

De gauche à droite et de haut en bas :

Celtis australis L., *Crepis* sp., *Urospermum dalechampii* (L.) Scop., ex F. W. Schmidt

Heliotropium europaeum L.,

Avena barbata Pott. ex Link, *Cymbalaria muralis* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Parietaria judaica* L.

Composition spécifique et fonctionnelle comparée de la flore spontanée des jardins privés d'un village du Luberon (Lauris, Vaucluse) et d'une grande agglomération (Marseille, Bouches-du-Rhône)

Angèle BOSSU*, Stéphanie MANEL**, Audrey MARCO***, Myriam CARRÈRE****
& Valérie BERTAUDIÈRE-MONTÈS*

RÉSUMÉ

Les territoires méditerranéens, fortement attractifs par la qualité du cadre de vie qu'ils proposent, connaissent depuis maintenant plusieurs dizaines d'années une urbanisation grandissante. Les effets de cette urbanisation se font ressentir entre autres sur la diversité végétale qui compose ces territoires. L'étude d'un village du Luberon (Lauris) et d'une grande agglomération (Marseille) a permis d'évaluer les changements de composition spécifique et fonctionnelle des communautés végétales spontanées des jardins privés le long de gradients de densité de bâti. La composition fonctionnelle a été comparée à la composition spécifique des communautés. Alors que la composition spécifique diffère entre Lauris et Marseille, la composition fonctionnelle ne varie pas entre les deux communes. Cependant, au sein des deux sites, la composition fonctionnelle et la composition spécifique des communautés végétales des jardins des zones de forte densité de bâti est différente de celle des jardins de périphérie. On trouve notamment plus d'espèces compétitrices et rudérales se disséminant de préférence par endozoochorie en centre-ville ou villageois. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'aménagement urbain (la hauteur du bâti étant une barrière à la dispersion) et les conditions environnementales (teneur en nitrate plus importante des sols).

Mots-clés : traits biologiques, jardin privé, région méditerranéenne, gradient d'urbanisation, friche.

TITLE

Species and functional composition of spontaneous flora in private gardens, a comparison between a Luberon village (Lauris, Vaucluse) and a large city (Marseille, Bouches-du-Rhône)

ABSTRACT

The attractiveness of region like regional natural park of Luberon leads to an increase of population, inducing urbanization. These changes of land use modify the vegetal communities. The study of a Luberon village (Lauris) and a large city (Marseille) were used to evaluate the specific and functional composition of the spontaneous flora of the private gardens along urbanization gradient. Both functional and taxonomic composition of the communities were compared. While the taxonomic composition differs between Lauris and Marseille, the functional composition does not vary between the two communes. However, within the two sites, the functional composition of the vegetal communities of the gardens located in the high built-up density zones differed from gardens located in the peripheral zones; they contained more competitive and ruderal species, disseminated preferentially by endozoochory. These results can be explained by the urban design (the height of building is a barrier to dispersion) and the environmental conditions (more important nitrate concentration in the soil).

Keywords : Functional traits, Private garden, Mediterranean region, Urban gradient, Former field

* LPED Laboratoire Population-Environnement-Développement (UMR 151 AMU/IRD) Aix-Marseille Université, Centre Saint-Charles case 10, 3 place Victor Hugo, 13331 Marseille CEDEX 03 - angele.bossu@gmail.com

** Biogéographie et écologie des vertébrés (EPHE), Centre d'écologie fonctionnelle & évolutive, UMR 5175, campus CNRS, 1919 route de Mende, 34293 Montpellier CEDEX 5

*** LAREP, Laboratoire de recherche en paysage, Ecole nationale supérieure de paysage (ENSP), Versailles Marseille, 31, boulevard d'Athènes 13232 Marseille CEDEX 01

**** INRA, UMR1135 LAMETA Laboratoire montpellierain d'économie théorique et appliquée, F-34000 Montpellier, France

INTRODUCTION

L'urbanisation est l'un des changements de mode d'occupation du sol le plus préjudiciable à la biodiversité (McKinney, 2002). Pourtant, de nos jours, la population urbaine tend à augmenter. La région PACA est un bon exemple de cette progression avec 76% de la population occupant uniquement 10% de son territoire (INSEE, 2012). Dans la région, l'urbanisation s'est étendue initialement sur le littoral et la vallée du Rhône (EEA, 2006; INSEE, 2012) et depuis les années 80, on observe une rurbanisation de l'arrière-pays. Cela s'est traduit par la construction de quartiers pavillonnaires sur les terres agricoles délaissées suite au déclin de l'agriculture dans les années soixante. Depuis sa création en 1977, l'attrait du Parc naturel régional du Luberon (PNRL) est promu par les nouveaux réseaux de transports, et les coûts immobiliers importants des grands centres, mais aussi par l'aspiration des familles à un meilleur cadre de vie les obligeant à faire des mouvements pendulaires vers les grands centres. Ainsi, 30% des salariés résidant dans la région de Pertuis/Manosque travaillent dans la Métropole de Marseille/Aix (Picon *et al.*, 2008). Le PNRL a donc vu sa population augmenter de plus de 40% (contre 23% pour la région PACA et 11% pour la France métropolitaine) en quarante ans.

Ces changements drastiques d'occupation des sols questionnent sur l'évolution de la biodiversité dans ce territoire. En effet, la multiplication des pavillons individuels avec jardins participe à l'émergence de nouvelles communautés végétales originales, cultivées et spontanées (Marco *et al.*, 2008; Marco *et al.*, 2010) et parallèlement au déclin des formations végétales de friches post-culturelles voire forestière. Ainsi, composé d'une multitude d'habitats d'une extrême variété telle que les garrigues, les pelouses des crêtes du Luberon, les chênaies blanche et verte, le PNRL voit son paysage et sa biodiversité se modifier face au développement urbain de son territoire.

Un très grand nombre de travaux conduits à l'échelle internationale ont à plusieurs reprises constaté les modifications drastiques engendrées par l'urbanisation sur la biodiversité, à savoir la destruction des habitats, mais aussi, lorsqu'elle est très étendue comme dans les grands centres urbains, la modification des paramètres physiques du milieu qui impactent les communautés animales et végétales. En effet, l'urbanisation modifie le climat (îlot de chaleur urbain) et les propriétés physico-chimiques des sols qui deviennent plus alcalins et hydrophobes (Pickett *et al.*, 2010). Ces transformations telles que l'augmentation des températures en ville, atténuent les ampli-

tudes climatiques et les saisons. Ces modifications perturbent la phénologie des espèces végétales avec par exemple le débourrement des espèces végétales dont la précocité varie de 1 à 23 jours en milieu urbain par rapport à ce qui est observé en milieu rural. Les modifications liées à l'urbanisation des sites impactent également le comportement des espèces animales en augmentant ou stabilisant la disponibilité des ressources alimentaires dans le temps (Forman, 2014).

La conséquence principale de ces modifications sur la biodiversité est une augmentation de l'abondance des espèces adaptées à ce type de milieu, notamment des espèces exotiques ou cosmopolites (Shochat *et al.*, 2006). Ce changement a pu être appréhendé en région PACA dans une première étude réalisée sur les territoires de Marseille (Bouches-du-Rhône) et de Lauris (Vaucluse, Parc naturel régional du Luberon) et publiée dans le Courrier scientifique du parc, où nous avons étudié l'effet des espèces exotiques sur la composition floristique des jardins privatifs (Bossu *et al.*, 2011; Bossu *et al.*, 2014).

Si la biodiversité des territoires urbains est souvent appréhendée à partir de la diversité taxonomique (composition et richesse spécifique), il est toutefois nécessaire pour comprendre le fonctionnement d'un écosystème de s'intéresser à la diversité fonctionnelle des communautés qui le constituent. La diversité fonctionnelle correspond à la diversité des traits biologiques des espèces qui influencent le fonctionnement de l'écosystème (Petchev & Gaston, 2006). Les traits biologiques caractérisent la morphologie, la physiologie ou la phénologie d'une espèce (Cornwell *et al.*, 2014). Ils traduisent la réponse des communautés ou des espèces à leur environnement. De plus, il a déjà été montré que la diversité fonctionnelle est un outil efficace à des fins de conservation (Mouillot *et al.*, 2013) et de gestion urbaine (Lizée *et al.*, 2011).

L'objectif de cette étude est de décrire la composition taxonomique et fonctionnelle des communautés végétales spontanées présentes dans les jardins privatifs sur les deux communes étudiées. Elle complète l'étude précédente qui portait sur l'homogénéisation taxonomique de ces communautés (Bossu *et al.*, 2011; Bossu *et al.*, 2014). La comparaison de Lauris avec Marseille permettra notamment de voir si la composition spécifique et fonctionnelle des communautés végétales d'une grande agglomération est similaire à celle observée dans une petite commune en voie d'urbanisation.

L'étude permettra de répondre aux questions suivantes :

- Comment varie la composition des communautés floristiques spontanées des jardins privatifs dans des agglomérations de tailles différentes le long d'un gradient de densité de bâti ?

- La composition fonctionnelle des jardins varie-t-elle également le long d'un gradient de densité de bâti? Le cas échéant, montre-t-elle les mêmes variations que la composition taxonomique?

- Les traits biologiques sélectionnés par le milieu urbain sont-ils les mêmes à Lauris et à Marseille?

Nous nous intéresserons pour cela aux jardins privatifs, considérés ici comme des espaces généralement enclos, ouverts à la lumière, où l'homme organise et contient à son échelle la vie végétale (Marco, 2008). Ce sont les espaces à caractère de nature les plus représentés en milieu urbain (Atlas analytique de la ville de Marseille, 2012) et qui dans les communes du PNRL tendent à être de plus en plus fréquents. En 1999, 70% des résidences principales étaient des habitats individuels (chiffres en augmentation par rapport à 1990; INSEE, Région PACA & PNRL, 2007). Cette forte fréquence des jardins privatifs en milieu urbain fait de ces derniers des corridors potentiels sous forme de « pas japonais » qui permettraient de connecter les espaces verts aux milieux naturels périphériques (Clergeau, 2007; Goddard *et al.*, 2010; Rudd *et al.*, 2002). De plus, par la richesse en habitats qu'ils peuvent offrir (Loram *et al.*, 2008; Owen & Royal Horticultural Society, 2010) et en fonction des pratiques de gestion associées, ils peuvent représenter une source importante de biodiversité en milieu urbain.

Afin de comprendre l'évolution de la flore des jardins privatifs, les communautés des friches post-culturelles, insérées dans la matrice urbaine et en attente d'être bâties, sont étudiées parallèlement comme témoin de la flore en place avant urbanisation.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Sites d'étude

La commune de Lauris (43°44'N, 5°18'E) est située au sein du Parc naturel régional du Luberon (PNRL) dans le sud du département du Vaucluse à la limite des Bouches-du-Rhône. Le territoire communal s'étend de la ligne de crêtes du Petit Luberon jusqu'à la Durance sur une superficie de 2 181 ha. Depuis 1975, à l'image des communes rurales du sud du Vaucluse, Lauris, soumise à l'influence des grands pôles urbains environnants d'Aix-en-Provence et Marseille, a vu sa population multipliée par deux en 30 ans, passant de 1 620 habitants en 1975 à 3 655 en 2010 (INSEE, 2013). Certaines terres cultivables délaissées suite à la déprise agricole ont été converties en zones constructibles conduisant à un étalement urbain sous deux formes: des lotissements résidentiels selon

une « urbanisation de front », et des pavillons individuels dispersés témoignant d'une « urbanisation en mitage ». D'un point de vue paysager, Lauris regroupe ainsi à la fois des forêts fragmentées et éclaircies par le mitage urbain, des friches et des boisements spontanés dans les zones de déprise agricole, des terres cultivées, ainsi que des espaces verts très artificialisés privés (jardins) et publics (parcs, bords de routes, places...) liés à l'urbanisation.

La flore spontanée des jardins privatifs de Lauris a été comparée à la flore des jardins d'un grand pôle urbain distant de 65 km, Marseille (43°17'N, 5°22'E), située dans le sud-est du département des Bouches-du-Rhône. La commune de Marseille s'étend jusqu'au contrefort des massifs de l'Estaque au nord-ouest, de l'Etoile au nord, du Garlaban au nord-est et de Marseilleveyre au sud. D'une superficie dix fois plus importante que la commune de Lauris (24 000 ha, dont 13 800 ha constructibles), Marseille est la plus grande ville de France en termes de superficie. Avec une population de 850 726 habitants (INSEE, 2013), Marseille est la deuxième commune la plus peuplée de France. L'urbanisation de cette ville portuaire découle du développement du port marchand et de son industrie dans la deuxième moitié du XIX^e siècle. Elle est marquée par un tournant au milieu du XX^e siècle lors de la déprise industrielle qui l'amène à s'étaler sous forme de lotissements pavillonnaires et de pavillons individuels jusqu'aux contreforts des massifs. Les jardins privatifs représentent à Marseille plus de 50% des espaces à caractère de nature (Atlas analytique de Marseille, 2012). Aujourd'hui, son étalement urbain étant contraint par la topographie de son territoire, elle subit un phénomène de densification des zones périphériques anciennement agricoles.

Les communes de Lauris et de Marseille se situent toutes les deux en région méditerranéenne et sont soumises au climat méditerranéen caractérisé par une sécheresse estivale, des précipitations irrégulières au cours de l'année, et un hiver doux (températures minimales moyennes comprises entre 0 et 3°C (Joffre *et al.*, 2007). Plus précisément, les deux communes se situent dans l'étagé mésoméditerranéen (Girerd & Roux, 2011). Toutefois, une légère différence de climat existe entre les deux sites, Lauris se situant plus dans les terres, la température est plus basse que sur le littoral (en moyenne 2°C de moins, selon les données Météofrance). Par ailleurs, le village se situant au Sud du massif du Luberon, il est mieux protégé du Mistral.



Fig. 1 : différentes formes d'urbanisation selon trois densités de bâti.

(a.) Forte densité de bâti à Marseille, (b.) Forte densité de bâti à Lauris, (c.) Moyenne densité de bâti, (d.) Faible densité de bâti.

Trois zones de densité de bâti ont ainsi été définies sur les deux communes (Marco *et al.*, 2008) :

- Une zone de forte densité de bâti correspondant au centre-ville dense (Fig1.a. Marseille) ou au centre villageois (Fig1.b. Lauris). Elle est caractérisée par des maisons ou des logements collectifs mitoyens avec des jardins de devanture et/ou d'arrière-cour d'une superficie inférieure à 200 m².

- Une zone de moyenne densité de bâti correspondant aux habitations pavillonnaires construites pour la plupart dans les années 70-80, avec des jardins de superficie moyenne de 600 m² couramment entourés d'une haie, aussi bien à Lauris qu'à Marseille (Fig1.c.).

- Une zone de faible densité de bâti correspond à des villas construites sur d'anciennes terres agricoles avec des jardins de grandes superficies, entre 1 000 et 7 000 m² (Fig1.d.) Dans cette zone s'observent également de nombreuses friches post-culturelles en attente de reconversion, ainsi que quelques terres encore cultivées.

Acquisition des données floristiques et biologiques

Les campagnes d'échantillonnage de la flore spontanée ont été conduites en 2010 dans les jardins privés (cette partie du jeu de données a déjà fait l'objet d'un article portant sur l'homogénéisation taxonomique de la flore cultivée et spontanée: Bossu *et al.*, 2011) et en 2012 dans les friches post-culturelles. Pour chaque site, 60 jardins ont été sélectionnés le long du gradient d'urbanisation (20 par zone d'urbanisation), ainsi que 20 friches dans les zones périphériques des deux communes. La flore spontanée a été inventoriée en relevant la présence/absence des espèces dans les plates-bandes, dans

2 quadrats de 2m x 2m dans les pelouses des jardins privés et dans 3 quadrats de 2m x 2m dans les friches. En l'absence de stade avancé du développement phénologique ou de la dégradation de l'appareil végétatif ou reproducteur (tonte, piétinement, sécheresse), le végétal a été défini sous le terme « Indéterminée » quand l'espèce n'a pas pu être identifiée ou sous son nom de genre « *Genre sp.* » quand l'identification a pu être menée jusqu'au nom de genre.

Sur les 408 espèces relevées au sein des deux communes, seules les espèces ayant un pourcentage d'occurrence supérieure à 5% sur l'ensemble des friches, ou sur l'ensemble des jardins de Marseille ou de Lauris ont été retenues pour la suite de l'étude, soit au total 241 espèces.

Traits biologiques

Afin de comprendre la réponse des communautés végétales aux changements environnementaux qu'induit l'urbanisation, quatre traits biologiques ont été étudiés : le mode de pollinisation, le mode de dissémination, la stratégie de vie de l'espèce *sensu* Grime (2006), le type biologique selon la classification de Raunkiaer (1934) (voir encadré « les traits de vie ou traits biologiques » en page 99).

Le mode de dissémination, de pollinisation et le type biologique ont été décrits pour chaque espèce à partir des bases de données de traits Baseco (Gachet *et al.*, 2005) et Baseflor (Julve, 1998). Les stratégies de vie ont été décrites à partir de Baseco et BioFlor (Klotz *et al.*, 2002).

Analyse des données

Une première analyse en composante principale (ACP, cf. encadré) a été réalisée sur la composition floristique des jardins et des friches. Elle permet d'étudier l'existence d'une corrélation entre la composition spécifique des 120 jardins, des 40 friches et du gradient d'urbanisation.

Pour l'analyse des traits biologiques, chaque trait a été étudié indépendamment. Les quatre ACP ont été réalisées à partir de matrices contenant le pourcentage d'occurrence de chaque attribut du trait étudié (%) dans les jardins/friches. Plus concrètement, pour un trait étudié, par exemple le mode de pollinisation, le jardin ou la friche est décrit par le pourcentage d'occurrence d'« Anémogame », le pourcentage d'occurrence d'« Entomogame » et le pourcentage d'occurrence d'« Entomogame/Autogame ».

Ces analyses ont permis d'étudier l'existence d'une corrélation entre la composition fonctionnelle de chaque jardin/friche et le gradient de densité de bâti.

L'objectif final de ces analyses est de déterminer si les jardins décrits par leur composition floristique ou fonctionnelle se regroupent (ou pas) en fonction du gradient de densité de bâti. L'interprétation graphique qui correspond à une projection des jardins/friches nous aidera à rechercher des groupes de jardins/friches et à interpréter ces groupes en fonction des axes associés aux variables. Pour l'analyse des traits biologiques, les projections graphiques ont été associées à des cercles de corrélations qui permettent l'interprétation des projections en fonction des attributs du trait étudié (cf. encadré).

Les analyses ont été réalisées avec le package `ade4` (Dray & Dufour, 2007) implémenté dans le logiciel Rgui (R Core Team, 2012).

RESULTATS ET DISCUSSION

Composition de la flore spontanée des jardins le long du gradient de densité de bâti

Les relevés floristiques des 120 jardins et des 40 friches ont été représentés graphiquement par une analyse en composante principale (ACP). Chaque point correspond à un jardin ou une friche et est défini par les espèces qui le composent.

L'ACP est une analyse multivariée qui permet de résumer les variables et de visualiser les données dans un espace à plusieurs dimensions. Ces visualisations permettent d'appréhender les données dans leur globalité en appréciant la proximité des observations à travers leurs positionnements relatifs dans l'espace de représentation choisi. L'analyse génère plusieurs « variables synthétiques » (axes) à partir de combinaisons linéaires des variables initiales. Il y a autant d'axes que de variables initiales. Ce type d'approche permet de résumer l'essentiel de l'information contenue dans la base de données en se concentrant sur l'interprétation des 2 ou 3 premiers axes générés par l'analyse. Cette analyse permet de construire des graphiques qui facilitent la visualisation des résultats: la projection graphique des jardins/friches pour identifier d'éventuels rapprochements entre elles et le cercle des corrélations (ACP réduite) pour l'interprétation des proximités des variables entre elles. On peut ainsi identifier des relations entre ces dernières et, dans notre cas, voir si les jardins décrits par leur composition floristique ou fonctionnelle se regroupent en fonction du gradient de densité de bâti.

Le cercle de corrélation permet de visualiser la corrélation entre les différents attributs du trait étudié, mais aussi de visualiser l'importance de ces attributs de trait dans la caractérisation des axes de l'ACP. Plus l'extrémité des vecteurs qui décrivent les attributs du trait est proche du cercle, meilleure est la qualité de représentation de la variable dans le plan factoriel considéré. Cela signifie également que la variable joue un rôle déterminant dans la construction d'au moins un axe de l'ACP, et donc plus globalement dans l'analyse (si ce phénomène est observé dans les premiers plans factoriels). De plus si l'on étudie le positionnement relatif des vecteurs (proches du cercle des corrélations) décrivant les attributs du trait étudié, deux vecteurs proches l'un de l'autre, ou au contraire, diamétralement opposés, traduisent respectivement une forte corrélation positive, ou négative entre ces traits. La projection des jardins/friches étudiés sur les plans factoriels nous permet ensuite d'interpréter leur disposition respective en fonction des attributs du trait étudié.

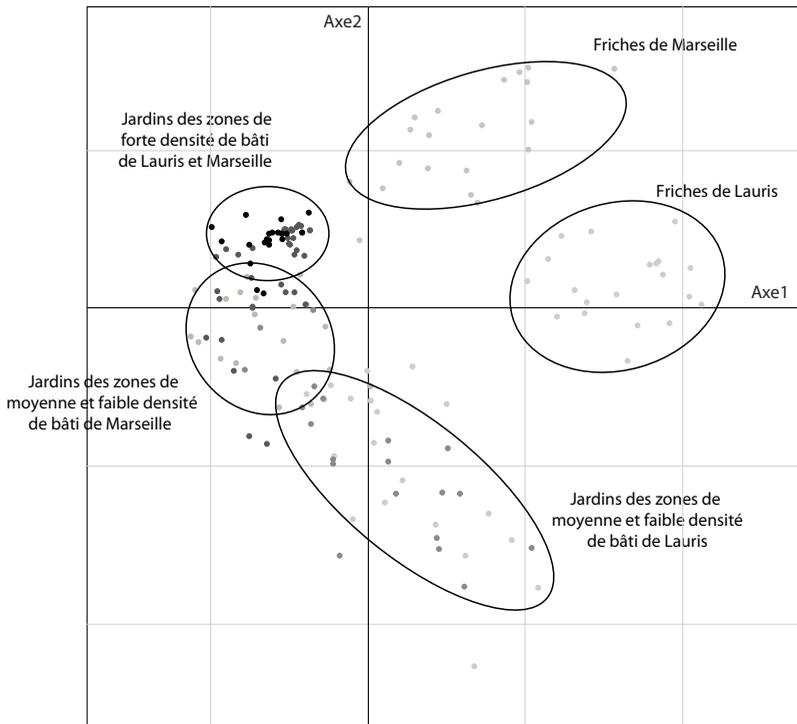


Fig. 2: analyse en composante principale des communautés floristiques des jardins privés et des friches. Projection des jardins/friches dans le premier et le second plan de l'ACP. Les ellipses indiquent les regroupements selon la densité de bâti et le type d'espaces étudiés (jardins ou friches).

L'analyse en composante principale montre que, quel que soit le site étudié, les jardins des zones de faible et de moyenne densité de bâti sont caractérisés par des communautés floristiques proches (graphiquement, cela se traduit par une proximité des points dans le plan). Dans ces zones, on a donc une forte similarité locale des communautés floristiques des jardins, ainsi qu'une nette distinction des compositions floristiques spontanées des jardins avec celle des friches post-culturelles (Fig.2). Ce résultat traduit une variation en espèces de la composition floristique le long du gradient de densité de bâti notamment entre le centre et la périphérie urbaine ainsi qu'un changement des communautés végétales après une urbanisation résidentielle des parcelles en friche.

L'analyse montre également une forte similarité des compositions floristiques entre les 2 communes pour les zones de forte densité de bâti, mais une divergence de celles-ci entre les jardins de Lauris et Marseille dans les zones périphériques ainsi que pour les friches post-culturelles (Fig.2). D'un point de vue qualitatif, on observe des espèces nitrophiles en centre-ville dense ou en centre de noyau villageois, comme la Pariétaire de Judée (*Parietaria judaica* L.) observée respectivement dans 50% et 75% des jardins de Lauris et Marseille, l'Oxalis corniculée (*Oxalis corniculata* L.) présente dans 40% des jardins de

Lauris et 75% des jardins de Marseille. Ces espèces sont aussi des espèces caractéristiques des vieux murs, tout comme la Cymbalaire des murailles (*Cymbalaria muralis* G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.) dont le pourcentage d'occurrence dans les jardins est respectivement de 25% et 15% à Lauris et Marseille, ainsi que le Lierre (*Hedera helix* L.) présent dans 25% des jardins de Lauris et 45% des jardins de Marseille. Ces espèces des jardins situés dans les zones de forte densité de bâti sont communes dans les milieux urbains de manière plus générale, sous climat méditerranéen (Benvenuti, 2004).

Au-delà de la zone de forte densité de bâti, les jardins de Lauris présentent des communautés avec peu d'espèces urbaines contrairement à Marseille. On observe une rupture nette à Lauris de la composition floristique des jardins. Les espèces végétales reflètent l'occupation passée du sol (usage agricole) avec par exemple la présence de *Rostraria cristata* (L.) Tzvelev (présente dans respectivement 75 et 43% des jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti), *Urospermum dalechampii* (L.) Scop.ex F.W.Schmidt (présente dans 75% des jardins de moyenne densité de bâti et 30% des jardins de faible densité de bâti) et *Veronica arvensis* L. (respectivement dans 70% et 95% des jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti). Les espèces « urbaines » ne sont plus observées sauf le Lierre. À Marseille leur pourcentage d'occurrence

diminue plus graduellement avec la diminution de la densité de bâti. On observe la présence d'espèces résistantes au piétinement telles que *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. (75% et 85% dans les jardins de moyenne et faible densité de bâti) et l'Orge des rats (*Hordeum murinum* L.) (75% et 65% dans les jardins de moyenne et de faible densité de bâti).

Les friches post-culturelles, quant à elles, sont constituées essentiellement d'espèces rudérales couramment observées dans ces milieux comme *Avena barbata* Pott ex Link, *Convolvulus arvensis* L., avec à Marseille plus d'espèces liées au milieu urbain (espèces nitrophiles) comme *Malva sylvestris* L. Ces observations reflètent une différence de contraintes environnementales et d'usages de la friche post-culturelle entre Lauris et Marseille; à Marseille les friches étant situées au sein d'une matrice urbaine en cours de densification, elles subissent les perturbations associées au milieu urbain (espèces plus nitrophiles). Elles sont des lieux d'usages pour les citoyens tels que les promenades canines, les dépôts de déchets, des lieux de passage... (Lizet, 2010).

Cette étude de la composition spécifique des jardins et des friches, indique une différence de la composition du jardin selon sa localisation le long du gradient de densité de bâti. De plus, on observe des cortèges floristiques différents selon le site étudié (Lauris ou Marseille) sauf pour les jardins de la zone de forte densité de bâti qui se ressemblent entre les deux sites d'un point de vue de leur composition. La suite de l'étude va porter sur la composition fonctionnelle, afin de voir si ces observations vont se retrouver d'un point de vue fonctionnel.

Composition fonctionnelle de la flore spontanée des jardins le long du gradient de densité de bâti

À l'instar de la composition spécifique, les traits biologiques¹ des jardins ont été projetés selon plusieurs analyses en composante principale (ACP) (Fig.3). Chaque point représente un jardin ou une friche. Un point est décrit par les pourcentages d'occurrence des attributs du trait étudié.

Type biologique

L'ACP basée sur le trait « type biologique » des espèces montre un début de différenciation le long du gradient d'urbanisation sur l'axe 1, avec les jardins des zones de forte densité de bâti qui se détachent des autres et forme un groupe plus dense (Fig.3.a). On observe que les communautés végétales spontanées des jardins des zones de forte densité de bâti, contiennent

principalement des espèces pérennes de petite taille (Hémicryptophytes) comme la Pariétaire de Judée (*Parietaria judaica* L.), la Cymbalaire des murailles (*Cymbalaria muralis* G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.). À Marseille des espèces horticoles arborées naturalisées (Phanérophytes) sont observées dans les jardins de la zone de forte densité de bâti comme l'Ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Des espèces annuelles (Thérophytes) comme le Pourpier (*Portulaca oleracea* L.) sont présentes mais avec des pourcentages d'occurrence faibles (20% des jardins à Lauris). Les habitats pelouse et plate-bande qui composent les jardins des zones de forte densité de bâti sont souvent clairsemés et de petites surfaces. Le fait qu'ils soient ceinturés de murs explique la présence de telles espèces dans ces espaces.

Dans les jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti ainsi que dans les friches post-culturelles de Lauris et de Marseille, on observe essentiellement des espèces herbacées pérennes ou bisannuelles (Hémicryptophytes) comme le Liseron des champs (*Convolvulus arvensis* L.) ainsi que quelques espèces annuelles (Thérophytes). Cet assemblage d'espèces pérennes et annuelles a déjà été observé dans les jardins de la ville de Sheffield au Royaume-Uni (Smith *et al.*, 2006). Le cycle court des espèces de type thérophyte leur permet de faire face aux perturbations environnementales auxquelles elles sont soumises notamment sous forme de graine (Knapp *et al.*, 2012), tandis que la capacité des espèces pérennes à développer des bourgeons au ras du sol (Hémicryptophytes) leur permet de résister aux pratiques de jardinage (tonte, piétinement) (Chocholoušková & Pyšek, 2003; Thompson & McCarthy, 2008), ce qui explique leur présence majoritaire dans les jardins pourvus de pelouse (jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti).

Mode de dissémination

L'ACP souligne le lien déterminant du gradient de densité de bâti sur la répartition des modes de dissémination observés (Axe 1). En effet, on observe que la composition fonctionnelle de la flore spontanée des jardins des zones de forte densité de bâti ainsi que des friches se distinguent des jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti (Fig.3b.). Les espèces spontanées des jardins privatifs du noyau villageois de Lauris et du centre-ville de Marseille se disséminent de préférence par endozoochorie comme le Lierre (*Hedera helix* L.) ou le Micocoulier à Marseille (*Celtis australis* L.). Habituellement, le mode de dissémination prédominant en milieu urbain, au sein de la flore spontanée des espaces publics, est l'anémochorie, mais ce mode peut être limité selon la configuration du bâti (Knapp *et al.*, 2012). Ainsi à Lauris, le centre urbain est formé de petites ruelles étroites bordées de maisons de village

1. Voir l'encadré en fin d'article pour la description des différents traits biologiques.

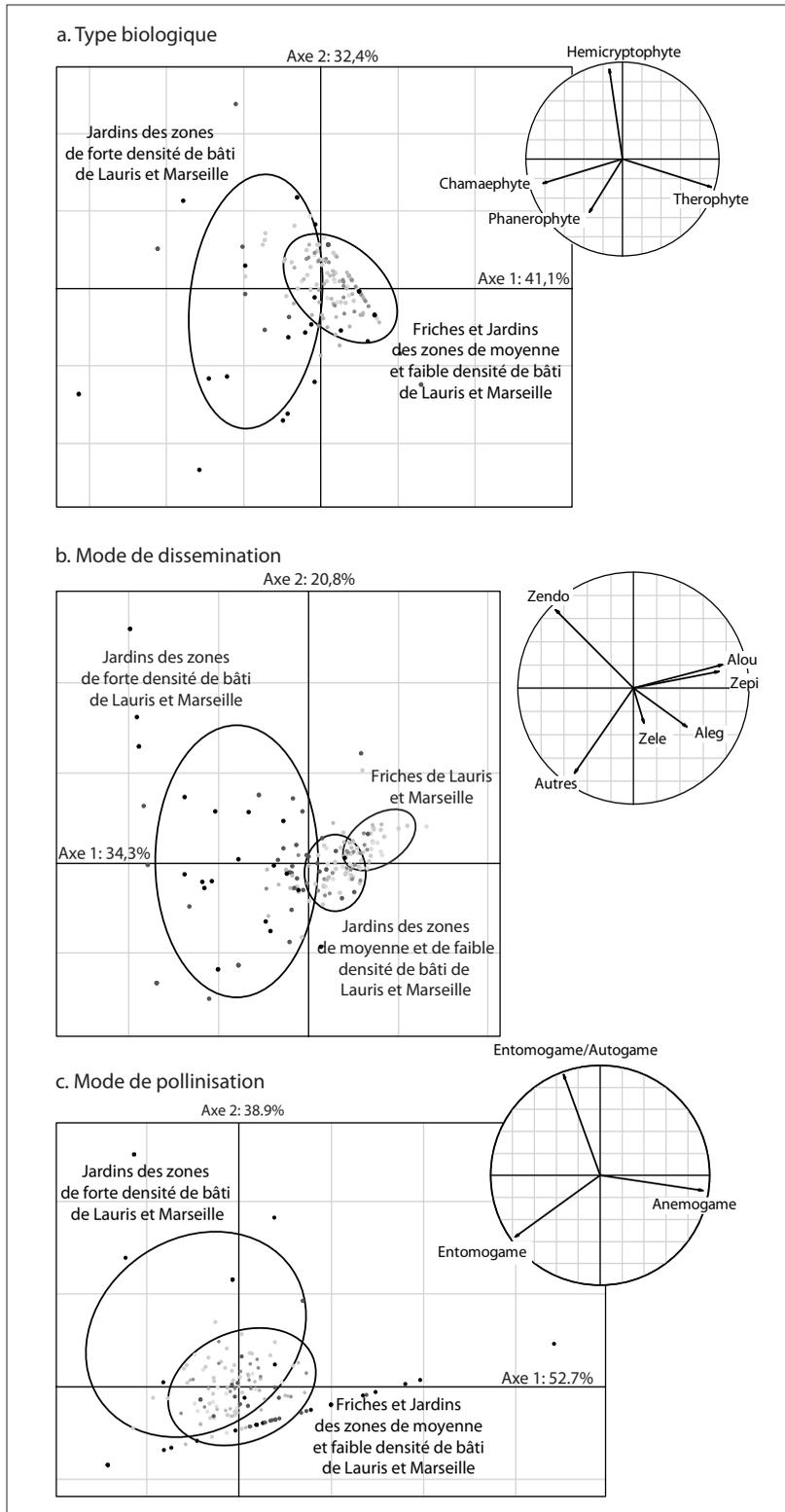


Fig. 3: analyse en composante principale des quatre traits biologiques étudiés au sein des communautés floristiques des jardins privés et des friches. Projection des jardins/friches dans le premier et second plan factoriel et cercle des corrélations indiquant la projection des variables dans le premier et second plan.

Les ellipses indiquent des regroupements.

Abréviations: Zendo: Endozoochorie, Zele: Zoochorie à éléosome, Zepi: Epizoochorie, Alou: Anemochore lourd, Aleg: Anemochore léger
C: Compétitrice, R: Rudérale, S: Stress-tolérante, RC: Compétitrice-Rudérale, SC: Compétitrice-Stress-tolérante, RS: Rudérale-Stress-tolérante, CRS: Stratégie liée aux conditions stationnelles ou ubiquistes.

de deux étages en moyenne, les jardins se situant généralement devant les habitations ou enclavés en arrière-cour. À Marseille en centre-ville dense, les jardins se situent en cœur d'îlot, entourés d'immeubles de type haussmannien d'environ cinq étages. Ce bâti peut donc devenir une barrière à la dispersion pour les espèces anémochores. La dissémination par endozoochorie, principalement par l'avifaune s'avère être plus avantageuse pour contourner cette barrière. Ce résultat suggère l'importance de la faune en milieu urbain qui permet de maintenir des flux de graines dans des milieux potentiellement isolés. Réciproquement, les ressources apportées par ces espèces végétales contribuent au maintien de la faune en milieu urbain (Owen & Royal Horticultural Society, 2010).

Dans les jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti, on observe une plus forte occurrence d'espèces à mode de dispersion anémochore léger ou zoochore à éléosome (appelé aussi myrméochorie ou dispersion par les fourmis). Ces espèces sont principalement des espèces de pelouses sèches, comme les *Crepis* ou *Heliotropium europaeum* L.

À l'opposé, dans les communautés des friches post-culturelles de Lauris et de Marseille, la dissémination se fait préférentiellement par épizoochorie, trait biologique qui est peu retrouvé dans les jardins de moyenne et de faible densité de bâti, supposant un flux moins important d'espèces animales vecteurs de graines dans ces habitats. Hérissons, lapins, lièvres et sangliers sont limités dans leurs déplacements en raison de la présence de barrières physiques (clôtures grillagées, haies denses, murs élevés) entourant les jardins. L'épizoochorie observée dans les communautés végétales des friches est aussi héritée des pratiques pastorales anciennes, qui étaient encore courantes il y a quelques années surtout à Lauris (Colon, 2007). Les prairies sèches étaient des zones de parcours importantes pour les troupeaux d'ovins.

Mode de pollinisation

Concernant le mode de pollinisation, l'ACP ne permet pas d'identifier un impact éventuel du gradient d'urbanisation sur le mode de pollinisation. Une légère différence est toutefois observée entre les zones de forte densité de bâti de Lauris et de Marseille et les autres. D'après le cercle de corrélation, les communautés végétales des jardins des zones de forte densité de bâti privilégient la pollinisation entomogame. Des travaux menés antérieurement sur la flore spontanée des espaces publics en milieu urbain (Benvenuti, 2004; Lososová *et al.*, 2006) montrent cependant que les espèces à pollinisation anémogame sont majoritaires, car habituellement le manque d'habitat approprié rend les insectes pollinisateurs plus rares (Cheptou & Avendaño, 2006). La conformation des jardins et

la hauteur du bâti sont des paramètres qui peuvent influencer les flux de pollens en limitant leur dispersion (Evans, 2010). En réponse à cette contrainte, les espèces entomogames ont pu être sélectionnées au niveau des communautés. Toutefois ce résultat pourrait s'expliquer également par la forte présence d'espèces cultivées très florifères dans les jardins privés et notamment en zone de forte densité de bâti où par exemple la flore est constituée à plus de 70 % d'espèces ornementales à Marseille (Deschamps-Cottin *et al.*, 2013). Cette végétation très florifère peut avoir un effet attractif pour les pollinisateurs (Molina-Montenegro *et al.*, 2008) et la flore spontanée à proximité pourrait bénéficier de ces pollinisateurs « invités » par les espèces ornementales.

Par ailleurs, on observe que les espèces des communautés végétales des jardins des zones de forte densité de bâti, pratiquent un mode de pollinisation alternatif en plus de la pollinisation entomogame : l'autogamie. En effet, l'autofécondation est une stratégie adoptée par certaines plantes, notamment en milieu urbain pour pallier au déficit de pollinisateurs (Cheptou & Avendaño, 2006).

Stratégie CRS

Les communautés végétales spontanées des jardins des zones de forte densité de bâti regroupent plutôt des espèces compétitrices ou compétitrices-rudérales, ayant une forte capacité à mobiliser les ressources. Elles ont ainsi une croissance rapide comme *Parietaria judaica* L. et *Oxalis corniculata* L.. La stratégie rudérale signifie qu'elles ont un cycle de vie court, leur permettant de résister aux perturbations. Du fait des fortes teneurs en nitrate des sols (Pickett *et al.*, 2010), cette stratégie a déjà été observée en milieu urbain où habituellement les espèces sont compétitrices (Chocholoušková & Pyšek, 2003, Pélissier *et al.*, 2010).

Les espèces rudérales sont également observées dans les jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti, ce qui corrobore les études sur l'impact des pratiques de jardinage sur les communautés des pelouses. En effet, Politi Bertoncini *et al.* (2012) retrouvent principalement dans ces dernières des espèces tolérantes à la tonte et au piétinement. On observe également des espèces rudérales dans les friches, certainement héritées des pratiques agricoles, mais aussi des pratiques actuelles, certaines friches notamment à Marseille étant fauchées chaque année.

CONCLUSION

Cette étude vient apporter de nouvelles connaissances écologiques sur la flore spontanée des jardins. Du point de vue de la composition floristique et quel que soit le degré d'urbanisation, la flore spontanée des jardins se différencie des friches post-culturelles encore présentes au sein de la mosaïque paysagère. L'urbanisation des friches post-culturelles sous forme de pavillons individuels avec jardin privatif tend à modifier la flore présente historiquement sur ces parcelles vers de nouvelles communautés herbacées de type pelouse, au caractère urbain plus ou moins marqué depuis le centre urbain vers la périphérie. Les résultats montrent également qu'au sein du gradient de densité de bâti, la flore spontanée des jardins privés de la zone de forte densité de bâti se distingue de celles de moyenne et de faible densité de bâti.

D'un point de vue fonctionnel, la flore des friches post-culturelles ne diverge sensiblement pas de celles des jardins privés de moyenne et de faible densité de bâti hormis pour le mode de dissémination. Les pratiques annuelles d'entretien appliquées sur ces deux types d'espaces pourraient en partie expliquer les similitudes fonctionnelles observées tandis que les barrières physiques auxquelles sont soumises les espèces végétales dans les jardins (haies, murs...) agiraient comme des filtres sélectifs sur la dispersion de celles-ci. En revanche, la composition fonctionnelle de la flore des jardins des zones de forte densité de bâti (noyau villageois, centre-ville dense) montre une composition fonctionnelle différente des jardins des zones périphériques moins denses. En effet, la situation particulière de ces jardins entourés de bâti de hauteur relativement importante oblige les espèces à utiliser d'autres modes de dispersion. On y observe par exemple des espèces se disséminant par endozoochorie, les oiseaux étant le principal vecteur, et optant pour une stratégie à la fois compétitrice et rudérale indiquant une forte disponibilité en ressources du milieu (concentration en nitrate plus importante) mais aussi des perturbations sélectionnant les plantes à reproduction rapide.

Enfin, si l'approche comparative entre Marseille et Lauris a permis de mettre en évidence des différences dans la composition spécifique des communautés entre les deux communes à la fois dans les jardins et les friches post-culturelles, aucune différence n'est observée d'un point de vue fonctionnel. Cela

implique que malgré le contexte rural dans lequel se situe le village de Lauris, nous observons la même sélection de traits biologiques au niveau de la flore spontanée des jardins se situant dans la zone d'urbanisation forte.

Ces résultats apportent de nouveaux éléments de réflexion pour aider à l'élaboration des politiques d'urbanisation au regard de la conservation de la biodiversité.

Les études comparatives menées sur Lauris et Marseille depuis 2008 ont en effet montré l'importance des formes d'urbanisation sur la composition floristique taxonomique et fonctionnelle observée dans les jardins privés.

L'évolution actuelle des modes d'utilisation et d'occupation des sols tend à reproduire dans les zones rurales qui s'urbanisent les mêmes patrons fonctionnels que ceux des zones urbaines denses. Il est donc important de s'interroger sur les nouveaux modes d'urbanisation associés non plus à l'étalement urbain comme les lotissements pavillonnaires, mais à la densification du bâti.

La densification observée des espaces urbains périphériques entraîne par exemple aujourd'hui la construction privilégiée de petits collectifs résidentiels associés à la création d'espaces verts collectifs en copropriété et de rez-de-jardin privés mitoyens de petite taille. À l'opposé des jardins des zones de forte densité de bâti, ces nouveaux types de jardins ne sont pas entourés de bâti, mais orientés vers le milieu environnant dont ils sont séparés par une haie ou une clôture. Il serait donc intéressant de voir si ce nouveau mode de construction présente une composition fonctionnelle similaire aux jardins des zones de forte densité de bâti dont la taille est similaire, ou si au contraire, l'absence de barrière (bâti) les rapproche des jardins des zones de moyenne et de faible densité de bâti.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les habitants des communes de Lauris et de Marseille qui nous ont permis d'échantillonner dans leur jardin ainsi que toutes les personnes qui ont participé aux inventaires floristiques : Elsa Bonnaud, Natacha Philippe, Marie-Hélène Lizée, Daniel Pavon. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un travail de thèse (Bourse région PACA n°2011-019) dont le Parc naturel régional du Luberon est partenaire. Elle a été financée en partie par le programme ANR Trame Verte Urbaine (VD08_321105).

LES TRAITS DE VIE (OU TRAITS BIOLOGIQUES)

En écologie, les traits de vie sont des descripteurs biologiques et comportementaux des espèces ou des groupes d'espèces, animales ou végétales. Ils concernent la reproduction, la nutrition, les relations avec l'environnement, etc. Dans cet article, sont étudiés 4 traits de vie des végétaux :

- **Le type biologique**, selon la classification de Raunkier (1934) en fonction du positionnement des organes de survie (et donc de leurs bourgeons) de la plante durant la période hivernale. On retient 5 types :

- Thérophyte : Passage de la période défavorable sous forme de graine (plante annuelle)

- Hémicryptophyte : Bourgeons dormants à la surface du sol (plante bisannuelle ou vivace)

- Géophyte : Bourgeons dormants sous la surface du sol (par ex : plante à bulbe)

- Chaméphyte : Bourgeons dormants aériens à moins de 50 cm de la surface du sol (Arbuste ou certaines plantes herbacées pluriannuelles)

- Phanérophyte : Bourgeons dormants aériens à plus de 50 cm de la surface du sol (Arbre)

- **Le mode de dissémination des graines (chorie)**, selon 4 particularités, elles-mêmes éventuellement déclinées :

- Anémochorie : Dissémination des graines par le vent, on distingue 3 types d'anémochorie :

- Anémochore léger quand les graines ont un poids faible ou présentent une aigrette développée (comme le pissenlit)

- Anémochore de type planeur lourd, les graines peuvent avoir une aigrette peu développée, un organe plumeux, une pilosité importante, ou un prolongement ailés (comme par exemple le fruit des érables)

- Anémochore projetant si la dissémination par le vent est due au balancement des tiges

- Barochorie : Dissémination due à la pesanteur qui fait tomber les graines à maturité

- Hydrochorie : La dissémination ou la libération des graines nécessitent la présence d'eau

- Zoochorie : Dissémination par des animaux, on distingue 3 types de zoochorie :

- Zoochorie à élaïosome si la graine possède un corps gras attractif pour certains animaux, ceux-ci (principalement les fourmis) transportent ces graines

- Epizoochorie quand la graine possède des dispositifs particuliers (épines, crochets...) qui s'accrochent aux animaux

- Endozoochorie quand la graine est ingérée par les animaux, comme les graines à enveloppe charnue (exemple : les baies) et rejetée avec les excréments

- **Le mode de pollinisation**, selon 3 possibilités :

- Anémogamie : Pollinisation par le vent

- Autogamie : Autopollinisation, la plante réalise alors une autofécondation

- Entomogamie : Pollinisation par les insectes

- **La stratégie de vie** en réponse aux facteurs environnementaux selon la classification proposée par Grime (2006) :

- C (Espèces compétitrices) : Elles ont la capacité de monopoliser les ressources dans les environnements peu perturbés et à faible stress grâce à leur fort développement végétatif, leur plasticité et parfois leurs potentialités allélopathiques (interaction chimique empêchant la croissance des autres plantes)

- R (Espèces rudérales) : Elles vivent dans des habitats soumis à de sévères et fréquentes perturbations (destruction de la biomasse, ex : herbivorie). Elles présentent un taux de croissance rapide, un cycle de vie court et une production importante de graines.

- S (Espèces stress-tolérantes) : Se rencontrent dans des habitats drastiques souvent de faible productivité et pauvres en nutriments minéraux. Elles sont souvent de petite taille, sempervirentes, à croissance lente et reproduction faible.

On retrouve aussi des stratégies intermédiaires :

- CR/RC : Compétitrices-rudérales

- CS/SC : Compétitrices-tolérantes au stress

- SR/RS : Tolérantes au stress-rudérales

- CRS : stratégie associée à des conditions stationnelles moyennes (espèces ubiquistes)

Bibliographie

ATLAS ANALYTIQUE DE LA TRAME VERTE DE MARSEILLE, 2012. Restitution des travaux de recherche réalisés dans le cadre du Programme interdisciplinaire de la recherche Ville Environnement.

BENVENUTI S., 2004. Weed dynamics in the Mediterranean urban ecosystem: ecology, biodiversity and management. *Weed Research*, T. 44, n° 5, pp. 341-354.

BOSSU A., BERTAUDIÈRE-MONTES V. & MARCO A., 2011. Evolution comparée de la flore des jardins privés d'un village du Luberon (Lauris, Vaucluse) et de Marseille (Bouches-du-Rhône). *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon et de la Réserve de biosphère Luberon-Lure*, n°10, pp. 74-91.

BOSSU A., MARCO A., MANEL S. & BERTAUDIÈRE-MONTES V., 2014. Effects of built landscape on taxonomic homogenization: Two case studies of private gardens in the French Mediterranean. *Landscape and Urban Planning*, n°129, pp. 12-21. (doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.05.002)

CHEPTOU P.-O. & AVENDAÑO V.L.G., 2006. Pollination processes and the Allee effect in highly fragmented populations: consequences for the mating system in urban environments. *New Phytologist*, T. 172, n° 4, pp. 774-783. (doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01880.x)

CHOCHOLOUŠKOVÁ Z. & PYŠEK P., 2003. Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: a case study of the city of Plzen. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, T. 198, n° 5, pp. 366-376. (doi: 10.1078/0367-2530-00109)

CLERGEAU P., 2007. *Une écologie du paysage urbain*. Rennes, Editions Apogée, 160 p.

COLON M., 2007. *Lauris autrefois, des origines à 1960: les belles années de l'agriculture*. Marseille, M. Colon.

CORNWELL W.K., WESTOBY M., FALSTER D.S., FITZJOHN R.G., O'MEARA B.C., PENNELL M.W., ... & ZANNE A.E., 2014. Functional distinctiveness of major plant lineages. *Journal of Ecology*, T. 102, n° 2, pp. 345-356. (doi: 10.1111/1365-2745.12208)

DESCHAMPS-COTTIN M., BARTHELEMY C., BERTAUDIÈRE-MONTES V., BLIGHT O., BOSSU A., CONSALES J.-N., LIZÉE M.-H. & MARCO A. (2013). Natures urbaines à Marseille: quels possibles pour une trame verte? in CLERGEAU P. & BLANC N., *Trames vertes urbaines, de la recherche scientifique au projet urbain*, Editions le Moniteur, pp. 47-74.

DRAY S. & DUFOUR A.-B., 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of statistical software*, T. 22, n° 4, pp. 1-20.

EEA, 2006. *Urban sprawl in Europe: The ignored challenge*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

EVANS K.L., 2010. Individual species and urbanisation. In *Urban Ecology* (Cambridge university press) New York, Kevin J. Gaston, pp. 53-87.

FORMAN, R.T.T., 2014. *Urban Ecology: Science of Cities*. Cambridge University Press.

GACHET S., VÉLA E. & TATONI T., 2005. BASECO: a floristic and ecological database of Mediterranean French flora. *Biodiversity and Conservation*, T. 14, n° 4, pp. 1023-1034. (doi: 10.1007/s10531-004-8411-5)

GIRERD B. & ROUX J.P., 2011. *Flore du Vaucluse, troisième inventaire descriptif, écologique et chronologique*. Biotope, Méze (Collection Parthénope), 1024 p.

GODDARD M.A., DOUGILL A.J. & BENTON T.G., 2010. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology & Evolution*, T. 25, n° 2, pp. 90-98. (doi: 10.1016/j.tree.2009.07.016)

GRIME J.P., 2006. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. John Wiley & Sons, 456 p.

INSEE, 2012. *Dossier Provence Alpes Côte d'Azur n°7*. Consulté le 11/07/2014 à l'adresse: www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=18915&page=dossier/dos07/popter.htm

INSEE, 2013 *Recensement de la population 2011*. Consulté le 17/11/2014 à l'adresse: http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=2&sous_theme=1

INSEE, REGION PACA, PNRL, 2007. *Rapport d'étude Parc naturel régional du Luberon: un territoire de plus en plus résidentiel sous influence des pôles urbains environnants*. Consulté le 17/11/2014 à l'adresse: http://www.insee.fr/fr/insee_regions/provence/themes/rapport/re11/11_Luberon.pdf

JOFFRE R., RAMBAL S. & DAMESIN C., 2007. Functional attributes in Mediterranean-type ecosystems. In *Handbook of functional plant ecology* (CRC Press). New York, Pugnaire, F.I., Valladares, F., pp. 285-312.

JULVE P., 1998. *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Version du 15/08/2012. Consulté à l'adresse: <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

KLOTZ S., KÜHN I. & DURKA W., 2002. BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland, *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, T. 38, Ed. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 334 p.

KNAPP S., DINSMORE L., FISSORE C., HOBBIE S. E., JAKOBSDOTTIR I., KATTGE J., ... & CAVENDER-BARES J., 2012. Phylogenetic and functional characteristics of household yard floras and their changes along an urbanization gradient. *Ecology*, T.°93, n°sp. 8, pp. S83-S98. (doi: 10.1890/11-0392.1)

LIZEE M.-H., MAUFFREY J.-F., TATONI T. & DESCHAMPS-COTTIN M., 2011. Monitoring urban environments on the basis of biological traits. *Ecological Indicators*, T. 11, n° 2, pp. 353-361. (doi: 10.1016/j.ecolind.2010.06.003)

LIZET B., 2010. Du terrain vague à la friche paysagée. *Ethnologie française*, Vol. 40, n° 4, pp. 597-608. (doi: 10.3917/ethn.104.0597)

LORAM A., WARREN P.H., & GASTON K.J., 2008. Urban Domestic Gardens (XIV): The Characteristics of Gardens in Five Cities. *Environmental Management*, T. 42, n° 3, pp. 361-376. (doi: 10.1007/s00267-008-9097-3)

LOSOSOVÁ Z., CHYTRÝ M., KÜHN I., HÁJEK O., HORÁKOVÁ V., PYŠEK P. & TICHÝ L., 2006. Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in central Europe. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, T. 8, n° 2, pp. 69-81. (doi: 10.1016/j.ppees.2006.07.001)

MARCO A., 2008. *Patrons d'espèces végétales introduites et déterminisme de leur variabilité dans les territoires urbanisés: étude de la flore cultivée des jardins et échappée dans les friches post-culturelles de l'arrière-pays méditerranéen français*. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 1, Marseille, 306 p.

MARCO A., DUTOIT T., DESCHAMPS-COTTIN M., MAUFFREY J.F., VENNETIER M. & BERTAUDIÈRE-MONTES V., 2008. Gardens in urbanizing rural areas reveal an unexpected floral diversity related to housing density. *Comptes Rendus Biologies*, T. 331, n° 6, pp. 452-465. (doi: 10.1016/j.crv.2008.03.007)

MARCO A., BERTAUDIÈRE-MONTES V., DESCHAMPS-COTTIN M., MAUFFREY J.F., VENNETIER M., DUTOIT T., 2010. Diversité de la flore cultivée des jardins privés du parc naturel régional du Lubéron: Le cas de la commune de Lauris (Vaucluse). *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n°9, pp. 38-57.

MCKINNEY, M.L., 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience*, n°52, pp. 883-890. (doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)

MOLINA-MONTENEGRO M.A., BADANO E.I., CAVIERES L.A., 2008. Positive interactions among plant species for pollinator service: assessing the "magnet species" concept with invasive species. *Oikos*, n°117, pp. 1833-1839.

MOUILLOT D., GRAHAM N.A.J., VILLÉGER S., MASON N.W. H. & BELLWOOD D.R., 2013. A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution*, T. 28, n° 3, pp. 167-177. (doi: 10.1016/j.tree.2012.10.004)

OWEN J. & Royal Horticultural Society (Great Britain), 2010. *Wildlife of a garden: a thirty-year study*. London, Royal Horticultural Society.

PELLISSIER, V., ROZE, F., CLERGEAU, P., 2010. Constraints of urbanization on vegetation dynamics in a growing city: A chronological framework in Rennes (France), in *Urban Biodiversity and Design*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK; Hoboken, NJ, pp. 206–226.

PETCHEY O.L. & GASTON K.J., 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, T. 9, n° 6, pp. 741-758. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x)

PICKETT S.T.A., CADENASSO M.L., GROVE J.M., BOONE C. G., GROFFMAN P.M., IRWIN E., KAUSHAL S.S., MARSHALL V., MCGRATH B.P., NILON C.H., POUYAT R.V., SZLAVECZ K., TROY A. & WARREN P., 2010. Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*. n°92, pp. 331-362.

PICON J., ESPONDA M., FAYOLLE V., VERRE L. & DAVOULT G., 2008. Déplacements domicile-travail : une interdépendance forte entre les territoires de la métropole provençale. *SUD INSEE l'essentiel*, n°126. Consulté à l'adresse www.insee.fr/fr/insee_regions/provence/themes/sud_essentiel/sie126/sie126.pdf

POLITI BERTONCINI A., MACHON N., PAVOINE S. & MURATET A., 2012. Local gardening practices shape urban lawn floristic communities. *Landscape and Urban Planning*, T. 105, n° 1-2, pp. 53-61. (doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.11.017)

R Core Team, 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Consulté à l'adresse <http://www.R-project.org>

RAUNKIAER C., 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*, being the collected papers of C. Raunkiaer, xvi. + 632 p.

RUDD H., VALA J. & SCHAEFER V., 2002. Importance of backyard habitat in a comprehensive biodiversity conservation strategy: a connectivity analysis of urban green spaces. *Restoration Ecology*, T. 10, n° 2, pp. 368–375.

SHOCHAT E., WARREN P.S., FAETH S.H., MCINTYRE N.E. & HOPE D., 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, T. 21, n° 4, pp. 186-191. (doi: 10.1016/j.tree.2005.11.019)

SMITH R.M., THOMPSON K., HODGSON J.G., WARREN P.H. & GASTON K.J., 2006. Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biological Conservation*, T. 129, n° 3, pp. 312–322. (doi: 10.1016/j.biocon.2005.10.045)

THOMPSON K. & MCCARTHY M.A., 2008. Traits of British alien and native urban plants. *Journal of Ecology*, T. 96, n° 5, pp. 853-859. (doi: 10.1111/j.1365-2745.2008.01383.x)

ANNEXE : LISTE DES ESPÈCES INVENTORIÉES CLASSÉES PAR OCCURRENCE DÉCROISSANTE

(Ne figurent dans la liste suivante que les espèces dont l'occurrence est supérieure à 5% qui ont été retenues dans les analyses, mais les données complètes sont disponibles sur demande)

Colonne A : pourcentage d'occurrence sur l'ensemble des relevés (Jardins et friches)

Colonne B : pourcentage d'occurrence sur l'ensemble des relevés de Marseille

Colonne C : pourcentage d'occurrence sur l'ensemble des relevés de Lauris

Famille	Genre	Espèce	Nom Auteur	A	B	C
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i>	<i>arvensis</i>	L.	58%	60%	55%
Asteraceae	<i>Conyza</i>	<i>sumatrensis</i>	(Retz.) E.Walker	48%	48%	48%
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>	L.	47%	56%	38%
Poaceae	<i>Avena</i>	<i>barbata</i>	Pott ex Link	43%	43%	44%
Poaceae	<i>Hordeum</i>	<i>murinum</i>	L.	36%	58%	15%
Fabaceae	<i>Medicago</i>	<i>minima</i>	(L.) L.	35%	13%	58%
Asteraceae	<i>Picris</i>	<i>hieracioides</i>	L.	34%	20%	49%
Caryophyllaceae	<i>Polycarpon</i>	<i>tetraphyllum</i>	(L.) L.	34%	54%	14%
Poaceae	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>	(L.) Pers.	34%	36%	31%
Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>bursifolia</i>	L.	33%	28%	39%
Fabaceae	<i>Medicago</i>	<i>orbicularis</i>	(L.) Bartal.	33%	30%	35%
Fabaceae	<i>Medicago</i>	<i>rigidula</i>	(L.) All.	33%	18%	49%
Poaceae	<i>Catapodium</i>	<i>rigidum</i>	(L.) C.E.Hubb. ex Dony	33%	24%	43%
Poaceae	<i>Rostraria</i>	<i>cristata</i>	(L.) Tzvelev	33%	30%	36%
Malvaceae	<i>Malva</i>	<i>sylvestris</i>	L.	31%	50%	11%
Araliaceae	<i>Hedera</i>	<i>helix</i>	L.	29%	39%	20%
Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>foetida</i>	L.	29%	19%	40%
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	L.	28%	28%	29%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>peplus</i>	L.	28%	38%	19%
Plantaginaceae	<i>Veronica</i>	<i>persica</i>	Poir.	28%	28%	29%
Poaceae	<i>Dactylis</i>	<i>glomerata</i>	L.	28%	19%	36%
Apiaceae	<i>Foeniculum</i>	<i>vulgare</i>	Mill.	27%	48%	6%
Plantaginaceae	<i>Veronica</i>	<i>arvensis</i>	L.	27%	8%	46%
Apiaceae	<i>Torilis</i>	<i>nodosa</i>	(L.) Gaertn.	26%	26%	25%
Asteraceae	<i>Lactuca</i>	<i>serriola</i>	L.	26%	29%	23%
Urticaceae	<i>Parietaria</i>	<i>judaica</i>	L.	26%	38%	14%
Asteraceae	<i>Urospermum</i>	<i>dalechampii</i>	(L.) Scop. ex F.W.Schmidt	25%	16%	34%
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>molle</i>	L.	24%	25%	24%
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>lanceolata</i>	L.	24%	21%	28%

Poaceae	<i>Poa</i>	<i>annua</i>	L.	24%	28%	20%
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>madritensis</i>	L.	23%	28%	19%
Poaceae	<i>Piptatherum</i>	<i>miliaceum</i>	(L.) Coss.	23%	44%	3%
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>serpyllifolia</i>	L.	22%	5%	39%
Lamiaceae	<i>Mentha</i>	<i>rotundifolia</i>	auct.	22%	9%	35%
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i>	<i>minor</i>	L.	22%	4%	40%
Asparagaceae	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius</i>	L.	21%	21%	20%
Asteraceae	<i>Centaurea</i>	<i>aspera</i>	L.	21%	4%	39%
Fabaceae	<i>Medicago</i>	<i>polymorpha</i>	L.	21%	25%	16%
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>sterilis</i>	L.	21%	15%	26%
Poaceae	<i>Melica</i>	<i>ciliata</i>	L.	21%	23%	19%
Papaveraceae	<i>Papaver</i>	<i>rhoeas</i>	L.	19%	20%	18%
Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>oleracea</i>	L.	19%	33%	5%
Primulaceae	<i>Anagallis</i>	<i>arvensis</i>	L.	19%	21%	16%
Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>vesicaria</i>	L.	17%	20%	14%
Caryophyllaceae	<i>Stellaria</i>	<i>media</i>	(L.) Vill.	17%	14%	20%
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>hordeaceus</i>	L.	17%	19%	15%
Caryophyllaceae	<i>Petrorhagia</i>	<i>prolifera</i>	(L.) P.W.Ball & Heywood	16%	1%	31%
Poaceae	<i>Elytrigia</i>	<i>repens</i>	(L.) Desv. ex B.D.Jacks.	16%	6%	25%
Poaceae	<i>Vulpia</i>	<i>ciliata</i>	Dumort.	16%	0%	33%
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>aviculare</i>	L.	16%	25%	6%
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>aparine</i>	L.	16%	21%	10%
Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>sancta</i>	(L.) Babc.	15%	14%	16%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>serrata</i>	L.	15%	3%	28%
Asteraceae	<i>Scorzonera</i>	<i>laciniata</i>	L.	14%	13%	15%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>cyparissias</i>	L.	14%	3%	25%
Fabaceae	<i>Trifolium</i>	<i>campestre</i>	Schreb.	14%	4%	24%
Fabaceae	<i>Vicia</i>	<i>hybrida</i>	L.	14%	15%	14%
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i>	<i>sinuatum</i>	L.	14%	8%	20%
Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i>	<i>album</i>	L.	13%	21%	4%
Asteraceae	<i>Chondrilla</i>	<i>juncea</i>	L.	13%	5%	21%
Asteraceae	<i>Cichorium</i>	<i>intybus</i>	L.	13%	9%	18%
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>tenerrimus</i>	L.	13%	25%	0%
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>lagopus</i>	L.	13%	11%	15%
Poaceae	<i>Digitaria</i>	<i>sanguinalis</i>	(L.) Scop.	13%	16%	9%
Poaceae	<i>Lolium</i>	<i>perenne</i>	L.	13%	14%	13%
Rubiaceae	<i>Sherardia</i>	<i>arvensis</i>	L.	13%	19%	8%
Caryophyllaceae	<i>Silene</i>	<i>vulgaris</i>	(Moench) Garcke	12%	5%	19%
Fabaceae	<i>Vicia</i>	<i>sativa</i>	L.	12%	5%	19%
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>ciconium</i>	(L.) L'Hér.	12%	21%	3%

Hypericaceae	<i>Hypericum</i>	<i>perforatum</i>	L.	12%	4%	20%
Lamiaceae	<i>Calamintha</i>	<i>nepeta</i>	(L.) Savi	12%	5%	19%
Poaceae	<i>Aegilops</i>	<i>ovata</i>	L.	12%	10%	14%
Rosaceae	<i>Potentilla</i>	<i>reptans</i>	L.	12%	15%	9%
Boraginaceae	<i>Echium</i>	<i>vulgare</i>	L.	11%	5%	16%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>prostrata</i>	Aiton	11%	8%	15%
Fabaceae	<i>Medicago</i>	<i>lupulina</i>	L.	11%	6%	16%
Fabaceae	<i>Trifolium</i>	<i>repens</i>	L.	11%	15%	6%
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>rotundifolium</i>	L.	11%	13%	9%
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>erectus</i>	(Huds.) Fourr.	11%	1%	21%
Asteraceae	<i>Carduus</i>	<i>tenuiflorus</i>	Curtis	10%	20%	0%
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>vulgaris</i>	L.	10%	18%	3%
Boraginaceae	<i>Heliotropium</i>	<i>europaeum</i>	L.	10%	20%	0%
Brassicaceae	<i>Diplotaxis</i>	<i>erucoides</i>	(L.) DC.	10%	16%	4%
Caprifoliaceae	<i>Sixalix</i>	<i>atropurpurea</i>	L.	10%	8%	13%
Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>diandrus</i>	Roth	10%	13%	8%
Poaceae	<i>Poa</i>	<i>pratensis</i>	L.	10%	3%	18%
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>parisiense</i>	L.	10%	9%	11%
Amaranthaceae	<i>Beta</i>	<i>vulgaris</i>	L.	9%	16%	1%
Apiaceae	<i>Torilis</i>	<i>arvensis</i>	(Huds.) Link	9%	4%	15%
Asteraceae	<i>Anthemis</i>	<i>arvensis</i>	L.	9%	15%	4%
Asteraceae	<i>Filago</i>	<i>pyramidata</i>	L.	9%	3%	16%
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>pilosella</i>	L.	9%	1%	18%
Brassicaceae	<i>Diplotaxis</i>	<i>tenuifolia</i>	(L.) DC.	9%	18%	0%
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>malacoides</i>	(L.) L'Her. ex Aiton	9%	18%	0%
Poaceae	<i>Brachypodium</i>	<i>phoenicoides</i>	(L.) Roemer & J. A. Schultes	9%	0%	18%
Poaceae	<i>Setaria</i>	<i>viridis</i>	(L.) P.Beauv. -	9%	8%	10%
Ranunculaceae	<i>Nigella</i>	<i>damascena</i>	L.	9%	0%	19%
Rubiaceae	<i>Rubia</i>	<i>peregrina</i>	L.	9%	6%	13%
Ulmaceae	<i>Celtis</i>	<i>australis</i>	L.	9%	18%	0%
Asparagaceae	<i>Muscari</i>	<i>neglectum</i>	Guss. ex Ten.	8%	1%	15%
Asteraceae	<i>Calendula</i>	<i>arvensis</i>	L.	8%	16%	0%
Asteraceae	<i>Reichardia</i>	<i>picroides</i>	(L.) Roth	8%	1%	15%
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>helioscopia</i>	L.	8%	13%	4%
Lamiaceae	<i>Ajuga</i>	<i>chamaepitys</i>	(L.) Schreb.	8%	0%	16%
Poaceae	<i>Elytrigia</i>	<i>campestris</i>	(Godr. & Gren.) Kerguélen ex Carreras	8%	6%	9%
Polygonaceae	<i>Rumex</i>	<i>pulcher</i>	L.	8%	6%	10%
Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>officinalis</i>	L.	8%	9%	6%
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>cicutarium</i>	(L.) L'Hér.	7%	4%	10%
Poaceae	<i>Phleum</i>	<i>pratense</i>	L.	7%	0%	14%
Apiaceae	<i>Eryngium</i>	<i>campestre</i>	L.	6%	0%	11%
Apiaceae	<i>Tordylium</i>	<i>maximum</i>	L.	6%	1%	11%

Asteraceae	<i>Crepis</i>	<i>setosa</i>	Haller f.	6%	3%	9%
Asteraceae	<i>Pallenis</i>	<i>spinosa</i>	(L.) Cass.	6%	6%	5%
Asteraceae	<i>Picris</i>	<i>echioides</i>	L.	6%	11%	0%
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>asper</i>	(L.) Hill	6%	3%	10%
Brassicaceae	<i>Alyssum</i>	<i>simplex</i>	Rudolphi	6%	0%	13%
Brassicaceae	<i>Capsella</i>	<i>bursa-pastoris</i>	(L.) Medik.	6%	10%	1%
Brassicaceae	<i>Lepidium</i>	<i>draba</i>	(L.) Desv.	6%	13%	0%
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>hamosus</i>	L.	6%	6%	5%
Fabaceae	<i>Lathyrus</i>	<i>cicera</i>	L.	6%	5%	6%
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>dissectum</i>	L.	6%	9%	4%
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>verbenaca</i>	L.	6%	5%	6%
Plantaginaceae	<i>Cymbalaria</i>	<i>muralis</i>	P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	6%	5%	6%
Plantaginaceae	<i>Kickxia</i>	<i>spuria</i>	(L.) Dumort.	6%	9%	3%
Poaceae	<i>Aegilops</i>	<i>neglecta</i>	Req. ex Bertol.	6%	0%	11%
Ranunculaceae	<i>Clematis</i>	<i>flammula</i>	L.	6%	3%	9%