

Biodiversité urbaine

I. Définition

La **biodiversité urbaine** se définit comme la variété des organismes vivants (**diversité spécifique**), y compris leurs variations génétiques (**diversité génétique**), de même que la multiplicité des habitats (**diversité écosystémique**) dans les établissements humains et autour de ceux-ci. La diversité des écosystèmes urbains est en effet caractérisée par la présence et l'influence marquée des humains.

Les **écosystèmes urbains** sont caractérisés par leur hétérogénéité. La biodiversité des milieux urbanisés est la résultante d'une mosaïque complexe de milieux naturels résiduels, de paysages urbains et industriels (centres-villes, zones résidentielles, parcs industriels, routes, stationnements, voies ferrées, parcs aménagés, terrains vacants et désaffectés, etc.), ainsi que de territoires agricoles situés en périphérie des aires urbaines.

La **biodiversité urbaine** est marquée par certains échanges entre les communautés «urbaines » et celles vivant en périphérie du noyau urbanisé. «Il n'y a pas de cloisonnement entre le milieu urbain et l'extérieur de la ville ».

Les **écosystèmes urbains** présentent des conditions particulières tant sur le plan de la **température** (plus élevée au centre de l'agglomération que dans les zones rurales), de la **luminosité** (ombre des bâtiments, éclairage urbain), **des vents** (variable selon la trame de rue et la hauteur des bâtiments), de **l'humidité** (plus faible) que de **l'imperméabilité du sol** (voirie, stationnements, bâtiments) qui influence grandement le drainage des eaux pluviales. La biodiversité des écosystèmes urbains est donc influencée par ces conditions, ce qui se traduit, par exemple, par une faune et une flore particulière, différentes de celles trouvées en milieu naturel.

2. Les facteurs qui influencent la biodiversité des milieux urbanisés

Bien que l'urbanisation altère et détruise de nombreux espaces naturels, les milieux urbains abritent une diversité souvent appréciable d'espèces. Les habitats, qui vont du jardin privé au boisé urbain, sont hétérogènes et recèlent une diversité spécifique intéressante. Les milieux urbains sont parfois colonisés par des espèces rudérales que l'on ne trouverait pas de façon si abondante sans urbanisation.

En effet, la végétation sur le bord des routes ou sur les terrains en friche est parfois plus diversifiée que celle des parcs urbains (**figure I**). Les caractéristiques des habitats urbains varient néanmoins selon leur situation sur le territoire urbanisé, la biodiversité décroissant généralement de la périphérie vers le centre-ville.



Figure I: Végétation en bordure d'une route.

L'**urbanisation** serait la principale cause de disparition des espaces naturels. Alors que les villes croissent, les milieux naturels sont détruits, fragmentés et dégradés; certaines espèces moins résistantes aux conditions urbaines disparaissent ou sont déplacées ; ces milieux sont soumis à des stress importants, notamment à la pollution.

La densité de la population et les activités du milieu urbain influencent la biodiversité de différentes façons. Les habitats, les processus naturels, les régimes de perturbations, de même que la composition des espèces peuvent ainsi subir des modifications en raison de l'urbanisation.

De surcroît, les changements climatiques font également partie des facteurs qui influencent la biodiversité urbaine.

2.I. Modification des habitats

Dans l'espace urbain artificialisé, aménagé, nivelé, asphalté et bâti, les habitats naturels sont modifiés. Certains sont détruits, d'autres, perforés, sectionnés, fragmentés, ou réduits par l'étalement urbain ; de nouveaux sont également créés (figure 2).

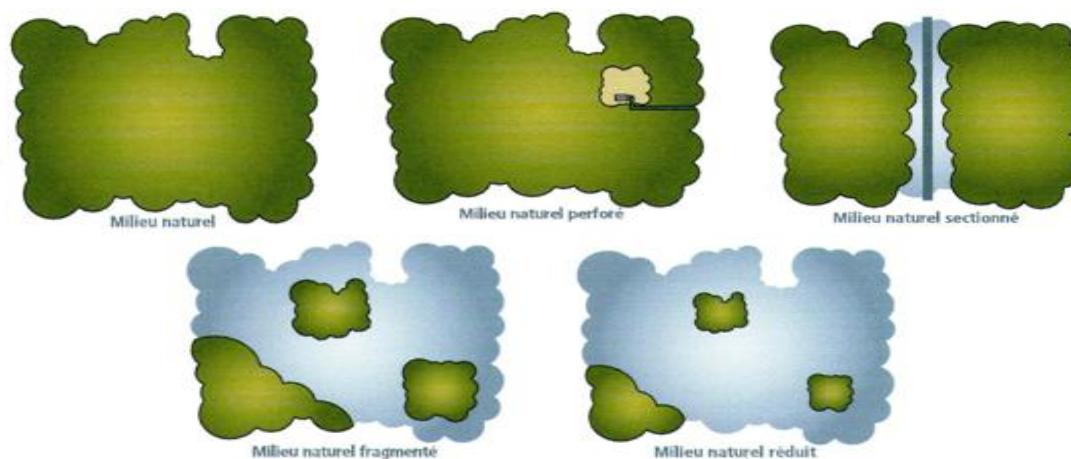


Figure 2: Processus modifiant les habitats.

Les espèces qui colonisent les habitats urbains sont soumises à des conditions difficiles : pollution, conflits avec l'humain, diminution de l'aire vitale, etc. Par exemple, les sols, en milieu urbain, sont altérés, mélangés, compactés et potentiellement contaminés, notamment par des activités industrielles. La succession naturelle, le phénomène qui fait que certaines espèces sont remplacées par des nouvelles, est entravée ou altérée.

Si la modification des habitats est préjudiciable à la diversité spécifique, elle se traduit bien souvent par une diminution de la diversité écosystémique, c'est-à-dire par la raréfaction de certains types d'habitats : milieux humides remblayés, habitats côtiers artificialisés.

2.2. Altération des processus naturels

Si l'état des écosystèmes est important, le maintien des processus naturels qui y ont cours l'est tout autant. Ces processus naturels, essentiels à toute forme de vie, sont, par exemple, le **stockage de carbone** ; les **échanges hydriques, énergétiques** et de nutriments ; la **synthèse et la dégradation de nombreuses substances** comme les polluants ; la **sélection naturelle** ; etc.

Ces processus naturels propres aux écosystèmes sont altérés notamment par l'augmentation des températures et plus particulièrement par la formation **d'îlots de chaleur**, exacerbée par les changements climatiques, par la concentration des nutriments entre autres due aux activités agricoles et industrielles, ainsi que par les modifications des régimes hydriques (barrage, canalisation de cours d'eau, imperméabilisation des surfaces qui provoque un ruissellement important).

L'effet d'îlot de chaleur urbain

L'effet d'îlot de chaleur urbain est un phénomène où l'air est plus chaud en ville que dans les régions rurales et forestières environnantes. Cet effet est dû au stockage puis à la libération subséquente de l'énergie solaire par les rues, les stationnements et les toitures.

2.3. Altération des régimes de perturbation

Les **régimes de perturbations** qui interviennent naturellement dans un écosystème et qui servent au maintien de la biodiversité peuvent aussi être altérés.

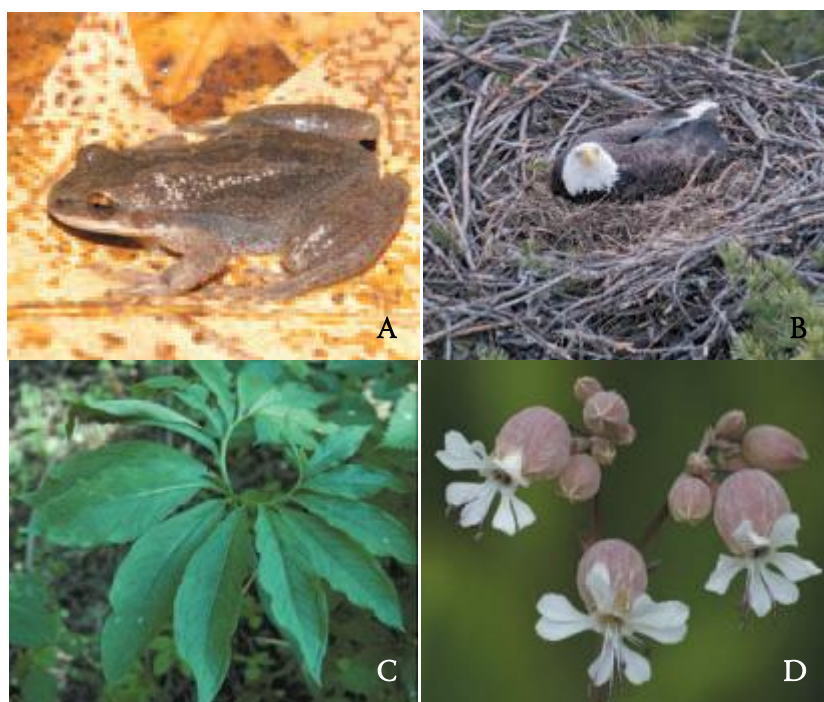
Les incendies de forêt, les inondations, les sécheresses, les invasions d'insectes ravageurs, les tempêtes de vent ou de neige et les chablis qui régulent normalement les écosystèmes en milieu naturel sont compromis, amplifiés ou éliminés en milieu urbanisé.

Les interventions pour contrer les perturbations à grande échelle ayant normalement lieu dans l'écosystème ont un effet sur la biodiversité urbaine. Par exemple, l'entretien des boisés urbains limite la propagation des incendies de forêt.

2.4. Modification de la composition des communautés

La composition des communautés est transformée par la prolifération de certaines espèces, la disparition d'espèces indigènes, la culture d'espèces particulières et l'introduction d'espèces exotiques. D'autres espèces fauniques augmentent le risque de conflits avec l'humain. En résulte souvent une certaine homogénéisation des communautés.

L'urbanisation, par la fragmentation des habitats, a ainsi contribué à la disparition de plusieurs espèces ou à leur régression sur un espace donné, comme dans le cas de la rainette faux-grillon (**figure A**), du pygargue à tête blanche (**figure B**) ou de l'arisème dragon (**figure C**). D'autres espèces ont, au contraire, profité de ces nouvelles conditions en y exploitant les niches écologiques, comme le raton laveur, l'écureuil gris ou le silène cucubale (**figure D**).



Les espèces exotiques envahissantes

Certaines espèces exotiques se propagent indûment, comme la souche eurasienne du phragmite commun ou le petit scolyte européen de l'orme. Certaines villes sont aussi aux prises avec **la renouée du Japon**, parfois appelée bambou japonais, qui colonise tous les milieux et est difficile à éradiquer.

Ces espèces exotiques envahissantes (EEE) colonisent les niches écologiques des espèces indigènes dont les habitats sont perturbés par l'urbanisation et profitent de la mauvaise gestion écologique de nos territoires urbanisés. Elles sont le plus souvent observées dans les zones urbaines et près de celles-ci.

Aux États-Unis, 18 % des espèces actuellement en danger le sont d'abord à cause de la compétition avec des EEE.

L'homogénéité des communautés à la suite de l'urbanisation

Le processus d'urbanisation uniformise l'environnement physique puisqu'il est façonné en fonction des besoins de la seule espèce humaine. Il se crée ainsi un écosystème très particulier, dans lequel ne survivent que certaines communautés aptes à s'adapter aux conditions spécifiques de la ville. Ainsi, dans une ville, le nombre d'espèces supprimées par l'urbanisation est supérieur au nombre d'espèces qui s'adaptent aux conditions urbaines (**tableau I**).

Avant urbanisation		Après urbanisation	
Territoire 1 Espèces indigènes A, B, C, D, E	Biodiversité globale 10 espèces indigènes 0 espèces exotiques	Ville 1 Espèce indigène A Espèces exotiques X, Y, Z	Biodiversité globale 3 espèces indigènes (perte) 3 espèces exotiques Moins d'espèces au total
Territoire 2 Espèces indigènes F, G, H, I, J		Ville 2 Espèces indigènes F, H Espèces exotiques X, Y, Z	

Tableau I: Urbanisation et homogénéité.

Comme les écosystèmes urbains seraient à peu près similaires à l'échelle mondiale, en matière de structure, de fonctions et de contraintes, les communautés qui les habitent ont des représentants communs. Le pigeon biset, le goéland argenté, le pissenlit, l'érable de Norvège, la souris commune et le rat noir, par exemple, colonisent de nombreuses villes sur la planète.

Conséquemment, à mesure que les villes croissent et que des communautés semblables les colonisent, **l'homogénéité biologique globale croît et la biodiversité globale diminue**.

La conséquence pour la conservation est que les espèces exotiques qui s'implantent en milieu urbanisé appauvrissent la biodiversité globale par l'extinction d'espèces indigènes ou endémiques.

Une étude comparative a ainsi révélé que, pour **13** villes réparties sur plusieurs continents, la richesse des plantes indigènes a décliné de 3 % à 46 %, sur une période de 50 à 150 ans. Inversement, la proportion de plantes exotiques en zone urbanisée s'accroît constamment.

Le territoire de la ville de New York a perdu **578** espèces indigènes et a gagné **411** espèces exotiques.

2.5. Changements climatiques

Les **changements climatiques** modifient la composition et la dynamique des écosystèmes. Ils viennent s'ajouter aux autres pressions exercées par les activités humaines sur la biodiversité. Ainsi, l'augmentation des températures moyennes, l'élévation du niveau moyen des océans, la modification des précipitations, l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, le réchauffement accru de l'Arctique et de l'Antarctique, attribuable aux changements climatiques, ne seront pas sans conséquence pour la biodiversité des milieux urbanisés.

Les répercussions des changements climatiques sur la biodiversité pourraient dégrader les habitats, certains risquant la disparition ; engendrer l'arrivée de nouvelles espèces; changer les dates clés du cycle de vie des espèces végétales (p. ex., dates de floraison) ou animales (p. ex., dates de migration) ; allonger les périodes de croissance de certains végétaux.

Les perturbations devraient être plus importantes «dans les habitats déjà fragilisés par l'étalement urbain et la pression des activités humaines». Les changements climatiques peuvent également entraîner un taux d'extinction accru ainsi que des modifications relatives aux périodes de reproduction, au comportement des animaux et à l'apparition de nouveaux caractères évolutifs.

Les plantes risquent de disparaître de certains endroits et d'en coloniser de nouveaux. Finalement, notons que la composition et le fonctionnement des forêts changeraient avec une augmentation de 1 °C.

La protection des milieux urbains

- **La protection** correspond à l'ensemble des moyens visant à maintenir l'état d'origine et la dynamique naturelle des écosystèmes et à prévenir ou atténuer les menaces à la biodiversité. Elle inclut des mesures d'intensité variable et de tout ordre. Elle prend en compte, notamment, la protection intégrale qui vise à éviter toute utilisation humaine d'un écosystème.

I. La réalisation d'un portrait

Pour protéger la biodiversité urbaine, il importe d'abord d'en dresser le portrait. Quels sont les habitats que comprend l'écosystème urbain : boisés, lacs, marais? Comment sont-ils organisés : isolés ou reliés par un corridor? Quel est leur état : intact, altéré, dégradé?

La caractérisation permet d'attribuer une valeur écologique aux éléments inventoriés. Ainsi, la valeur écologique d'un milieu humide sur un territoire où il y a de nombreux autres milieux humides ne sera pas la même que dans le cas d'un territoire où l'on trouverait qu'un seul milieu humide. La caractérisation permet d'apprécier l'abondance ou la rareté, la distribution spatiale et les particularités des milieux et des espèces.

Certaines municipalités font elles-mêmes leur inventaire, alors que d'autres font appel à des consultants ou à des organismes. Certaines initiatives sont, pour leur part, basées sur la participation de résidents et de bénévoles. Il s'agit du même coup d'une action de sensibilisation de la population qui, en constatant différentes composantes de la biodiversité sur son territoire, sera par la suite plus encline à les protéger.

I.1 L'inventaire

Il est utile d'inventorier d'abord les milieux compris sur le territoire de la municipalité :

- Les milieux humides : marais, tourbières, marécages, étangs
- Les milieux aquatiques : lacs et cours d'eau ainsi que leurs bandes riveraines ;
- Les milieux particuliers : pentes, montagnes, sommets, friches, etc.;
- Les peuplements forestiers constituant les boisés : érablières, bétulaies, pessières, etc. ;
- Les espaces verts et les parcs ;
- Les milieux protégés légalement.

Au sein de ces milieux, on peut ensuite identifier les espèces qui y vivent:

- Les espèces fauniques vertébrées : poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères;
- Les espèces fauniques invertébrées : insectes, notamment les papillons et les espèces pollinisatrices ;
- Les espèces floristiques : arbres, arbustes, plantes herbacées, mousses;

- Les espèces menacées ou vulnérables et celles susceptibles d'être ainsi désignées ;
- Les espèces exotiques envahissantes.

Il est également possible de faire l'inventaire des champignons et des lichens, bien que peu de municipalités l'aient fait jusqu'à maintenant.

Les éléments inventoriés peuvent être seulement identifiés (on note alors leur présence), mais il est utile d'en évaluer la quantité et de les cartographier.



I.2 La caractérisation

La caractérisation est nécessaire pour définir les actions prioritaires. Elle permet de déterminer quels secteurs de la municipalité doivent être protégés et quels niveaux de protection sont requis.

Pour établir les priorités d'intervention en matière de biodiversité, il faut attribuer une valeur écologique aux différents milieux inventoriés en fonction de :

- La superficie, la forme et la rareté ou l'abondance des milieux naturels;
- L'âge, la maturité et l'unicité des peuplements forestiers;
- L'intégrité des milieux ou leur dégradation :
 - ✓ La fragmentation des habitats,
 - ✓ La connectivité,
 - ✓ Le degré de végétalisation,
 - ✓ L'état des milieux aquatiques,
 - ✓ L'envahissement par des espèces exotiques ou indigènes,
 - ✓ La répartition de toutes les strates végétales,
 - ✓ La qualité et l'intégrité des sols,
 - ✓ La proximité avec des sources de pollution sonore, lumineuse, chimique, etc.;
- La richesse spécifique des milieux, c'est-à-dire le nombre d'espèces inventoriées ;
- La taille des populations de chaque espèce répertoriée.

Également, l'attribution d'une valeur écologique au milieu doit prendre en compte les forces, les faiblesses, les avantages et les menaces qui concernent le territoire, déterminés selon :

- Les caractéristiques du bassin versant ;
- Les paysages d'intérêt ;
- L'utilisation actuelle et prévue du sol;
- Les infrastructures en place et projetées ;
- Les pressions de développement ;
- L'utilisation, par la population, des espaces verts à vocation récréative;
- Les activités fauniques, avec ou sans prélèvement ;
- Le milieu humain : profil démographique et socioéconomique.

Afin de cibler les secteurs prioritaires d'intervention, des principes relatifs à la taille des sites, à leur perturbation ou à leur isolement sont proposés :

1. Les sites qui possèdent une grande diversité d'écosystèmes abritent une plus grande diversité d'espèces;
2. Plus la taille des sites naturels est importante, plus ces sites abritent un nombre élevé d'espèces et des populations importantes, ce qui favorise la diversité génétique ;
3. La végétation dont la structure est complexe supporte davantage d'espèces que la végétation dégradée. Par «structure complexe », on entend la présence de toutes les strates de végétation (mousses, plantes herbacées, arbustes, arbres). À l'opposé, par exemple, une pelouse gazonnée n'est pas complexe ;
4. Les sites qui contiennent la plus grande biodiversité sont ceux qui contiennent la végétation la plus âgée, ceux qui sont les moins perturbés et ceux qui sont les moins isolés.

La diffusion des connaissances sur la biodiversité est indispensable. Cette information favorisera la sensibilisation des élus et des acteurs locaux et régionaux à l'importance de la biodiversité sur leur territoire. Elle permettra également une meilleure prise en considération, dans les politiques territoriales, des milieux naturels, des écosystèmes urbains et de la diversité en milieu urbanisé.

I.3 Des ressources documentaires pour alimenter le portrait

2. Des stratégies pour intervenir à l'échelle locale et régionale

Les municipalités jouent un rôle important dans la consolidation de la biodiversité. Elles sont en effet responsables de l'aménagement du territoire, des changements d'usage et de la construction d'infrastructures.

Avant même de mettre sur pied des stratégies pour protéger la biodiversité, les municipalités ont la responsabilité morale de se questionner lorsqu'un projet immobilier leur est présenté. La séquence d'atténuation «éviter, minimiser et compenser », utilisée par plusieurs organisations, est ici fort à propos pour atteindre l'équilibre entre le développement du territoire et la conservation des milieux naturels. Ainsi, un projet

risquant de dégrader un milieu naturel devrait être modifié ou déplacé. Si d'autres considérations font que le projet doit être maintenu, les répercussions négatives devraient être minimisées (p. ex., modification du tracé projeté d'une route ou aménagement de bassins de sédimentation en amont d'un cours d'eau). Enfin, les impacts d'un projet devraient être compensés par l'aménagement de nouveaux milieux ou la restauration de milieux dégradés.

Quant à la mise sur pied de stratégies pour protéger la biodiversité, tout un éventail s'offre aux municipalités. Les projets peuvent prendre la forme d'espaces verts, de verdissement ou de continuités écologiques, par exemple.

L'adoption d'outils d'urbanisme soucieux des écosystèmes participera également à la consolidation de la biodiversité.

La détermination de la stratégie à mettre en place pour protéger des milieux varie en fonction des caractéristiques des sites. La protection est un concept général qui désigne l'ensemble des interventions, des programmes et des réglementations qui visent à prévenir que des milieux naturels et des espaces verts soient irrémédiablement dégradés. La protection d'un site peut donc être caractérisée, par ordre croissant d'intervention humaine, par sa préservation, son entretien, sa conservation, l'amélioration de ses caractéristiques naturelles ou sa restauration (Fig.I).



Figure I: Niveaux de protection

La préservation est le niveau le plus élevé de protection, dans lequel on vise à minimiser les interventions humaines qui pourraient modifier l'état et le fonctionnement de l'écosystème. Ceci est utile notamment dans les habitats fragiles et menacés, à grande valeur écologique. L'entretien des sites naturels implique des interventions qui visent à maintenir le milieu dans un état souhaité, souvent près de son état naturel. Il peut s'agir de coupes sélectives, de lutte contre des espèces envahissantes, d'aménagement d'habitats, etc. La conservation est la gestion durable des ressources naturelles, utilisées et exploitées de façon rationnelle, en tenant compte des générations futures. De nombreux parcs urbains sont ainsi mis en valeur, avec des sentiers pédestres et des aménagements récréatifs.

L'amélioration des caractéristiques naturelles d'un site vise à diminuer l'artificialisation de ses composantes en laissant libre cours aux processus écologiques qui y ont cours ou en réalisant des aménagements. Finalement, la restauration d'un site vise à corriger des

dégradations et à lui redonner un caractère plus naturel, par des aménagements spécifiques faisant appel au génie écologique* (p. ex., plantation, création d'habitats).

Inspirées de la hiérarchie des niveaux de protection, les stratégies définies dans cette section sont les suivantes :

1. Préserver, entretenir ou conserver les milieux naturels :

2. Créer des espaces verts publics qui participent à la biodiversité urbaine :

- a. Nouveaux parcs,
- b. Gestion écologique des espaces verts;

3. Aménager des continuités écologiques :

- a. Corridor vert,
- b. Réseau écologique,
- c. Passage faunique,
- d. Haie ;

4. Urbaniser en favorisant la conservation sur le site (p. ex., Growing Greener):

5. Tisser un ensemble d'espaces propices à la biodiversité :

- a. Foresterie urbaine et verdissement,
- b. Espaces relais (cour arrière, terrain privé, etc.),
- c. Espaces non traditionnels (site vacant, infrastructure verte, toit vert, site industriel et infrastructure désaffectés, emprise de voies routières et ferrées, agriculture urbaine);

6. Diminuer les stress et la pollution des milieux naturels :

7. Restaurer les milieux naturels dégradés.

2.I Préserver, entretenir ou conserver les milieux naturels

«La planification de la conservation vise à documenter la répartition naturelle de la biodiversité d'une région écologique afin d'établir un portfolio (**Fig.2**) de sites qui, s'ils étaient protégés ou gérés en conséquence, permettraient d'assurer la survie à long terme de populations viables d'espèces indigènes jugées prioritaires et de tous les types de communautés naturelles représentées dans cette région ».



Figure 2: Un portfolio

Les milieux naturels sont ceux qui abritent les communautés les plus diversifiées. En règle générale, ils sont moins l'objet d'envahissement par les plantes exotiques. De plus, les espèces menacées ou vulnérables ne se retrouvent souvent que dans ces milieux. Les milieux qui contiennent des écosystèmes et des espèces rares ou menacés à l'échelle nationale, régionale et locale devraient *de facto* être préservés, entretenus ou conservés (Fig.3). En présence d'espèces endémiques, menacées ou vulnérables, leurs habitats devraient être protégés. Les efforts de protection devraient ensuite porter sur les milieux les plus intègres, ceux qui n'ont pas subi de perturbations anthropiques majeures depuis longtemps et sur les milieux présentant une biodiversité élevée.



Figure 3: Clôture limitant l'accès à un milieu naturel.

2.2 Créer des espaces verts publics qui participent à la biodiversité urbaine

Plusieurs types d'espaces extérieurs contribuent à la biodiversité urbaine. Mentionnons à cet effet les parcs, les places et les jardins publics, les rues bordées d'arbres, les corridors verts, les équipements sportifs extérieurs, les jardins communautaires et les zones rurales situées en périphérie immédiate des milieux urbanisés.

🌈 L'aménagement des parcs en fonction de la biodiversité

Les municipalités peuvent accroître la biodiversité en augmentant la superficie d'espaces verts sur leur territoire ou en protégeant des milieux naturels existants pour les intégrer à de nouveaux parcs. Elles peuvent ainsi créer des parcs et des forêts urbaines qui contiennent des habitats différents (biodiversité écosystémique) et des espèces variées (biodiversité spécifique).

Elles peuvent également aménager des habitats fauniques à divers endroits, comme des jardins pour les papillons (Fig.4) et des frayères pour les poissons dans les rivières urbaines (Fig.5).



Figure 4: Jardin des papillons



Figure 5: Frayère des poissons

Elle y propose de nombreuses stratégies d'aménagement pour attirer et protéger la faune aviaire, en fonction de la superficie de l'espace vert, du couvert végétal et de la proximité des points d'eau. Les municipalités peuvent donc, même dans les petits parcs, procéder à des plantations attractives (Fig.6) et installer des nichoirs de même que des mangeoires (fig.7).



Figure 6: Plantation attractive



Figure 7: nichoir

Même l'aménagement d'espaces extérieurs à vocation récréative (Fig.8) comme des terrains de sport offre l'occasion de consolider la biodiversité, si des espaces naturels sont préservés sur le pourtour du site.



Figure 8: espace extérieur à vocation récréative

En milieu urbanisé, les parcs peuvent comporter une valeur écologique intéressante, mais ils doivent également répondre aux besoins des résidents. Le défi est de créer des parcs qui participent à la biodiversité, qui permettent des usages récréatifs et qui sont sécuritaires.

La gestion écologique des espaces verts

La façon d'entretenir les espaces verts, les boisés urbains et les parcs municipaux influence directement la biodiversité de ces écosystèmes. En effet, les parcs en milieu urbanisé pouvaient contribuer à la biodiversité, surtout s'ils étaient constitués d'habitats variés. À ce sujet, la Commission for Architecture and the Built Environment d'Angleterre (2006) propose, afin d'améliorer la biodiversité urbaine, de :

- Laisser pousser l'herbe dans certaines sections des parcs gazonnés et laisser libre cours à l'établissement des arbustes et des arbres;
- Conserver toutes les strates végétales dans les parcs : couvre-sol, herbacées, arbustives et arborescentes;
- Remplacer, dans les aires de plantations, les plantes annuelles par des plantes vivaces;
- Laisser au sol les branches et les troncs d'arbres tombés puisqu'ils servent d'habitats à plusieurs invertébrés (insectes, centipèdes, vers, limaces, etc.) ou petits vertébrés (salamandres et musaraignes, par exemple);
- Laisser également les branches mortes dans les arbres et les chicots (arbres morts encore debout) (Fig.9) sur place dans les boisés et les parcs, tant qu'il n'y a pas de risque pour la sécurité des usagers;
- Limiter l'éclairage urbain de manière à réduire la pollution lumineuse qui nuit notamment aux insectes.



Figure 9: Chicot dont les branches et la cime ont été coupées.

2.3 Aménager des continuités écologiques

Les municipalités ont la possibilité de relier des «zones noyaux », qui sont les foyers de biodiversité, et qui peuvent être les parcs et les boisés, par exemple, à l'aide de corridors verts, aussi appelés corridors écologiques. Les corridors écologiques relient entre elles les zones noyaux, permettant ainsi le mouvement des espèces.

Les corridors écologiques pourront éventuellement former un «réseau écologique». Les haies et les passages fauniques participent aussi aux mouvements fauniques.

L'augmentation de la connectivité entre les habitats en milieu urbain et les milieux naturels périphériques permettrait par ailleurs de mitiger les effets de l'homogénéité biologique et des changements climatiques.

Les corridors verts

En milieu urbanisé, les habitats sont fragmentés, ce qui limite la présence de certaines espèces, notamment celles qui s'adaptent mal à l'effet de bordure.

La création de corridors écologiques favorise ainsi le maintien de la biodiversité spécifique et génétique en permettant aux espèces de se disperser et de migrer.

De façon générale, un corridor vert est une portion étroite de territoire, linéaire ou presque linéaire, qui relie deux zones noyaux de grande dimension et qui abrite une quantité et une concentration substantielle d'éléments naturels, particulièrement de la végétation, et ce, en s'appuyant sur de plus petits fragments d'habitat qui servent de «pierres de gué » (fig.I0).

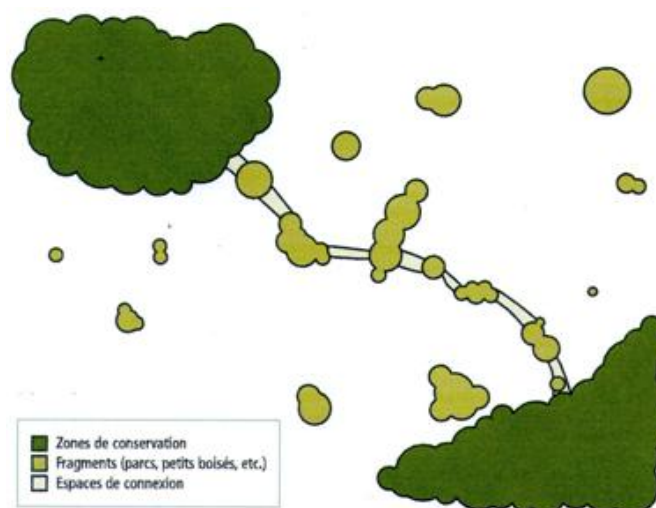


Figure 10: Corridor écologique reliant deux habitats.

Différents paramètres permettent d'évaluer la qualité des corridors verts: largeur, longueur, nombre et dimension des interruptions et des étranglements, hétérogénéité des habitats, utilisation du sol à proximité.

La largeur minimale des corridors dépend des espèces qui les empruntent pour leurs déplacements. En général, ils doivent mesurer de 50 à 100 m pour préserver ou augmenter la biodiversité. Or, des corridors plus larges ne peuvent qu'être plus bénéfiques puisque l'effet de bordure peut se faire ressentir jusqu'à 100 m à l'intérieur d'un boisé.

La fragmentation des habitats réduit les déplacements et les échanges entre les différentes populations qui se retrouvent isolées, ce qui contribue à leur déclin. Toutefois, les corridors permettraient à des fragments où les populations sont éteintes d'être recolonisées par des individus provenant d'autres fragments, ce qu'on appelle «l'effet de sauvetage». Par ailleurs, la richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces différentes, est plus élevée en présence de corridors que dans les milieux fragmentés.

Les habitats reliés par des corridors continus sont beaucoup plus diversifiés que lorsqu'ils sont reliés par des corridors coupés.

Le réseau écologique

Un réseau écologique est l'interconnexion de plusieurs corridors écologiques qui relient entre elles des zones noyaux par l'intermédiaire de fragments d'habitat.

Les «corridors bleus» (Fig.11), constitués de milieux aquatiques, s'ajoutent aux corridors verts pour former le réseau. L'expression «trame verte et bleue» est également utilisée (Fig.12).



Figure 11: Corridor bleu



Figure 12: Réseau écologique

Pour établir un réseau écologique, il faut tout d'abord cibler les zones noyaux que sont les milieux naturels et les parcs urbains de grande taille. Les milieux aquatiques et les milieux humides constituent des corridors bleus qui servent souvent de colonne vertébrale au réseau. Les corridors bleus peuvent relier facilement le centre-ville et les zones périphériques.

Plusieurs espaces de liaison peuvent aussi être considérés lors de l'élaboration de réseaux écologiques. Les rues plantées d'arbres (Fig.13), les infrastructures vertes (Fig.14) comme les bassins de rétention (Fig.15) et les marais filtrants (Fig.16), les voies ferrées (Fig.17) et les friches urbaines (Fig.18) sont d'autres endroits à considérer. Ils ont souvent une valeur écologique moindre et une biodiversité limitée, mais ils peuvent tout de même contribuer à compléter une continuité écologique difficile à obtenir autrement en milieu fortement urbanisé.



Figure 13: Rue plantée d'arbres



Figure 14: infrastructure verte



Figure 15: bassin de rétention



Figure 16: Marais filtrant



Figure 17: Voie ferrée



Figure 18: Friche urbaine

Les passages fauniques

Outre les secteurs construits, les axes routiers et ferroviaires contribuent également à fragmenter les habitats naturels. Des passages fauniques qui traversent les voies routières permettent néanmoins de relier des habitats et d'assurer la continuité de la trame. Ces passages peuvent être souterrains (**Fig.19**) ou aériens (**Fig.20**), cette dernière configuration offrant un éclairage naturel qui rassure certaines espèces et permet le maintien d'une végétation naturelle (Passage au-dessus d'une ligne de TGV, Passage aérien). Pour la petite faune, le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements de France recommande un passage à tous les 300m. Les passages fauniques sont aussi appelés «écoducs » et, en anglais, «wildlife passages».



Figure 19: Passage souterrain

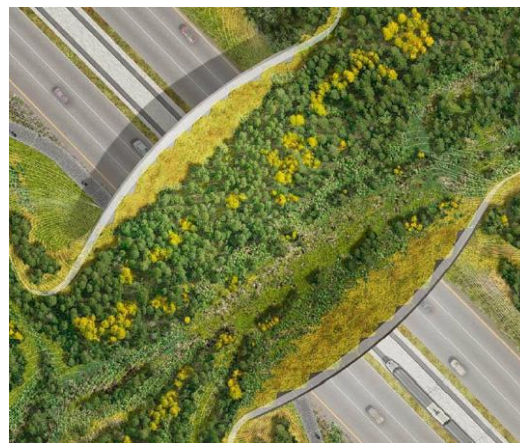


Figure 20: Passage aérien

Les haies

Dans les milieux où il n'y a pas suffisamment d'espace pour aménager de véritables corridors écologiques, la haie constitue une alternative entre autres pour les espèces qui ont des besoins spatiaux limités (p. ex., insectes, rongeurs, oiseaux). Parfois, le seul fait d'aménager deux haies parallèles légèrement espacées augmente la biodiversité.

La haie est une ligne d'arbustes ou d'arbres et d'arbustes, se développant sur un tapis de végétation herbacée et servant généralement à délimiter un espace ».

Bien qu'elles puissent être composées d'une seule essence, comme les typiques haies de thuyas (**Fig.21**), les haies comportant plusieurs espèces (**Fig.22**) participent davantage à la biodiversité, en raison de la flore variée qu'elles peuvent contenir et de la faune qui peut s'y abriter.



Figure 21: haie typique de thuyas



Figure 22: haie composée par des espèces différentes

La haie brise-vent constituée d'arbres à port élevé et d'arbustes en est un bon exemple. La haie brise-vent est indiquée comme moyen pour limiter la perte de diversité faunique (Fig.23).



Figure 23: La haie brise-vent

Les haies naturelles (Fig.24), en milieu agricole, comparativement aux haies plantées, accueilleraient une plus grande diversité d'espèces végétales et aviaires, moins d'herbes indésirables, sans qu'elles contribuent à attirer des oiseaux nuisibles pour les cultures. On recommande alors de conserver certains arbres morts, de favoriser un bon recouvrement de plantes herbacées, de planter plusieurs espèces arborescentes et arbustives.

Même si les haies sont recommandées en milieu agricole, notamment pour réduire l'érosion éolienne, elles peuvent convenir au milieu urbain.



Figure 24: Haie naturelle

2.4 Urbaniser en favorisant la conservation sur le site

Les approches de planification favorisant la conservation sont des projets qui combinent le développement et la protection des territoires.

Elles permettent de préserver des espaces naturels qui contribuent, d'une part, à la biodiversité et, d'autre part, à accroître la qualité du cadre de vie.

Les lotissements de conservation proviennent du concept de **Growing Greener** proposé par Randall Arendt. Son approche vise de concilier la préservation des éléments d'intérêt social et écologique du territoire au développement résidentiel inévitable.



Il s'agit d'un lotissement résidentiel où les constructions sont concentrées spatialement dans une «**grappe**» composée de lots de petite taille de manière à protéger une portion des milieux naturels. La densité brute du site peut y être supérieure à celle d'un lotissement traditionnel.



La démarche suivante pour concevoir un lotissement axé sur la conservation: Il s'agit d'abord de déterminer les zones prioritaires de conservation : milieux aquatiques et humides, pentes prononcées, zones inondables, etc. Ensuite, la portion de territoire présentant les milieux les mieux préservés ou présentant un intérêt particulier est ciblée comme zones secondaires. Il peut s'agir de boisés, de zones patrimoniales, de paysages d'intérêt, de territoires agricoles.

En soustrayant du site les zones prioritaires et secondaires de conservation et en tenant compte des zones de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine, les secteurs voués au développement sont délimités. La localisation des bâtiments est effectuée en fonction des vues sur la nature. En maximisant le nombre de résidences avec vue, la valeur financière du projet croît.

Les rues, les pistes cyclables et les sentiers pédestres sont ensuite tracés en limitant leur longueur pour protéger les éléments naturels. Enfin, les lots sont dessinés. Évidemment, selon les objectifs, différentes densités peuvent être atteintes, du lotissement de type «maisons de campagne» à un hameau de type villageois.

En effet, en conservant des espaces naturels, le lotissement en grappes privilégie une densité moyenne relativement faible qui oblige les occupants à des déplacements motorisés. Le modèle de villes compactes reste, à terme, moins dommageable pour l'environnement naturel.

2.5 Tisser un ensemble d'espaces propices à la biodiversité

Des cours d'eau, parcs et milieux naturels reliés entre eux par des continuités écologiques forment un réseau écologique. Ces composantes peuvent être complétées par des éléments hétérogènes qui contribueront à tisser un ensemble d'espaces propices à la biodiversité. Ces éléments sont la végétation urbaine implantée en bordure des rues ou sur les parcelles

(Fig.25), les espaces relais que sont les arrière-cours, par exemple (Fig.26), de même que les espaces non traditionnels comme les sites vacants (Fig.27) ou les emprises ferroviaires (Fig.28).



Figure 25: Végétation urbaine implantée en bordure des rues

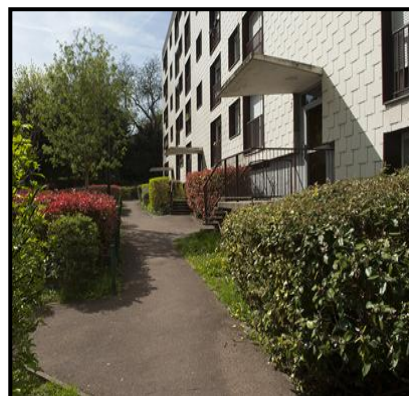


Figure 26: Arrière-cour



Figure 27: Site vacant

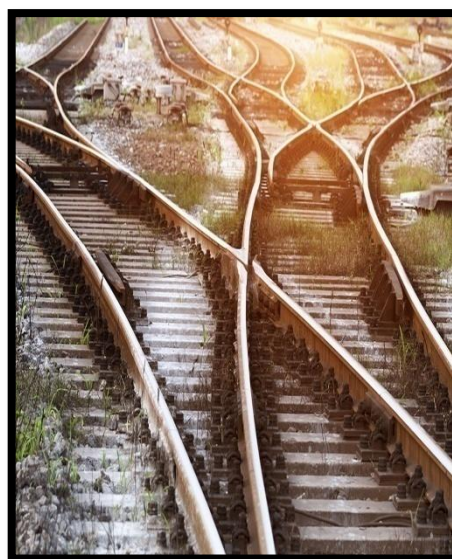


Figure 28: Emprises ferroviaires

Foresterie urbaine et les actions de verdissement

La foresterie urbaine est la planification du développement et de l'entretien des ressources arborescentes et forestières à l'intérieur ou autour des écosystèmes urbains, y compris tous les éléments d'infrastructures vertes de la communauté, dans le but d'optimiser les bénéfices sociaux, environnementaux, de santé publique, économiques et esthétiques.

Les programmes de foresterie urbaine ont pour objectif d'augmenter la quantité d'arbres et de les maintenir en santé, ainsi que d'améliorer la qualité des jardins, des parcs et des boisés urbains. Les municipalités peuvent augmenter la quantité d'arbres sur leur territoire en exploitant tous les espaces publics qui leur appartiennent et en adoptant des programmes incitatifs pour la plantation sur les espaces de tenure privée.

- **Choix des arbres**

Chaque espèce utilisée ne devrait pas représenter plus de 5 % à 10 % du total des arbres dans un même quartier. Pour atteindre cet objectif, les municipalités doivent planter initialement des essences variées et remplacer les arbres malades, âgés ou problématiques par des arbres d'espèces moins abondantes sur leur territoire.

Un des enjeux majeurs en foresterie urbaine est le choix du bon arbre au bon endroit. Trois facteurs déterminent la sélection des arbres : les attributs du site, les caractéristiques des essences et la fonction souhaitée (p. ex., ombrage, esthétisme).

L'analyse du site est particulièrement importante. Chaque site possède des contraintes spatiales comme la proximité des bâtiments, des routes et des infrastructures souterraines, la présence de fils électriques et le volume de sol disponible. Ces contraintes spatiales doivent être évaluées pour tout le cycle de vie de l'arbre, particulièrement en fonction de sa maturité, lorsque sa taille sera maximale. Il convient également d'évaluer les propriétés du sol pour en déterminer les contraintes : acidité, humidité et drainage, pollution, compaction, profondeur, etc. Certaines contraintes de l'environnement local doivent de surcroît être considérées, comme le degré d'ombre et d'ensoleillement, la pollution de l'air, la proximité des voies de circulation entretenues avec des sels de déglacage, l'exposition au vent, le climat local, etc.

Les caractéristiques des arbres à considérer lors du choix sont, par exemple, son caractère indigène, sa rusticité, sa tolérance à l'ombre et à divers types de sols, sa sensibilité aux insectes et aux maladies, sa forme et sa taille, ses qualités esthétiques, l'étendue de son système racinaire et son adaptabilité aux changements climatiques. Sa tolérance aux conditions urbaines est également cruciale, surtout pour les arbres du noyau urbain et des bords de rues.

On pense alors à la sensibilité à la pollution (aérienne, lumineuse, du sol) et aux bris mécaniques (machinerie de déneigement, vélos et piétons, etc.), à l'espace restreint, etc. Certaines essences peuvent avoir des caractéristiques indésirables, comme des fruits non comestibles ou toxiques, des branches cassantes, des épines dangereuses, une forte production de pollen allergène, etc.

De plus en plus, on considère également l'importance des services écologiques inhérents aux arbres, comme leur capacité à capturer les poussières.

- **Les actions de verdissement**

En plus de la foresterie urbaine, les municipalités peuvent se doter de plans de verdissement qui incluent, en plus des arbres, la plantation d'arbustes et de plantes herbacées. Elles peuvent également inciter les propriétaires résidentiels, institutionnels, commerciaux et industriels à verdir leurs propriétés. Nombre d'espaces peuvent donner lieu à des projets de verdissement, comme des sites occupés par des institutions

religieuses, des cimetières, des établissements scolaires, des immeubles résidentiels, des centres de santé, des commerces et des industries.



Les projets de modification d'aires de stationnement peuvent aussi être l'occasion d'implanter des îlots végétalisés et de planter des arbres.

L'aménagement des terre-pleins et des banquettes de rues peut également intégrer des arbres, des arbustes et des plantes herbacées de manière à ce que les trois strates de végétation soient présentes.

✚ Les espaces relais

Dans l'optique de favoriser la biodiversité par le verdissement, il ne faut pas négliger les petits espaces relais que sont les cours, les arrière-cours (Fig.29), les toits (Fig.30) et les façades (Fig.31), lesquels font partie du tissu vert de la ville.



Figure 29: Arrière-cours



Figure 30: Toit



Figure 31: Façade

Les municipalités peuvent sensibiliser les résidents au fait que chaque parcelle participe à la biodiversité urbaine. Des suggestions peuvent leur être offertes : restreindre les surfaces pavées dans l'aménagement des cours, limiter l'utilisation des engrais et des pesticides, réserver un espace «sauvage» au fond du jardin, réduire les tontes du gazon, diversifier les essences pour les haies, créer des mares, installer des nichoirs, privilégier les espèces indigènes, planter en fonction des oiseaux et des papillons. De même, des mesures incitatives visant l'intégration à l'architecture résidentielle de structures conçues pour verdir (toits verts, murs végétaux, balcons à fleurir) augmentent le nombre de végétaux tout en permettant à plusieurs petits animaux (oiseaux, insectes et invertébrés) d'en bénéficier.

Les toits verts (Parois Complexes Végétalisées horizontales PCVh) sont en effet utilisés comme habitats par différents animaux, allant des insectes aux oiseaux, dont certains sont rares. Les microhabitats créés à l'aide de microtopographie, les variations du degré d'humidité, le bois mort, la variété des plantes et l'âge du substrat augmentent la biodiversité des invertébrés sur les toits.

Les espaces non traditionnels

Le territoire urbanisé recèle un grand potentiel de mise en valeur ou de création d'espaces verts non traditionnels propices à la conservation ou à l'accroissement de la biodiversité. Ces espaces sont, par exemple, des terrains vacants, des emprises ferroviaires ou des mesures à la source de gestion durable des eaux de pluie.

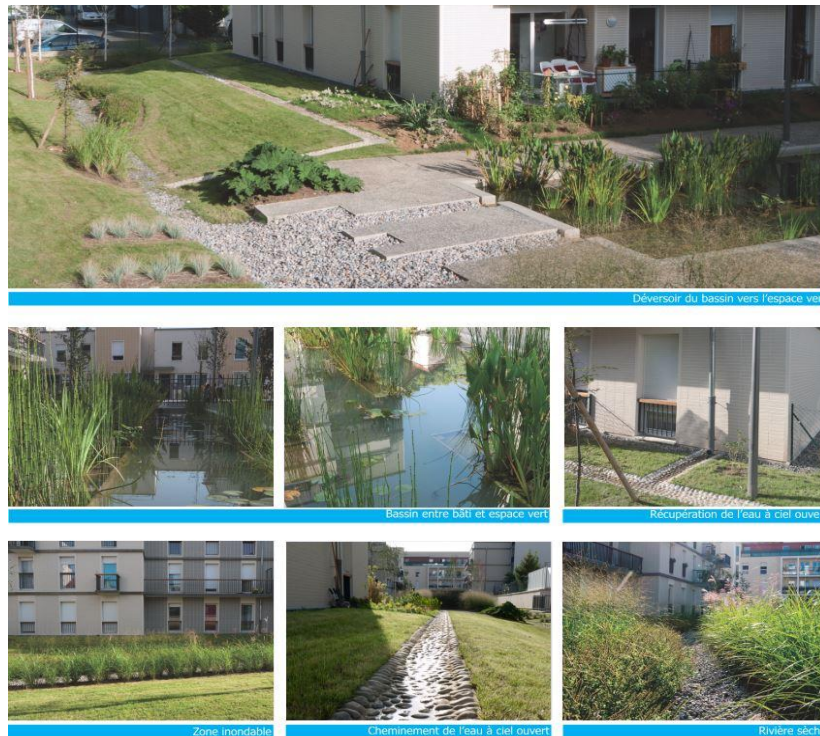
- **Les sites vacants, les sites industriels et les infrastructures désaffectées**

Plusieurs espèces profitent des sites vacants, des sites industriels abandonnés depuis plusieurs années et des infrastructures désaffectées. Des insectes et des invertébrés, tels que des coléoptères, des cicadelles, des punaises, des criquets et des papillons, ont ainsi été recensés dans les sites abandonnés de plusieurs villes du monde. De 1991 à 2001, en Angleterre, ils ont inventorié 78 terrains vacants et ont relevé 46 espèces de coléoptères considérées comme rares au Royaume-Uni. Dans le département des Hauts-de-Seine, à l'ouest de Paris, une étude menée de 2001 à 2005 répertoriant 98 sites abandonnés a montré que 58 % des espèces végétales de la région vivaient sur les terrains vacants, ce qui en faisait les habitats dont la flore était la plus diversifiée du département.

Des chercheurs états-uniens ont aussi montré que des terrains vagues urbains, même s'ils sont modérément contaminés, peuvent servir durant la nidification ou la migration d'oiseaux.

- **Les infrastructures vertes**

L'aménagement de zones d'infiltration des eaux pluviales et de mesures de gestion durable des eaux de pluie à la source contribue à protéger les cours d'eau. Ils participent également à accroître la biodiversité.



En effet, les jardins de pluie et les bassins de rétention végétalisés peuvent abriter différentes communautés fauniques.

- **Les emprises routières et ferroviaires**

Les emprises des routes et des voies ferrées offrent des habitats à différents animaux, notamment aux petits mammifères et aux invertébrés.

Des pratiques de gestion écologique de la végétation, où l'on ne tond pas systématiquement l'emprise sur toute sa largeur, permettent à une végétation variée de s'établir. Si la majorité des animaux considèrent les routes comme étant des endroits inhospitaliers, certains d'entre eux peuvent les emprunter pour leurs déplacements, comme le renard roux.

- **L'agriculture urbaine**

L'agriculture urbaine pratiquée dans les potagers des cours résidentielles, sur des toits verts et des balcons de même que dans des jardins communautaires participe à la biodiversité d'un territoire, en fournissant des habitats, notamment aux insectes et autres invertébrés, aux petits mammifères et aux oiseaux.



2.6 Diminuer le stress et la pollution des milieux naturels

Plusieurs espèces ne tolèrent pas les conditions urbaines et leur survie est menacée. Des actions peuvent être entreprises pour limiter la pollution et les sources de stress inhérentes aux conditions urbaines :

- Minimiser le ruissellement de nutriments et des polluants vers les plans d'eau en végétalisant les berges et en réglementant l'épandage d'engrais et l'utilisation de pesticides;



- Réduire et traiter les rejets dans l'eau (fuite des fosses septiques, rejets industriels, débordement du système d'égout) ;
- Interdire certains types de moteurs et limiter la vitesse des embarcations sur les lacs et les rivières navigables de manière à diminuer le batillage;



- Aménager correctement les espaces naturels et les boisés pour que les passages et les perturbations soient restreints à des endroits balisés. Par exemple, on aménagera des sentiers pédestres (1), des zones de naturalisation (2)) ; on aménagera des points

d'observation d'oiseaux (3) si le site s'y prête. On interdira par ailleurs la cueillette des végétaux (4), surtout si des espèces vulnérables ont été repérées sur le site;



- Réduire la pollution lumineuse en installant des équipements lumineux municipaux sobres et orientés vers le bas et en réglementant la pollution lumineuse sur le territoire;
- Réduire l'utilisation de sels de déglacage.

2.7 Restaurer les milieux naturels dégradés

La restauration vise à remettre dans un état proche de son état d'origine un écosystème terrestre ou aquatique altéré ou détruit généralement par l'action de l'homme. Différentes techniques de génie écologique sont utilisées en plus des méthodes de génie habituelles pour la restauration. Il peut s'agir de plantations, de recréation d'une pente naturelle ou de méandres, d'aménagement d'habitats pour la faune, du creusement de ruisseaux et de rivières enfouis, d'éradication de plantes ou d'animaux envahissants, etc. Souvent, le site devra être «nettoyé» avant d'être restauré en éliminant, par exemple, les infrastructures grises dégradées ou en le décontaminant.

Pour restaurer les milieux aquatiques, des interventions à l'échelle du bassin versant sont souvent nécessaires. Le fonctionnement des ouvrages de traitement des eaux usées, notamment des fosses septiques, l'épandage d'engrais et de pesticides, l'imperméabilisation du territoire peuvent faire l'objet d'interventions qui pourront améliorer l'environnement naturel. Il est également souhaitable de freiner l'expansion des espèces envahissantes par des programmes de lutte et d'éradication ainsi que par des

règlements visant le nettoyage des embarcations. Par exemple, les activités nautiques contribuent à la propagation du myriophylle à épi, de l'algue «didymo » et de la moule zébrée.

3. Le monitoring des projets de consolidation de la biodiversité

L'exercice de suivi (monitoring) permet d'évaluer les résultats d'une intervention et d'en surveiller l'évolution. Le monitoring utilise des indicateurs qui sont les mesures d'évaluation et de surveillance. Ils simplifient le processus de communication de l'état de la situation, en plus de faciliter les réorientations du plan d'action. Pour être efficaces, les indicateurs doivent servir à constater, à évaluer et à comparer les résultats. Ils doivent donc être mesurables, disponibles et compréhensibles.

3.1. Des indicateurs écologiques de conservation

Certains indicateurs écologiques permettent d'évaluer l'état de conservation des milieux :

- La proportion du territoire protégé ;
- Le nombre, la superficie et la proportion des habitats protégés de chaque type;
- La connectivité, par exemple, la distance entre les zones noyaux;
- Le nombre d'espèces menacées ou vulnérables;
- La taille des populations inventoriées ;
- La superficie de milieux humides;
- L'unicité et la maturité des groupements végétaux;
- L'intégrité écologique et l'artificialisation des milieux ;
- La superficie et la forme des espaces naturels ;
- La qualité de l'eau.

3.2. Des indicateurs sociaux de conservation

Les indicateurs sociaux concernent l'appropriation des objectifs de conservation par les citoyens. Les citoyens s'approprient ces objectifs s'ils sont correctement informés et sensibilisés, et s'ils ont des contacts avec les milieux naturels. Ces indicateurs peuvent être, par exemple :

- Le sentiment de responsabilité de protection de la biodiversité évalué par sondage;
- La fréquentation des milieux naturels, notamment pour les loisirs ;
- L'offre de parcs et d'espaces naturels accessibles à la population dans chaque quartier ;
- La distance moyenne minimale d'une résidence à un espace vert ou à milieu naturel;
- La participation des résidents à des corvées visant à «nettoyer » des espaces verts, par exemple.