Typologie de l'implantation de la flore spontanée en ville dense,

Xavier Lagurgue, Flavie Mayrand, Philippe Clergeau

▶ **To cite this version:**

Xavier Lagurgue, Flavie Mayrand, Philippe Clergeau. Typologie de l'implantation de la flore spontanée en ville dense,. Vertigo, 2019, volume 19 numéro 2, 10.4000/vertigo.25986 . mnhn-02568446

HAL Id: mnhn-02568446
https://mnhn.hal.science/mnhn-02568446

Submitted on 9 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement

volume 19 numéro 2 | octobre 2019
Varia

Typologie de l'implantation de la flore spontanée en ville dense,

regard croisé écologue-architecte

Xavier Lagurgue, Flavie Mayrand et Philippe Clergeau

Édition électronique
URL : http://journals.openedition.org/vertigo/25986
DOI : 10.4000/vertigo.25986
ISSN : 1492-8442

Éditeur
Les Éditions en environnement VertigO

Édition imprimée
Date de publication : 5 octobre 2019

Référence électronique
Xavier Lagurgue, Flavie Mayrand et Philippe Clergeau, « Typologie de l'implantation de la flore spontanée en ville dense, », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], volume 19 numéro 2 | octobre 2019, mis en ligne le 05 octobre 2019, consulté le 10 décembre 2019.
URL : http://journals.openedition.org/vertigo/25986 ; DOI : 10.4000/vertigo.25986

Ce document a été généré automatiquement le 10 décembre 2019.

Les contenus de *VertigO* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Typologie de l'implantation de la flore spontanée en ville dense,

regard croisé écologue-architecte

Xavier Lagurgue, Flavie Mayrand et Philippe Clergeau

Introduction

1 Qu'ils représentent 10 % ou 50 % de la superficie urbaine totale d'une ville (Darlington 1981 ; Grimmond et al., 1991), les murs offrent de nombreuses opportunités pour augmenter la superficie des espaces urbains dédiés à la biodiversité (Haaland et Konijnendijk van den Bosch 2015). Des dispositifs pour végétaliser ces espaces ont été décrits, tant par la recherche académique (Dover 2015 ; Jim 2015 ; Manso et Castro-Gomes 2015) que par les acteurs de la filière du Paysage (Agrigex Environnement et al., 2014 ; Guinaudeau, 2015), et leurs nombreux services écosystémiques de mieux en mieux évalués (Medl et al., 2017). Parmi eux, le rôle des murs végétalisés en tant qu'habitat pour de nombreuses espèces est aujourd'hui confirmé (Mayrand et al., 2018) bien qu'il existe encore des interrogations sur leur rôle pour conserver la biodiversité en ville et sur la nature des interactions qu'ils entretiennent avec les espaces verts urbains (Mayrand et Clergeau, 2018).

2 Les durabilités environnementale et économique des différents systèmes commercialisés sont néanmoins encore questionnées, car très variables et liées à la complexité des systèmes (Feng et Hewage, 2014 ; Ottelé et al., 2014 ; Perini et Rosasco, 2013), qui elle-même agit comme un frein à la démocratisation de la végétalisation verticale en ville (Clergeau, 2018 ; Wong et al., 2010). Afin de rendre les murs végétalisés plus attractifs, des évolutions techniques intégrant la soutenabilité environnementale et économique comme fondement des systèmes semblent incontournables.

3 Le biomimétisme (Terrier et al., 2017) fournit un cadre théorique adapté pour produire ces évolutions. Les milieux saxicoles ayant été décrits comme les habitats analogues des façades verticales des bâtiments (Lundholm, 2006), reproduire le fonctionnement de

ces habitats naturels serait un moyen prometteur pour végétaliser vertueusement les villes, et améliorer significativement le rôle du bâti dans la conservation de la biodiversité (Mayrand et Clergeau, 2018).

4 L'idée d'un bâtiment dont « l'épiderme devient biotope » pour la faune et la flore et dont les façades vivantes évoluent au rythme des saisons a déjà été mise en œuvre (Edouard et Duncan, 2017), mais sans que celle-ci ne soit l'application stricte d'une éco conception informée, concernant spécifiquement les espèces sauvages et spontanées. Pour les architectes et autres professionnels de la construction, la colonisation par le végétal conduit le plus souvent à la dégradation potentielle du bâti sous l'action du système racinaire (par ex. : Lisci et al. 2003). Cependant, des réalisations architecturales récentes témoignent qu'un changement de paradigme est actuellement proposé[1] et soutenu par la multiplication des partenariats de recherche appliquée[23], travaillant sur cette question.

5 Des recherches ont décrit les conditions locales favorables à la colonisation spontanée des murs par la végétation (Dover, 2015 ; Wheater, 2015 ; Mayrand et al., 2018), quand d'autres ont examiné comment les caractéristiques pétro-physico-chimiques des matériaux de construction conditionnent leur colonisation par le vivant (Miller et al., 2012). Les travaux menés sur le genre Ficus en climat tropical renseignent aussi les architectes et ingénieurs sur le rôle déterminant joué par les joints secs pour l'implantation végétale sur un support vertical. Cinq stratégies d'enracinement chez le genre Ficus seraient à la base de la diversité des situations d'implantations sur des bâtis anciens (Jim, 2013 ; 2014), mais il n'existe pas, à notre connaissance, en ville dense et sous climat tempéré, de travaux permettant d'orienter précisément la conception vers le choix de formes architecturales accueillant une grande diversité d'espèces végétales. Cette étude propose ainsi de comprendre comment les conditions environnementales favorables à la flore spontanée sont mises en œuvre par architectes et constructeurs. Elle identifie les fonctions biologiques qui sont favorisées grâce à une typologie des points d'implantation de la flore spontanée sur les dispositifs bâtis[4] en ville dense (1), grâce à la représentation graphique des situations d'implantation (2) et à un croisement entre besoins des végétaux et type de supports existant (3), (4).

Matériels et méthodes

Champ d'étude et prospections de terrain

6 Une campagne d'observation non systématique de la flore des rues a été menée en 2016 durant 4 mois (de mai à août) dans 4 rues de Paris (France), au cœur des 12e et 18e arrondissements (Tableau 1). Les rues, ont été choisies de façon à présenter des gabarits comparables de largeur de voirie et de hauteur d'immeubles (6 étages en moyenne), tout en présentant des caractéristiques variées concernant d'autres facteurs comme la pente, l'exposition, l'orientation.

Tableau 1. 4 rues de Paris, France ayant fait l'objet de relevés de terrain.

Rue	Transect (m)	Infrastructures vertes	Orientation de la rue	circulations, types architecturaux, profils de pente, expositions.

de Reuilly	650	Arbres d'alignement des 2 côtés de la chaussée, pieds d'arbres non plantés et non stabilisés, sans grille	NO-SE	Architecture : mouvement moderne (présence accrue de murets, grilles, aménagements urbains spécifiques
Taine	300	Arbres d'alignement des deux côtés de la chaussée, pieds d'arbres non plantés et non stabilisés, avec ou sans grille.	NE-SO	Architecture : rue plus traditionnelle avec immeubles de 7 étages, commerces au RDC et logements.
Montgallet	350	Arbres d'alignement du côté sud de la chaussée ; pieds d'arbre non plantés, avec grille	NE-SO	Petits commerces en RDC, logements.
Foyatier	300	Square Louise Michel (sur tout le transect d'inventaire). Arbre d'alignement non planté, non-stabilité, sans grille.	N-S	Rue piétonne (escalier de Montmartre). Pas d'entrée d'immeuble ; rue très pentue

7 La campagne d'observation a consisté tout d'abord en la caractérisation des points d'implantation[5] des plantes spontanées, sur les trottoirs et les murs, dans une zone constructive comprise entre l'égout des bâtiments et la bordure de trottoir (hors pieds d'arbre, noues, plates-bandes, ou massifs), hors soutènement, hors ouvrage d'art, et hors monuments historiques. L'identification des espèces végétales aux points d'implantation a été réalisée simultanément.

8 Une fois les implantations les plus fréquemment identifiées (par ex. : pieds d'immeuble, joints entre matériaux du trottoir), les implantations les plus rares ont été recherchées afin d'en avoir un nombre le plus élevé possible.

9 Représentation graphique de la situation d'implantation et identification des critères de la typologie d'implantation des végétaux.

10 Cette représentation a pour objectif de mettre en lien les caractéristiques architecturales du bâti (apports solaires, ruissellements d'eau, expression structurelle des descentes de charge, etc.) et les conditions environnementales qu'elles offrent au végétal à l'image de ce qui a été renseigné pour les milieux rupicoles : protection mécanique, apports d'eau de condensation, effets de tampons thermiques (Pech, 2013). Alors que la représentation botanique fait l'objet d'une longue tradition de représentation (de Herdt et al., 1996) e t que le relevé d'architecture repose lui aussi sur une codification séculaire (Recht, 1995), la représentation de la plante dans les situations courantes du bâti urbain contemporain (maçonnerie et ouvrages récents, trottoirs asphaltés) nécessitait la proposition d'une démarche spécifique non encore mis à l'œuvre.

11 Les espèces végétales et leur point d'implantation ont été représentés en coupe verticale, dans leur expression foliaire et leur cheminement racinaire à partir des photographies et des informations architecturales relevées in situ. La coupe est

complexifiée par la vue perspective de l'arrière-plan pour devenir une coupe-perspective, figure classique de la représentation architecturale qui a l'avantage de livrer des indications sur le contexte urbain. Bien que le dessin final soit une interprétation de la situation in situ, la lecture de cette dernière a été systématisée grâce au protocole suivant : (1) la représentation en coupe de la construction a été informée par la recherche d'indices in situ et des recherches bibliographiques (Vigan, 1996) ; (2) le déploiement racinaire a été informé en déterrant un individu de taille comparable et d'espèce identique, de même espèce située au plus proche du point d'implantation observé. Le sujet a ensuite été scanné et ses racines positionnées dans la coupe. L'enjeu était de pouvoir mesurer la taille des racines pénétrant dans les œuvres bâties. Les plantes ayant pris racine dans le bâti, il était souvent impossible de les extraire sans dommage. Néanmoins, les ordres de grandeur entre les plantes et les éléments constructifs ont été respectés au mieux ; (3) la représentation finale a associé deux techniques différentes, le dessin d'architecture en 2D (sous logiciel Autocad) et la photographie (incrustation sous logiciel Photoshop). Les échelles de représentation varient entre l'échelle 1, 1/2 et le 1/10 pour les sujets arbustifs. La métrique du déploiement foliaire a été systématiquement renseignée par une mire graduée visible en superposition de l'image incrustée dans le dessin. Le cheminement théorique du ruissellement d'eau sur le bâti est représenté par un filet bleuté appliqué en transparence ; (4) Sur chaque planche, le dessin en coupe-perspective a été complété par un plan de situation qui permet d'appréhender le contexte urbain et l'orientation et un plan photographique moyen qui montre le sujet dans son contexte bâti.

12 Afin de synthétiser les données connues, une typologie des critères d'implantation du végétal a été produite à partir de données bibliographiques (Jim, 2013 ; 2014 ; 2015), complétées de nos observations qui intégraient une plus grande variété de supports. Les critères propres au cadre bâti y sont exposés du général au particulier, de l'extérieur vers l'intérieur du point d'implantation. Une sélection de fonctions végétales a été effectuée à partir des travaux de Jim (Jim, 2015) et des traits fonctionnels de la base TRY (Kattge et al., 2011).

Résultats

Aperçu de la flore du bâti parisien et situations d'implantation

13 Les relevés de terrain ont permis d'identifier 22 espèces végétales (Tableau 2) installées sur 178 implantations. L'échantillon présentait une prédominance de plantes de la famille des Poacées (30 %), d'euphorbes épurge (Euphorbia lathyris L., 1753) (15 %) et dans une moindre mesure des pissenlits (Taraxacum ruderalia Kirschner, H.Øllg. & Štěpánek, 1987) (7 %) et des pariétaires de Judée (Parietaria judaica L., 1756) (6 %). Les autres espèces identifiées se répartissaient le reste des espaces disponibles dans des proportions bien moindres allant de 1 à 4 %.

Tableau 2. Liste des plantes observées sur l'échantillon de 4 rues parisiennes.

Liste des plantes observées
Rue de Reuilly, rue Taine, rue Montgallet et rue Foyatier à Paris durant l'été 2016

Nom commun	**Nom latin**	**Nombre de spécimens observé**	**%**
Armoise commune	*Artemisia vulgaris* L., 1753	1	1 %
Buddleja de David	*Buddleja davidii* Franch., 1887	1	1 %
Chélidoine grande éclaire	*Chelidonium majus* L., 1753	1	1 %
Euphorbe épurge	*Euphorbia lathyris* L., 1753	24	15 %
Géranium à feuille ronde	*Geranium rotundifolium* L., 1753	1	1 %
Graminées	*Poaceae* (R.Br.) Barnh., 1895	48	30 %
Laiteron potager	*Sonchus oleraceus* L., 1753	1	1 %
Laiteron rude	*Sonchus asper* (L.) Hill, 1769	1	1 %
Mercuriale annuelle	*Mercurialis annua* L., 1753	1	1 %
Orpin blanc	*Sedum album* L., 1753	1	1 %
Oxalis corniculé	*Oxalis corniculata* L., 1753	9	6 %
Pariétaire de Judée	*Parietaria judaica* L., 1756	10	6 %
Patience crépue	*Rumex crispus* L., 1753	2	1 %
Pissenlit	*Taraxacum ruderalia* Kirschner, H.Øllg. & Štěpánek, 1987	11	7 %
Plantain lancéolé	*Plantago lanceolata* L., 1753	1	1 %
Reichardie fausse picride	*Reichardia picroides* L. (1753)	1	1 %
Robinier faux acacia	*Robinia pseudoacacia* L., 1753	3	2 %
Séneçon commun	*Senecio vulgaris* L., 1753	2	1 %
Sisymbre officinal	*Sisymbrium officinale* (L.) Scop., 1772	4	3 %
Sisymbre vélaret	*Sisymbrium irio* L., 1753	3	2 %
Vélar fausse giroflée	*Erysimum cheiranthoides* L., 1753	1	1 %
Vergerette du canada	*Conyza canadensis* (L.) Cronquist, 1943	7	4 %
Plantes indéterminées	*?*	26	16 %

Total plantes observées		160	100 %

Typologie des critères d'implantation

14 Nos planches de représentation de la végétation ont permis de rendre compte, par une approche descriptive mettant en rapport la morphologie de la plante et les éléments du bâti (parties de maçonnerie, asphalte, joints, parties métalliques), de l'existence de 7 traits non référencés dans la bibliographie (Tableau 3). Nous les avons intégrés dans les 5 grandes caractéristiques des supports bâtis déjà décrites que sont la localisation du point d'implantation, la structure du support bâti, sa géométrie, son état de surface, et l'ambiance[6] (Tableau 4) (Jim, 2015).

Tableau 3. Nouveaux critères architecturaux caractérisant l'implantation de la végétation spontanée en milieu urbain dense, de la chaussée à la tête de mur.

TABLEAU DES RELATION ENTRE PLANTES SPONTANÉES ET BÂTI URBAIN

Relation de Voisinage entre la localisation de la pousse (Lp) et la surface captante (Sc)	Relation géométrique	Assiette de la surface de pousse	Orientation	Topologie	Matérialité	Localisation, de la rue à l'égout de toiture
1 Continuité entre Lp et SC 2 Distance entre Lp et SC	0 Plat 1 Dièdre horizontal haut 2 Dièdre horizontal bas 3 Dièdre vertical	1 horizontale 2 inclinée 3 verticale	N E S O Z zénithale	1 fissure 2 porosité intrinsèque 3 joint	Ac Acier Al Aluminium Be Béton Bi Bitume C Céramique Bo Bois Br Brique Eb Enduit sur béton Ep Enduit sur pierre F Fonte Gra Granit Gre Grès Ma Marbre Mo Mortier de joint Pb Pierre de Bourgogne Pc Pierre calcaire Pm Pierre meulière Pl Plastique S Stabilisé T Terre végétale Z Zinc	1 Bordure de trottoir 2 Trottoir 3 Pied de poteau 4 Grilles 5 Muret de cloture 6 Pied de mur 7 Escalier 8 Perré 9 Gouttière 10 Mur 11 Tête de mur

Tableau 4. Critères de caractérisation du point d'implantation du végétal sur un support bâti.

Caractérisation d'un point d'implantation du végétal sur un support bâti			
Localisation	**Hauteur**	Au sol (hors pied de mur) Pied de mur Zone intermédiaire basse	Zone intermédiaire haute Sommet
	Environnement bâti	Sur court Sur rue	

	Proximité avec un espace vert urbain	Parc, jardin, square Bois Rivière, canal Pied d'arbre d'alignement	Friche urbaine Voie ferrée Plantations de rue hors pied d'arbre aucun
	Contraintes anthropiques directes	Piétinement Entretien	
Structure du support bâti	**Localisation du support bâti**	Bordure de trottoir Trottoir Pied de poteau Grilles Muret de clôture Pied de mur	Escalier Perré Gouttière Mur Tête de mur
	Matériaux (types visibles)	Acier Aluminium Béton Bitume Céramique Bois Brique Enduit sur béton Enduit sur pierre Fonte Granit	Grès Marbre Mortier Pierre de Bourgogne Pierre calcaire Pierre meulière Plastique Stabilisé Sol Zinc
	Nombre de matériaux visibles	Un Deux Trois	
	Ancienneté de l'ouvrage	Ruine Ancien non entretenu Ancien entretenu	Récent non entretenu Récent entretenu
Géométrie	**Assiette**	Horizontale Verticale Inclinée	
	Relation géométrique	Surface plane Dièdre horizontal haut	Dièdre horizontal bas Dièdre vertical

État des surfaces	**Texture**	Rugosité forte Rugosité moyenne Lisse	
	Topologie	Porosité Joint Fissure	
	Distance à la surface captante	En continuité À distance Mixte	
	Substrat	Maçonnerie Remblai Pleine terre	
Ambiance	**Orientation**	Nord Sud Est	Ouest Zénith
	Exposition au soleil	Plein soleil Mi ombre Ombre	
	Exposition au vent	Venté Non venté	
	Exposition à l'eau	Abrité Exposé aux précipitations Exposé au ruissellement	Présence d'eaux stagnantes Présence d'humidité
	Exposition aux pollutions	Atmosphériques De l'eau Du substrat	

Localisation du point d'implantation

15 Elle est décrite en référençant la hauteur du point d'implantation par rapport au sol, et les contraintes anthropiques (par ex. :piétinement) pouvant y être associées, le contexte de l'environnement proche, la proximité du point d'implantation du végétal aux espaces à caractère naturel.

Structure du support bâti

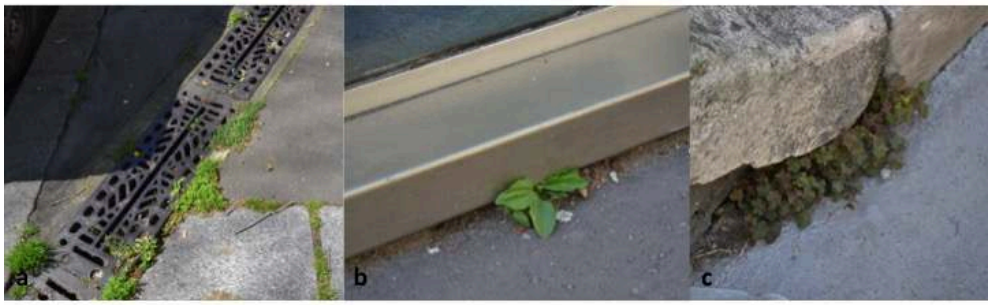
16 Le premier trait décrivant la structure du support est sa fonction dans l'espace urbain. Les supports de végétalisation assurent d'abord des fonctions comme celle de trottoir, de gouttière, de muret de clôture ou encore de soutènement (Tableau 3) : onze dispositifs bâtis ont fait l'objet d'implantation végétale, de la bordure du trottoir le long de la chaussée jusqu'à la tête de mur. Le deuxième trait est la matérialité des supports : vingt-et-un matériaux différents ont été identifiés aux implantations végétales. Si les ouvrages maçonnés sont souvent propices à la colonisation spontanée en raison de la présence de joints, nos observations nous ont permis de confirmer que, plus largement, les jonctions entre matériaux occasionnent des situations favorables pour le végétal (Figure 1). L'implantation peut être localisée à la jonction de deux ou trois matériaux différents ou à la jonction de deux surfaces de matériau identique (Figure 2).

Figure 1. Les jonctions entre matériaux occasionnent des situations favorables pour le végétal.

Buddleia davidii prenant racine dans la fissure d'un mur pignon (a) ; Sedum album ancré dans la porosité de la pierre meulière (b) ; fougères dans les joints de briques d'une Habitation à Bon Marché (c).

© XLGD

Figure 2. Implantation localisée à la jonction de deux ou trois matériaux différents ou à la jonction de deux surfaces de matériau identique.



Granit, fonte, asphalte… Les matières importent moins que leurs jonctions (a) ; bien que le métal soit peu propice à accueillir le vivant en raison de sa conductivité thermique, le joint sous la « goutte d'eau » de la bavette inox offre une niche acceptable (b) ; l'Oxalis corniculata qui se niche dans le joint de pied de mur entre asphalte et enduit ciment se développe sous la protection de la pierre (c).
© XLGD

Géométrie

17 Ce critère inclut deux traits différents : l'assiette du point d'implantation (ou l'inclinaison de la surface support) et la relation géométrique entre les surfaces constitutives du point d'implantation. La relation géométrique définit quatre types d'intersection entre surfaces : les jonctions planes entre matériaux (Figure 3a), et les dièdres constitués par l'intersection d'une surface horizontale et d'une surface verticale : les dièdres bas (Figure 3c), les dièdres hauts (Figure 3d), les dièdres verticaux (Figure 3 b et e) souvent combinés comme sur les photos avec un dièdre bas. Le dièdre horizontal haut semble être une disposition peu courante dans la rue. On le rencontre sous les bavettes, les larmiers en pieds de façade, sous les menuiseries (Figure 2). Sa particularité est de provoquer un effet de goutte d'eau très favorable à l'approvisionnement en eau des végétaux[7] .

Figure 3. Assiette plane (a), assiette inclinée (b), assiette verticale (c), dièdre vertical (d), dièdre horizontal bas (e), dièdre horizontal haut (f).

© XLGD

États des surfaces

18 Ils sont caractérisés par quatre traits : 3 traits déjà référencés dans la littérature (la rugosité des matériaux, la topologie liée à la présence de joints ou fissures, l'accumulation de poussières formant un substrat de croissance) auxquels vient s'ajouter un critère nouveau issu de nos observations : la relation existante entre le point d'implantation et la surface captant la ressource en eau. Dans le cas le plus simple, le point d'implantation fait partie de la surface captante (Figure 4a). Dans d'autres cas, une surface arrête les flux (graines, eaux), et une autre surface, située en dessous, en bénéficie. Le phénomène s'observe par exemple aux pieds d'équipements (par ex. :réverbères, mobilier) ainsi qu'à l'aplomb des éléments de clôture (Figure 4b). Dans de nombreuses situations que nous qualifions de « mixte », le point d'implantation bénéficie à la fois d'une continuité de surface et d'une surface captante verticale ou inclinée située à proximité immédiate (Figure 4c). C'est par exemple le cas du dièdre horizontal bas de pied de mur qui bénéficie à la fois de la surface de captation verticale du mur, et de la continuité d'écoulement apportée par le trottoir.

Figure 4. Surfaces captant la ressource en eau pour les espèces végétales en milieu urbain.

De gauche à droite : a) le point d'implantation est situé dans la continuité de la surface captante représentée par les dalles au sol ; b) le point d'implantation est situé à distance de la surface captante ; c) situation mixte : le point d'implantation est à distance et en continuité de la surface captante

© XLGD

Ambiance

19 L'orientation, l'exposition à la lumière, à l'eau et au vent sont les traits retenus pour décrire l'ambiance du point d'implantation du végétal. L'orientation de la surface de pousse décrit les conditions générales d'accès à la lumière et aux vents dominants. Elle est un paramètre sensible, mais non déterminant. Elle intègre les orientations cardinales (nord, sud, est, ouest) ainsi que le zénith donné par l'implantation sur une surface plane qui permet d'intégrer les têtes de murs et les trottoirs. L'exposition lumineuse décrit les conditions locales en termes de durée d'exposition et d'intensité lumineuse au niveau des points d'implantation de la végétation, à différentes heures de la journée, et suivant la saison.

20 L'exposition au vent caractérise le fait que le point d'implantation soit situé ou non à l'abri du vent. Par exemple, une situation abritée est procurée par un dièdre au niveau de la rue. Au contraire, une situation exposée à des flux aérauliques plus ou moins rapides se rencontre sur une surface plane située en hauteur. L'exposition à l'eau comme au vent caractérise la vitesse d'écoulement de l'eau au droit du point d'implantation. Les flux trop rapides comme la stagnation de l'eau sont préjudiciables à l'implantation puis au développement végétal.

Situations d'interaction plante-bâti : représentations graphiques de 9 situations fréquentes

21 Neuf situations d'implantation ont été représentées graphiquement (Figure 5 : annexe). Elles ont servi de base précise à la description des implantations et des supports. Elles sont ici décrites d'après les critères de la typologie présentée dans le tableau 3. Deux grands groupes d'interaction ont été observés en fonction de l'effet du système racinaire sur les structures bâties étudiées : 5 interactions sans effet délétère probable sur les surfaces bâties en contact avec la plante (planches 1 à 5), 4 interactions avec effet délétère potentiel de la plante sur le bâti (planches A à D).

22 Les situations d'enracinement N° A à N° D présentent des configurations qui sont attendues comme étant plus à risque pour le bâti en raison de la dégradation des joints

de maçonneries par les racines et de la pénétration probable de celles-ci dans les ouvrages maçonnés. En revanche, les situations des planches N° 1 à N° 5 sont dites favorables en raison de l'absence de pénétration des matériaux de construction des surfaces bâties. Deux cas ont été rencontrés : la première est observée sur des surfaces horizontales ou verticales, en l'absence de joint ou de fissures, à la seule faveur de la rugosité et de la porosité du matériau de construction (situations N° 1 et N° 2). Dans ces configurations, les espèces végétales observées disposent d'une très faible profondeur d'enracinement (estimée à moins de 20 mm), et de peu de ressources issues de l'accumulation de matière organique dans les espaces soumis à des opérations d'entretien. Seules des espèces de taille réduite, herbacées, Bryophytes qui montrent un développement racinaire de type fasciculé sont attendues dans ces configurations. Leur occurrence serait d'autant plus facilitée que l'assiette d'implantation est horizontale, le substrat rugueux pour une meilleure accroche, l'exposition face aux vents dominants amenant humidité et précipitations.

23 Les situations N° 3 à N° 5 montrent que la présence de joints sans mortier offre des sites d'implantation supplémentaires aux espèces urbaines. Malgré l'étroitesse de ces espaces (estimée à 0,5 cm environ), des espèces herbacées aux appareils pivotant peuvent s'implanter peu profondément (environ 3 cm, en situations N° 3 à 5) ou plus profondément (près de 15 cm, en situation N° 5), mais sans que celles-ci ne viennent dégrader le bâti. Les dièdres horizontaux sont particulièrement favorables à la croissance des espèces végétales en raison de la protection contre le piétinement au sol et de l'accumulation de matière organique qu'ils offrent. En continuité avec les surfaces captant les eaux de ruissellement ou de précipitations, le développement de la végétation herbacée dans ces espaces y est facilité.

24 La mise en relation des fonctions végétales avec les caractéristiques des points d'implantation aboutit à une classification décrivant les configurations les plus optimales pour optimiser la colonisation végétale des interstices en voiries et sur le bâti sans que cela conduise à la dégradation de leur support. Les caractéristiques listées dans la bibliographie ont été complétées par nos propres résultats et s'organisent selon le Tableau 5.

Tableau 5. Impacts des critères du milieu bâti sur les fonctions végétales.

Impact du milieu bâti sur les fonctions végétales						
Fonctions végétales	Implantation	Développement				Interactions
	Installation (trait n° 38) Germination (Trait n° 39)	Protection physique (trait n° 52)	Respiration, Transpiration (trait n° 35)	Hydratation Nutrition (Traits n° 11, n° 23)	Photosynthèse (trait n° 33)	Reproduction (trait n° 37) Compétition, relations diverses (trait n° 7)
Facteurs extrinsèques						

Ambiance						
Orientation solaire	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	
Exposition au soleil. Ombrage végétal et masques bâtis	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	
Exposition directe à la pluie	+			+		+
Exposition au ruissellement	+			+		+
Exposition à l'inondation et à la submersion	+/-	-	-	-	-	+/-
Exposition au vent	+	+/-	+/-	+/-		+
Exposition aux pollutions atmosphériques	-	-	+/-	+/-	-	-
Écosystème local						
Proximité d'une réserve de biodiversité	+					+
Masques bâtis	+/-					+/-
Hauteur du point d'implantation	+/-	+/-	+/-	+/-		
Risque de prédation des jeunes plants	-	-	-	-	-	
Exposition aux pollutions canines	-	-	-	-	-	-
Disperseurs primaires et secondaires						
Frugivores	+/-	+/-				+/-

Oiseaux	+/-	+/-				+/-
Insecte pollinisateur	+/-	+/-				+/-
Fourmis	+/-	+/-				+/-
Mammifères	+/-	+/-				+/-
Chaussures	+/-	+/-				+/-
Aérologie des véhicules mécanisés	+/-	+/-				+/-
Usages anthropiques						
Localisation dans le bâti	+/-	+/-		+/-	+/-	
Circulation véhicules	-	-				+/-
Entretiens voirie	+/-	-		-		+/-
Marche, piétinement	+/-	-	-	-	-	+/-
Risque de déracinement	-	-	-	-	-	-
Démolition-ruine	-	-	-	-	-	-
Facteurs intrinsèques						
Support bâti						
Relation de voisinage bâti	+/-	+/-				
Fonction du support bâti	+/-	+/-				
Hauteur du support bâti	+/-	+/-		+/-		
Type de matériaux	+/-	+/-		+/-		

Nombre de matériaux visibles	+			+		
Ancienneté de l'ouvrage	+	+		+		
Horizontalité de l'assiette d'implantation	+				+	
Matérialité, porosité : type de pierre…	+/-	+/-		+/-		
Texture Aspérités, rugosité	+			+		
Présence de joints	+	+		+		
Présence de fissures	+	+/-		+		
Substrat						
Accès au sol naturel, à la terre végétale	+	+		+		+
Volume de substrat accessible	+/-	+/-		+/-		+/-
Présence de poussières	+/-	-	-	+/-	-	
Dépôts divers	+/-	+/-		+/-		
pH	+/-	+/-		+/-		
Présence d'humidité	+			+		
Érosion du support bâti	+			+		

« + » : impact positif ; « – » : impacts négatifs ; « +/- » : impact variable selon l'espèce et la situation considérée. La numérotation des traits est issue de la base de traits fonctionnels des végétaux : « TRY ».

Adapté de Jim 2015.

25 Les fonctions végétales retenues ont été sélectionnées pour leur rapport avec la notion d'habitat. Sont considérés comme facteurs extrinsèques ou intrinsèques les facteurs biotiques et abiotiques selon qu'ils sont extérieurs ou intérieurs au système constitué par la plante et son point d'implantation.

26 Aucun critère ne concerne l'ensemble des fonctions vitales des végétaux spontanés. Cependant, certains critères sont toujours favorables au végétal sur le bâti : l'exposition directe aux précipitations ou aux eaux de ruissellement, la proximité du point d'implantation avec un espace vert urbain, le nombre de matériaux visibles, l'ancienneté de l'ouvrage, la pente de l'assiette d'implantation, la texture et la rugosité, la présence de joints ou de fissures, la présence de substrat (par accumulation ou érosion du support), et la captation de l'humidité de l'air par les matériaux support d'implantation. La consommation, le piétinement, l'entretien des surfaces bâties et la démolition sont systématiquement défavorables à l'implantation spontanée du végétal sur le bâti.

Discussion

Aperçu de la flore des murs et des rues, méthodes d'inventaire

27 La diversité des taxons inventoriés dans cette étude est limitée au regard de celle rencontrée dans les rues[8] . C'est une conséquence directe de la méthodologie choisie pour construire la typologie d'implantation : à l'image de la méthodologie utilisée par Lisci (2003) qui portait sur les plantes colonisant les bâtiments historiques, notre approche qualitative et non systématique avait pour objectif de caractériser de façon préliminaire les formes et techniques architecturales modernes autorisant la colonisation spontanée des surfaces par la flore. Le travail réalisé dans cette étude laisse ouvert l'enrichissement ultérieur de la typologie obtenue qui ne prétend pas à l'exhaustivité, mais à la prise en compte de l'essentiel des caractéristiques des points d'implantation. Il ne rend également pas compte du lien entre les différentes dimensions de la biodiversité (aspects quantitatifs, qualitatifs et fonctionnels) et la description des points d'implantation. Une étude systématique de la flore des rues et des façades serait particulièrement attendue pour décrire ce lien. Les connaissances acquises ouvriraient alors la voie à une prise en compte des besoins de la flore urbaine lors de la conception des enveloppes végétalisées des bâtiments et de ses abords. Les leviers de conception identifiés puis leur mise en œuvre à travers des enveloppes poreuses à la biodiversité proposeraient ainsi une plus grande diversité d'habitats aux espèces spontanées, une alternative aux plantes grimpantes et aux systèmes par bardages rapportés aujourd'hui commercialisés (Mayrand, 2018).

28 Des solutions techniques seraient néanmoins à trouver pour mettre en œuvre une telle étude, en raison de la difficulté d'accès aux façades, de l'évolution lente des systèmes nouvellement installés[9] qui suggère des suivis à moyen terme a minima, et de la rareté de terrains propices aux inventaires en façade dans le paysage urbain : les contextes réglementaires agissent encore souvent en défaveur de nouveaux projets architecturaux ou de pratiques de gestion qui autorisent l'installation spontanée du végétal en façade (Lagurgue, 2018).

Impacts généraux des critères bâtis

29 Certaines fonctions végétales sont impactées par un spectre plus important de critères bâtis que d'autres. Ainsi, la totalité des 43 critères retenus impacte les fonctions d'implantation, alors que 34 critères concernent la protection de l'intégrité physique, que 30 critères peuvent influencer la nutrition et que seulement 12 critères jouent sur la respiration. Ceci illustre que certaines fonctions végétales nécessitent pour se réaliser qu'un grand nombre de critères soient réunis. Des architectures qui se voudraient accueillantes pour les rupicoles devraient ainsi prendre en compte ces critères dès la phase de conception.

30 Dans le même temps, le nombre de critères convoqués met en évidence la complexité des liens systémiques entre la plante et son environnement et l'impossibilité de les hiérarchiser dans l'absolu, chaque individu de chaque espèce entretenant avec son biotope des relations singulières. Ce résultat semble indiquer deux voies distinctes de recherche en ecoconception[10] , l'une tournée vers des espèces en particulier et ciblant des traits fonctionnels précis, chez les muscicoles par exemple, l'autre, généraliste, destinée à une large palette végétale comme l'a par exemple testé l'expérience « dauphin vert[11] » (Lagurgue, 2018).

Choix des critères d'implantation

31 La classification de Jim (2015) avait pour objectif de décrire les principales caractéristiques architecturales (intrinsèques et extrinsèques) pilotant la mise en place d'un mur végétalisé. Afin de renseigner les architectes sur de nouveaux éléments relevant cette fois-ci de l'écologie et qui conditionnent l'accueil de la biodiversité spontanée sur les surfaces bâties incluant la voirie, des modifications ont été apportées à certains critères- Localisation, Structure du support bâti, État des surfaces, Géométrie, Ambiance – quand d'autres, la « Dimension » du mur (hauteur et largeur du mur) sont demeurés inchangés.

32 Bien que la Dimension du mur ait été décrite comme l'un des facteurs impactant la colonisation spontanée des murs (Mayrand et al. 2018), ces informations ont été surtout renseignées pour un genre bien particulier d'arbres tropicaux (Ficus benghalensis L., 1753), implantés sur des murs de soutènement. Ainsi, il s'est avéré peu pertinent de prendre en compte ce critère en raison du contraste existant entre les conditions de ces précédents travaux de recherche et celles de notre terrain d'étude : les inventaires produits pour notre étude n'ont pas été réalisés de façon systématique le long de linéaires de murs de différentes dimensions, car l'échelle spatiale d'intérêt était celle du point d'implantation et son organisation architecturale (1) ; les espaces inventoriés étaient par ailleurs soumis à de fortes contraintes de gestion (nettoyage, ravalement) et d'exploitation (circulation, piétinement, dégradation) de sorte que le maintien des espèces ligneuses arbustives et arborées dans les espaces bâtis que nous avons explorés était rare (2).

33 L'impact des conditions locales (disponibilité en nutriments et eau, conditions d'ensoleillement, caractéristiques structurales des surfaces, taille de la surface d'implantation, degré de perturbation, microclimat) sur l'occurrence d'espèces végétales sur le bâti étant établi (par ex. : Mayrand et al. 2018), il a été intégré à différents niveaux dans notre typologie au sein des critères Localisation (traits

« hauteur » et « contraintes anthropiques directes »), Structure du support bâti (traits « fonction du support », « matériaux », « ancienneté »), et des critères Géométrie, État des surfaces, Ambiance.

34 Les interactions entre espaces verts urbains et murs commencent à être décryptées (Mayrand et al., 2018), mais l'ensemble des travaux précédents supposait que soit renseigné l'Environnement immédiat du point d'implantation dans la typologie que nous présentons (traits « environnement bâti », « proximité d'espaces verts urbains », « distance à la surface captante »). En effet, les processus d'assemblage des espèces en communautés sont souvent appréhendés par l'étude des filtres environnementaux qui sélectionnent les espèces selon leurs traits biologiques, en fonction des caractéristiques environnementales locales (par ex. :pollution, sécheresse), de la fragmentation de leur habitat, et des pratiques anthropiques dont elles sont l'objet (configuration du paysage, gestion et usages des espaces) (Williams et al., 2015). La dispersion des espèces est fortement influencée, directement ou indirectement par l'activité humaine (Bullock et al., 2018). En ville, l'impact de l'organisation des quartiers (hauteurs et densité des bâtis et des espaces verts, orientation des rues) sur la diversité, la composition taxonomique des cortèges végétaux spontanés, et les mécanismes de dispersion de ces espèces dans la ville sont de mieux en mieux connus (Bierwagen 2007 ; Muratet et al., 2007 ; Omar et al., 2018 ; Vergnes et al., 2017).

Impacts du point d'implantation sur le végétal

35 Les planches de relevés permettent d'appréhender l'importance pour l'implantation végétale des effets de captation et d'accompagnement que produit la combinaison entre Géométrie construite et Topologie sur les flux d'air et d'eau.

36 Cette étude a confirmé le joint comme une situation topographique majeure pour l'implantation de plantes spontanées sur des bâtiments non historiques, en raison des phénomènes de retrait différenciés qui ouvrent les joints de façon quasi systématique à chaque changement de matériau. Si la matérialité, la texture ou les dispositifs construits comme les dièdres et les relations de voisinage peuvent impacter favorablement l'implantation, ce sont les joints, qu'ils soient horizontaux ou verticaux, qui apparaissent comme une configuration favorable pour la majorité des espèces recensées. Parce que très divers en revêtements de sol, dallages, parements et appareillages muraux, parce que pérennes face aux nécessités d'entretien, ils favorisent une plus forte occurrence de plantes spontanées sur le bâti que les fissures. Seuls des supports très poreux (par ex. : pierre de meulière, enduits anciens, mortier) ont une rugosité suffisante pour permettre à de rares espèces de s'ancrer directement sur une surface plane.

37 Une grande diversité de matériaux est rencontrée au point d'implantation, ce qui ne figurait pas dans les descriptions de Lisci (2003). D'après nos observations, l'alternance de matériaux de construction pourrait permettre de multiplier les points d'implantation du végétal sur le bâti quelques soient les matériaux utilisés. Néanmoins, les études portant sur les traits fonctionnels de la flore spontanée des rues ont montré son adaptation aux conditions biotiques et abiotiques contraignantes rencontrées en milieu urbain dense (Omar et al., 2018). Ces dernières agissant comme un filtre qui conditionne l'installation et la survie des espèces en ville (Lortie et al., 2004), l'effet « matériaux » pourrait être masqué par ces adaptations particulières de la flore. Dans

l'objectif de diversifier davantage des conditions locales aux points d'implantation, une réflexion sur le choix des matériaux ne peut donc pas être écartée.

Impact du végétal sur le bâti : entre biodétérioration et bioprotection

38 La perception commune vis-à-vis de la végétalisation verticale est marquée par une inquiétude réelle quant aux impacts délétères de celle-ci sur le bâti (Wong et al., 2010 ; Scapino, 2018). Dans un premier temps, la recherche est venue confirmer cette inquiétude, la colonisation par les espèces végétales, mousses, et lichens ayant tout d'abord été décrite comme un vecteur de dégradation (Bartoli et al., 2017 ; Lisci et al., 2003 ; Warscheid et Braams, 2000). En cause d'une part, la perte de cohésion des matériaux de construction sous l'action mécanique des racines (chez les plantes vasculaires) ou des rhizines (chez les lichens) qui pénètrent le substrat et fragilisent leur support, d'autre part à la libération par ces mêmes tissus de sécrétions acides qui réagissent avec le support bâti.

39 L'ampleur de ces impacts est variablement quantifiée (par ex. : Bartoli et al., 2017 ; Warscheid et Braams, 2000), car variable selon les propriétés intrinsèques des matériaux de construction utilisés, de leur intégrité avant l'implantation du végétal, et des espèces de plantes colonisatrices.

40 Les propriétés physiques et chimiques déterminent, avec les conditions environnementales et climatiques, la bioréceptibilité intrinsèque d'un matériau (Miller et al., 2012). Plus celle-ci est élevée, plus le matériau va être sujet à la colonisation par une ou plusieurs espèces, mais sans que celle-ci ne conduise immanquablement à sa détérioration. Les travaux présentant les impacts négatifs de la colonisation spontanée par les plantes abordent cette problématique qualitativement, et dans le cadre de bâtiment à enjeux patrimoniaux (bâtiments historiques, construction en pierre) qui ne se trouvent pas au centre de notre réflexion, celle-ci portant surtout sur les nouvelles constructions. Ainsi, il demeure délicat de transposer sans réserve la nature des impacts produits sur les bâtiments historiques aux constructions actuelles.

41 L'activité corrosive liée aux sécrétions acides des endolichens a été démontrée pour certains matériaux (par ex. : Lisci, 2003), mais des résultats récents montrent que les dommages occasionnés par les racines des plantes ont été observés dans le cas de façades présentant des défauts (fissures, crevasses, mortier détérioré) antérieurs à l'installation de la végétation (par ex. : Melzer et al., 2012), et qui sont dus la plupart du temps au « retrait » des parties construites, c'est-à-dire à l'évaporation différenciée des eaux contenues dans les matériaux au moment de leur mise en œuvre. De plus, toutes les espèces n'occasionneraient pas le même niveau de dommages. Le sous-dimensionnement des espaces dédiés aux espèces ligneuses en voirie est à l'origine de dommages. Elles causent le plus de dommages parmi les espèces vasculaires, leur poids s'additionnant à l'effet d'un enracinement profond dans le support pour couvrir les besoins et stabiliser leur appareil végétatif (Jim, 2014), les plantes herbacées ne produisant ni rhizomes ni stolons ne menaceraient pas l'intégrité du bâti, ce qu'illustrent nos mises à l'échelle des appareils racinaires et des œuvres construites.

42 Dans certaines circonstances, la végétation protège même le bâti contre la variabilité des conditions microclimatiques à laquelle il est exposé (Bolton et al., 2014 ; Coombes et al., 2018), et dont on sait qu'elle joue un rôle déterminant dans la dégradation des matériaux de constructions (par ex. : Smith et al., 2011). Ainsi, dans certaines

circonstances, le lierre grimpant (Hedera helix L., 1753) réduit la dégradation des murs (Dover, 2015) en atténuant les effets répétés des phénomènes de dilatation-contraction associés aux cycles climatiques.

Conclusion

43 Parce que les plantes spontanées participent au fonctionnement écologique des villes, de nouvelles esthétiques architecturales doivent être proposées pour que le bâti puisse accueillir une plus grande diversité d'espèces. À travers cette étude préliminaire, nous rendons compte des jeux d'échelles existants entre profondeur d'enracinement et dispositifs bâtis, ainsi que de l'existence de procédés constructifs et architecturaux autorisant le développement de la végétation spontanée sans effet délétère sur le bâti. Il a été montré que parmi les grandes caractéristiques des supports bâtis reconnues dans la littérature que sont la localisation du point d'implantation, la structure du support bâti, sa géométrie, son état de surface, et l'ambiance sept nouveaux traits du bâti gagnaient à être pris en considération qui sont les relations entre surfaces bâties, leur géométrie, leur assiette, la topologie et la matérialité et enfin la localisation sur le bâtiment. Grâce à des planches de relevé qui ont mis en évidence des rapports d'échelle entre plantes et dispositifs bâtis, il a été montré que seule une petite partie des situations de colonisation végétale était susceptible de provoquer une dégradation des constructions hôtes alors que dans de nombreux cas, l'installation de plantes spontanées reste sans impact négatif, voire participe à la protection des ouvrages. Enfin, les joints entre matériaux, bien plus que les effets de porosité et de texture des matériaux eux-mêmes, et bien plus que les fissures, constituent des situations favorables à l'implantation des plantes spontanées. Il apparaît ainsi envisageable de tolérer une colonisation spontanée et différenciée au sein d'espaces pour lesquels la gestion serait anticipée (par ex. :désherbage des ligneux) par des plantes herbacées disposant de stratégies d'enracinement de faible profondeur. L'accès aux ressources étant déterminant pour la valeur « biodiversité » du point d'implantation, une véritable réflexion en conception architecturale et urbaine est nécessaire pour permettre l'accumulation localisée et contrôlée de matière organique et d'eau. Des effets variables selon les taxons étudiés laissent penser qu'un couvert végétal peu intrusif pourrait lutter localement contre la dégradation des matériaux de construction causée par le climat, et participer à une esthétique renouvelée de la nature en ville. Des recherches récentes portant sur la mise au point de matériaux de construction bioréceptibles, mais conservant leurs propriétés de résistance aux effets de l'environnement s'inscrivent dans cette démarche (Manso et al., 2014).

Remerciements

44 Ce travail a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-14-CE22-0021).

45 À Maxime Rouesnel, architecte, pour sa contribution aux relevés et à leur représentation graphique.

Biographie

46 Xavier Lagurgue est architecte D.P.L.G, fondateur et associé de l'agence franco autrichienne XLGD architectures. Il est maître de conférence à l'École nationale supérieure d'architecture Paris-Val de Seine (ENSAPVS) dans le champ théorie et pratique de la conception architecturale et urbaine.

47 Flavie Mayrand est docteur en écologie, chargée d'étude innovation en écologie urbaine au Muséum national d'histoire naturelle, et écologue au sein de l'agence de paysage TOPAGER. Ses travaux de recherche portent sur l'intégration des bâtiments comme éléments des trames vertes urbaines.

48 Philippe Clergeau est professeur au Muséum national d'histoire naturelle et consultant en écologie urbaine. Ses recherches en écologie sont ciblées sur l'installation des biodiversités urbaines et notamment sur le rôle de l'organisation des paysages et des planifications.

BIBLIOGRAPHIE

Agence ChartierDalix, 2017, Groupe scolaire de la biodiversité et gymnase à Boulogne-Billancourt, dans : Yudina A., Villes jardins. Vers une fusion entre le végétal et la ville. Tour du monde des projets et réalisations les plus innovants. Editions Ulmer.

Agrigex Environnement, Les Jardins de Gally, Natural Grass, Thierry Muller SAS, Vertdéco, M. Geoffray – EPOC et Tecomah, 2014, Guide de Bonnes Pratiques des Enveloppes Végétalisées du Bâti, Association Le Vivant et la Ville, 96 p.

Architectes, avignon-clouet, 2012, Autrement Rue Rebière | Avignon-Clouet Architectes, [en ligne] URL : https://avignon-clouet.com/habitat-collectif/autrement-rue-rebiere, Consulté le 3 janvier 2019

Bartoli, F., F. Romiti et G. Caneva, 2017, Aggressiveness of Hedera helix L. growing on monuments : evaluation in Romans archeological sites and guidelines for a general methodological approach, Plant Biosystems 151, pp. 866-877 ; doi : 10/1080/11263504.2016.1218969

Bierwagen, B.G., 2007, Connectivity in urbanizing landscapes : the importance of habitat configuration, urban area size, and dispersal, Urban Ecosystems. 10, pp. 29-42 ; doi : 10.1007/s11252-006-0011-6

Bolton, C., M. A. Rahman, D. Armson et A. R. Ennos, 2014, Effectiveness of an ivy covering at insulating a building against the cold in Manchester, U.K. : a preliminary investigation, Building and Environment, 80, pp 32-35 ; doi : 10.1016/j.buildenv.2014.05.020.

Brabandere, Gerda de, et Elisabeth Lauwers-Derveaux, 1996, L'empire de flore : histoire et représentation des fleurs en Europe du XVIe au XIXe siècle, Bruxelles : La renaissance du livre.

Bullock, J.M., D. Bonte, G. Pufal, C. da Silva Carvalho, D.S. Chapman, C. García, E. Matthysen et M.M. Delgado, 2018, Human-Mediated Dispersal and the Rewiring of Spatial Networks, Trends in Ecology and Evolution, 33, pp. 958-970 ; doi : 10.1016/j.tree.2018.09.008.

Clergeau, P. (coord), 2018, La biodiversité en ville dense : nouveaux regards, nouveaux dispositifs. Programme de recherche ANR ECOVILLE, Synthèse opérationnelle, Plante&Cité, 60 p.

Coombes, M.A., H.A. Viles et H. Zhang, 2018, Thermal blanketing by ivy (Hedera helix L.) can protect building stone from damaging frosts, Scientific Reports, 8, Article number : 9834 ; doi : 10.1038/s41598-018-28276-2

Coppens, C., G. de Brabandere et E. Lauwers-Derveaux, 1996, L'Empire de flore : histoire et représentation des fleurs en Europe du XVIe au XIXe siècle, La Renaissance Du Livre.

Darlington, A., 1981, Ecology of Walls, Heinemann, London.

Dover, J. W., 2015, Green roofs, in Dover, J. W. (ed.) Green infrastructure. Incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments, Routledge, Londres, pp. 163-217

Edouard, F. et L. Duncan, 2017, L'immeuble qui pousse, dans : Yudina A., Villes jardins. Vers une fusion entre le végétal et la ville. Tour du monde des projets et réalisations les plus innovants, Editions Ulmer.

Feng, H. et K. Hewage, 2014, Lifecycle assessment of living walls : Air purification and energy performance, Journal of Cleaner Production, 69, pp. 91–99 ; doi : 10.1016/j.jclepro.2014.01.041.

Grimmond, C. S. B., H. A. Cleugh et T. R. Oke, 1991, An objective urban heat storage model and its comparison with other schemes, Atmospheric Environment, Part B. Urban Atmosphere, 25, pp. 311–326 ; doi : 10.1016/0957-1272(91)90003-W.

Guinaudeau, C., 2015, Végétalisation des murs : conception, mise en oeuvre, entretien et maintenance, Edition CSTB, Marnes-la-Vallée.

Haaland, C. et C. Konijnendijk van den Bosch, 2015, Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification : a review, Urban Forestry and Urban Greening, 14, pp. 760-771 ; doi : 10.1016/j.ufug.2015.07.009.

Jim, C. Y., 2013, Drivers for colonization and sustainable management of tree-dominated stonewall ecosystems, Ecological Engineering, 57, pp. 324–335 ; doi : 10.1016/j.ecoleng. 2013.04.039.

Jim, C. Y., 2014, Ecology and conservation of strangler figs in urban wall habitats, Urban Ecosystems, 17, pp. 405–426 ; doi : 10.1007/s11252-013-0322-3.

Jim, C. Y., 2015, Greenwall classification and critical design-management assessments, Ecological Engineering, 77, pp. 348–362 ; doi : 10.1016/j.ecoleng.2015.01.021.

Kattge, J., S. Díaz, S. Lavorel, I. C. Prentice, P. Leadley, G. Bönisch, E. Garnier, M. Westoby, P. B. Reich, I. J. Wright, J. H C Cornelissen, C. Violle, S. P. Harrison, P. M. Van Bodegom, M. Reichstein, Brian Enquist, N. A. Soudzilovskaia, D. D. Ackerly, M. Anand, O. Atkin et 115 autres, 2011, « TRY – a Global Database of Plant Traits », Global Change Biology 17, no 9 : pp. 2905-2935 ; https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x.

Lagurgue, X., 2018, Mesures règlementaires, incitatives et dissuasives applicables aux murs végétalisés à Paris, dans : Clergeau, P., (coord), La biodiversité en ville dense : nouveaux regards, nouveaux dispositifs, Programme de recherche ANR ECOVILLE, Synthèse opérationnelle, Plante&Cité, pp. 42-44.

Lagurgue, X., 2018, Mesures règlementaires, incitatives et dissuasives applicables aux murs végétalisés à Paris, dans : Clergeau, P., (coord), La biodiversité en ville dense : nouveaux regards, nouveaux dispositifs, Programme de recherche ANR ECOVILLE, Synthèse opérationnelle, Plante&Cité, pp. 50- 51.

Lisci, M., M. Monte et E. Pacini, 2003, Lichens and higher plants on stone : a review, International Biodeterioration & Biodegradation, 51, pp. 1-17 ; doi : 10.1016/S0964-8305(02)00071-9.

Lortie, C.J., R. W. Brooker, P. Choler, Z.Kikvidze, R. Michalet, F. I. Pugnaire et R. M. Callaway, 2004, Rethinking plant community theory, Oikos 107, pp. 433–438. doi.org/10.1111/j. 0030-1299.2004.13250.

Lundholm, J. T., 2006, Green roofs and facades : a habitat template approach, Urban Habitats, 4(1), pp. 87–101.

Manso, M. et J. Castro-Gomes, 2015, Green wall systems : A review of their characteristics, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, pp. 863–871 ; doi : 10.1016/j.rser.2014.07.203.

Manso, S., G. Mestres, M. Pau Ginebra, N. De Belie, I. Segura et A. Aguado, 2014, Development of a low pH cementitious material to enlarge bioreceptivity, Construction and Building Materials, 54, pp. 485-495 ; doi : 10.1016/j.conbuildmat.2014.01.001.

Mayrand, F., 2018, Les systèmes existants de végétalisation verticale dans Clergeau P. (coord) La biodiversité en ville dense : nouveaux regards, nouveaux dispositifs, Programme de recherche ANR ECOVILLE, Synthèse opérationnelle, Plante&Cité, 60p.

Mayrand, F., P. Clergeau, A. Vergnes et F. Madre 2018, Chapter 3.13 – Vertical Greening Systems as Habitat for Biodiversity, Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability, pp. 227–237 ; doi : 10.1016/B978-0-12-812150-4.00021-5.

Mayrand, F. et P. Clergeau, 2018, Green Roofs and Green Walls for Biodiversity Conservation : A Contribution to Urban Connectivity ? Sustainability, 10, pp. 985-997 ; doi :10.3390/su10040985.

Medl, A., R. Stangl et F. Florineth, 2017, Vertical greening systems – A review on recent technologies and research advancement, Building and Environment, 125, pp. 227–239 ; doi : 10.1016/j.buildenv.2017.08.054.

Melzer, B., R. Seidel, T. Steinbrecher et T. Speck, 2012, Structure, attachment properties, and ecological importance of the attachment system of English ivy (Hedera helix), Journal of experimental botany, 63, pp. 191-201 ; doi : 1093/jxb/err260.

Miller, A. Z., P. Sanmartín, L. Pereira-Pardo, A. Dionísio, C. Saiz-Jimenez, M.F. Macedo et B. Prieto, 2012, Bioreceptivity of building stones : A review, Science of the Total Environment, Elsevier B.V., 426, pp. 1–12 ; doi : 10.1016/j.scitotenv.2012.03.026.

Muratet, A., N. Machon, F. Jiguet, J. Moret et E. Porcher, 2007, The role of urban structures in the distribution of wasteland flora in the greater Paris area, France, Ecosystems 10, pp. 661-671. doi : 10.1007/s10021-007-9047-6.

Omar, M., N. Al Sayed, K. Barré, J. Halwani et N. Machon, 2018, Drivers of the distribution of spontaneous plant communities and species within urban tree bases, Urban Forestry & Urban Greening, 35, pp. 174-191 ; doi : 10.1016/j.ufug.2018.08.018.

Ottelé, M., K. Perini et E. M. Haas, 2014, 19 – Life cycle assessment (LCA) of green façades and living wall systems, in Eco-efficient Construction and Building Materials, pp. 457–483 ; doi : 10.1533/9780857097729.3.457.

Pech, P., 2013, Les milieux rupicoles. les enjeux de la conservation des sols rocheux, Quae.

Perini, K. et P. Rosasco, 2013, Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems, Building and Environment, 70, pp. 110–121 ; doi : 10.1016/j.buildenv.2013.08.012.

Recht, R., 1995, Le dessin d'architecture : origine et fonctions, Paris : A. Biro.

Scapino, J., 2018, Des murs végétalisés dans les copropriétés parisiennes : représentations, gestion et pérennité, rapport de recherche /projet ECOVILLE, LADYSS : ANR-14-CE22-0021, [en ligne] URL : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01710972/document

Smith, B., S. Srinivasan, M. Gomez-Heras, P.A.M. Basheer et H.A. Viles, 2011, A near-surface temperature cycling of stone and its implications for scales of surface deterioration, Geomorphology, vol 130 num 1-2, pp. 76-82 ; https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.10.005.

Terrier P., M. Glaus et E. Raufflet, 2017, Biomimétisme : outils pour une démarche écoinnovante en ingénierie, VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Débats et Perspectives, consulté le 02 juillet 2018, URL : http://journals.openedition.org/vertigo/17914

Vergnes, A., E. Le Saux et P. Clergeau, 2017, Preliminary data on low aerial plankton in a large city center, Paris, Urban Forestry & Urban Greening, 22, pp. 36-40 ; doi : 10.1016/j.ufug. 2017.01.012.

Vigan, J. de, 1996, Dicobat 1996 : dictionnaire général du bâtiment, Orangis, France : éditions Arcature.

Warscheid, T. et J. Braams, , 2000, Biodeterioration of stone : a review, International Biodeterrioration International Biodeterioration & Biodegradation, 46, pp. 343–368 ; doi : 10.1016/S0964-8305(00)00109-8.

Wheater, C. P., 2015, Walls and paved surfaces : urban complexes with limited water and nutrients, in Douglas, I. et al. (eds) The routledge handbook of urban ecology, Routledge, New York (NY).

Williams, N.S.G., A.K. Hahs, P.A. Vesk, 2015, Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. Perspectives in Plant Ecology, Evol. Syst., 17 (1), pp. 78–86 ; doi : 10.1016/j.ppees. 2014.10.002.

Wong, N. H., A.Y.K. Tan, P.Y. Tan, A. Sia et N.C. Wong, 2010, Perception Studies of Vertical Greenery Systems in Singapore, Journal of Urban Planning and Development, 136, pp. 330–338. doi : 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000034.

Yudina, A., 2017, Villes jardins. Vers une fusion entre le végétal et la ville. Tour du monde des projets et réalisations les plus innovants, Ulmer.

NOTES

1. Voir à ce sujet les expériences : Architectes, avignon-clouet, 2012 ou encore Agence ChartierDalix, 2017.
2. Programme de recherche ANR ECOVILLE 2014-2018 « la végétalisation des cours et murs, un outil de résilience urbaine », Agence XLGD architectures, coord. Muséum National d'Histoire Naturelle. N°ANR-14-CE22-0021.
3. Projet de recherche « Architecture et Biodiversité, Penser un nouvel écosystème urbain », Agence ChartierDalix, Muséum national d'histoire naturelle, Agence régionale pour la biodiversité en Ile-de-France, TOPAGER. Lauréat appel à projet FAIRE 2017.

4. Par « dispositifs bâtis » et plus généralement par « bâti » on désigne ici l'ensemble des parties de la construction participant à l'édification d'un bâtiment et de ses abords immédiats incluant la partie de la voirie constituée par le trottoir.
5. Un point d'implantation est défini comme la partie visible du support minéral dans lequel une ou plusieurs plantes se sont enracinées.
6. On désigne ici par « ambiance » les quatre facteurs qui conditionnent la bioclimatique micro locale au point d'implantation : l'orientation, l'exposition au soleil, au vent et à l'eau.
7. Le terme « goutte d'eau » est identiquement employé dans le milieu du bâtiment pour désigner le dispositif technique permettant d'éloigner les eaux de pluies du bâti en sous-œuvre d'appuis de fenêtres ou de menuiserie.
8. 1621 taxons ont été identifiés par le programme de science participative « Sauvages de ma rue » (lettre d'actu n°54-avril 2018, [en ligne] URL : https://www.tela-botanica.org/2018/04/article8685
9. Agence régionale de la biodiversité en Ile-de-France, Esquisse d'un suivi écologique de l'école des Sciences et de la Biodiversité de Boulogne-Billancourt, 2016, [en ligne] URL : http://sandbox2.n-3rd.com/chartierdalix/wp-content/uploads/2017/12/Ecole-%C3%A9l%C3%A9mentaire-Sciences-et-biodiversit%C3%A9_suivi-%C3%A9cologique.pdf
10. On entend par éco conception, la prise en compte dans le processus de conception architectural et urbain des fonctionnements écologiques du vivant.
11. L'expérience « dauphin vert », réalisée par l'agence d'architecture XLGD dans le cadre du programme ANR 14-CE22-0021 a consisté (entre autres objectifs) à tester la capacité d'auto ensemencement d'équipements muraux installés en pied de gouttière, recueillant et stockant les eaux de pluie issues de la toiture, [en ligne] URL : http://www.biodiville.org/arkotheque/client/gdie/fiches_experiences/detail_fiche_experience.php?ref=489

RÉSUMÉS

L'adaptation des villes au réchauffement climatique passe par la recherche de solutions économiques pour être mobilisables à grande échelle. Dans ce contexte, la végétalisation des enveloppes bâties est désormais connue pour contribuer à la réduction des ilots de chaleurs et aux bienfaits de la nature en ville. Parmi les dispositifs de végétalisation existants, la colonisation des supports bâtis par les plantes spontanées est gratuite et retient l'attention. Cependant, la végétalisation spontanée est souvent associée chez les professionnels à la dégradation potentielle des constructions et les expérimentations restent rares. D'autre part, les recherches concernant la colonisation des dispositifs bâtis ne prennent pas en considération l'écoconception architecturale à destination des espèces rupicoles et rudérales. L'objet de cet article est de caractériser des situations bâties identifiées par leur capacité à accueillir le développement des plantes spontanées. La méthode employée a consisté à établir des relevés de végétaux dans leur milieu bâti. La mise à l'échelle des plantes par rapport aux ouvrages construits donne à voir les dynamiques d'interaction. Les points d'implantations ont ensuite été décrits et analysés pour en extraire des caractéristiques d'interaction entre le végétal et le bâti. Les données obtenues concernent des critères architecturaux d'implantation du végétal, des critères de caractérisation du point d'implantation du végétal sur un support bâti et une tentative d'évaluation de l'impact de ces critères sur certaines fonctions végétales. Cette étude propose ainsi une première

approche destinée à l'écoconception architecturale des enveloppes dans le but de favoriser la colonisation du bâti par la végétation.

The adaptation of cities to global warming requires the search for economic solutions to be mobilized on a large scale. In this context, the greening of the built envelopes is now known to contribute to the reduction of islands of heat and the benefits of nature in the city. Among the existing vegetation devices, the colonization of the supports built by the spontaneous plants is free and holds the attention. However, spontaneous vegetation is often associated in professionals with the potential degradation of buildings and experiments are rare. On the other hand, the research concerning the colonization of buildings is not addressed to the architectural ecodesign for rupicolous and ruderal species. The aim of this article is to characterize built-up situations identified by their capacity to accommodate the development of spontaneous plants. The method used was to establish vegetation drawings in their built environment. The scaling of plants compared to constructed structures shows the dynamics of interactions. The implantation points were then described and analyzed to extract interaction characteristics between the plant and the built biotope. The data obtained relate to architectural criteria for plant establishment, criteria for characterizing the plant implantation point on a built support and an attempt to evaluate the impact of these criteria on certain plant functions. This study proposes a first approach aimed at the architectural ecodesign of envelopes in order to favor the colonization of buildings by vegetation.

INDEX

Mots-clés : architecture, colonisation, écoconception, enveloppe bâtie, mur végétalisé, rudérales, végétation spontanée
Keywords : architecture, colonization, ecodesign, built envelope, green wall, ruderal, spontaneous vegetation

AUTEURS

XAVIER LAGURGUE

Maître de conférences en théorie et pratique de la conception architecturale et urbaine, Laboratoire CRH-LAVUE UMR 7218, ENSAPVS, 3-5, Quai Panhard et Levassor, 75013 Paris, France, courriel : xavier.lagurgue@paris-valdeseine.archi.fr

FLAVIE MAYRAND

Attachée temporaire d'enseignement et de recherche en écologie urbaine, Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), Muséum national d'histoire naturelle, Centre national de la recherche scientifique, Sorbonne-Université, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France, courriel : flavie.mayrand@mnhn.fr

PHILIPPE CLERGEAU

Professeur MNHN en écologie urbaine, Centre d'écologie et des sciences de la conservation (CESCO), Muséum national d'histoire naturelle, Centre national de la recherche scientifique, Sorbonne-Université, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France, courriel : philippe.clergeau@mnhn.fr