des exigences qualitatives et quantitatives en matière de biodiversité. Pour les exigences quantitatives, il existe différents coefficients d'utilisation⁹⁷ en lien direct ou indirect avec la biodiversité. Ceux-ci peuvent être intégrés ou adaptés lors de révisions des instruments de planification communaux afin de renforcer l'intégration de la biodiversité dans la planification communale.

Les principaux coefficients d'utilisation en lien avec la biodiversité sont les suivants : a) taux d'occupation du sol et coefficient d'utilisation ; b) coefficient d'espace vert ; c) coefficient pour les constructions souterraines ; d) degré d'imperméabilisation ; e) surface de canopée/indice de canopée. Le rapport « Biodiversité et qualité paysagère en zone bâtie. Recommandations de dispositions de référence à l'intention des cantons et des communes »⁹ donne des indications concrètes pour l'intégration de ces coefficients dans les instruments de planification communaux.

3.6 Aides à la planification

Les coefficients d'utilisation mentionnés au chapitre 3.5 peuvent aussi être utilisés comme aides à la planification si une commune ne les a pas définis dans les instruments de planification formels. Dans ce chapitre, nous décrivons des aides à la planification soutenant les communes voulant intégrer des mesures en faveur de la biodiversité sur les surfaces publiques et privées et de les contrôler. Il s'agit de paramètres définis pour des parcelles et des quartiers dans le but de fixer des objectifs et de surveiller leur réalisation.

Valeurs référentielles biodiversité et immobilier

Les valeurs référentielles biodiversité et immobilier et l'outil web BioValues™ (biovalues.siedlungs-natur.ch) permettent d'intégrer simplement et systématiquement la biodiversité lors de la planification de nouvelles constructions et de rénovation. Huit indicateurs couvrent les principaux facteurs d'influence sur la biodiversité. Chaque indicateur est composé de plusieurs critères qui définissent des exigences et des valeurs cibles mesurables. Le coefficient de biotope par surface CBS (voir paragraphe suivant), légèrement adapté au contexte suisse, sert d'indicateur quantitatif. En évaluant dans quelle mesure un projet de construction répond aux différents critères, la méthodologie permet de calculer une valeur globale et d'évaluer si un projet remplit les exigences minimales pour un aménagement favorisant la biodiversité. La méthodologie et l'outil web ont été testés en matière d'aptitude à être utilisés dans la pratique et d'efficacité.⁹⁸

Coefficient de biotope par surface (CBS)

Le CBS désigne la part d'un terrain qui peut potentiellement assumer des fonctions dans l'équilibre naturel (surface efficace pour l'équilibre naturel). Il permet de formuler des exigences écologiques minimales pour toutes nouvelles constructions et modifications de bâtiments (valeurs cibles CBS) à l'échelle d'une parcelle. En tant que valeur indicative pour la biodiversité, le CBS s'appuie principalement sur les surfaces disponibles pour la faune et la flore et ne comporte que des exigences qualitatives minimales.

Le CBS a été développé pour la ville de Berlin²⁷ et il peut y être inscrit dans un plan du paysage en ayant force obligatoire. Plusieurs villes européennes ont adapté le CBS de Berlin en fonction de leurs objectifs et de leur contexte spatial et l'utilisent comme coefficient d'utilisation, par exemple à Helsinki (Helsinki Green Factor⁹⁹), Bruxelles (Ecopotential Bruxelles¹⁰⁰), Rennes (Végét-eaux Rennes), Nantes (CBS Nantes¹⁰¹), Strasbourg (CBS Strasbourg¹⁰²) ou Graz (Grünflächenfaktor GFF¹⁰³). En Suisse, le CBS n'est jusqu'à présent pas employé comme coefficient d'utilisation, mais il est intégré sous une forme légèrement modifiée dans différents standards, aides à la planification, certifications et labels, p. ex. dans les valeurs référentielles biodiversité et immobilier et dans DGNB/SGNI.

Le canton de Genève a développé un instrument similaire, le « Référentiel Biodiversité », prévu pour fin 2024. Différents milieux, mais aussi l'état du sol, sont répertoriés et analysés au moyen d'un SIG.¹⁰⁴ Sur cette base, des valeurs référentielles sont calculées et des objectifs sont formulés pour l'optimisation d'un projet. Il est possible d'évaluer aussi bien des quartiers que des projets individuels.

Indice de qualité (indice Q)

L'indice de qualité est un instrument d'évaluation, de planification et de contrôle qui aide les responsables des services d'espaces verts et les personnes impliquées dans leur gestion à concilier les différentes exigences posées aux espaces verts. Dans le cadre de cycles récurrents, il permet de définir des objectifs de qualité pour les espaces libres et pour les profils d'entretien, puis de vérifier et de gérer leur réalisation. L'outil peut être utilisé pour le développement et l'entretien de parcs et autres espaces verts ainsi que pour des profils d'entretien. Parmi les neuf critères, un seul tient compte de la biodiversité. L'indice de qualité a été développé par le groupe de travail Gestion des espaces verts de l'USSP et le groupe de recherche Développement des espaces verts de la Haute école spécialisée de Zurich (ZHAW).¹⁰⁵

	Coefficient de biotope par surface CBS	Valeurs référentielles biodiversité et immobilier/BioValues™	Index de qualité
Portée	Allemagne et UE	Suisse	Suisse
Niveau territorial	Parcelle, quartier	Parcelle	Parcs, espaces extérieurs de quartiers d'habitation, cimetières, etc. Evaluation au niveau des profils d'entretien : pelouses, prairies fleuries, haies sauvages, etc.
Cycle de vie	Planification de nouvelle construction et rénovation	Planification de nouvelle construction et rénovation	Développement et exploitation d'espaces verts
Valeurs indicatives quantitatives	Valeurs cibles (surfaces minimales ayant un effet sur l'équilibre naturel par rapport à la surface totale)	Valeurs cibles (surfaces minimales ayant un effet sur l'équilibre naturel par rapport à la surface totale)	Aucune
Valeurs indicatives qualitatives	Aucune	Sept indicateurs (sur un total de huit) sont consacrés à la qualité	Un critère (sur neuf) concerne la biodiversité
Focalisation biodiversité	++	+++	+
Comparabilité entre les objets	Oui	Oui	Oui
Utilisation	Utilisation autonome	Utilisation autonome	Introduction personnelle et formation
Coûts	Gratuit	Gratuit	CHF 250.-*

*Gratuit pour les membres de l'Union suisse des Services des Parcs et Promenades (USSP)

Tableau 1: comparaison des trois aides à la planification « coefficient de biotope par surface CBS », « valeurs référentielles biodiversité et immobilier » et « index de qualité ». La ligne « focalisation biodiversité » indique l'importance de la thématique biodiversité: + moindre, ++ moyen, +++ important.

3.7 Labels, certifications, standards

Les labels garantissent le respect de certains standards de qualité ou d'exigences spécifiques. Derrière les labels se trouvent des organisations publiques ou privées.⁹ Les certifications sont des procédures garantissant la qualité qui peuvent être liées à la remise d'un label. Les labels et les certifications font partie des instruments incitatifs facultatifs pour la promotion de la biodiversité. Dans ce chapitre, nous décrivons les labels, certifications et standards les plus fréquemment utilisés en Suisse en lien direct ou indirect avec la biodiversité. Il existe également différentes normes en lien avec la biodiversité. Celles-ci sont énumérées dans les recommandations de dispositions de référence⁹ et ne seront pas traitées dans ce rapport.

VILLEVERTE SUISSE

Le label VILLEVERTE SUISSE prime des villes et des communes qui font preuve d'un engagement particulier en faveur de l'aménagement et de l'entretien de leurs espaces verts. Des sujets transversaux tels que la biodiversité et l'adaptation au changement climatique sont pris en compte dans tous les processus et mesures.¹⁰⁶ Le label comprend 40 critères, dont 18 sont des mesures favorisant la biodiversité au sens strict. Ceux-ci représentent environ 53% de l'évaluation.¹⁰⁷

L'instrument est axé sur les processus et est très complet. Il ne contient pour l'instant pas de valeurs indicatives quantitatives ou qualitatives. Le [chapitre 4 « Cas de figure pratiques »](#) décrit comment la biodiversité est encouragée à Lucerne dans le cadre de ce label.

Nature et Économie

La fondation Nature et Économie décerne son certificat pour des aménagements naturels de sites et de planifications des alentours dans les catégories entreprise, habitat, école et jardins privés. Les critères sont formulés de manière à tenir compte à la fois de l'épanouissement de la nature et des exigences liées à l'utilisation et à l'esthétique. Le principe est le suivant: au minimum 30% de la surface des alentours doivent être aménagés de façon proche de l'état naturel. En outre, des exigences minimales sont formulées pour un grand nombre de critères, p. ex. les surfaces proches de l'état naturel doivent compter le plus grand nombre possible d'espèces indigènes et adaptées au site et l'entretien doit être proche de la nature. Les exigences minimales sont évaluées par des auditrices et auditeurs et ne sont donc pas directement mesurables et comparables.

Standard de Construction Durable Suisse (SNBS)

Le SNBS et ses déclinaisons SNBS-Bâtiment 2023.1 et SNBS-Quartier est un standard complet et doté d'un certificat pour les bâtiments durables en Suisse.^{108, 109} Son ob-

jectif est d'intégrer dans la planification, la construction et l'exploitation à parts égales les trois dimensions de la construction durable – société, économie, environnement – en se focalisant le plus possible à la fois sur l'objectif et l'efficacité.

Le standard couvre des facteurs d'influence importants pour la biodiversité et définit des exigences ambitieuses, p. ex. au minimum 50% des surfaces alentours et des surfaces des toits doivent être des milieux proches du naturel pour atteindre le nombre maximal de points. Cependant, la faible pondération des variables pour la biodiversité, la définition générale des mesures et l'évaluation parfois peu claire font que, globalement, la biodiversité n'obtient pas une grande importance.

DGNB/SGNI pour les bâtiments et DGNB nouvelle construction de quartiers urbains

En Suisse, la Société Suisse pour un Marché Immobilier Durable (SGNI) certifie des bâtiments d'après le système complet DGNB. Ce dernier s'inspire à son tour du standard de développement durable européen CEN/TC 350 (SIA 490 – Durabilité des ouvrages – Évaluation de la durabilité des ouvrages) et a été adapté aux conditions suisses pour l'évaluation des bâtiments. Différentes exigences ont été définies pour les différents types d'utilisation de bâtiments, pour des portefeuilles entiers ou aussi pour la nouvelle construction de quartiers urbains. La particularité est qu'il est possible de certifier différentes phases du cycle de vie d'un bâtiment, de la planification au démantèlement.

Le critère « biodiversité sur le site » est sous-divisé en neuf sous-critères (Suisse). Un sous-critère, la qualité du biotope par surface, correspond au CBS Berlin. Dans l'évaluation globale du DGNB/SGNI, la biodiversité ne représente toutefois que 3 à 4% de l'évaluation globale (en fonction du type d'utilisation).

Système DGNB pour des espaces extérieurs favorisant la biodiversité

La certification favorise la diversité des espèces et des écosystèmes sur les terrains bâtis, les façades et les toits. Elle s'applique aussi bien aux environnements déjà existants qu'aux nouveaux espaces extérieurs et s'adresse spécifiquement aux entreprises, planificatrices et planificateurs, communes et développeuses et développeurs de quartiers. Le système se base sur les contenus des systèmes DGNB « biodiversité sur le site », mais il est plus complet et plus détaillé. Il n'a pas encore été introduit en Suisse.

SEED

La certification SEED, next generation living a été élaborée par l'Association suisse pour des quartiers durables.

SEED repose sur six principes fondateurs qui doivent être respectés grâce à 30 objectifs de performance et 60 indicateurs. SEED n'a pas d'indicateurs et de critères relatifs à la promotion de la biodiversité et ne peut donc pas être comparée directement avec d'autres labels, standards et certifications (tableau 2). A l'heure actuelle, deux quartiers urbains ont reçu la certification SEED en Suisse romande.

Minergie Eco

Le standard Minergie constitue une base pour une construction climato-responsable. Avec le complément ECO, une distinction est attribuée aux bâtiments particulière-

ment précieux sur le plan écologique en combinaison avec les trois normes Minergie, Minergie-P et Minergie-A.¹⁰⁷ La norme contient des critères favorisant la biodiversité tels que bâtir en tenant compte des animaux, aménager 25% des alentours proche d'un état naturel et compter majoritairement des espèces végétales indigènes. Ces critères ne représentent toutefois qu'une infime partie de l'évaluation globale (env. 2,5%). Les quartiers respectueux du climat peuvent en outre être distingués par la certification Minergie-Quartier. Dans le domaine des espace extérieur, des critères favorisant la biodiversité sont définis tels proportions d'espaces verts, ombrage des arbres, évaporation, infiltration et rétention.

	VILLEVERTE SUISSE	Nature et économie	SNBS	DGNB/SGNI
Portée	Suisse	Suisse	Suisse	Taxonomie UE, Suisse
Niveau territorial	Commune	Parcelle, quartier	Parcelle, quartier	Parcelle, quartier
Focalisation biodiversité	++	++	+	+
Valeurs indicatives quantitatives biodiversité	Pas de valeur indicative	Au minimum 30% des alentours des bâtiments sont naturels et diversifiés	Au minimum 50% des surfaces des abords et des surfaces des toits sont occupées par des milieux proches de l'état naturel Faible pondération dans l'évaluation globale	Valeurs cibles de surfaces efficaces minimales pour l'équilibre naturel sur l'ensemble de la surface
Critères de qualité biodiversité	Oui - considéré dans son intégralité	Les types de surfaces pris en compte sont définis, critères de qualité pour la végétalisation des toits	Un critère traite de la biodiversité	Huit critères traitent de la biodiversité
Comparabilité	Oui	Non	Oui	Oui
Exécution	Par des auditeurs et auditrices	Par des auditeurs et auditrices	Par des auditeurs et auditrices ou auto-déclaration	Par des auditeurs et auditrices

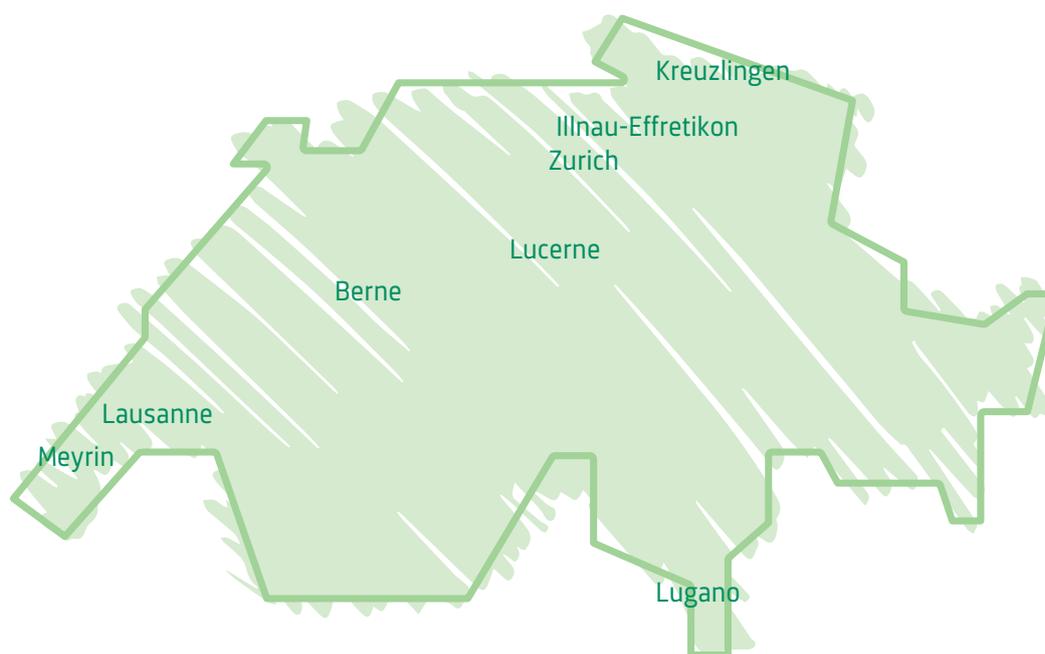
Tableau 2: Comparaison d'une sélection de labels, standards et certifications qui comportent des indicateurs et critères pour la biodiversité. La ligne « focalisation biodiversité » indique l'importance de la thématique biodiversité: + moindre, ++ moyen, +++ important.

4 Cas de figure pratiques

Les exemples suivants présentent des communes qui ont déjà introduit des valeurs indicatives (quantitatives) ou des spécifications pour la promotion de la biodiversité (qualitatives) et la compensation écologique (quantitative/qualitative) et qui ont déjà acquis de l'expérience. L'approche des communes varie fortement. Il n'est pas possible de tirer des conclusions générales, mais les exemples peuvent être une source d'inspiration et donner des idées.

Les données de la fiche signalétique proviennent de la statistique de la superficie. Sauf indication contraire, la surface de canopée et les objectifs se réfèrent à la surfa-

ce d'habitat de chaque commune, même si celle-ci n'est pas toujours définie exactement de la même manière. L'approche méthodologique est décrite au chapitre 1.4.



Berne

146 000

Nombre d'habitants

44,5%

Surface d'habitat

21%

Surface agricole

51,6 km²

Superficie

32%

Surface forestière

20%

Surface de canopée dans l'espace bâti¹¹⁰

Objectifs

- Objectifs de surface :
 - 20% de surfaces de grande valeur écologique et connectées dans les territoires urbanisés, également dans les territoires forestiers et agricoles.
 - Pour les projets de construction avec obligation d'aménagement des abords et pour les plans d'aménagement détaillés, en règle générale, au minimum 20% du périmètre doit faire l'objet d'un aménagement proche d'un état naturel.
- Degré d'imperméabilisation : au minimum 50% de la surface d'habitat urbaine est perméable et végétalisable.
- Indice de canopée : valeur indicative et méthode de monitoring en cours d'élaboration.

Instruments de planification

En octobre 2024, le conseil communal de la ville de Berne a approuvé la version actualisée du concept biodiversité datant de 2012. Il se fonde sur les expériences et connaissances du premier concept biodiversité et sur l'évaluation de la modification des paramètres « surfaces proches de l'état naturel » (cartographie des milieux ayant un impact écologique sur l'ensemble du territoire) et des « espèces prioritaires au niveau national » (analyse des données sur les espèces) et définit des objectifs actualisés et élargis. Le concept biodiversité constitue l'épine dorsale de la conservation et de la promotion de la biodiversité dans la ville de Berne.

La nouveauté réside en particulier dans le fait que l'infrastructure écologique pour la ville de Berne doit être définie et mise en œuvre. De plus, la coopération entre les différentes actrices et différents acteurs sera renforcée. Déjà lors de la dernière décennie, un grand réseau de citoyennes et citoyens a été mis en place et les synergies avec les organisations de protection de la nature ont été améliorées. Il s'agit désormais de convaincre les propriétaires de terrains et les régies immobilières de s'engager dans un partenariat.

La révision du règlement sur les constructions de la ville de Berne comporte une refonte fondamentale et une adaptation du plan d'affectation, du règlement sur les

constructions et des règlements. Raison pour laquelle ce processus prendra des années.

Aujourd'hui déjà, la protection des arbres (règlement sur la protection des arbres) et l'obligation de végétaliser les toits plats ont force obligatoire pour les propriétaires. Dans le cadre de la révision, il est entre autres prévu de représenter l'infrastructure écologique et de rendre les exigences sur la compensation écologique contraignantes pour les propriétaires.

Quantité

Au minimum 20% de la surface d'habitat, resp. des surfaces forestières et des surfaces agricoles, consistent en des surfaces de haute qualité, proches d'un état naturel et reliées entre elles de manière judicieuse sur le plan écologique (concept de biodiversité 2025–2035). Pour ce faire, les surfaces appartenant à la ville seront valorisées, les propriétaires de terrains sensibilisés et conseillés ; des nouveaux milieux proches de l'état naturel seront aménagés par le biais de la compensation écologique dans les prescriptions spéciales en matière de construction.

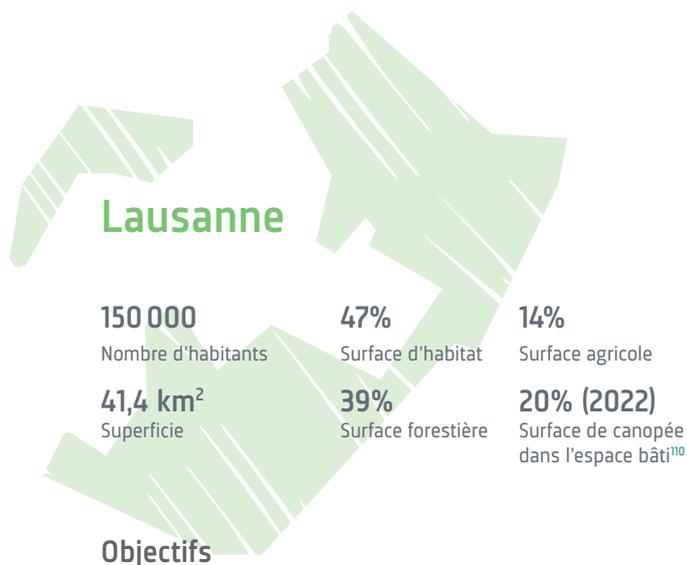
Compensation écologique : pour les projets de construction avec obligation d'aménagement des abords et pour les plans d'aménagement détaillés, en règle générale, au minimum 20% du périmètre doit faire l'objet d'un aménagement proche de l'état naturel. Des exceptions sont possibles en cas d'intérêts manifestement prioritaires, qu'ils soient privés ou publics. Pour le calcul des milieux proches de l'état naturel, il existe une clé définie (pourcentage des surfaces ou en mètres carrés, en fonction du type de milieu).

Disposition dans l'espace

Le concept biodiversité exige que les surfaces de grande valeur écologique soient connectées de façon judicieuse. Pour la compensation écologique et le remplacement de milieux naturels à protéger, des recommandations ou des exigences seront formulées en conséquence.

Qualité

La ville de Berne utilise un grand nombre d'instruments qualitatifs formels et informels ainsi que de méthodes pour la mise en œuvre de son concept biodiversité. En font par exemple partie les projets Citizen-Science pour la génération de données, les projets pilotes comme modèles de bonnes pratiques, les campagnes de sensibilisation, la mise en place et l'entretien d'un réseau de citoyennes et citoyens actifs, la lutte coordonnée contre les néophytes envahissantes (service de coordination de la lutte contre les néophytes/travail bénévole), etc.



- Objectifs de surface qui sont actuellement visés dans le processus politique :
 - au minimum 20% de tous les espaces verts (p. ex. parcs, prairies et surfaces forestières dans le territoire urbanisé) dans l'ensemble du territoire de la ville doit avoir une bonne valeur écologique (au sens des surfaces de promotion de la biodiversité); en se fondant sur le futur plan d'affectation communal (PACom), les pourcentages ont été repensés, augmentés et définis en fonction des quartiers.
 - Végétalisations des toits obligatoires avec respect des « exigences élevées » de la compensation écologique de la norme SIA 312.
- Imperméabilisation/qualité du sol : promotion de surfaces avec sol nu (c.-à-d. terre pleine: terre meuble sur laquelle les plantes peuvent croître – sans revêtement et constructions souterraines); les constructions souterraines ou semi-souterraines ne doivent pas déborder au-delà de la surface de construction des bâtiments.
- Indice de canopée: 30% en 2030.
- Les espaces verts doivent être aménagés de façon à favoriser la biodiversité.

Instruments de planification

La ville de Lausanne dispose de plusieurs instruments politiques pour favoriser et assurer la biodiversité dans les zones urbaines ainsi que pour garantir la compensation écologique. Ces instruments sont dans leur majorité de nature qualitative et ont pour objectif de garantir un développement de la ville durable et respectueux de l'environnement. Depuis 2024, la ville dispose d'un **plan de biodiversité** reposant sur trois piliers :

- Renforcement de l'infrastructure écologique
- Promotion de la biodiversité sur l'ensemble du territoire communal
- Intégration de la commune et de personnes privées dans la promotion de la biodiversité

La **planification directrice communale** de Lausanne résume les intentions de la ville au sujet de l'administration et du développement du territoire communal. Il s'agit d'un instrument de planification qui est contraignant uniquement

pour les pouvoirs publics (la ville et le canton). Il a pour objectif de réagir aux nouveaux défis des 15 prochaines années. Les intentions exprimées dans la planification directrice cantonale constituent le fondement de la révision du plan général d'affectation (PGA – plan général d'affectation) qui est actuellement en révision et qui deviendra le futur plan d'affectation, le PACom « plan d'affectation communale ».

De plus, il existe des **plans de quartiers** qui décrivent en détail la planification spécifique et le développement de quartiers de la ville. En avril 2024, la Modification du **plan général d'affectation (MPGA)** a été soumise à l'enquête publique. La MPGA est une modification du plan général d'affectation en attendant les plans d'affectation communaux (PACom) qui impliqueront différentes nuances et indices par quartier.

Parmi les principaux objectifs, on peut mentionner l'amélioration de la gestion des espaces verts, la limitation des constructions souterraines et l'introduction de nouvelles exigences pour la végétalisation de toits plats. Le canton de Vaud met l'accent sur le tournant énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'augmentation de la part d'énergies renouvelables. Les nouvelles exigences concernant la végétalisation des toits plats à Lausanne sont donc conformes aux objectifs cantonaux étant donné qu'elles favorisent la biodiversité et contribuent à une utilisation rationnelle de l'énergie.

Quantité

Du point de vue de la ville de Lausanne, les villes et les communes sont confrontées à des défis quant à la définition de valeurs cibles. Il est difficile d'établir des normes universelles, vu que les exigences varient en fonction de la ville ou de la commune. Les questions portant sur la surface de jardin et sa part en pourcentage de compensation écologique ainsi que la comparaison avec d'autres communes sont ici pertinentes.

L'indice d'espaces verts, accompagné d'exigences qualitatives, est actuellement en discussion. Cela montre les efforts fournis afin de définir des critères quantitatifs pour des aspects écologiques dans le futur. Les incertitudes concernant la conversion de la surface de canopée/l'indice de canopée et la définition de « sol non construit/nu » donnent lieu à des clarifications supplémentaires.

Cette réflexion critique sur les approches existantes dans d'autres communes, en particulier en lien avec les espaces verts et l'infrastructure écologique, indique une recherche de stratégies plus efficaces. Il est nécessaire de distinguer les centres-villes des régions rurales.

Cette approche structurée permet à Lausanne de favoriser la biodiversité sur le plan qualitatif et quantitatif et, parallèlement, de tenir compte des défis et différences entre diverses régions urbaines et rurales.

Disposition dans l'espace

Les plans de quartier et le futur plan d'affectation communal (spécifique à chaque quartier) peuvent prévoir des corridors écologiques et des zones tampons. Dans le plan directeur communal qui guide la croissance urbaine et préserve les espaces naturels, les tailles des surfaces et leur disposition sont également déterminées.

Qualité

Les plans de quartier et le futur plan d'affectation communal (spécifique à chaque quartier) peuvent contenir des mesures spécifiques relatives à la conservation des espaces verts, des corridors écologiques et des zones tampons dans le but de favoriser la biodiversité. La limitation des constructions souterraines et l'amélioration de la gestion des espaces verts dans le plan d'affectation communal sont déterminantes pour la qualité des espaces verts. La mise en œuvre des exigences du futur plan d'affectation communal (PACom) sera spécifiée dans une ordonnance communale sur la biodiversité.



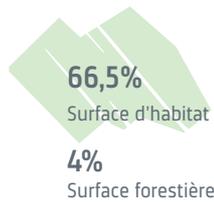
Meyrin

27 000

Nombre d'habitants

10 km²

Superficie



28%

Surface agricole

4%

Surface forestière

Objectifs

- Indice de canopée: 25%

Instruments de planification

La commune de Meyrin met en œuvre différentes mesures dans le cadre de la compensation écologique, de la valorisation écologique et de la promotion de la biodiversité. Celles-ci doivent garantir un équilibre entre le développement de la ville et la protection de la nature et, parallèlement, renforcer la résilience de la commune face aux changements environnementaux.

Le **plan directeur communal** de Meyrin est un document urbanistique qui définit à moyen et long terme les lignes directrices et les objectifs pour le développement de la commune. Il comprend :

- Le **plan directeur communal** de Meyrin est un document urbanistique qui définit à moyen et long terme les lignes directrices et les objectifs pour le développement de la commune. Il comprend :
- **Des plans pour la planification urbaine et le développement urbain** : ces plans gèrent la croissance et le développement urbain de la commune.
- **Des mesures pour la conservation d'espaces naturels** : exigences relatives à la sauvegarde et à l'entretien de milieux naturels au sein de la commune.
- **Promotion de la qualité de la vie** : stratégies ayant pour but de garantir une qualité de vie élevée aux habitantes et habitants, avec des espaces naturels et des espaces verts faisant partie intégrante de la planification urbaine.

La **stratégie en faveur de la biodiversité de Meyrin** vise à conserver et à favoriser la diversité des espèces végétales et animales présentes sur le territoire communal. Les mesures suivantes permettent d'atteindre ce but :

- **Conservation des milieux naturels** : protection des milieux naturels existants contre de nouvelles atteintes.

- **Sensibilisation des habitantes et habitants** : initiatives d'information afin de faire prendre conscience à la population de l'importance de la biodiversité et de sa protection.

Quantité

Un instrument quantitatif important à Meyrin est l'**indice de canopée**. L'indice de canopée est utilisé aux fins suivantes :

- **Évaluer la quantité existante de surfaces forestières et d'espaces verts** : cette évaluation aide à comprendre l'état actuel de la végétation urbaine.
- **Planifier les mesures dans le but d'augmenter la couverture végétale** : sur la base des résultats de l'indice de canopée, des mesures concrètes seront élaborées afin d'augmenter les surfaces arborées et les espaces verts.

Disposition dans l'espace

La commune a pour objectif la création de corridors écologiques : liaisons entre différents milieux afin de garantir la liberté de mouvement et la survie des espèces animales et végétales.

Qualité

La commune de Meyrin implémente différentes mesures qualitatives pour la promotion de la biodiversité :

- **Création de réserves naturelles** : ces territoires sont spécialement affectés dans le but de conserver et protéger les milieux naturels.
- **Restauration de milieux dégradés** : mesures de renaturation et d'assainissement des écosystèmes qui ont été perturbés par les activités humaines.
- **Plantation d'arbres** : initiatives en faveur du reboisement et de l'augmentation des espaces verts dans la ville.
- **Sensibilisation du grand public** : campagnes d'information et programmes de formation dans le but de renforcer la conscience écologique des habitantes et habitants.

Lugano

63 200

Nombre d'habitants

17,3%

Surface d'habitat

19,2%

Surface agricole

75,8 km²

Superficie

63,4%

Surface forestière

16%

Surface de canopée dans l'espace bâti¹¹⁰

Objectifs

- Objectif de surface: 15% d'aménagements proche de l'état naturel dans toutes les zones

Instruments de planification

La ville de Lugano a intégré la compensation écologique et la promotion de la biodiversité dans ses directives de planification de construction et de planification urbaine. À cet effet, les approches qualitatives sont prioritaires, puisqu'il n'existe à l'heure actuelle pas d'instruments quantitatifs spécifiques comportant les valeurs indicatives appropriées.

La mise en œuvre des objectifs de biodiversité s'effectue par une combinaison d'instruments de planification et d'approches stratégiques :

- **Plan directeur communal** : le plan directeur communal de Lugano intègre des objectifs pour la biodiversité dans le développement urbain à long terme. Il définit des lignes directrices pour un développement durable qui tient compte à la fois des aspects écologiques et sociaux.
- **Directives de planification de construction et de planification urbaine** : ces directives comportent des dispositions relatives à la promotion de la biodiversité, p. ex. l'exigence d'une végétalisation proche de la nature pour les nouveaux projets et la création d'espaces verts dans les zones urbaines.
- **Stratégie en faveur de la biodiversité** : Lugano a développé une stratégie en faveur de la biodiversité qui comprend des mesures pour la conservation et la promotion de la biodiversité sur l'ensemble du territoire de la ville. Cette stratégie fait l'objet d'un contrôle régulier et est adaptée aux nouveaux enjeux.

Quantité

Bien qu'il n'existe aucun instrument quantitatif défini à Lugano, certains objectifs quantitatifs ont été fixés :

- **Rapport entre les espaces verts et les surfaces consacrées à la biodiversité** : bien qu'il n'existe pas de pourcentages fixes, la ville a pour objectif d'aménager une part significative de ses espaces verts comme surfaces consacrées à la biodiversité. Cela est soutenu par les directives de

construction et les lignes directrices de la planification urbaine qui favorisent un aménagement proche de l'état naturel.

- **Surfaces de compensation écologique** : pour les projets nécessitant des interventions dans des espaces naturels existants, des surfaces de compensation écologique sont exigées. Ces surfaces font office de milieux de substitution et contribuent à la conservation de la biodiversité.
- **Promotion d'espaces verts et végétalisation de façades** : la ville de Lugano favorise la végétalisation de toits et façades afin de créer des milieux supplémentaires pour les plantes et les animaux et d'améliorer le climat urbain.

Disposition dans l'espace

Dans le but de garantir la mise en réseau de milieux, des corridors écologiques seront créés faisant office de couloirs pour les animaux et assurant les liaisons entre les milieux isolés.

Qualité

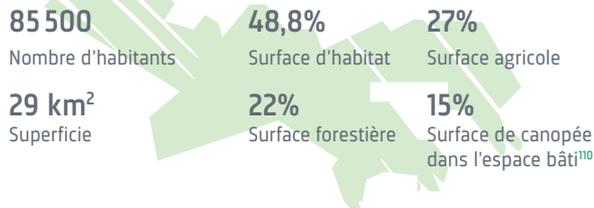
La ville de Lugano utilise différentes mesures qualitatives pour la promotion de la biodiversité :

- **Aménagement d'espaces verts proche d'un état naturel** : dans les nouveaux projets de construction, on accorde beaucoup d'importance à un aménagement des espaces verts proche d'un état naturel. Cela implique le choix d'espèces végétales indigènes et la création de structures propices à la faune locale.
- **Promotion de jardins communautaires** : la ville soutient l'aménagement et l'entretien de jardins communautaires. Ils renforcent la communauté, stimulent la conscience écologique et profitent aussi à la biodiversité.

Mesures élargies

- **Éducation à l'environnement et sensibilisation du public** : Lugano mise sur des programmes de formation et de relations publiques afin d'augmenter la sensibilité de la population à l'importance de la biodiversité. Pour ce faire, les manifestations, ateliers et campagnes d'information jouent un rôle essentiel.
- **Collaboration et réseaux** : la ville collabore étroitement avec d'autres communes, organisations de protection de la nature et institutions scientifiques dans le but de développer et mettre en œuvre des stratégies communes en faveur de la promotion de la biodiversité.

Lucerne



Objectifs

- Objectif de surface: pas de valeur indicative, mais objectif général de conserver les espaces verts.
- Indice de canopée: pas de valeurs indicatives, est utilisé comme instrument de mesure dans le but d'une augmentation.

Instruments de planification

La ville de Lucerne dispose d'un concept biodiversité (2018) exhaustif, approuvé par le Grand Conseil de Lucerne, qui définit les principaux objectifs et orientations de la promotion de la biodiversité pour sept champs d'action. Le concept définit des espaces prioritaires et des axes de mise en réseau servant de base pour la mise en place et le développement de l'infrastructure écologique. Le plan d'affectation de la ville de Lucerne tient compte des aspects liés à la biodiversité par la délimitation de zones de protection de la nature, du paysage et des rives. De plus, l'affectation « promotion de la biodiversité » a été introduite pour les zones vertes. D'autres instruments de planification comportent aussi des éléments pour la promotion de la biodiversité:

- Le règlement sur les constructions définit les conditions-cadres légales pour l'utilisation et le développement de terrains et contient des dispositions spécifiques relatives à la promotion de la biodiversité.
- Les plans d'affectation spéciaux permettent des mesures supplémentaires en faveur de la promotion de la biodiversité dans des domaines ou projets spécifiques. Cela peut comprendre la création de biotopes, l'aménagement de jardins proches de l'état naturel ou la renaturation des eaux.

Quantité

Les mesures quantitatives pour la promotion de la biodiversité comprennent les éléments suivants:

- **Directive sur la promotion « Luzern grünt » (Lucerne verdit)**: cette directive offre un soutien financier en faveur des valorisations écologiques, des mesures de désimperméabilisation et de végétalisation des bâtiments. Elle s'adresse aux personnes propriétaires ou cultivant un

jardin, un balcon végétalisé ou un bâtiment à toit plat en ville de Lucerne.

- **Proportion d'espaces verts et surfaces consacrées à la biodiversité**: bien qu'il n'existe pas de pourcentages prescrits, Lucerne a pour objectif d'aménager une part significative de ses espaces verts comme surfaces consacrées à la biodiversité. Des programmes d'encouragement soutiennent la mise en œuvre de ces objectifs.
- **Surface de canopée**: la ville de Lucerne mesure et supervise la surface de canopée dans le cadre de ses stratégies climatiques et en faveur de la biodiversité. Ces mesures permettent d'évaluer les espaces verts urbains et de développer des stratégies visant l'augmentation de la couverture végétale. Les pourcentages concrets de la surface de canopée à Lucerne ne sont pas documentés de façon explicite, mais cette mesure joue un rôle important dans la planification urbaine et les initiatives de végétalisation.

Disposition dans l'espace

Dans le concept relatif à la biodiversité de la ville, des espaces prioritaires et des axes de mise en réseau pour la promotion de la biodiversité sont définis. Par ailleurs, il existe des concepts détaillés pour la disposition des surfaces de compensation écologique pour les différentes parties du territoire et de l'espace. Dans la planification et la mise en œuvre des mesures, les surfaces communales ont une importance primordiale parce qu'elles ont valeur d'exemple.

Qualité

La ville de Lucerne dispose d'un règlement sur les constructions détaillé qui définit les conditions-cadres légales pour l'utilisation et le développement de terrains sur son territoire. Ce règlement comporte des dispositions spécifiques relatives à la conservation et la promotion de la biodiversité dans l'espace urbain. Certaines mesures qualitatives comprennent les points suivants:

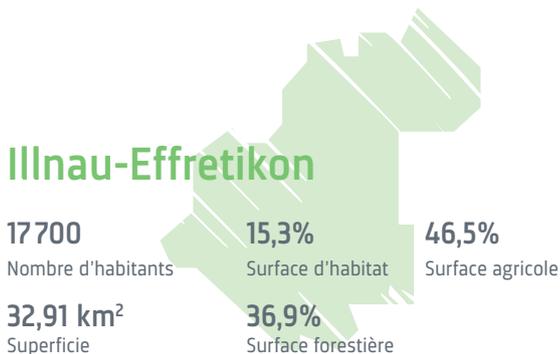
- **Aménagement d'espaces verts**: exigences pour l'aménagement d'espaces verts dans le but d'intégrer des éléments proches de l'état naturel et de créer des milieux pour les plantes et les animaux.
- **Intégration d'éléments proches de l'état naturel dans les projets de construction**: obligation d'intégrer les structures favorisant la biodiversité telles que prairies fleuries, bandes fleuries et groupes d'arbres dans les projets municipaux de construction.

Mesures élargies

- **Projet « Luzern grünt » (Lucerne verdit)**: directive sur la promotion relative aux valorisations écologiques, aux mes-

ures de désimperméabilisation et à la végétalisation des bâtiments. Ce projet s'adresse aux propriétaires de biens immobiliers, aux personnes possédant un balcon végétalisé et aux propriétaires de bâtiments à toits plats.

- **Distinctions et certificats**: en 2022, la ville de Lucerne a obtenu le label « VILLEVERTE SUISSE » dans la catégorie or. Depuis la dernière certification en 2017, la ville a mis en œuvre de nombreuses mesures, dont le passage de sa propre exploitation horticole à un mode de culture biologique, certifié par le label « Bourgeon » de Bio Suisse.
- **Avantage du label « VILLEVERTE SUISSE »**: ce label offre différents avantages, dont une sensibilisation dépassant le cadre d'un seul service ou d'une seule direction, la possibilité de définir des standards pour l'entretien, les planifications et les procédures d'assurance-qualité, le renforcement du rôle d'exemple des pouvoirs publics, le contrôle périodique des mesures et de l'atteinte des objectifs ainsi que l'utilisation du label dans les discussions politiques.



Objectifs

- Objectif de surface: 20% de la surface des alentours doit être aménagée en étant proches de l'état naturel
- Objectif de qualité: deux tiers des arbres et arbustes sont de haute qualité écologique

Instruments de planification

La ville d'Illnau-Effretikon poursuit l'objectif de favoriser et de conserver la biodiversité dans l'espace urbain. La mise en œuvre des objectifs de biodiversité s'effectue par le biais de différents instruments de planification.

- Le **plan d'affectation** concerne l'attribution et l'affectation spatiale du sol et des ressources. Différentes zones sont définies pour les surfaces habitables, commerciales, industrielles et les lieux de détente en intégrant des aspects liés à la biodiversité.
- Le **plan d'affectation spécial** se focalise sur des projets spécifiques ayant des exigences ou des potentiels particu-

liers tels que la création de parcs et de surfaces de compensation écologiques.

- **Inventaires et ordonnances de protection**: les valeurs naturelles particulières de la commune sont répertoriées dans des inventaires. Les ordonnances de protection obligent les propriétaires à conserver ces valeurs.

Quantité

Les exigences sont contraignantes pour les nouvelles constructions, les projets de transformation et de rénovation à partir d'une certaine taille:

- **Directive pour la compensation écologique (règlement sur les constructions)**: au minimum 20% de la surface des alentours doivent être aménagés et entretenus en tant que surfaces de compensation écologique. Ces surfaces comportent des prairies fleuries, des surfaces rudérales et des associations d'ourlets sur substrat maigre avec semences régionales et arbres et arbustes de grande valeur écologique.
- **Projets de nouvelles constructions, de transformation et de rénovation**: pour les constructions de quartiers, les projets avec plan d'aménagement et les bâtiments à partir de six appartements, les surfaces de compensation écologiques doivent être respectées.
- **Mesures recommandées**: ces mesures sont recommandées pour d'autres constructions dans l'espace urbain.

Mesures élargies

La création et l'entretien d'espaces verts, de parcs et de jardins sont le fruit d'une collaboration avec les actrices et acteurs locaux: organisations environnementales, institutions de recherche et autres actrices et acteurs. De cette manière, des approches innovantes de la promotion de la biodiversité peuvent être développées et mises en œuvre.



Kreuzlingen

23 000

Nombre d'habitants

49,7%

Surface d'habitat

20,2%

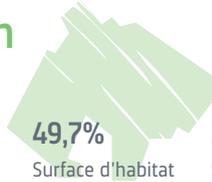
Surface agricole

11 km²

Superficie

27,6%

Surface forestière



Objectifs

- Degré d'imperméabilisation: coefficient d'espace vert dans le règlement sur les constructions (0,1 à 0,5, échelonné par zone)
- Un arbre haute-tige indigène par 500 m² de zone constructible. Directive dans le règlement sur les constructions pour les nouvelles constructions et les transformations importantes.

Quantité

Kreuzlingen a défini différentes zones de protection de la nature dans son règlement sur les constructions et son plan de zones. Avec le plan directeur protection de la nature et du paysage, les objets naturels les plus précieux sont définis et protégés en sus par des décisions de protection du registre foncier.

Le concept de développement des eaux définit la revalorisation des différents ruisseaux dans l'espace urbain.

Disposition dans l'espace

Le plan directeur communal définit les corridors de mise en réseau et les zones de biotopes-relais.

Qualité

Le règlement sur les constructions et le plan de zones définit les territoires de maintien des structures dans la zone constructible. Il s'agit ici de préserver les structures de quartier qui se sont développées et qui ont une grande valeur. Les arbres et les espaces verts marquants y sont inclus.

Le règlement sur les constructions et le plan de zones fournissent d'autres renseignements sur la plantation, la végétalisation des toits, la prévention contre les collisions avec les oiseaux, les émissions lumineuses et réduit les exigences strictes de la loi cantonale de sorte qu'à Kreuzlingen, les arbres situés jusqu'à trois mètres de la limite parcellaire ne doivent plus présenter de limitation de hauteur.

Les plans d'affectation spéciaux définissent des mesures supplémentaires relatives à la végétalisation, à la promotion de la biodiversité, en faveur d'espaces ouverts publics supplémentaires ou la rétention de l'eau de pluie.

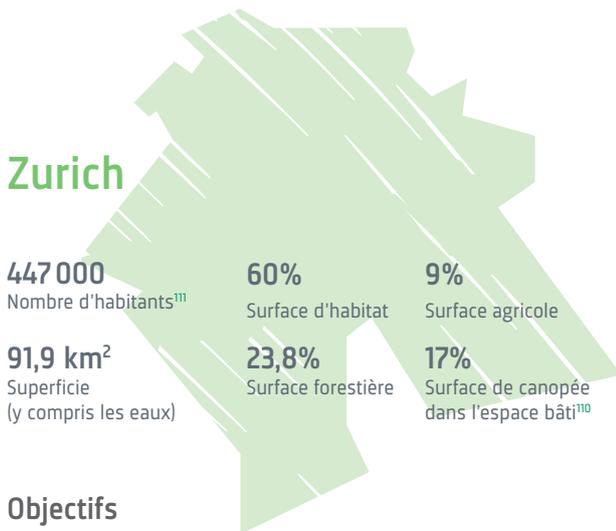
Mesures élargies

Une directive sur la promotion soutient les propriétaires de jardins privés lors de l'aménagement d'éléments proches de l'état naturel.

La ville collabore étroitement avec des organisations environnementales locales, des institutions de recherche et autres actrices et acteurs afin de développer et mettre en œuvre des approches innovantes de la promotion de la biodiversité.



École Hagen à Illnau (ZH). Photo: Ville de Illnau-Effretikon



Objectifs

- Objectif de surface : 15% de milieux naturels de grande valeur écologique sur la surface d'habitat (état 2024 : 11%), >10% dans les zones densément bâties, >20% dans les zones moins densément bâties, 25 – >50% dans les espaces ouverts
- Indice de canopée : 25% jusqu'en 2050

Instruments de planification

La ville de Zurich a développé des stratégies détaillées pour favoriser la biodiversité et améliorer la qualité de vie des habitants par le biais de l'entretien et de l'agrandissement des espaces verts. À cet effet, les aspects liés à la qualité, à la quantité et à la disposition dans l'espace sont clairement pris en compte. La planification Nature en ville à Zurich est dotée d'une structure claire afin de s'assurer que toutes les mesures de promotion de la biodiversité sont mises en œuvre de manière systématique et efficace.

- **Intégration dans la planification urbaine** : les objectifs de biodiversité sont intégrés dans la planification urbaine générale afin de garantir un développement cohérent et durable.
- **Coordination de différentes mesures** : différentes mesures telles que les réserves naturelles, les programmes de plantation d'arbres et les directives de construction écologiques sont coordonnées et harmonisées pour atteindre une efficacité maximale.
- **Collaboration avec les acteurs locaux** : la ville collabore étroitement avec des organisations environnementales locales, des institutions de recherche et autres actrices et acteurs afin de développer et mettre en œuvre des approches innovantes de la promotion de la biodiversité.

À la base de la stratégie de la ville de Zurich se trouvait la **cartographie des types de biotopes**, c'est-à-dire un recensement des différents types de milieux et de structures de biotopes dans la ville de Zurich. Elle identifie et classe les différents types de biotopes, p. ex. les forêts, les zones humides, les prairies et les eaux, et livre des informations importantes sur la qualité écologique de l'espace bâti et du paysage. Les cartographies faunistiques com-

muniquent des informations sur la diversité des espèces et complètent la cartographie des biotopes.

Quantité

La ville de Zurich s'engage activement dans le but de conserver les espaces verts existants et d'en créer de nouveaux. Cela implique l'entretien et l'agrandissement d'espaces verts, des parcs et jardins publics afin de mettre à disposition suffisamment de territoire pour la biodiversité urbaine. La ville a également créé des réserves naturelles spécifiques. La planification Nature en ville a formulé des valeurs indicatives pour les milieux naturels de grande valeur écologique au sein des biotopes-relais que la ville met en œuvre sur le long terme dans les projets de construction et dans la maintenance. Les nouveaux projets de construction doivent répondre à certaines normes écologiques, dont la création de surfaces de compensation qui pallient la perte de milieux naturels.

À Zurich, la **surface de canopée** a évolué de façon significative ces dernières années. Selon les données actuelles recueillies au moyen du balayage laser (lidar), la canopée dans l'espace bâti a reculé d'environ 64 hectares entre 2018 et 2022, ce qui correspond à environ 90 terrains de football. Cette diminution s'explique avant tout par l'intensité de la construction et les événements naturels. Les parcelles privées ont été en particulier fortement touchées étant donné qu'un nombre moins important d'arbres peut y être replanté.

Pour inverser cette tendance, la ville de Zurich a initié différentes mesures. Celles-ci comportent des possibilités de soutien pour les privés, un élargissement de la protection des arbres dans l'espace bâti et des modifications des normes de constructions. L'objectif est d'augmenter la surface de canopée de 25% jusqu'en 2050, ce qui semble très ambitieux au vu du chiffre actuel de 15% et de la tendance négative persistante. Le nombre d'arbres dans la ville sera constamment augmenté par le biais de programmes de plantation d'arbres.

Disposition dans l'espace

La planification Nature en ville vise la création d'un réseau de milieux naturels de grande valeur écologique permettant aux animaux et aux plantes de se déplacer entre les différents milieux et d'échanger. Le réseau est composé de biotopes-relais, de corridors de mise en réseau et de réserves naturelles.

Qualité

La cartographie des biotopes sert de fondement pour la protection et le développement de milieux proches de l'état naturel et est utile pour la planification et la mise en œuvre de mesures de promotion de la biodiversité. L'ordonnance administrative sur l'entretien et l'exploitation proche de l'état naturel des espaces verts et des surfaces libres de la ville définit la façon d'entretenir les espaces verts.

Les normes écologiques dans le droit des constructions garantissent que la conception de nouveaux ouvrages de constructions est écologiquement durable. Cela peut englober l'intégration d'espaces verts, de végétalisations de toits et d'éléments d'aménagement proches de l'état naturel dans le but de favoriser la biodiversité.



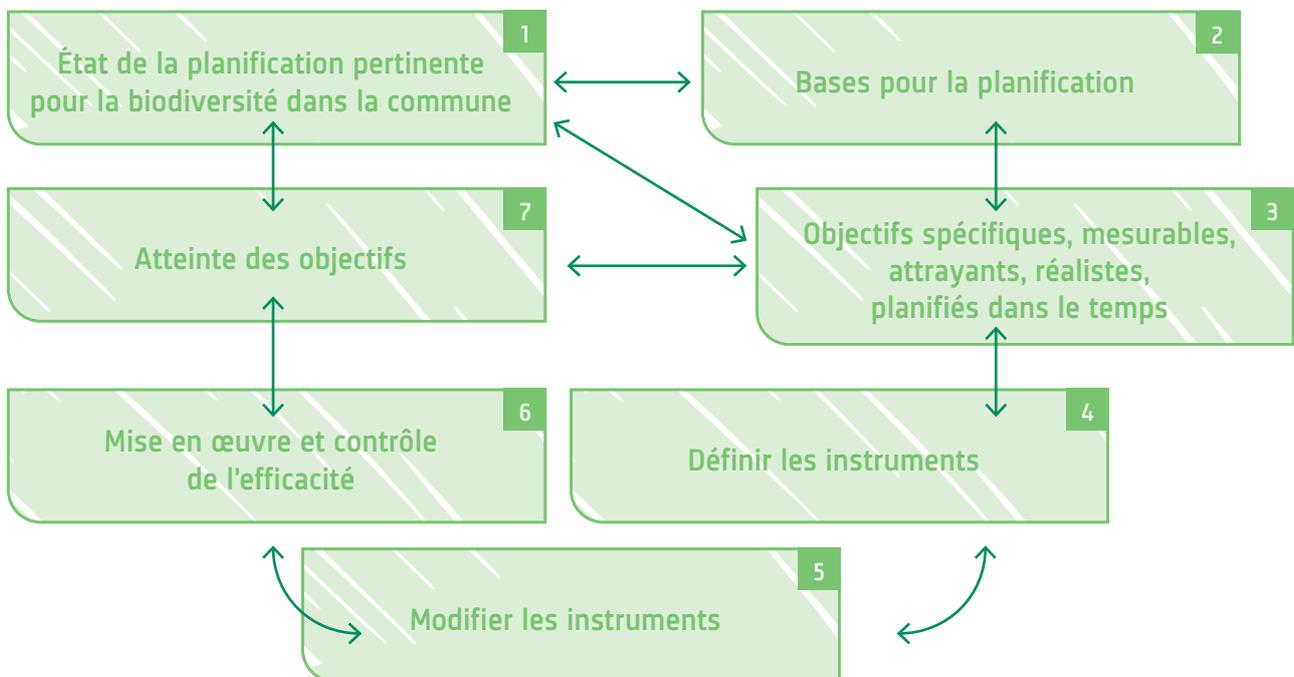
Pfingstweidpark à Zurich (ZH). Photo : Katharina Nüesch pour Grün Stadt Zürich



5 Recommandations pour intégrer des valeurs indicatives et des critères de qualité dans la planification communale

La check-list suivante propose un manuel structuré pour intégrer la biodiversité dans la planification communale. Il est important de noter que le processus de planification ne se déroule en aucun cas de façon linéaire, mais qu'il est plutôt un ensemble dynamique constitué de démarches itératives étroitement liées. À plusieurs points de ce processus, il existe des possibilités d'inscrire des valeurs indicatives et des critères de qualité pour la biodiversité: pour aider les responsables de la planification à naviguer dans ce processus, la check-list contient des blocs thématiques, des questions spécifiques et des recommandations concrètes. Ils doivent contribuer à identifier les étapes et les instruments les plus adaptés à chaque cas et à garantir ainsi une prise en compte efficace de la biodiversité dans la planification communale.

Check-list: étapes itératives et interdépendantes pour davantage de biodiversité dans l'espace urbain



La check-list est composée de différents blocs thématiques. Les blocs thématiques contiennent des questions spécifiques avec des recommandations concrètes.

État de la planification pertinente pour la biodiversité dans la commune

1

- Existe-t-il des objectifs à l'échelle régionale ou cantonale, p. ex. planification directrice, qui doivent être repris à l'échelle communale (p. ex. corridors de mise en réseau, infrastructure écologique)?
 - **Utiliser des objectifs prioritaires pour planifier de façon ambitieuse.**
- Existe-t-il déjà des instruments de planification formels ou informels pertinents pour la biodiversité?
- Dans quelle mesure ceux-ci sont-ils actuels et quand la prochaine révision est-elle prévue, p. ex. plan d'affectation, planification directrice?
 - **Analyser les instruments de planification, contrôler leur actualité et définir les prochaines révisions.**
- Quels instruments de planification existants ont déjà défini des prescriptions en matière de biodiversité sur la quantité, la disposition spatiale et la qualité?
 - **Définir la situation actuelle et contrôler à l'aide des blocs thématiques 3 et 4.**

Bases pour la planification

2

- Quels sont les inventaires existants (p. ex. sites d'oiseaux nicheurs en bâtiments, sites de reproduction de amphibiens) et dans quelle mesure sont-ils actuels?
- Existe-t-il déjà des réserves naturelles ou d'autres surfaces et objets protégés (arbres, haies, étangs, murs en pierres sèches, etc.)?
- Manque-t-il des inventaires pour des milieux ou espèces protégées et/ou dignes de protection?
- Existe-t-il d'autres informations pertinentes sur les espèces et les milieux naturels de grande valeur écologique (cadastres des arbres, cartographies des biotopes, données de monitoring)?
 - **En cas de besoin, actualiser, compléter ou établir de nouveaux inventaires.**
 - **Recueillir des informations sur les espèces et les milieux.**
- Dans les informations relatives à la question 1a, y a-t-il des espèces cibles ou caractéristiques et/ou des milieux cibles (p. ex. espèces ou milieux prioritaires au niveau national, espèces avec plans d'action)?
 - **Définir les espèces cibles et les espèces caractéristiques potentielles.**
 - **Définir les milieux cibles potentiels.**
- Quels systèmes d'information géographique mettent à disposition les informations nécessaires?
 - **Préparer les données pour et dans les systèmes d'information géographique et permettre aux acteurs/actrices pertinents (services administratifs impliqués, bureaux d'études) d'y accéder simplement. (chap 3.2 « bases techniques »).**
- Quelles sont les unités de mesure importantes (p. ex. degré d'imperméabilisation, part d'espaces verts, indice de canopée) à disposition de la commune?
 - **Définir la situation actuelle et l'intégrer dans la suite de la démarche.**

Objectifs spécifiques, mesurables, attrayants, réalistes, planifiés dans le temps

3

- A l'échelle communale, quels sont les objectifs à atteindre en matière de quantité (p. ex. parts de surfaces de grande valeur écologique, degré d'imperméabilisation), disposition dans l'espace (p. ex. corridors de mise en réseau, couloirs sombres, taille des surfaces isolées) et de qualité (p. ex. types de milieux naturels) ?
 - Définir les espèces et milieux protégés et dignes de protection (p. ex. espèces cibles et espèces caractéristiques du bloc thématique 1, espèces typiques du milieu bâti, milieux naturels de grande valeur écologique) à prendre particulièrement en compte.
 - Quantité: définir les valeurs cibles à l'échelle de la commune, du quartier et de la parcelle (le cas échéant, spécifiquement pour chaque zone), p. ex. part d'espaces verts, degré d'imperméabilisation, indice de canopée, part de surfaces de grande valeur écologique, coefficients d'espace vert; Compensation écologique: part de surface ou de milieux nouvellement créés, cours d'eau remis à ciel ouvert.
 - Disposition dans l'espace: concernant la taille et la disposition des surfaces, tenir compte des espèces cibles et des espèces caractéristiques, penser en termes d'une infrastructure écologique connectée, si possible viser aussi des surfaces isolées de plus grande taille.
 - Qualité: définir les milieux cibles, tenir compte des espèces cibles et des espèces caractéristiques.
 - Définir les objectifs pour la réduction d'autres facteurs anthropiques négatifs: émissions lumineuses, perturbations, lutte contre les néophytes et autres.
 - Intégrer des objectifs de biodiversité dans d'autres domaines thématiques, p. ex. adaptation au changement climatique, évacuation des eaux usées communales, santé, dangers naturels, etc.
 - Favoriser la participation de la population, aussi dans la mise en œuvre ainsi que dans les instruments de planification.
- Mise en œuvre: Quel caractère contraignant les objectifs doivent-ils avoir, p. ex. obligation pour les autorités ou les propriétaires ?
- Ces objectifs doivent-ils être mis en œuvre sur des surfaces publiques et privées? Jusqu'à quand les objectifs doivent-ils être atteints ?
 - Évaluer la faisabilité des ajustements dans les instruments de planification (procédure, participation, approbation politique).
 - Définir des objectifs contraignants pour les autorités et les propriétaires.
 - Viser une mise en œuvre sur les surfaces publiques et privées.
 - Formuler des objectifs définis dans le temps.

Définir les instruments

4

- Est-il possible d'atteindre les objectifs avec les instruments de planification existants, p. ex. en les adaptant ou en les complétant lors de la prochaine révision ?
- Manque-t-il certains instruments de planification pour atteindre les objectifs ?
- Pour quels objectifs manquent-ils, p. ex. pour la quantité, la qualité, la disposition dans l'espace ?
 - Proposer de définir des valeurs indicatives à l'échelle régionale.
 - Dans la planification directrice communale, définir des exigences quantitatives contraignantes pour les autorités; dans le plan d'affectation et le plan d'affectation spécial, définir des exigences quantitatives contraignantes pour les propriétaires fonciers.
 - Inscrire les exigences quantitatives dans les principes directeurs et les concepts contraignants pour les autorités et les soutenir par le biais de standards, labels et aides à la planification aussi sur les surfaces privées.
 - Intégrer les objectifs de disposition dans l'espace (p. ex. corridors) dans les plans d'affectation et les plans d'affectation spéciaux réalisés à l'échelle de la parcelle, délimités de manière explicite dans l'espace et contraignants pour les propriétaires fonciers.
 - Intégrer les exigences qualitatives aussi bien dans les plans d'affectation et les plans d'affectation spéciaux contraignants pour les propriétaires que dans la planification par le biais d'instruments informels tels que les concepts, les principes directeurs, les labels et les standards.
 - Intégrer les objectifs relatifs à d'autres influences dans les instruments appropriés, p. ex. stratégie lumière communale.

Modifier les instruments

5

- Comment, quand et par qui les ajustements nécessaires dans les instruments de planification existants peuvent-ils être effectués?
 - Définir la démarche détaillée (instruments pertinents, dates de modification appropriées, responsabilités).
- Quelles mesures sont nécessaires pour atteindre les valeurs indicatives et répondre aux critères de qualité?
 - Élaborer une planification sommaire.
- Quels sont les coûts engendrés et comment assurer le financement?
 - Estimer les coûts et budgétiser : chercher à établir un lien avec les législatures.
 - Planifier dès le départ les coûts pour l'entretien et la maintenance à long terme.

Mise en œuvre et contrôle de l'efficacité

6

- Qui est responsable de la mise en œuvre des mesures et qui a la charge du contrôle de la mise en œuvre?
 - Définir les responsabilités et les dates, garantir les ressources.
- Comment contrôler la mise en œuvre et l'efficacité?
 - Contrôler et définir les instruments et/ou les démarches pour le contrôle de la mise en œuvre et de l'efficacité.
- Comment contrôler l'atteinte des objectifs?
 - Définir la démarche pour un contrôle régulier et garantir les ressources.

Atteinte des objectifs

7

- Sur la base du contrôle de la mise en œuvre et de l'efficacité, des ajustements sont-ils nécessaires?
 - Ajuster régulièrement les objectifs, les instruments et les mesures.

Publications complémentaires



**Habitats und Pflanzenarten für das Siedlungsgebiet:
Eine Orientierungshilfe zur Förderung der Biodiversität
und Landschaftsqualität**

Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und
Freiraum – OST Ostschweizer Fachhochschule
2024

> zenodo.org/records/12515021



**Biodiversité et qualité paysagère en zone bâtie.
Recommandations de dispositions de référence
à l'intention des cantons et des communes**

Office fédéral de l'environnement OFEV
2023

> bafu.admin.ch/uw-2308-f



**Mandat d'étude Potentiel des bâtiments pour la biodiver-
sité et la qualité du paysage dans les agglomérations –
Projet A2.2 Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse**

Haute école zurichoise de sciences appliquées
2022 (révisé et traduit en français 2024)

> [zhaw.ch/storage/lfsm/institute-zentren/iunr/gruenraum-
entwicklung/etude-potentiel-des-batiments.pdf](https://zhaw.ch/storage/lfsm/institute-zentren/iunr/gruenraumentwicklung/etude-potentiel-des-batiments.pdf)



**Konzeptstudie. Bausteine für die Integration von
Biodiversität in Musterbaureglemente. Schlussbericht.**

Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und
Freiraum - HSR Hochschule für Technik Rapperswil.
2020

> zenodo.org/records/7908663

Bibliographie

- 1 Office fédéral de la statistique OFS (2024) *Statistique suisse de la superficie - surfaces d'habitat et d'infrastructure*. Neuchâtel.
- 2 Lachat T, Pauli D, Gonseth Y, Klaus G, Scheidegger C, Vittoz P, Walter T (2010) *Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900. Avons-nous touché le fond?* Berne? Haupt Verlag.
- 3 Hansen R, Buizer M, Buijs A, Pauleit S, Mattijssen T, Fors H, Van Der Jagt A, Kabisch N, Cook M, Delshammar T, Randrup TB, Erlwein S, Vierikko K, Nieminen H, Langemeyer J, Soson Texereau C, Luz AC, Nastran M, Olafsson AS, Steen Møller M, Haase D, Rolf W, Ambrose-Oji B, Branquinho C, Havik G, Kronenberg J, Konijnendijk C (2023) *Transformative or piecemeal? Changes in green space planning and governance in eleven European cities*. *European Planning Studies*, 31(12), 2401–2424.
- 4 L'Académie suisse des sciences naturelles (2019) *La biodiversité, gage de santé?* Swiss Academies Factsheets 14(3).
- 5 Guinaudeau B, Brink M, Schäffer B, Schlaepfer MA (2023) *A Methodology for Quantifying the Spatial Distribution and Social Equity of Urban Green and Blue Spaces*. *Sustainability*, 15(24), 16886.
- 6 EBP (2021) *Instrumente und Prozesse zur Förderung von Landschaftsqualität und Biodiversität in Agglomerationen: Potenziale, Herausforderungen und Weiterentwicklung*.
- 7 Office fédéral de l'environnement OFEV (2019) *Cadre de référence Biodiversité et qualité paysagère dans les agglomérations*. Rapport non publié.
- 8 ILF (2020) *Konzeptstudie. Bausteine für die Integration von Biodiversität in Musterbaureglemente. Schlussbericht*. Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und, HSR Hochschule für Technik Rapperswil.
- 9 Office fédéral de l'environnement (OFEV) (2023) *Biodiversité et qualité paysagère en zone bâtie. Recommandations de dispositions de référence à l'intention des cantons et des communes*
- 10 Baumann N, Domschky A, Jüstrich S, Schafroth A, Senn J, Wiesinger S (2022) *Studienauftrag «Potenzial von Gebäuden für Biodiversität und Landschaftsqualität in Agglomerationen» - Projekt A2.2 Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz*.
- 11 Joshi J, Brännhage J, Ismail S, Krieger M, Krieger S, Küffer C (2024) *Habitats und Pflanzenarten für das Siedlungsgebiet: Eine Orientierungshilfe zur Förderung der Biodiversität und Landschaftsqualität*. Schriftenreihe des Instituts für Landschaft und Freiraum, OST Ostschweizer Fachhochschule.
- 12 De Montmollin A, Boesch A, Schönbächler M (2022) *Principes de base pour l'élaboration et la communication d'indicateurs*. Hotspot. *Revue du Forum Biodiversité Suisse*, 46, 15.
- 13 Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.) (2017) *Plan d'action du Conseil fédéral. 2017 Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse*.
- 14 Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.) (2012) *Stratégie Biodiversité Suisse*.
- 15 Office fédéral de l'environnement OFEV (2020) *Conception paysage suisse. Paysage et nature dans les domaines politiques de la Confédération*. *Environnement Info*, 52.
- 16 Conseil fédéral suisse, Conférence des gouvernements cantonaux, Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Union des villes suisses, Association des Communes Suisses (2012) *Projet de territoire Suisse*.
- 17 Guntern J, Lachat T, Pauli D, Fischer M (2013) *Surface requise pour la conservation de la biodiversité et des services écosystémiques en Suisse*. *Forum Biodiversité Suisse*, SCNAT.
- 18 Rutishauser E, Heussler F, Petitpierre B, Künzle I, Lischer C, Rey E, Santori L, Gonseth Y, Eggenberg S (2023) *Quelles surfaces pour le maintien de la biodiversité en Suisse? Estimation des surfaces de qualité existantes et des surfaces requises, basée sur les données des centres nationaux pour la conservation des espèces*.
- 19 Beninde J, Veith M, Hochkirch A (2015) *Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation*. *Ecology Letters*, 18(6), 581–592.
- 20 Parris KM (2018) *Existing ecological theory applies to urban environments*. *Landscape and Ecological Engineering*, 14(2), 201–208.
- 21 Vega KA (2020) *Maintaining wildflower biodiversity in cities*. DISS. ETH NO. 27135
- 22 Amundson R, Berhe AA, Hopmans JW, Olson C, Sztein AE, Sparks DL (2015) *Soil and human security in the 21st century*. *Science*, 348(6235), 1261071.
- 23 Delgado-Baquerizo M, Reich PB, Trivedi C, Eldridge DJ, Abades S, Alfaro FD, Bastida F, Berhe AA, Cutler NA, Gallardo A, García-Velázquez L, Hart SC, Hayes PE, He J-Z, Hseu Z-Y, Hu H-W, Kirchmair M, Neuhauser S, Pérez CA, Reed SC, Santos F, Sullivan BW, Trivedi P, Wang J-T, Weber-Grullon L, Williams MA, Singh BK (2020) *Multiple elements of soil biodiversity drive ecosystem functions across biomes*. *Nature Ecology & Evolution*, 4(2), 210–220.
- 24 O'Riordan R, Davies J, Stevens C, Quinton JN, Boyko C (2021) *The ecosystem services of urban soils: A review*. *Geoderma*, 395, 115076.
- 25 Amossé J, Havlicek E, Gobat J-M, Mitchell EAD, Le Bayon C (2017) *Indicateurs biologiques et services écosystémiques des sols urbains: propositions de gestion*. *VBB Bulletin BSA*, 17, 13–22.
- 26 Baruch Z, Liddicoat C, Cando-Dumancela C, Laws M, Morelli H, Weinstein P, Young JM, Breed MF (2021) *Increased plant species richness associates with greater soil bacterial diversity in urban green spaces*. *Environmental Research*, 196, 110425.
- 27 Melzer D (2020) *Der Biotopflächenfaktor 2020*.
- 28 Deboeuf De Los Rios, G, Barra M, Grandin G (2022) *Renaturer les villes. Méthode, exemples et préconisations*. ARB îdF, L'Institut Paris Region.
- 29 Office fédéral de la statistique OFS *Indicateur d'environnement - Imperméabilisation du sol*. Accès: octobre 2024
- 30 Wenzel A, Grass I, Belavadi VV, Tschamtk T (2020) *How urbanization is driving pollinator diversity and pollination - A systematic review*. *Biological Conservation*, 241, 108321.
- 31 Sattler T, Duelli P, Obrist MK, Arlettaz R, Moretti M (2010) *Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management*. *Landscape Ecology*, 25(6), 941–954.
- 32 Oertli B, Bourgeois J-P, Consuegra D, Camponovo R, Demierre E, Gallinelli P, Sordet A, Vecseryés Z (2023) *Étangs urbains: un nouveau guide permet d'optimiser leurs multiples services écosystémiques*. *Aqua & Gas* 26–33.
- 33 Schnorf H, Bergamini A, Cook L, Moretti M (2022) *Revitalisierte Bäche leisten einen Beitrag zur Städtischen Pflanzenvielfalt*. *N+L -Inside*, 35–39.
- 34 Callaghan CT, Poore AGB, Major RE, Cornwell WK, Wilshire JH, Lyons MB (2021) *How to build a biodiverse city: environmental determinants of bird diversity within and among 1581 cities*. *Biodiversity and Conservation*, 30(1), 217–234.
- 35 Moudrá L, Zasadil P, Moudrý V, Šálek M (2018) *What makes new housing development unsuitable for house sparrows (Passer domesticus)?* *Landscape and Urban Planning*, 169124–130.
- 36 Gloor S (2021) *Biodiversitätsindex 2021 für Stadtbäume im Klimawandel*

- 37 Gloor S, Göldi Hofbauer M (2018) *Der ökologische Wert von Stadtbäumen bezüglich der Biodiversität*.
- 38 n+p, SWILD, approches (2024) *Biodiversité et services écosystémiques des arbres urbains: état des connaissances*.
- 39 Leff M (2016) *The Sustainable Urban Forest*. 102.
- 40 Grün Stadt Zürich (Hrsg.) (2021) *Fachplanung Stadtbäume*.
- 41 Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. - FLL (Hrsg.) (2015) *Empfehlungen für Baumpflanzungen. 1? Planung, Pflanzarbeiten, Pflege*.
- 42 Shafique M, Luo X, Zuo J (2020) *Photovoltaic-green roofs: A review of benefits, limitations, and trends*. *Solar Energy*, 202485–497.
- 43 Büttler R, Lachat T, Krumm F, Kraus D, Larrieu L (2020) *Guide de poche des dendromicrohabitats. Description et seuils de grandeur pour leur inventaire*.
- 44 Scheller K (2022) *Mapping for Green Cities: Analyse und Exploration am Beispiel der städtischen Baumkartierung*. Hochschule der Künste Bern.
- 45 Rogers ML (2022) *Urban built form shapes avian richness in green spaces*. *Frontiers in Conservation Science*, 3, 768274.
- 46 Flégeau M, Clergeau P, Soubelet H, Carré S (2020) *Formes urbaines et biodiversité: un état des connaissances*. La Défense? Plan urbanisme construction architecture.
- 47 Flégeau M, Soubelet H, Carré S, Barot S, Lagurgue X, Bognon S, Clergeau P (2021) *What evidence exists on the possible effects of urban forms on terrestrial biodiversity in western cities? A systematic map protocol*. *Environmental Evidence*, 10(1).
- 48 Brandl A, Fausch U (2016) *Agglomeration von der Landschaft her denken*.
- 49 Di Giulio M (2016) *Förderung der Biodiversität im Siedlungsgebiet. Gute Beispiele und Erfolgsfaktoren*. Zurich Haupt Verlag.
- 50 Hahs AK, Fournier B, Aronson MFJ, Nilon CH, Herrera-Montes A, Salisbury AB, Threlfall CG, Rega-Brodsky CC, Lepczyk CA, La Sorte FA, MacGregor-Fors I, Scott MacIvor J, Jung K, Piana MR, Williams NSG, Knapp S, Vergnes A, Acevedo AA, Gainsbury AM, Rainho A, Hamer AJ, Shwartz A, Voigt CC, Lewanzik D, Lowenstein DM, O'Brien D, Tommasi D, Pineda E, Carpenter ES, Belskaya E, Lövei GL, Makinson JC, Coleman JL, Sadler JP, Shroyer J, Shapiro JT, Baldock KCR, Ksiazek-Mikenas K, Matteson KC, Barrett K, Siles L, Aguirre LF, Armesto LO, Zalewski M, Herrera-Montes MI, Obrist MK, Tonietto RK, Gagné SA, Hinners SJ, Latty T, Surasinghe TD, Sattler T, Magura T, Ulrich W, Elek Z, Castañeda-Oviedo J, Torrado R, Kotze DJ, Moretti M (2023) *Urbanisation generates multiple trait syndromes for terrestrial animal taxa worldwide*. *Nature Communications*, 14(1), 4751.
- 51 Lepczyk CA, Aronson MFJ, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS (2017) *Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation*. *BioScience*, 67(9), 799–807.
- 52 Varet M, Pétilion J, Burel F (2011) *Comparative responses of spider and carabid beetle assemblages along an urban-rural boundary gradient*. *The Journal of Arachnology*, 39(2), 236–243.
- 53 Delahay RJ, Sherman D, Soyalan B, Gaston KJ (2023) *Biodiversity in residential gardens: a review of the evidence base*. *Biodiversity and Conservation*, 32(13), 4155–4179.
- 54 Vergnes A, Viol IL, Clergeau P (2012) *Green corridors in urban landscapes affect the arthropod communities of domestic gardens*. *Biological Conservation*, 145(1), 171–178.
- 55 Rydell J, Eklöf J, Sánchez-Navarro S (2017) *Age of enlightenment: long-term effects of outdoor aesthetic lights on bats in churches*. *Royal Society Open Science*, 4(8), 161077.
- 56 Villarroya-Villalba L, Casanelles-Abella J, Moretti M, Pinho P, Samson R, Van Mensel A, Chiron F, Zellweger F, Obrist MK (2021) *Response of bats and nocturnal insects to urban green areas in Europe*. *Basic and Applied Ecology*, 51, 59–70.
- 57 Di Giulio M, Holderegger R, Tobias S (2009) *Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes*. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 2959–2968.
- 58 Holderegger R, Di Giulio M (2010) *The genetic effects of roads: A review of empirical evidence*. *Basic and Applied Ecology*, 11(6), 522–531.
- 59 Gilbert-Norton L, Wilson R, Stevens JR, Beard KH (2010) *A Meta-Analytic Review of Corridor Effectiveness*. *Conservation Biology*, 24(3), 660–668.
- 60 Vega KA, Küffer C (2021) *Promoting wildflower biodiversity in dense and green cities: The important role of small vegetation patches*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62, 127165.
- 61 La Sorte FA, Clark JAG, Lepczyk CA, Aronson MFJ (2023) *Collections of small urban parks consistently support higher species richness but not higher phylogenetic or functional diversity*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(2006), 20231424.
- 62 Oertli B, Decrey M, Demierre E, Fahy JC, Gallinelli P, Vasco F, Ilg C (2023) *Ornamental ponds as Nature-based Solutions to implement in cities*. *Science of The Total Environment*, 888, 164300.
- 63 Zurbuchen A, Müller A (2012) *Wildbienenenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis*. Haupt Verlag.
- 64 Ferrari A, Polidori C (2022) *How city traits affect taxonomic and functional diversity of urban wild bee communities: insights from a worldwide analysis*. *Apidologie*, 53(4).
- 65 Weber M, Diekötter T, Dietzsch AC, Erler S, Greil H, Jütte T, Krahnert A, Pistorius J (2023) *Urban wild bees benefit from flower-rich anthropogenic land use depending on bee trait and scale*. *Landscape Ecology*, 38(11), 2981–2999.
- 66 Braaker S, Ghazoul J, Obrist MK, Moretti M (2014) *Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs*. *Ecology*, 95(4), 1010–1021.
- 67 Gonsalves S, Starry O, Szallies A, Brenneisen S (2022) *The effect of urban green roof design on beetle biodiversity*. *Urban Ecosystems*, 25(1), 205–219.
- 68 Coulibaly SFM, Aubry C, Provent F, Rousset-Rouvière S, Joimel S (2023) *The role of green roofs as urban habitats for biodiversity modulated by their design: a review*. *Environmental Research Letters*, 18(7), 073003.
- 69 Kueffer C, Kaiser-Bunbury CN (2014) *Reconciling conflicting perspectives for biodiversity conservation in the Anthropocene*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(2), 131–137.
- 70 Droz B, Arnoux R, Rey E, Bohnenstengel T, Laesser J (2015) *Characterizing the habitat requirements of the Common Redstart (Phoenicurus phoenicurus) in moderately urbanized areas*. *Ornis Fennica*, 92(3).
- 71 Association biodivers (2022) *Synthèse Petits biotopes - l'essentiel en bref*.
- 72 Zehm A, Blick T, Bräu M, Fuchs H, Guggemoos T (2024) *1000 Arten im Garten - Selbst kleine Hausgärten können zur Artenvielfalt beitragen*. *Anliegen Natur*, 46(1), 63–74.
- 73 Guntern J, Pauli D, Klaus G (2020) *Biodiversitätsfördernde Strukturen im Landwirtschaftsgebiet. Bedeutung, Entwicklung und Stossrichtungen für die Förderung*. Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT.
- 74 Kowarik I (2011) *Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation*. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 1974–1983.

- 75 Ibáñez-Álamo JD, Morelli F, Benedetti Y, Rubio E, Jokimäki J, Pérez-Contreras T, Sprau P, Suhonen J, Tryjanowski P, Kaisanlahti-Jokimäki M-L, Møller AP, Díaz M (2020) **Biodiversity within the city: Effects of land sharing and land sparing urban development on avian diversity.** *Science of The Total Environment*, 707, 135477.
- 76 Ferenc M, Sedláček O, Fuchs R (2014) **How to improve urban greenspace for woodland birds: site and local-scale determinants of bird species richness.** *Urban Ecosystems*, 17(2), 625–640.
- 77 Holl KD, Luong JC, Brancalion PHS (2022) **Overcoming biotic homogenization in ecological restoration.** *Trends in Ecology & Evolution*, 37(9), 777–788.
- 78 Pellet J, Sonnay V, Randin C, Sigg P, Rosselet M, Graz E (2021) **Arborisation urbaine lausannoise et changements climatiques.** *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 10073–89.
- 79 Aronson MFJ, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk CA, Warren PS, Williams NSG, Gilliers S, Clarkson B, Dobbs C, Dolan R, Hedblom M, Klotz S, Kooijmans JL, Kühn I, MacGregor-Fors I, McDonnell M, Mörtrberg U, Pyšek 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.** *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281.
- 80 Sehrt M, Bossdorf O, Freitag M, Bucharova A (2020) **Less is more! Rapid increase in plant species richness after reduced mowing in urban grasslands.** *Basic and Applied Ecology. From Nature Conservation to Ecosystem Restoration*, 4247–53.
- 81 Sattler T, Borcard D, Arlettaz R, Bontadina F, Legendre P, Obrist MK, Moretti M (2010) **Spider, bee, and bird communities in cities are shaped by environmental control and high stochasticity.** *Ecology*, 91(11), 3343–3353.
- 82 Huchler K, Pachinger B, Kropf M (2023) **Management is more important than urban landscape parameters in shaping orthopteran assemblages across green infrastructure in a metropole.** *Urban Ecosystems*, 26(1), 209–222.
- 83 Brenneisen S (2006) **Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland.** *Urban Habitats*, 4(1), 27–36.
- 84 Brenneisen S, Baumann N, Tausendpfund D (2010) **Ökologischer Ausgleich auf dem Dach : Vegetation und bodenbrütende Vögel.**
- 85 Kadas G (2006) **Rare Invertebrates Colonizing Green Roofs in London.** *Urban Habitats*, 4(1).
- 86 Office fédéral de l'environnement OFEV (éd.) (2018) **Quand la ville surchauffe. Bases pour un développement urbain adapté aux changements climatiques.**
- 87 Geiger M, Kistler C, Mattmann P, Jenni L, Heggin D, Bontadina F (2022) **Colorful Collar-Covers and Bells Reduce Wildlife Predation by Domestic Cats in a Continental European Setting.** *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10(850442).
- 88 Nordt A, Klenke R (2013) **Sleepless in Town – Drivers of the Temporal Shift in Dawn Song in Urban European Blackbirds.** *PLoS ONE*, 8(8), e71476.
- 89 Knop E, Zoller L, Ryser R, Gerpe C, Hörler M, Fontaine C (2017) **Artificial light at night as a new threat to pollination.** *Nature*, 548(7666), 206–209.
- 90 Voigt CC, Lewanzik D (2023) **Evidenzbasierter Fledermausschutz bei Beleuchtungsvorhaben im Außenbereich.** In: Voigt, Christian C. (Hrsg.): *Evidenzbasiertes Wildtiermanagement.* Berlin, Heidelberg: Springer S. 199–230.
- 91 Rössler M, Doppler W, Furrer R, Haupt H, Schmid H (2022) **Les oiseaux, le verre et la lumière dans la construction.** Sempach: Station ornithologique suisse.
- 92 Birdlife, Station ornithologique suisse (2021) **Liste de contrôle Aménagements respectueux des animaux.**
- 93 Stocker M, Meyer S (2014) **Animaux sauvages à notre porte.** Editeur? Rossolis.
- 94 Jessel B, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.) (1998) **Zielarten - Leitarten - Indikatorarten: Aussagekraft und Relevanz für die praktische Naturschutzarbeit;** Fachtagung 25. - 26. März 1998 in Eching bei München. Laufen/Salzach: Bayerische Akad. für Naturschutz und Landschaftspflege.
- 95 Office fédéral de l'agriculture OFAG (2015) **Aide à l'exécution pour la mise en réseau.**
- 96 EspaceSuisse (2021) **Introduction à l'aménagement du territoire.**
- 97 Autorité intercantonale sur l'harmonisation de la terminologie dans le domaine de la construction AIHTC (2015) **Accord intercantonal sur l'harmonisation de la terminologie dans le domaine de la construction (AIHC).**
- 98 Di Giulio M, Hauser K, Hersperger, A, Hug Peter D, Guntern J, Martinoli D (2024) **Kenwerte Biodiversität & Immobilien und Webtool BioValues™ Version 1.0 Technischer Bericht zu Validierung der Methode und Testen der Nutzendenfreundlichkeit.**
- 99 Juhola S (2018) **Planning for a green city: The Green Factor tool.** *Urban Forestry & Urban Greening* 34, 254–258.
- 100 Bruxelles environnement (2018) **ECOPOTENTIEL Coefficient de potentiel de biodiversité.** Rapport technique espaces verts.
- 101 Nantes Métropole (44) (2019) **La règle du Coefficient de Biotope par Surface.**
- 102 Wolff S (2020) **Introduction d'un coefficient de biotope au PLU de l'Eurométropole de Strasbourg.**
- 103 Stadt Graz (2023) **Grünflächenfaktor Verordnung.**
- 104 Conservatoire et Jardins Botaniques de Genève (2022) **CARTOGRAPHIE DES AMENAGEMENTS (Ancrage Biodiversité) - opendata swiss.**
- 105 Hagenbuch R, Aellen Y (2021) **Q-Index: ein einfaches Tool zur Steuerung von Grünraumqualitäten.** Stadt + Grün, 12021.
- 106 Union suisse des Services des Parcs et Promenades (USSP), VILLEVERTE SUISSE (2021) **Catalogue de mesures VILLEVERTE SUISSE.**
- 107 Strebel V (2023) **Biodiversität in Nachhaltigkeitslabels für Immobilien.** Analyse der Kriterien von Nachhaltigkeitslabels für Immobilien in Bezug auf die Biodiversität sowie Ausarbeitung eines Aufwertungskonzepts im Rahmen der Fallstudie «Areal Sihlbogen». Bachelorarbeit. Wädenswil: ZHAW Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.
- 108 SNBS (2024) **Fiches-critères SNBS-BATIMENT.** Version 2023.1.
- 109 SNBS (2024) **Fiches-critères SNBS-QUARTIER.** Version 2023.1.
- 110 n+p (2021) **Canopée dans l'espace bâti et température au sol dans les communes vaudoises.** Notice technique. Plan d'action Biodiversité 2019-2030.
- 111 Stadt Zürich (2024) **Zürich in Zahlen.** Accès: octobre 2024
- 112 Fairbairn AJ, Meyer ST, Mühlbauer M, Jung K, Apfelbeck B, Berthon K, Frank A, Guthmann L, Jokisch J, Kerler K, Müller N, Obster C, Unterbichler M, Webersberger J, Matejka J, Depner P, Weisser WW (2024) **Urban biodiversity is affected by human-designed features of public squares.** *Nature Cities*, 1(10), 706–715.
- 113 ATU (2020) **Atlas de la métropole nature. Pour végétaliser et désimperméabiliser la ville.** Agence d'urbanisme de l'agglomération de Tours.

SCNAT – un savoir en réseau au service de la société

L'**Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT)** s'engage à l'échelle régionale, nationale et internationale pour l'avenir de la science et de la société. Elle renforce la prise de conscience à l'égard des sciences naturelles comme pilier central de notre développement culturel et économique. Sa large implantation dans le milieu scientifique en fait un partenaire représentatif et important de la politique scientifique sur la scène nationale. La SCNAT œuvre à la mise en réseau des sciences, met son expertise à disposition, encourage le dialogue entre la science et la société, identifie et évalue les progrès scientifiques de manière à construire et à renforcer les bases de travail de la prochaine génération de chercheuses et de chercheurs. Elle est membre des Académies suisses des sciences.

Centre de compétence scientifique pour la biodiversité et ses services écosystémiques, le **Forum Biodiversité Suisse** encourage le dialogue entre la science, l'administration, la pratique de la protection de la nature, l'économie et le grand public. Sur la base de son expertise scientifique, le Forum contribue à la transmission de connaissances en matière de biodiversité et indique des voies à suivre pour la conservation et le développement de la biodiversité.