

**UNIVERSITE DE M'SLIA
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE L'INGÉNIEUR
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**

**FILIÈRE
ENVIRONNEMENT ET ÉCOLOGIE VÉGÉTALE**

**Option
ÉCOLOGIE URBAIN**

Module

Projet de phytoécologie

Master 2^{ème} année

Semestre : 03

Volume Horaire Globale (VHG):h,

Cours :h,/TP:h,

Coefficient : 4 Crédit : 10

Unité UEF8

Réalisé par :

SARRI Djamel

Année scolaire 2021-2022

Intitulé du Master : ECOLOGIE
Intitulé de l'UE : UEF8
Intitulé de la matière : Projet de phytoécologie
Semestre : 03.
Nombre de crédits : 10
Coefficient de la Matière : 04

Objectifs de l'enseignement :

- Mise en œuvre des connaissances et outils de l'écologie végétale
- Réflexion sur le lien entre diversité et caractéristiques des écosystèmes forestiers naturels et diversité des potentialités forestières (choix des essences et des itinéraires sylvicoles)

Connaissances préalables recommandées : Ecologie végétale

Contenu de la matière :

- Introduction
- 1 - Définitions
- 2 - Spécificité du milieu urbain (climat, sol, air et pression de pollution)
- 3 - Caractéristiques des écosystèmes Urbains
- 4 - Contraintes biotiques
- 5 - Méthodes et outils de la géomatique au service de l'analyse et la gestion des espaces végétalisés urbain.
- 6 - Synthèse des disciplines utilisées pour résoudre des problématiques écologiques (pédologie, bioclimatologie, écologie végétale, botanique, statistiques, SIG et GPS)
- 7 - Traitement des données

Sorties sur terrain

Mode d'évaluation : Epreuve écrite
Présentation de comptes rendus des travaux réalisés

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

La bibliothèque de la Faculté dispose d'un fond documentaire appréciable

Introduction

L'écologie urbaine est un domaine de l'écologie (la science qui étudie les écosystèmes) qui s'attache à l'étude de l'écosystème : la ville. Il peut aujourd'hui, par vulgarisation et dans un but de sensibilisation aux problématiques environnementales, regrouper la prise en compte de l'ensemble des problématiques environnementales concernant le milieu urbain ou périurbain. Elle vise à articuler ces enjeux en les insérant dans les politiques territoriales pour limiter ou réparer les impacts environnementaux et améliorer le cadre de vie et la qualité de vie des habitants.



Un des défis de l'écologie urbaine est de conserver une place pour la biodiversité en ville, ce qui implique de lutter contre la fragmentation écologique en maintenant ou restaurant des continuités dans les villes morcelées par les routes (ici Rotterdam, aux Pays-Bas)

En invoque historiquement toujours les jardins de Babylone, mais, c'est l'École de Chicago qui est réputée être à l'origine du premier courant d'écologie urbaine, et même indirectement à l'origine de l'expression francophone « écologie urbaine », avec une approche peu liée à l'écologie scientifique, l'écologie urbaine y trouvant néanmoins une première expression avec les études sociologiques de l'École de Chicago, au début du XX^e siècle. Cette école marque aussi le début de l'application des sciences sociales à la ville, et plus généralement au phénomène urbain. L'écologie urbaine postule une interdépendance entre le citoyen et son environnement urbain, que la notion d'empreinte écologique élargira à la planète dans les années 1990-2000. La ville d'abord décrite sous forme d'aires plus ou moins naturelles (schémas concentriques de Burgess) par l'école de Chicago est vue comme un lieu source et puits, de flux et d'énergies, avec des impacts directs et indirects complexes vis-à-vis de la biodiversité et de la biosphère ou du climat. Il y règne des relations particulières entre citoyens, et la communauté urbaine est à la fois un modèle spatial et un ordre moral (Robert Park).

Selon Wikipédia : [Écologie urbaine — Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cologie_urbaine) 02/10/2021

Bien que les villes n'occupent que 2 pour cent de la surface du globe, leurs habitants utilisent 75 pour cent de ses ressources naturelles. Le monde s'urbanise également à un rythme accéléré: d'ici 2050, 70 pour cent de la population mondiale vivra dans les villes et les

agglomérations. Le développement urbain durable est fondamental, donc, pour assurer la bonne qualité de vie de la population mondiale. S'ils sont gérés convenablement, les forêts et les arbres dans les milieux urbains et périurbains peuvent contribuer de manière importante à la planification, à la conception et à la gestion de paysages durables et résilients. Ils peuvent rendre les villes:

- plus sûres - en réduisant l'écoulement des eaux d'orage et les impacts des tempêtes de vent ou de sable, en atténuant l'effet des îlots thermiques, et en facilitant l'adaptation aux changements climatiques ou l'atténuation de leurs effets;
- plus agréables - en offrant des espaces de récréation et des sites pour les événements sociaux ou religieux, et en améliorant les conditions météorologiques extrêmes;
- plus saines - en améliorant la qualité de l'air, en offrant des endroits propices à l'activité physique, et en promouvant le bien-être psychologique;
- plus prospères - en offrant la possibilité de produire des aliments, des médicaments et du bois, et en générant des services écosystémiques à forte valeur économique;
- plus diversifiées et attirantes - en offrant des expériences naturelles pour les résidents urbains et périurbains, en améliorant la diversité biologique, en créant des paysages diversifiés, et en préservant les traditions culturelles.

1 - Définitions de la phytoécologie

1.1 - Définitions selon les dictionnaires

- Étude des rapports entre l'environnement et la végétation.
- Etude des rapports entre le climat, la faune, le milieu et la végétation
- Etude du milieu naturel relativement aux végétaux, écologie végétale
- Étude du milieu (climat, sol, faune) dans ses rapports avec la végétation.
- C'est la science qui a pour but d'étudier les rapports entre l'environnement et la végétation.

1.2 - Définition, explications

La **phytoécologie** est la forme d'écologie appliquée aux plantes, aux végétaux, notamment en géobotanique avec les sciences de phytologie et de phytobiologie. Elle étudie les biocénoses végétales.

Par exemple, l'étude des groupes fonctionnels en phytoécologie est une application à l'étude des communautés végétales isolées. Pour chaque site isolé, les lisières et les zones centrales forestières font référence à différents groupes fonctionnels, en relation avec la structure de **l'isolat** et les effets de la perturbation. Ceci conduit à un compromis évolutif entre les plantes et leur environnement, et peut permettre de mieux comprendre les conséquences écologiques des perturbations.

La phytoécologie exploite pleinement le système de **Raunkiaer** pour les paramètres des plantes, notamment la taille des feuilles qui est une caractéristique simple à observer.

- **Un isolat** qualifie un matériel biologique prélevé sur un organisme vivant, en vue de son étude ou de sa culture in vitro. C'est aussi une population isolée des autres populations de la même espèce et qui acquièrent progressivement des caractères nouveaux spécifiques. Généralement, l'isolat en biologie, désigne une population consanguine isolée de populations similaires par des barrières physiologiques, comportementales ou géographiques.

- **Système de Raunkiaer** En botanique, le système de Raunkiaer est une classification des plantes, initiée par le botaniste suédois Christen C. Raunkiaer. Le système correspond à un descriptif des plantes fondé sur la position des bourgeons par rapport au sol lors de la mauvaise saison. Ce système permet un classement des plantes vertes. En différents groupes : aérophytes, amphiphytes, chaméphytes, cryptophytes, épiphytes, héliophytes, hémicryptophytes, hydrogéophytes, hydrophytes, hygrophytes, mésophytes, phanérophytes, thérophytes, xérophytes...

2 - Spécificité du milieu urbain (climat, sol, air et pression de pollution)

2.1 - Définition d'urbain et écologie urbaine

Urbain : relatif à la ville (e rural) Agglomération (ville + banlieue) de plus de 2000 habitants.

Écologie urbaine : partie de l'écologie qui étudie les biocénoses, biotopes et écosystèmes urbains.

Écologie urbaine : étude pluridisciplinaire et planification de la ville dans le but d'améliorer les conditions de vie urbaine dans un contexte de développement durable.

2.2 - Spécificité du milieu urbain

Les villes sont presque toujours plus chaudes, en moyenne, d'environ un demi-degré que les campagnes. L'hygrométrie de l'air s'en trouve, par conséquent, également changée. En réalité, la différence est plus marquée en hiver puisque la différence entre la température dans les campagnes et celle du centre-ville peut atteindre 4 à 5° C, plus même quand il fait très froid. La température dont on parle n'est pas celle mesurée sous abri, mais la température physiologique ressentie qui tient compte surtout du vent, mais aussi de l'hygrométrie.

L'éclairage public allonge sérieusement la photopériode pour un bon nombre d'êtres vivants. Les feuilles des arbres apparaissent plus tôt dans l'année et tombent aussi plus tard. Les oiseaux des quartiers bien éclairés commencent à nicher une bonne quinzaine de jours plus tôt que les oiseaux des quartiers obscurs.

Il y a toujours eu des espèces synanthropiques ou anthropophiles, c'est-à-dire très associées à l'homme et plus encore à son habitat. C'est le cas pour bien des animaux (hirondelles, martinets, moineaux, pigeons, effraie, chauves-souris, rats, souris, cafards, etc.), c'est aussi vrai pour maintes espèces végétales comme les rumex, les orties, les chélidonies, etc.

Les écosystèmes urbains sont différents selon l'importance qu'on a laissée au développement de la verdure.

Dans les centres villes, la verdure n'est plus représentée que par quelques arbres plantés çà et là le long des avenues. Dans les centres villes, la faune avicole est surtout représentée par le pigeon biset, le moineau domestique, le martinet et l'hirondelle des fenêtres.

3 - Caractéristiques des écosystèmes urbains

3.1 - Caractéristiques selon quelques organismes internationales

Selon CNRS, les écosystèmes urbains se composent de quatre sous-systèmes : **vert** (toute matière vivante incluant les sols), **gris** (zones bâties), **bleu** (zones côtières, rivières, eaux stagnantes, eaux de subsurface...) et **rouge** (environnement technologique et capteurs, informations, modèles, systèmes décisionnels).

Les trois premiers sont d'égale importance et sont interdépendants, le quatrième est une représentation abstraite qui montre les interactions et la dynamique des trois premiers.

La ville se développe à travers des dynamiques socio-géo-écologiques et des processus écologiques fortement liés entre eux.

Selon La comité français d'UICN l'écosystème urbain concerne l'ensemble des zones où des constructions humaines qui ont été réalisées et où la surface de ces infrastructures est supérieure à celle des zones naturelles présentes dans le périmètre. Il contient l'ensemble des zones construites, les réseaux (routiers, ferroviaires, ...) mais aussi les espaces verts créés par l'Homme. Les écosystèmes urbains présentent des caractéristiques spécifiques par rapport aux écosystèmes naturels :

- ils sont très dépendants des apports externes et ne fournissent pas toujours aux espèces l'ensemble des éléments nécessaires pour assurer leur cycle biologique efficacement.
- la qualité de l'environnement y est altérée, au niveau de l'air, de l'eau et des sols. Les nombreuses particules fines en suspension dans l'atmosphère participent à la nitrification des sols urbains et les concentrations élevées en azote et en phosphore ont des répercussions sur les eaux de surface et les eaux profondes, où l'on retrouve également d'autres polluants comme les métaux lourds.
- la température extérieure y est plus élevée en raison des gaz émis par les automobiles et les bâtiments (dioxyde de carbone, méthane, ozone), de la réflexion des rayons solaires sur les bâtiments et du phénomène d'îlot de chaleur urbain.
- ils présentent également une forte imperméabilisation de leurs sols, en grande partie recouverts d'asphalte.

De nombreuses études menées au niveau mondial constatent à la fois les effets négatifs de la ville sur l'installation d'espèces sauvages (pollution, destruction, fragmentation des habitats naturels, bruit intense et constant, éclairage permanent,...) et sur l'homogénéisation des communautés d'espèces (on retrouve les mêmes types d'espèces dans la plupart des grandes villes du monde). Ils montrent en même temps la capacité d'adaptation qu'ont certaines populations pour se satisfaire des espaces transformés par l'homme et qui présentent une absence de grands prédateurs et des ressources alimentaires abondantes. Ces milieux perturbés sont également très attractifs pour des espèces dites généralistes qui ont la capacité d'occuper des habitats très différents.

3.2 - Caractéristiques du climat urbain

- Température

Les villes sont plus chaudes que les campagnes environnantes la Moyenne annuelle : + 0.5-1 °C, les Minimaux hivernaux : + 1-3 °C, les Différences maximales : + 3-10 °C, la période de gel est réduite de 25 % et la période de végétation allongée de 8-10 jours ce qui favorise les espèces méridionales.

- Rayonnement infrarouge

L'absorption du rayonnement infrarouge augmente à cause de la pollution atmosphérique et le matériel à forte capacité calorifique.

- Production de chaleur

La chaleur augmente dans les milieux urbains à cause du chauffage des maisons et les moteurs de combustion.

- Diminution de l'évaporation

- L'évaporation de l'eau demande de l'énergie donc refroidit l'air

- Les forêts stockent l'eau, elle ne s'évapore que lentement (évapotranspiration) donc maintiennent un climat frais

- En ville absence de végétation et l'eau disparaît dans les canalisations

La taille de la ville influe sur la température, plus la ville est grande, plus il y fait chaud

- Humidité et précipitations

- L'humidité relative de l'air réduite et de 6 % en moyenne annuelle (2 % en hiver, 8 % en été)
- Absence d'humidité dans le sol ou la végétation donc l'eau de pluie est rapidement drainée.
- La température de l'air est plus élevée donc diminution de l'humidité relative
- Partiellement compensé par la libération de vapeur d'eau par les moteurs et le chauffage

- Augmentation des précipitations ?

- Îlot de chaleur donc augmentation des nuages de convection (cumulus)
- Les poussières de la pollution forment des noyaux de condensation
- Le vent déplace en altitude ces nuages

- Le vent

- Diminution des vents de 25 % en moyenne à cause des bâtiments qui devinrent un obstacle.
- L'effet de rafraîchissant affaibli donc l'apport d'air plus frais est limité
- La pollution n'est pas nettoyée par le vent
- Bâtiments élevés (quartiers de gratte-ciels) peuvent créer des turbulences locales
- Les vents nocturnes dus aux différences de température entre ville et campagne

- Lumière nocturne

L'éclairage nocturne est important des réverbères, des bâtiments, des décorations et des publicités

3.3 - Flore et végétation urbaines

3.3.1 - Quelques Définitions

Plante Rudérale : croît dans un site fortement marqué par la pression humaine (terrain vague, décombres, bord de chemin)

Plante Adventice : originaire d'une autre contrée et qui colonise un territoire sans qu'on l'y ait sciemment introduite; espèce indésirable, présente dans une culture

Plante Hémérochore (=anthropochore) : espèce non indigène mais profitant des perturbations humaines pour s'installer

Plante Apophytes : espèces indigènes qui ont profité des premiers défrichements

Plante Néophytes envahissantes : Espèces végétales introduites et se répandant rapidement, souvent cultivées dans les jardins et se développent au détriment d'espèces indigènes en milieu naturel

3.3.2 - Principaux écosystèmes urbains

Pour caractériser ou classer un écosystème urbains généralement on se base sur les critères suivants :

- Profondeur du sol

- Degré d'imperméabilisation
- Type de substrat
- Intensité lumineuse
- Fréquence des interventions
- Intensité du piétinement
- Eutrophisation
- Hasards de la dispersion des graines

On distingue :

- Pavés

Un peu de sol avec une légère infiltration de l'eau et un piétinement intense

- Pieds des murs, bords de routes

Fissures entre trottoir et murs ou en trou de très peu d'infiltrations, ils sont très sec et parfois très fertilisés par les chiens

- Gravier et voies CFF (Chemins de fer fédéraux)

- Sol souvent limité, très drainant
- Très fort rayonnement
- Désherbages chimiques fréquents
- Voies CFF peu ou pas utilisées et non entretenues

- Murs

- Fissures naturelles ou non dans les murs
- Ensoleillement parfois très intense donc très sec
- Façades couvertes de plantes grimpantes (lierre, clématite, vigne vierge, ...)

- Pied des arbres et des haies

- Forte variabilité d'entretien
- Important apport d'azote
- Meilleure rétention de l'eau (parfois arrosé en été)

- Pieds de haies et bosquets

- Friches

- Surfaces laissées à l'abandon de toutes tailles
- Succession primaire naturelle : gravier/goudron
- Fissuré - espèces pionnières - pelouses sèches buissons - forêt donc grande biodiversité
- Très revendiquées depuis quelques années pour densifier la ville

- Jardins

- Sol profond, non recouvert
- Herbicides et engrais souvent importants
- Perturbations fréquentes mais petites surfaces souvent négligés

- Gazons

- Sol profond non couvert

- En général entretien important (fauche et produits phytosanitaires)
- Arrosage en période sèche

Ecosystèmes naturels à semi-naturels

Villes comportent souvent des morceaux de « nature » : prairies maigres, rivières, forêts, ... Des surfaces de refuges pour faune et flore. Elles se rafraîchissent par l'eau qu'elles absorbent et le libèrent progressivement

3.4 - Définition de la biodiversité urbaine

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 (Müller, 2010b). La diversité des écosystèmes urbains est en effet caractérisée par la présence et l'influence marquée des humains (Kinzig et Grove, 2001 ; Savard et coll., 2000).

Les écosystèmes urbains sont caractérisés par leur hétérogénéité. La bio diversité 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 » (Mairie de Paris, 2010).

4 - Contraintes biotiques

4.1 - Biotope : définition, explications

Un biotope est une zone biologique avec des conditions environnementales uniformes qui offre un espace de vie physique limité, viable pour une biocénose (faune, flore et micro-organismes). En biologie et écologie, le biotope et sa biocénose forment un écosystème. L'écosystème est la plus petite unité de la biosphère.

Le biotope d'un organisme est le milieu caractérisé par des paramètres physico-chimiques et écologiques (température, sol, climat...) connus, auquel l'organisme est spécialement adapté. Le biotope, un milieu où vit une espèce, est principalement caractérisé par l'ensemble des êtres vivants qui l'habitent, sa biocénose.

Le biotope est le milieu de vie où les conditions écologiques (géologiques, géographiques, climatologiques) sont considérées comme homogènes et bien définies, intégré dans un écosystème.

4.2 - Facteur biotiques

La biocénose se caractérise par des facteurs écologiques biotiques de deux types :

- les relations intraspécifiques, qui s'établissent entre individus de la même espèce, formant une population. Il s'agit de phénomènes de coopération ou de compétition, avec partage du territoire, et parfois organisation en société hiérarchisée ;
- les relations interspécifiques, qu'un individu entretient avec les autres espèces (comme proie, prédateur ou dans le partage des ressources à sa disposition).

4.3 - Contraintes biotiques

Les facteurs déjà cités ci-dessus sont perturbés dans l'écosystème urbain.

La pollution est très fréquente dans les villes à cause de l'industrialisation qui progresse avec une vitesse très importante.

Le climat dans les villes est très défavorable à la végétation s'y installe.

Les constructions ou les batis perturbent la vie sociale des plantes qui peuplent les écosystèmes urbains (maque de sol, températures et précipitations faibles a absentes).

Les relations interspécifiques, qu'un individu entretient avec les autres espèces sont presque inexistantes.

5 - Méthodes et outils de la géomatique au service de l'analyse et la gestion des espaces végétalisés urbain

5.1 - Géomatique (définition)

Le mot « géomatique » est un néologisme issu de la contraction des termes « géographie » et « informatique ». Ce néologisme a été proposé, dans les années 1960 par Bernard Dubuisson.

Bernard Dubuisson considérait que sa profession se renouvelait grâce à l'informatique. Il eut alors l'idée de mettre en avant le rôle croissant de l'informatique en géographie par la création de ce néologisme.

C'est au Québec que le terme de « géomatique » va se développer puis dans le monde entier.

La géomatique regroupe l'ensemble des outils et des méthodes permettant d'acquérir, de représenter, d'analyser et d'intégrer des données géographiques.

La géomatique regroupe au moins trois activités distinctes :

- la collecte des données géographiques,
- le traitement de ces données
- la diffusion de ces données

Les outils informatiques apparaissent indispensables à ces trois activités. La géomatique est donc bien la discipline où la géographie (les données géographiques) et l'informatique sont indissociables.

Dans les faits, la géomatique est une science qui permet d'appréhender des phénomènes naturels ou anthropiques (liés à l'activité humaine) en manipulant des informations numériques dans des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Aujourd'hui, la géomatique se repend sur le web par le biais notamment du « WebMapping ».

Mais la géomatique dans le monde municipal n'est pas un outil isolé et elle doit s'intégrer aux tâches courantes ; c'est en fait un outil « transversal », qui améliore les opérations sectorielles des divers domaines d'activités de l'organisme en permettant l'intégration et l'analyse de toute l'information à référence spatiale. La géomatique vient ainsi faciliter et bonifier le travail des gestionnaires et faciliter une prise de décision

Les professionnels travaillant à l'étude de la géomatique et de ses logiciels sont appelés des **géomaticiens** (chef de projet ou ingénieur en système d'information géographique, administrateur SIG, technicien cartographe ou en traitement des données, gestionnaire de bases de données spatiales, architecte SIG...).

5.2 - L'information géographique

Au préalable, il est important de bien préciser ce qu'est l'information géographique. L'information géographique est la représentation d'un objet ou d'un phénomène réel ou imaginaire, présent, passé ou futur, localisé dans l'espace à un moment donné (quelles qu'en soient la dimension et l'échelle de représentation). Il s'agit d'un type d'information très répandu, décrivant des objets, phénomènes, êtres vivants ou sociétés, dès lors qu'ils sont reliés à un territoire. Les deux principales composantes de l'information géographique sont :

- l'information relative à un objet décrit par sa nature, son aspect : c'est le niveau sémantique. L'ensemble des attributs de l'objet forme ses attributs (comme par exemple : le numéro d'une parcelle cadastrale, le nom d'une route, le nom d'une rivière, le nombre d'habitants d'une commune...);
- la forme et la localisation de l'objet sur la surface terrestre, exprimés dans un système de coordonnées explicite : c'est le niveau géométrique. Un système de coordonnées peut être valable sur tout ou partie de la surface terrestre ou autre (comme par exemple le système géodésique mondial WGS 84). On peut aussi définir un système de « coordonnées relatives » par rapport à un point d'origine quelconque, comme c'est souvent le cas pour les relevés topographiques.

Il est possible d'associer à ces deux composantes une troisième composante qui concerne les relations d'un objet avec les autres.

- C'est le niveau topologique (comme par exemple : la contiguïté entre deux communes, l'inclusion d'une parcelle dans une commune, l'adjacence entre les différents nœuds des tronçons constituant des parcelles cadastrales...).

Pour représenter l'information géographique, il existe trois formes de représentation (Figure) :

Premièrement, l'information géographique peut être représentée sur une image, où l'on peut voir une multitude d'objets (comme par exemple une photo aérienne ou une image satellite) sans connaître directement leurs attributs (on ne voit pas le nom de la route, ni le nombre d'habitants des communes).

Deuxièmement, l'information géographique se prête particulièrement bien à la représentation sur une carte, où l'on situe les objets et les phénomènes dans un repère général et homogène.

Troisièmement, l'information géographique peut être représentée par un texte ou un fichier de données littérales, où elle est représentée par des données numériques et par une adresse (comme par exemple les fichiers des abonnés à l'ADSL qui contiennent nom, prénom, numéro de téléphone, adresse postale...).

Ces trois formes de représentation sont distinctes mais complémentaires :

- l'image comporte surtout des données géométriques (forme, dimensions, localisation).
- le texte ou le fichier littéral comporte surtout des données sémantiques (attributs).
- la carte comporte des données à la fois sémantiques et géométriques.

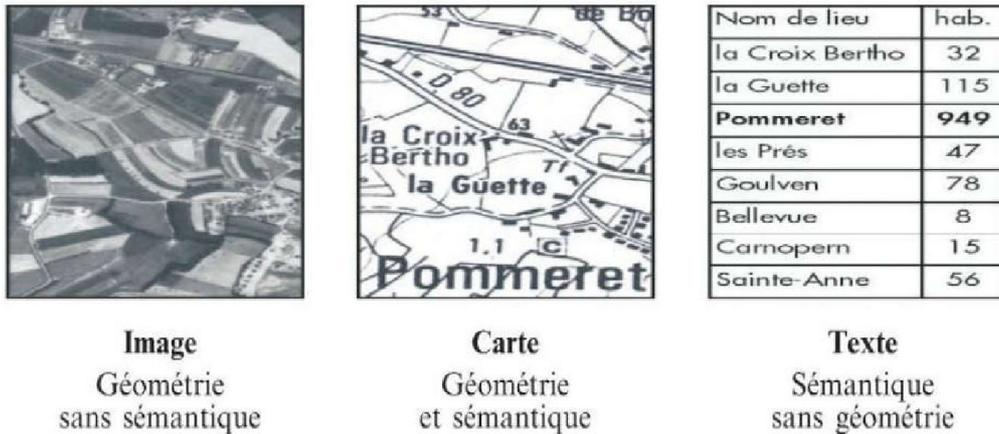


Figure . Les trois modes de représentation de l'information géographique (Denègre et Salgé, 2004)

D'un point de vue numérique, il existe deux modes de représentation (Fig. 9). Le mode maillé (ou raster en anglais), où la surface de la carte ou de l'image est décrite selon un balayage ligne par ligne. Chaque ligne est composée de pixels. C'est mathématiquement ni plus ni moins qu'une matrice (dans le langage usuel un tableau de chiffres). Le deuxième mode de représentation est le mode vecteur, où chaque objet représenté sur la carte est décrit par un ou des points successifs composant sa forme.

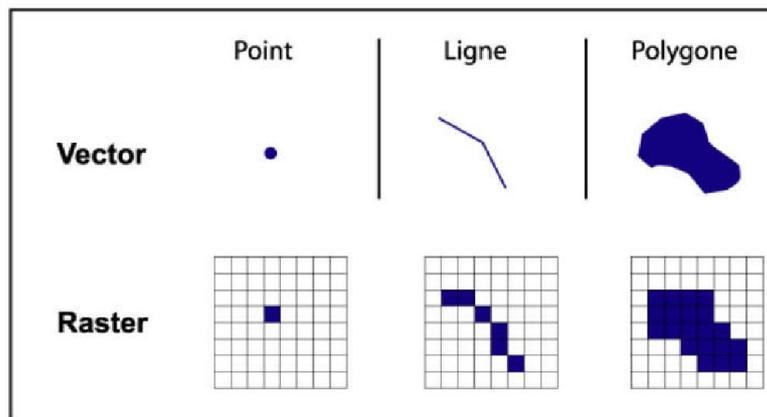


Figure . L'information géographique en mode numérique et les formes d'objets

5.3 - Les systèmes d'information géographique

Denègre et Salgé résumant parfaitement la vocation principale des Systèmes d'Information Géographique : « rassembler, au sein d'un outil unique, des données diverses mais localisées dans le même espace géographique, relatives à la fois à la Terre et à l'homme, à leurs interactions et à leurs évolutions respectives, quels que soient les domaines concernés : physiques, sociaux, économiques, écologiques, culturels, etc. Ce rassemblement permet d'élaborer les synthèses indispensables à la prise de décision dans tous ces domaines, aussi bien dans les situations de crise que dans les évolutions à long terme ».

A l'instar de tout système d'information, un SIG est, par définition, un système permettant de communiquer et de traiter l'information, en l'occurrence de l'information géographique, c'est-à-dire, au sens étymologique du terme, de l'information décrivant le monde terrestre.

Dans ce cadre, le but ultime d'un SIG est l'aide à la décision, appuyée sur des connaissances géographiques et des moyens de traitement, de représentation et de communication de celles-ci. Dans les faits, le SIG est donc présent dans l'ensemble des phases consistant à acquérir, représenter, analyser et diffuser de l'information géographique. Ainsi, au cours des années 1980, la notion de Système d'Information Géographique s'est imposée comme l'objectif général de la géomatique, englobant l'ensemble des éléments, relations et fonctions liés à l'exploitation des connaissances sur l'espace terrestre. Un SIG possède alors deux originalités essentielles :

1) la capacité de gérer et de traiter les relations spatiales entre objets ou phénomènes dans l'espace terrestre, ce qui implique des fonctions d'analyse spatiale (non courantes dans les traitements d'information classiques) et de synthèse pour l'aide à la décision ;

2) la représentation visuelle de cet espace sous la forme d'une carte ou d'un plan, ce qui implique des fonctions de conception et de production cartographiques, constituant en elles-mêmes un langage différent du langage ordinaire (textuel ou numérique).

Les SIG possèdent de nombreux domaines d'application : l'aménagement du territoire ; la gestion du trafic ; la gestion des réseaux techniques ; l'agriculture ; la protection de l'environnement ; la gestion des risques technologiques et naturels...

Le SIG permet aussi le suivi de la végétation et aide à la classification et l'obtention de groupe végétale comme pour notre cours les groupes écologiques

5.4 - Identification des groupements végétaux

Un groupement végétal (prairial ou autre) rassemble des espèces qui vivent dans un milieu donné. Ces espèces sont strictement liées à des milieux bien définis, d'autres peuvent occuper des milieux assez différents. La phytosociologie classe les groupes d'espèces qui cohabitent ou au contraire s'excluent mutuellement. Il est donc très intéressant de pouvoir identifier par la télédétection des groupements végétaux. En effet, si l'on admet que les groupements végétaux sont de bons intégrateurs des conditions de milieu, on acquiert ainsi une information sur :

- les différents types de couverts végétaux ;
- les conditions du milieu ;
- les modes d'exploitation ou l'usage qu'en fait l'homme.

Des groupements végétaux seront identifiables par télédétection s'ils présentent, à une date donnée, un comportement spectral particulier, permettant de les séparer d'autres groupements. Ce comportement spectral sera sous la dépendance des stades phénologiques et des états physiologiques des espèces les plus abondantes dans le groupement.

6 - Synthèse des disciplines utilisées pour résoudre des problématiques écologiques (pédologie, bioclimatologie, écologie végétale, botanique, statistiques, SIG et GPS)

Pour résoudre les problématiques on utilise la pédologie, la bioclimatologie, l'écologie végétale, la botanique, les statistiques, le SIG et le GPS selon l'approche phytoécologique (cette approche est la solution qui fait la synthèse de toutes ces disciplines).

6.1- L'étude phytoécologique

L'objectif de l'étude est la relation milieu-végétation exprimé par l'état de l'essence principale de la station.

Ceci est en fait, le souci primordial de la phytoécologie qui est une discipline qui vise surtout à «étudier la végétation de manière à dégager les groupes d'espèces qui sont indicateurs des conditions écologiques prépondérantes». (Long,1975)

Compte tenu de l'objectif si on opte pour un échantillonnage stratifié, qui va se basé sur la collecte préalable d'informations et de l'analyse des documents préexistantes, ce qui permet de «chercher une exploitation plus poussée du tapis végétale et du mode d'action des variables écologiques prépondérantes' »

En essayant de s'affranchir de la flore et d'élaborer une classification purement écologique.

- La notion du milieu par rapport au végétal n'est pas toujours claire (facteurs de remplacement)
- La concurrence entre les espèces
- La végétation elle-même intervient dans la constitution et l'évolution du milieu
- En ne doit pas oublier la notion d'écotype.
-

6.1.1 - Etape analytique

6.1.2.1 - Réalisation des relevés phytoécologiques

Les relevés phytoécologiques seront réalisés sur chaque strate homogène identifiée, avec en évitant les zones limitrophes et les micros stations.

Nous avons effectué en générale, un relevé par strate homogène et plus de 1 lorsque l'hétérogénéité a été décelées au sein de la même unité.

On réalise n relevés, chaque relevé comporté des données floristiques et écologiques. « Variable prépondérante : Est une variable "qui a un niveau de perception donné, et pour un Territoire géographique défini, et susceptible de jouer un rôle significatif pour l'exploitation écologique de tout une partie du tapis végétal ".»

6.1.2.2 - Relevé floristique

Les relevés floristiques comportent une liste exhaustive des espèces présentes à l'intérieur de la surface minimale choisi ou calculé, chaque espèce suivie par son coefficient d'abondance dominance avec évaluation de son recouvrement.

Le relevé comporte aussi le type physionomique de la formation, le cinq premières espèces dominantes, le type de litière.

6.1.2.2.1 - Formulaire d'inventaire de la végétation (Définition du relevé donnée par Godron 1983)

Le relevé est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques concernant un même milieu déterminé.

- Identification: (numéro du relevé, numéro de l'auteur et son nom et la date).
- Situation et localisation: (carte topographique, versant, nom du lieu, commune te daim, numéro de la parcelle, prendre des photos, faire un schéma ou un croquis).
- Bioclimat: (étages bioclimatiques, accidents météorologiques).
- Relief et topographie: description du relief, altitude, pente, exposition.
- Sols: étude de la surface du sol indication du type de sol (texture, structure, couleur, érosion, (type et intensité)), conditions hydriques.
- Conditions hydriques
- Mode d'exploitation type d'utilisation des terres (T.U.T.)

- Végétation: indication générale sur le type de végétation
- Le relevé doit être fait dans des conditions de végétation et du milieu homogènes. Pour apprécier l'homogénéité de la végétation et du milieu on tient compte de l'aspect physiognomique de la structure et la composition floristique de la couverture végétale.
- Délimitation de strate: recouvrement, espèces dominantes
- Chaque strate est étudiée séparément, pour chaque espèce on indique: l'abondance-dominance, sociabilité, type biologique, stade phénologique, état de santé.

6.1.2.2.2 - Les données écologiques

Les paramètres abiotiques qui régissent la répartition de la végétation sont :

1. qui sont estimés sur le terrain telle que :
 - Altitude.
 - Exposition
 - La pente
 - La position topographique
2. qui sont extrapolés à partir de données de référence, tels que :
 - les paramètres climatiques (Précipitation, Température soit M ou m).
3. Les caractères relatifs à la surface du sol dont :
 - La recouvrement de la litière.
 - Pourcentage de sol nu, des cailloux et des blocs
 - Affleurement de la roche mère.
4. Les caractères morphologiques et physico-chimiques du sol qu'on observés sur le terrain tel que, la couleur, la profondeur de chaque horizon, la perméabilité, le pourcentage en éléments grossières et l'enracinement, soit déterminés après analyse au laboratoire telles que la texture (sable, argile, limons) et la composition chimique, dont le carbone, l'azote, le calcaire actif, le calcaire total, le rapport C/N et le taux de matière organique.

6.1.2 - Etape synthétique

6.1.2.1 - Méthode Fréquentielle Ou Phytoécologique

La méthode phytoécologique est basée sur la détermination de groupes écologiques et donc sur la mise en évidence d'espèces indicatrices d'un ou plusieurs facteurs écologiques. Pour cela il faut d'abord découper les facteurs étudiés en classes, ensuite déterminer le nombre total de relevés réalisés dans chaque classe du facteur écologique étudié (profil d'ensemble), puis déterminer le nombre de relevés, par classe du facteur étudié, où l'espèce est présente (profil des fréquences absolues), et enfin calculer les fréquences relatives de l'espèce dans chaque classe, tracer son profil (histogramme correspondant) et l'analyser pour dire si elle est ou non indicatrice du facteur.

6.1.2.2 - Découpage des facteurs en classes

On appelle classe d'un facteur un intervalle quelconque de valeurs consécutives de ce facteur. Pour un grand nombre de facteurs les classes sont connues avant l'étude (ex : pH, texture, etc.). Mais, pour d'autres facteurs leur variation n'est connue qu'à la fin de l'étude. Il faut donc faire soi-même le découpage du facteur en classes. Pour cela le nombre de classes doit être suffisamment élevé et, si possible, les intervalles de valeurs doivent être égales.

6.1.2.2.1 - Profil d'ensemble

Le profil écologique d'ensemble donne le nombre de relevés où chacune des classes du facteur écologique en question, a été enregistrée.

Exemple: pour mesurer le degré d'ouverture des ligneux bas (= recouvrement global des strates ligneuses basses) on a reconnu sept degré (ou classes de degrés) :

- 1- Fermé (recouvrement global > à 90%)
- 2- Peu ouvert (compris entre 90 et 75%)
- 3- Semi-ouvert (compris entre 75 et 50%)
- 4- Ouvert (compris entre 50 et 25%)
- 5- Très ouvert (compris entre 25 et 10%)
- 6- Extrêmement ouvert (< à 10%)
- 7- Totalement ouvert (recouvrement nul)

Dans une étude effectuée dans la haute vallée de Liptov dans le Nord-est de la Tchécoslovaquie, 65 relevés ont été effectués conformément au profil d'ensemble suivant:

Profil d'ensemble relatif au degré d'ouverture des ligneux bas dans l'étude de la haute vallée de Liptov :

Classes	1	2	3	4	5	6	7
Nombre de relevés	0	3	4	11	11	12	24

Un tel profil met en évidence les particularités de l'échantillonnage analysé. Dans ce cas particulier, il souligne le fait que les formations échantillonnées comprennent généralement peu de ligneux bas. Les profils d'ensemble bruts peuvent être représentés sous la forme d'un histogramme.

6.1.2.2.2 - Profil des fréquences absolues

Ces profils représentent le nombre de présences d'une espèce particulière dans les classes du facteur écologique.

Exemple :

Profils écologiques bruts des fréquences absolues de *Myosotis scorpioides* relativement à l'humidité stationnelle dans l'étude de la vallée de Liptov :

Espèce	Humidité de la station								
	très sèche	Sèche	assez sèche	Moyenne	Assez Humide	humide	Très Humide	extrême humide	Ensemble de relevés
Présences	0	0	1	0	4	1	6	2	14
Profil d'ensemble	2	9	13	15	12	2	7	4	65

Ce profil peut être représenté graphiquement par un histogramme.

Lorsque le profil d'ensemble est régulier, c'est-à-dire lorsque les relevés sont uniformément répartis dans les différentes classes du facteur écologique en question, les fréquences absolues sont parfois utilisées pour caractériser le comportement écologique des espèces.

Mais, lorsqu'ils présentent des irrégularités (ex : profil de *Myosotis*) ces profils risquent de conduire à tirer des conclusions erronées sur l'écologie des espèces parce que leur signification dépend de l'échantillonnage.

En fait, il faut tenir compte du nombre total de relevés effectués dans chaque classe, c'est-à-dire du profil d'ensemble. Ainsi, en examinant le profil de *Myosotis scorpioides* on pourrait penser que celle-ci est 2 fois plus fréquente dans la classe 5 que dans la classe 8.

Or, il y a 12 relevés dans la première et 4 seulement dans la seconde, par conséquent, *Myosotis* est plus fréquente dans la classe 8 (50% des relevés) que dans la classe 5 (33% des relevés). Pour cela les profils des fréquences relatives sont mieux indiqués pour tirer des conclusions quant à l'écologie des espèces.

6.1.2.2.3 - Profil des fréquences relatives

Le profil des fréquences relatives d'une espèce est, en considérant l'ensemble de tous les relevés de la classe du facteur en question, l'expression en pourcentage du nombre de relevés qui contiennent l'espèce.

$$\text{Fréquence relative} = \frac{\text{Nb. de rel. de la cl. du fact. où l'esp. est présente}}{\text{Nb. total de rel. de la classe du facteur considéré}} \times 100$$

$$\text{Fréquence Relative} = U(K) / R(K)$$

Comme pour le profil des fréquences absolues, ce profil peut être aussi représenté graphiquement par un histogramme.

6.1.2.2.4 - Profil des fréquences corrigées.

Le profil écologique des fréquences relatives donne des fréquences faibles pour les espèces rares et des fréquences élevées pour les espèces présentes un grand nombre de fois.

Il est donc nécessaire de tenir compte de la fréquence de chaque espèce dans l'ensemble des relevés pour corriger les écarts entre les espèces rares et les espèces fréquentes. Pour cela, on établit un indice appelé "fréquence corrigée", en divisant les fréquences relatives des présences (ou des absences) de chaque espèce dans chacune des classes du paramètre étudié, par la fréquence relative moyenne des présences de l'espèce dans l'ensemble des relevés.

On a la fréquence corrigée $C(K)$:

$$C(K) = \frac{\{U(K)/R(K)\}}{\{U(E)/NR\}}$$

$U(K)$ = Nombre de relevés de la classe K du facteur considérée où l'espèce E est présente.

$R(K)$ = Nombre total de relevés de la classe K du facteur considéré

$U(E)$ = Nombre total de relevés où l'espèce E est présente

NR = Ensemble des relevés

Exemple :

Espèces	Humidité stationnelle								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Myosotis scorpioides</i>	0	0	1	0	4	1	6	2	14
<i>Ranunculus flamula</i>	0	0	0	0	1		3	1	5
Profil d'ensemble	2	9	13	15	12	2	7	5	65

Le profil écologique des fréquences moyennes corrigées qui tient compte de la fréquence moyenne des espèces dans l'ensemble des relevés permet de déceler la similitude écologique du comportement de ces espèces qui n'apparaît pas au seul examen des profils des fréquences absolues ou des fréquences relatives.

6.1.2.2.5 - Détermination des espèces indicatrices.

Elle se base sur l'analyse des profils de fréquences absolues (lorsque celui-ci est régulier) ou sur celle des profils des fréquences relatives ou sur celle des fréquences corrigées.

Une espèce est indicatrice lorsque sa fréquence ou sa quantité dans les relevés varie de façon significative avec les classes du facteur. C'est-à-dire lorsqu'elle présente des fréquences importantes dans quelques classes d'un facteur et pas dans les autres. Dans le cas contraire on a affaire à une espèce indifférente.

La plupart des espèces, sinon toutes, sont indicatrices ou préférantes pour toute une série de facteurs. Ce n'est que si l'espèce est indifférente pour tous les facteurs sauf un qu'elle est indicatrice d'un seul facteur.

L'ensemble des classes du facteur où la fréquence de l'espèce n'est pas nulle constitue l'intervalle de cette espèce. Si la fréquence ou la quantité de l'espèce varie régulièrement dans les classes ordonnées, on a un gradient.

On dit que l'espèce est préférante pour le groupe de classes du facteur où elle a la fréquence ou la quantité maximale.

On appelle domaine écologique d'une espèce, l'intervalle écologique dont elle est indicatrice. Donc une espèce est indicatrice non pas d'un facteur écologique, mais d'un domaine écologique.

On appelle facteur discriminant un facteur pour lequel il existe au moins une espèce indicatrice définissant un intervalle. On appelle seuils écologiques les valeurs critiques du facteur qui limitent le domaine.

6.1.2.2.6 - Détermination d'un groupe écologique

On appelle groupe écologique un ensemble d'espèces indicatrices présentant la même réaction relativement à un facteur écologique, c'est-à-dire des profils de fréquences corrigées semblables.

6.1.2.2.7 - Analyse des irrégularités des profils écologiques.

Il est admis que les diagrammes de fréquences (ou d'importance quantitative) des espèces, ont une forme sensiblement gaussienne : l'espèce présente une zone de fréquence ou de quantité maximale correspondant à son optimum, bordé de chaque côté de zones de fréquences (ou de quantités) décroissantes jusqu'à la disparition de l'espèce. Cependant, il existe des courbes très diverses, souvent très irrégulières. Les causes d'irrégularité sont nombreuses :

1°) Le hasard peut jouer un rôle, surtout dans le cas où certaines classes d'intensité sont mal représentées.

2°) l'existence de corrélations, entre le facteur étudié et d'autres facteurs importants, inégalement fréquentes dans les différentes classes.

Ex : *Centaurea schouwii*, habituellement absente des sols sableux, paraît moins fréquentes, lors d'un échantillonnage, dans les zones de Tunisie comportant 1000 mm de pluies que dans celles avec 800 et 900 mm. En fait, la première comportait davantage de relevés sur sable que les deux autres. Si on ne tient compte que des relevés effectués dans des sols de texture favorable, la courbe plafonne à partir de 800m. La correction des courbes est donc possible quand on compare les profils de l'espèce pour différents facteurs.

3°) Existence de micromorphes ou d'écotypes de l'espèce considérée : la courbe construite est en réalité la superposition de deux ou plusieurs courbes différentes. Elle aura un aspect plurimodal si ceux-ci ont un comportement suffisamment distinct. Dans ce cas, il sera possible de rechercher sur le terrain l'existence d'une discontinuité éventuelle du comportement écologique. L'étude très précise de la morphologie ou de l'anatomie peut permettre de déceler des microdifférences phénotypiques.

4°) La concurrence d'une espèce qui a son optimum quantitatif dans un certain intervalle d'un facteur peut en éliminer une autre (surtout si elle a un grand recouvrement aérien ou souterrain).

5°) Le remplacement des facteurs peut jouer un rôle dans la diminution progressive de la fréquence constatée pour beaucoup d'espèces quand on s'éloigne de leurs conditions climatiques optimales.

Ex : cas du *Quercus pubescens* qui dans les Cévennes se développe à moyenne altitude sur tous les sols et à toutes les expositions, alors que dans la plaine Languedocienne il ne se rencontre plus que dans les bas-fonds suralimentés en eaux, sur sol siliceux et frais.

7 - Traitement des données

Le traitement des données géographiques est souvent effectué dans des logiciels spécialisés appelés SIG (systèmes d'information géographique). Il en existe plusieurs logiciels dont: ArcGIS, GeoConcept, Intr@Geo, MapInfo, StarGIS, GeoMedia, AutoCadMap, ERDAS et Arcview.

Les logiciels SIG étant souvent très chers, ce domaine connaît une croissance exponentielle des logiciels libres tels que Grass, Jump, Udig, Quantum GIS, GvSIG, NASA World Wind...

L'intérêt d'un SIG dépendant fortement des données (elles aussi très chères), les SIG évoluent lentement vers des architectures « n-tiers » interopérables grâce au respect de normes de services web édictées par un regroupement mondial des éditeurs, l'Open Geospatial Consortium (OGC). Internet joue donc un rôle de plus en plus important dans le développement des SIG, en particulier grâce à des logiciels libres tels que MapServer, souvent plus performant que les alternatives payantes.

Les SIG professionnels reposent sur des bases de données géographiques telles qu'Oracle spatial, ArcSDE, ou PostGIS. La base de données géographique PostGIS est très puissante, libre, et gratuite.

Le but de ces outils est non seulement de pouvoir afficher les informations géographiques sur différents référentiels (par exemple, superposer une orthophotographie aux parcelles cadastrales), mais aussi de réaliser des croisements (existe-t-il une corrélation entre l'habitat social et la petite délinquance ?), d'interroger les bases (où se trouve la borne d'incendie n° 342Z, quel est son débit d'eau et comment y va-t-on ?), de créer des cartes synthétiques ou thématiques, etc.

Toutefois, pour ne pas trop charger la carte, les croisements ne peuvent dépasser 3 ou 4 variables par carte. Au-delà, il faut faire plusieurs cartes, ou, si les variables sont nombreuses, s'orienter vers des techniques comme l'iconographie des corrélations, pour une représentation sur un graphe unique.

Références bibliographiques

Missaoui Khaled 2020: Cours destiné aux étudiants : MASTER ECOLOGIE. Ecologie Urbaine
RAMADE F. 1984 : Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. MacGraw-Hill, 452p

Ozenda P. 1982: Les Végétaux De La Biosphère. Ed. Doin. Paris. 421p.

Godron M. 1983: Pour Le Relevé Méthodique De La Végétation Et Du Milieu: Principe Et Transcription Sur Carte Factorielle. Paris.

Duvigneau P. 1984 : La Synthèse Ecologique. Ed. Doin, Paris. 380p.

Gounot M. 1969: Méthodes D'études Quantitatives De La Végétation. Ed.Masson Et C' Paris. 314p

Gounot M. 1969: Méthodes D'inventaire De La Végétation. Article Original. 73p

Raffaele Cattedra, « Chapitre I. Les Grands Projets Urbains A La Conquête Des Périphéries », *Les Cahiers D'emam* [En Ligne], 19 | 2010, Mis En Ligne Le 10 Février 2012, Consulté Le 30 Septembre 2021. Url :

[Http://Journals.Openedition.Org/Emam/114](http://Journals.Openedition.Org/Emam/114) ;

Doi :

[Https://Doi.Org/10.4000/Emam.114](https://Doi.Org/10.4000/Emam.114)

Presses De L'université De Montréal, 2000 : Conditions D'utilisation : [Http://Www.Openedition.Org/6540](http://Www.Openedition.Org/6540).

Machon Nathalie 2021 : Quelle Biodiversité En Ville ?, Encyclopédie De L'environnement, [En Ligne Issn 2555-0950] Url : <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/biodiversite-en-ville>