

# Suivi des toitures végétalisées du parc Georges Valbon, Années 2021-2022.

Elisa Courric

# ▶ To cite this version:

Elisa Courric. Suivi des toitures végétalisées du parc Georges Valbon, Années 2021-2022.. CBNBP - MNHN, Délégation Ile-de-France, 61 rue Buffon - CP53 - 75005 PARIS cedex 05, FRANCE. 2022, pp.16. hal-03992981

HAL Id: hal-03992981

https://hal.science/hal-03992981

Submitted on 16 Feb 2023

**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.

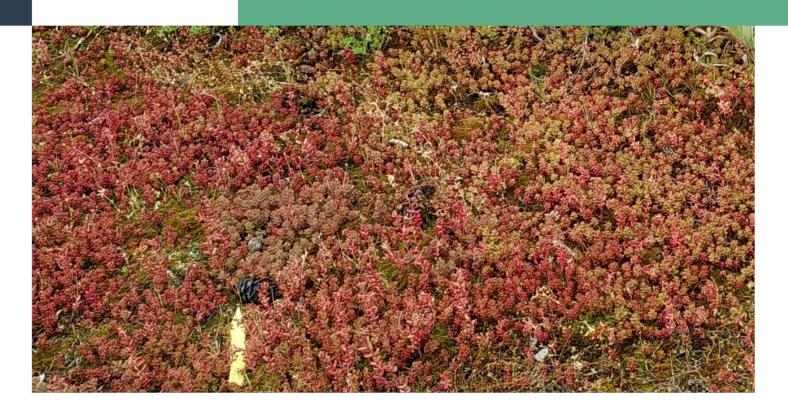
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.





# SUIVI DES TOITURES VEGETALISEES DU PARC GEORGES VALBON

Années 2021 et 2022





# Ce document a été réalisé par le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, sous la responsabilité de :

Frédéric HENDOUX, directeur du CBN du Bassin parisien Muséum national d'Histoire naturelle 61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05 01 40 79 35 54 cbnbp@mnhn.fr

Jeanne VALLET, responsable de la délégation Ile-de-France du CBN du Bassin parisien

Muséum national d'Histoire naturelle

61 rue Buffon CP 53, 75005 Paris Cedex 05 Tel.: 01 40 79 35 54– Fax: 01 40 79 35 53

E-mail: jeanne.vallet@mnhn.fr

Inventaire de terrain : Elisa COURRIC et Jeanne VALLET

**Rédaction**: Elisa COURRIC

Gestion des données et analyse : Elisa COURRIC Relecture : Elisa COURRIC et Jeanne VALLET

#### Partenaire de cette étude :

Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis Direction de la Nature, des Paysages et de la Biodiversité Hôtel du Département 93006 Bobigny Cedex

#### Référence bibliographique

Courric E., 2022 –. Suivi des toitures végétalisées du parc Georges Valbon, années 2021 et 2022. Conservatoire Botanique National du Bassin parisien. Paris. 22p. + annexes.

#### Date de réalisation

Décembre 2022.

#### Photographie de couverture

Légende - © Elisa COURRIC – Toiture expérimentale dans le parc Georges Valbon à la Courneuve (93). CBN du Bassin parisien – Juin 2022

# **SOMMAIRE**

IN	TRODU	CTION	1
1.	PRESE	NTATION DU SITE D'ETUDE	2
		RIEL ET METHODE	
		PROTOCOLE DE RELEVES FLORISTIQUES	
		ANALYSE DE DONNEES	
		TATS	
		INVENTAIRE FLORISTIQUE DE LA TOITURE VITRINE	
		INVENTAIRE FLORISTIQUE DE LA TOITURE EXPERIMENTALE	
		ON	
BII	BLIOGR	APHIE	21
INI	DEX DE	S FIGURES	22
		STABLEAUX	
$\neg$			

# **RÉSUMÉ**

Le Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis mène une expérimentation depuis 2012 sur la mise en place de toitures végétalisées sur les locaux techniques du parc départemental Georges-Valbon. Le Conservatoire botanique national du Bassin parisien assure le suivi floristique de ces expérimentations depuis 2013. Les objectifs sont de suivre l'installation d'un certain nombre d'espèces qui ont été implantées sur les toitures (semis) ainsi que le cortège floristique spontané qui s'y implante en fonction de quatre modalités de substrat : pouzzolane, argile, tuile et béton, et leurs évolutions au cours des années.

Les années 2021 et 2022 mettent en évidence une baisse du nombre de taxons plantés inventoriés sur la toiture vitrine. L'année 2022 montre également une baisse du nombre de taxons spontanés sur cette toiture. Sur la toiture expérimentale, le cortège est stable : une dizaine d'espèces plantées et une quarantaine d'espèces spontanées sont établies. Le recouvrement de la végétation a cependant diminué en 2022. Le printemps 2022 ayant été très chaud, la végétation était en majorité grillée lors des inventaires.

La disparition de certaines espèces et la baisse du recouvrement sont en partie due aux facteurs climatiques, potentiellement aux réserves des sols qui commencent à diminuer et à certains facteurs encore non expliqués. Les espèces qui dominent la végétation quel que soit le substrat sont ou bien des espèces crassulescentes ou des espèces qui évitent la période de sécheresse estivale par leur cycle de vie (espèces annuelles passant l'été sous forme de graines ou espèces pérennes entrant en dormance et passant l'été sous forme de bulbes). A l'inverse, il semble que certaines espèces pérennes disparaissent.

A l'inverse des années précédentes où une bonne résilience générale de la flore de ces toitures était observée, la diminution du nombre d'espèces et l'aspect très grillé de la végétation, notamment en 2022, pourraient être les premiers signes des limites de ces structures même si ce résultat est à nuancer car cette sécheresse a affecté la qualité de l'inventaire. Avec peu de réserves du fait de la faible profondeur de sol, la végétation des toitures végétalisées est particulièrement sensible au réchauffement climatique et aux fortes chaleurs qui l'accompagnent. Les sécheresses précoces peuvent être particulièrement impactantes car certaines espèces pourraient ne pas réussir à se reproduire avant de griller. Les résultats de ce rapport montrent quelques pistes concernant certaines espèces et substrats qui pourraient être à privilégier afin d'assurer la pérennité de ce type de toitures face aux aléas climatiques à venir.

#### Mots clés

Ingénierie écologique, écologie urbaine, suivi floristique, toitures végétalisées, parc Georges Valbon, Seine-Saint-Denis.

#### **INTRODUCTION**

Le Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis est à l'initiative de la mise en place d'un ensemble de toitures végétalisées sur les locaux techniques du parc départemental Georges-Valbon.

Dans le cadre de ce projet, le Conservatoire botanique national du Bassin parisien a été consulté afin d'aider, dans un premier temps, à l'élaboration et la validation d'une liste d'espèces pouvant être semées (Lehane, 2012). En 2012, l'inventaire de la toiture témoin a été réalisé (Lehane, 2012). En 2013, un complément d'inventaire bryologique de la toiture témoin et de la toiture vitrine ainsi que le suivi de la reprise de végétation de la toiture vitrine ont été effectués (Lehane, 2013). Les années de 2014 à 2019, ont été consacrées à l'inventaire floristique, après semis, de la toiture expérimentale ainsi qu'au suivi de la reprise de la végétation de la toiture vitrine (Lehane, 2014 et 2015, Vallet., 2016 2017 2019 et 2020). Le suivi floristique de la toiture vitrine et de la toiture expérimentale n'a pas été effectué en 2020 mais a été renouvelé en 2021 et 2022.

L'objectif général de ce rapport est de dresser un état des lieux de la flore et de la végétation de la toiture vitrine et de la toiture expérimentale en 2021 et 2022 et de leur évolution depuis 2014. Plus précisément, il s'agit d'évaluer la reprise des espèces semées et/ou plantées et d'analyser la colonisation des toitures par les espèces spontanées. De plus, pour la toiture expérimentale, il s'agit d'évaluer si le type de substrat de la toiture influence la reprise des végétaux semés et la colonisation de la toiture par la flore spontanée.

# 1. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

Les locaux concernés se situent avenue Waldeck Rochet, au sein de la commune de la Courneuve, au sud du parc départemental Georges-Valbon (Figure 1).

Le centre technique possède plusieurs toitures, destinées à différents usages (Figure 2) :

La terrasse des collectifs aussi appelée "toiture vitrine" a pour objet d'exposer les bonnes pratiques à mettre en place pour une gestion écologique des toitures végétalisées. Elle a été plantée en 2012 et fait depuis l'objet d'un suivi de reprise de la végétation et de la colonisation par la flore spontanée.

La terrasse des bureaux, aussi appelée "toiture expérimentale" est le lieu d'expérimentations diverses, notamment un test de semis d'espèces indigènes sur différents technosols (mélange de compost avec de la tuile, du béton, de la pouzzolane ou de l'argile). Trois réplicats ont été mis en place pour chacune des modalités testées. Le plan de cette expérimentation est présenté en annexe 1.

La terrasse des ateliers, aussi appelée "toiture témoin" déjà colonisée par la végétation, fait office de zone témoin. Aucune intervention ni plantation n'est prévue sur cette toiture.



Figure 1 : Localisation du centre technique au sein du parc départemental Georges Valbon.



Figure 2 : Disposition des toitures du centre technique.

#### 2. MATERIEL ET METHODE

## 2.1. PROTOCOLE DE RELEVES FLORISTIQUES

Les relevés ont été effectués le 17 mai 2021 et le 19 mai 2022.

En 2021, les conditions météorologiques ont été assez propices à la réalisation de l'inventaire floristique. Les espèces vernales étaient en partie asséchées mais toujours déterminables et les espèces estivales étaient déjà bien développées. En 2022, le printemps très chaud, très sec et très précoce a très rapidement grillé la végétation. Les faibles réserves hydriques des terrasses ont accéléré leur assèchement. Le plus gros de la végétation a pu être inventorié mais au vu des conditions météorologiques, il est possible qu'une partie des espèces estivales aient été grillées avant de pouvoir se développer ou n'aient pas pu germer. Il est également possible que certaines espèces vernales bien développées, aient disparu plus rapidement qu'en temps normal et n'aient pas pu être bien identifiées.

#### 2.1.1. TOITURE VITRINE

La présence/absence des espèces plantées et spontanées a été notée lors des inventaires.

#### 2.1.2. TOITURE EXPERIMENTALE

Un coefficient d'abondance-dominance à l'échelle de la placette a été attribué à chacune des espèces spontanées et semées observées dans les douze quadrats. Ce coefficient traduit à la fois le nombre ou la densité des individus dans le relevé (abondance) et la surface relative qu'occupe la population de chaque espèce (dominance). Ce coefficient est compris entre r et 5. Le tableau 1 fournit la correspondance entre le coefficient affecté au taxon et son abondance/dominance au sein du relevé.

La hauteur et le recouvrement de la végétation ont également été relevés.

Tableau 1 : Correspondance des coefficients A/D en termes d'abondance et de dominance.

A/D	Signification en termes d'abondance et de dominance
5	Eléments dominant fortement la végétation, recouvrant plus de 75 % du relevé
4	Eléments très abondants, recouvrant entre 50 et 75 % du relevé
3	Eléments abondants, recouvrant entre 25 et 50 % du relevé
2	Eléments assez abondants, recouvrant entre 5 et 25 % du relevé
1	Eléments peu abondants, recouvrant moins de 5 % du relevé
+	Eléments très peu abondants, à recouvrement généralement inférieur à 1 %
r	Eléments présents de façon anecdotique, recouvrement inférieur à 1%

#### 2.2. ANALYSE DE DONNEES

Une fois relevées sur le terrain, les données floristiques ont été numérisées et analysées via Excel et RStudio. Le statut des espèces inventoriées a ensuite été observé afin d'identifier de possibles taxons rares ou menacés. Le référentiel taxonomique utilisé pour cette étude est le référentiel taxonomique national pour la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et d'outre-mer, dit TAXREF v14.0, élaboré et diffusé par le Muséum national d'Histoire naturelle (Gargominy et al., 2020). Sur la base de ce référentiel, le catalogue de la flore vasculaire d'Île-de-France (CBNBP., 2020.) a été établi et comprend les informations liées à la liste rouge, à la protection régionale et nationale, à l'indigénat, à la rareté et à la déterminance de ZNIEFF de chaque taxon d'Île-de-France. Il est consultable sur le site internet du CBN du Bassin parisien.

Afin de comparer l'effet du substrat et de l'année sur le recouvrement, la hauteur moyenne de la végétation et sa richesse spécifique, une représentation graphique par boxplot (boîte à moustaches) a été réalisée. Les statistiques représentés sur cette figure sont précisées sur la figure 3.

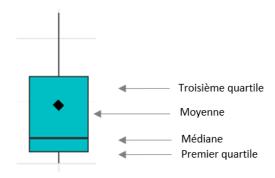


Figure 3 : Valeurs statistiques représentées sur un bloxplot.

Pour tester si l'effet de l'année et du substrat sur les hauteurs moyenne de la végétation, son recouvrement et sa richesse spécifique sont significatifs, des analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées. La significativité classique des tests statistiques est indiquée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Niveau de p-value et codage de la significativité des tests statistiques

p-value	Indication de significativité
p>0,05	ns (non significatif)
0,05 <p<0,01< th=""><th>*</th></p<0,01<>	*
0,01 <p<0,001< th=""><th>**</th></p<0,001<>	**
p<0,001	***

# 3. RESULTATS

# 3.1. INVENTAIRE FLORISTIQUE DE LA TOITURE VITRINE

# 3.1.1. RESULTATS GENERAUX

Des photographies de la toiture vitrine en 2021 et 2022 sont présentées figure 4. En 2021, la végétation est moins développée qu'en 2019 (Vallet, 2020) et un peu plus sèche, les conditions climatiques de 2021 ayant dues être moins favorables au développement de la végétation qu'en 2019. En 2022, la végétation est grillée.





Figure 4: Photographies de la toiture vitrine en 2021 (en haut) et en 2022 (en bas).

55 taxons ont été inventoriés en 2021 et 44 en 2022. Stabilisé autour de 55-60 espèces entre 2017 et 2019, le nombre de taxons inventoriés a chuté en 2022 (figure 5). La diminution du nombre d'espèces inventoriées en 2022 peut s'expliquer par le printemps très sec de 2022 qui a empêché la croissance d'une partie des espèces estivales et accéléré la disparition des espèces vernales, grillées précocement ; cette sécheresse a pu aussi affecter la qualité de l'inventaire.

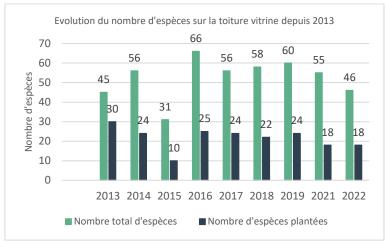


Figure 5 : Evolution du nombre d'espèces sur la toiture vitrine depuis 2013.

#### 3.1.2. PLANTATIONS

La composition en espèces plantées de la toiture vitrine s'est appauvrie depuis 2019. Entre 2016 et 2019, le nombre de taxons était stabilisé entre 23 et 27 espèces. Seuls 18 taxons ont été inventoriés en 2021 et 2022 (cf figure 6). La variabilité d'expression des espèces pourrait être liée aux facteurs climatiques. Pourtant, le printemps 2021 n'a pas été particulièrement sec, contrairement au printemps 2022. Cette variabilité d'expression semble donc en partie aléatoire (ou à tout le moins inexpliquée). Deux hypothèses peuvent être formulées pour expliquer cette diminution du nombre de taxons plantés. La première est que peu d'individus ont été introduits à l'origine; de façon générale, de petites populations sont particulièrement sensibles aux aléas divers comme les sécheresses successives. Pour un certain nombre d'espèces plantées, il n'a en effet jamais été observé de recrutement. Petit à petit, la taille des populations stagne voire diminue et il suffit d'une année un peu moins favorable à l'espèce pour que les quelques individus présents disparaissent. De façon générale, les espèces vivaces sans stratégie d'adaptation spécifique à la sécheresse semblent se maintenir plus difficilement (contrairement aux crassulescentes comme les *Sedum* ou vernales bulbeuses comme les *Muscari*). C'est notamment le cas de certaines espèces qui ont besoin d'un sol un peu développé comme *Campanula rapunculus*, *Pimpinella saxifraga*. Ces hypothèses pourront être confirmées ou infirmées en fonction des résultats des prochains inventaires.

L'occurrence annuelle des espèces plantées depuis 2012 est résumée dans le tableau 3 ci-dessous. Ce suivi montre que sur les 45 espèces plantées ou semées en 2012, 27 se sont installées sur la toiture (nombre d'années d'observation supérieur à 4) en 2022 soit deux de plus qu'en 2019. Le muscari à grappe (*Muscari neglectum*) et le muscari à toupet (*Muscari comosum*), respectivement observés pour la première fois en 2018 et 2019 (après disparition depuis 2013) semblent s'être bien implantés. A l'inverse, l'Origan commun (*Origanum vulgare*) ou l'Euphorbe petit cyprès (*Euphorbia cyparissias*) respectivement observés 5 et 6 fois entre 2012 et 2019 n'ont pas été revus.

Tableau 3 : Taxons plantés en 2012 et observés (« 1 ») ou non de 2013 à 2022. Les taxons sont classés de façon décroissante en fonction du nombre d'années de présence.

du nombre d'années de pr Taxons plantés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	Nombre d'années de présence
Catapodium rigidum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Iris lutescens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Sedum acre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Sedum album	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Sempervivum tectorum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Verbascum thapsus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Erodium cicutarium	1	1	1	1	1	1	1	1		8
Anthyllis vulneraria	1	1		1	1	1	1	1	1	8
Echium vulgare	1	1		1	1	1	1	1	1	8
Bromopsis erectus	1	1		1	1	1	1		1	7
Scabiosa columbaria	1	1		1	1	1	1		1	7
Allium vineale	1			1	1	1	1	1	1	7
Hypericum perforatum		1		1	1	1	1	1	1	7
Euphorbia cyparissias	1	1		1	1	1	1			6
Festuca sp.	1	1	1	1	1	1				6
Geranium pusillum	1		1	1	1		1	1		6
Ranunculus bulbosus	1			1	1	1	1		1	6
Arabidopsis thaliana				1	1	1	1	1	1	6
Saxifraga tridactylites				1	1	1	1	1	1	6
Sedum sp. (cf. nicaeensis)				1	1	1	1	1	1	6
Origanum vulgare		1		1	1	1	1	_	_	5
Polypodium interjectum	1	1		_	_	1	1	1		5
Muscari neglectum	_	_		1		1	1	1	1	5
Centranthus ruber		1	1	1	1			-		4
Reseda lutea	1	1	1	1	1					4
Trifolium campestre	1	1		1	-	1				4
Muscari comosum	1	_					1	1	1	4
Pilosella officinarum	1	1					1	_	_	3
Carex spicata	1	1					-			2
Diplotaxis tenuifolia	1	1								2
Pimpinella saxifraga	1	1								2
Rumex acetosella	1	1								2
Verbena officinalis		1		1						2
Viola hirta	1	1		1						2
Colutea arborescens	1	1								1
Cymbalaria muralis	1									1
Geranium columbinum	1									1
Oxalis corniculata	1									1
Plantago media	1			4						1
Scleranthus annus				1						1
Campanula rapunculus			-							0
Campanula rotundifolia				ļ		ļ				0
Festuca ovina				ļ		ļ				0
Gnaphalium uliginosum			-							0
Lagurus ovatus			1	ļ		ļ				0
Poa compressa										0
Richesse spécifique	31	26	10	27	23	23	24	18	18	

#### 3.1.3. FLORE SPONTANEE

Depuis 2017, le nombre de taxons spontanés inventoriés oscillait entre 35 et 36. En 2021, 37 taxons ont été observés soit un chiffre très proche des années précédentes. La part d'espèces spontanées, de l'ordre de 70%, a augmenté de 10% par rapport à 2019, ce qui s'explique surtout par la baisse du nombre d'espèces plantées observées en 2021.

En 2022, seuls 28 taxons spontanés ont été inventoriés, ce qui représente 60% des espèces observées. Les fortes chaleurs de printemps 2022 sont probablement en partie responsables de cette diminution.

L'occurrence annuelle de taxons spontanés et inventoriés depuis 2012 est résumée dans le tableau 4. 93 taxons spontanés ont été observés depuis le début de l'expérimentation sur la toiture vitrine, soit 7 taxons de plus qu'en 2019. La Drave printanière (*Draba verna*), le Cirse commun (*Cirsium vulgare*), le Géranium fluet (*Geranium pusillum*), le Lamier pourpre (*Lamium purpureum*) et le Myosotis rameux (*Myosotis ramosissima*) ont été observés pour la première fois sur la toiture vitrine en 2021. La Vergerette de Sumatra (*Erigeron sumatrensis*) et l'Orpin bâtard (*Sedum spurium*) ont été observés pour la première fois en 2022. Une partie de ces espèces, comme le Géranium fluet, est d'abord apparue sur la toiture expérimentale avant de s'implanter sur la toiture vitrine.

Sur toutes les espèces spontanées inventoriées depuis 2013, 36 sont considérées comme bien implantées (observées au moins quatre fois). Parmi les taxons peu fréquents en Seine-Saint-Denis qui avaient été observés à partir de 2016 (Vallet., 2016), deux semblent s'être bien installés (*Geranium lucidum, Silene dioica*). L'Euphorbe stricte (*Euphorbia stricta*) n'a pas été revue en 2022. On observe toujours une forte proportion d'espèces qui sont beaucoup plus sporadiques (présence pendant une, deux ou trois années, n=57). Certaines se sont seulement exprimées lors des premières années, d'autres se sont exprimées de façon éparse comme la Vulpie cilliée (*Vulpia ciliata*) observée en 2017 et en 2022, d'autres sont apparues dernièrement comme l'Ornithogale en ombelle (*Ornithogalum umbellatum*), observées trois fois depuis 2019.

Tableau 4 : Taxons spontanés inventoriés depuis 2012. Le « 1 » indique la présence du taxon pour une année. Les taxons sont classés de façon décroissante en fonction du nombre d'années de présence. Les taxons en gris ont été nouvellement observés en 2021 ou 2022.

Taxons spontanés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	Nombre d'années de présence
Anisantha sterilis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Myosotis arvensis	1	1		1	1	1	1	1	1	8
Sonchus oleraceus		1	1	1	1	1	1	1	1	8
Senecio inaequidens		1	1	1	1	1	1	1		7
Senecio vulgaris		1	1	1	1		1	1	1	7
Veronica arvensis	1			1	1	1	1	1	1	7
Veronica persica			1	1	1	1	1	1	1	7
Vicia hirsuta	1			1	1	1	1	1	1	7
Vulpia myuros		1		1	1	1	1	1	1	7
Cerastium glomeratum	1			1	1	1	1		1	6
Galium aparine		1		1	1	1	1	1		6
Geranium lucidum				1	1	1	1	1	1	6
Geranium robertianum				1	1	1	1	1	1	6
Geranium rotundifolium				1	1	1	1	1	1	6
Lactuca serriola		1		1	1	1	1	1		6
Medicago lupulina	1			1		1	1	1	1	6
Oenothera biennis		1		1	1	1	1		1	6

Taxons spontanés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	Nombre d'années de présence
Plantago lanceolata		1			1	1	1	1	1	6
Silene dioica		1	1	1		1	1	1		6
Vicia segetalis				1	1	1	1	1	1	6
Cardamine hirsuta					1	1	1	1	1	5
Coronilla varia		1		1	1	1	1			5
Daucus carota		1	1	1	1	1				5
Euphorbia peplus			1	1	1		1		1	5
Euphorbia stricta				1	1	1	1	1		5
Lapsana communis	1			1		1	1	1		5
Sonchus asper			1	1	1	1			1	5
Taraxacum ruderalia gr.				1	1	1	1	1		5
Arrhenatherum elatius				1		1	1		1	4
Euphorbia lathyris			1	1		1	1			4
Leucanthemum vulgare gr.		1		1	1	1				4
Sedum sexangulare						1	1	1	1	4
Stellaria media	1			1			1	1		4
Tragopogon pratensis						1	1	1	1	4
Trifolium pratense				1	1	1			1	4
Vulpia bromoides				1	1	1	1			4
Cerastium fontanum		1		1				1		3
Onopordum acanthium		1		1		1				3
Ornithogalum umbellatum gr.							1	1	1	3
Picris hieracioides		1		1	1					3
Acer pseudoplatanus	1							1		2
Arenaria leptoclados				1				1		2
Arenaria serpyllifolia	1	1								2
Berteroa incana				1	1					2
Draba verna								1	1	2
Epilobium tetragonum		1		1						2
Geranium pyrenaicum					1	1				2
Helminthotheca echioides			1	1						2
Holcus lanatus		1		1						2
Petrorhagia prolifera					1			1		2
Poa annua	1			1						2
Schedonorus arundinacea				1	1					2
Setaria verticilliata			1	1						2
Silene latifolia						1		1		2
Tanacetum vulgare		1		1						2
Trifolium repens	1			1						2
Triticum sp.							1	1		2
Vulpia ciliata					1				1	2
Acer campestre		1								1
Achillea millefolium				1						1
Artemisia vulgaris		1								1
Bromus hordeaceus	1									1
Centaurea jacea Gr.		1								1
Cirsium vulgare								1		1
Chelidonium majus		1								1

Taxons spontanés	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	Nombre d'années de présence
Chenopodium album			1							1
Dactylis glomerata	1									1
Digitaria sanguinea			1							1
Epilobium parviflorum		1								1
Erigeron canadensis				1						1
Erigeron sumatrensis									1	1
Fallopia convolvulus							1			1
Geranium molle		1								1
Geranium pussilum								1		1
Heracleum sphondylium		1								1
Hylotelephium telephium			1							1
Hypochaeris radicata				1						1
Lamium purpureum								1		1
Lipandra polysperma					1					1
Medicago polymorpha					1					1
Mercurialis perennis			1							1
Myosotis ramossissima								1		1
Portulaca oleracea			1							1
Prunella vulgaris			1							1
Rumex acetosella		1								1
Schedonorus pratensis		1								1
Sedum rubens				1						1
Sedum spurium									1	1
Setaria viridis			1							1
Solanum nigrum			1							1
Tripleurospermum inodorum				1						1
Vicia cracca				1						1
Vicia sp			1							1
Richesse spécifique	14	30	21	51	36	36	35	37	28	

La toiture vitrine, bien que présentant une diversité floristique toujours intéressante, a vu son nombre de taxons diminuer depuis 2019. Une partie de cette diminution est imputable aux chaleurs du printemps 2022. Il est également possible que les réserves du technosol s'épuise progressivement limitant le développement de la végétation ou qu'avec les sécheresses précoces certaines espèces n'aient plus le temps de grainer et finissent par disparaître. Cette tendance sera vérifiée ou non dans les années à venir, en fonction des résultats des inventaires et du contexte climatique propre à chaque année.

#### 3.2. INVENTAIRE FLORISTIQUE DE LA TOITURE EXPERIMENTALE

Les photographies des placettes de 2021 et 2022 sont présentées en annexes 2 et 3.

#### 3.2.1. RESULTATS GENERAUX

#### Recouvrement moyen de la végétation

Le recouvrement moyen de la végétation est très élevé en 2021, un peu moins en 2022 bien que les valeurs du recouvrement restent toujours supérieures à 80%, ce qui est assez important (figure 6). Le recouvrement est resté similaire aux années précédentes sur le substrat « pouzzolane » mais a diminué sur les autres substrats. Cette baisse est en partie due aux fortes chaleurs du printemps qui, grillant la végétation, entraînent un recouvrement du couvert végétal moins important. L'Orpin blanc (*Sedum album*) est présent sur toutes les placettes de la toiture expérimentale. Sur les placettes « pouzzolane », l'Orpin rouge (*Sedum rubens*), présent en plus de l'Orpin blanc, recouvre une grande partie des placettes. Plantes grasses, les orpins ont une capacité plus importante à retenir de l'eau et sont donc moins rapidement impactées par la sécheresse. L'hypothèse suivante peut être formulée : le substrat « pouzzolane » est davantage adapté au développement des sédums que les autres substrats ce qui rend son couvert végétal plus adapté aux fortes chaleurs.

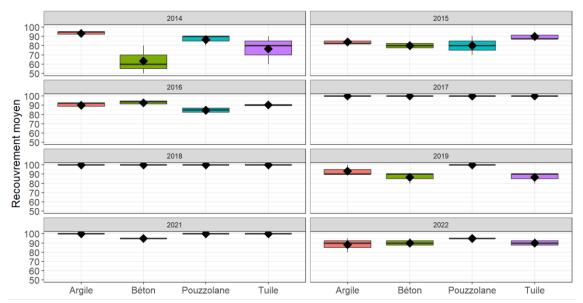


Figure 6 : Recouvrement moyen de la végétation (%) en fonction du substrat et de l'année.

Statistiquement, l'ANOVA met en évidence un effet de l'année (p<0,001\*\*\*) et de l'interaction entre le substrat et l'année (p<0,001\*\*\*) sur le recouvrement de la végétation. L'effet seul du substrat n'est pas significatif.

## Hauteur moyenne de la végétation

La hauteur moyenne la plus élevée se trouve sur le technosol « argile » en 2021 et sur le technosol « pouzzolane » en 2022 (figure 7). Depuis 2014, aucun type de sol ne se distingue par une hauteur moyenne de végétation constamment plus haute ou plus basse que les autres.

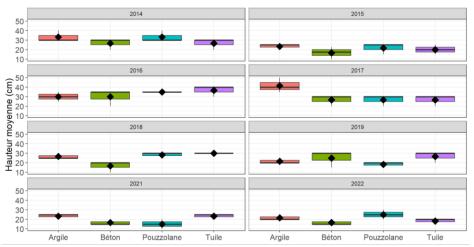


Figure 7 : Hauteur moyenne de la végétation (cm) en fonction du substrat et de l'année.

Statistiquement, l'ANOVA met en évidence un effet de l'année (p<0,001\*\*\*) et de l'interaction entre l'année et le substrat (p-value<0,008\*\*) sur la hauteur moyenne de la végétation L'effet du substrat est très proche du seuil de significativité (p-value=0,0505).

#### 3.2.2. FLORE PLANTEE

#### Richesse spécifique des espèces plantées

En 2021 et 2022, le cortège des espèces plantées est globalement identique au cortège observé en 2019. Dix espèces sur les 20 initialement plantées ont été observées en 2021 et 2022. Ces deux nouvelles années de suivi confirment que le cortège des espèces plantées sur la toiture expérimentale est relativement stabilisé même si certaines espèces peuvent ne pas s'exprimer une année donnée. Le Salsifis des prés (*Tragopogon pratensis*) par exemple, a été observé en 2019 puis en 2022. Le Trèfle des champs (*Trifolium arvense*) a été observé en 2018 puis 2021. Le nombre de placettes occupées par chaque espèce plantée depuis 2014 est illustré figure 8.

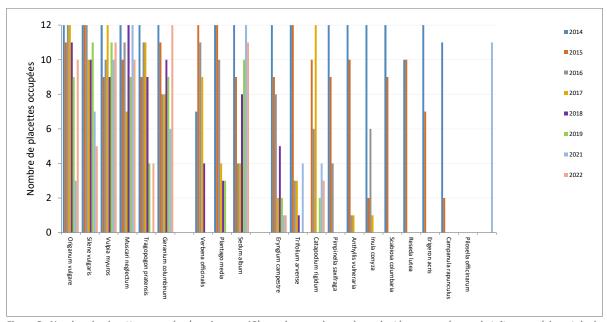


Figure 8 : Nombre de placettes occupées (maximum = 12) par chacune des espèces plantées ou semées sur la toiture expérimentale de 2014 à 2022.

#### Recouvrement des espèces plantées

Les pourcentages de recouvrement sont obtenus en prenant la moyenne du coefficient d'abondance-dominance correspondant. Par exemple, si le coefficient 2 a été donné à une espèce, cela indique qu'elle recouvre entre 5 à 25% de la surface de la placette soit, en moyenne, 15%. Les pourcentages de recouvrement indiqués ci-dessous pour évaluer l'évolution du recouvrement des espèces ne sont donc pas exactement représentatifs de la réalité mais indiquent une tendance.

En 2021, la toiture expérimentale, toutes placettes confondues, est dominée par *Vulpia myuros*, *Sedum album* et *Muscari neglectum* (tableau 5). Entre 2019 et 2021, les espèces ayant beaucoup régressé sont deux espèces pérennes non crassulescentes : *Origanum vulgare* (4,6% en 2019 contre 0,05% en 2021), *Silene vulgaris* (3,7% contre 0,6%). Les espèces s'étant davantage implantées sont ou bien annuelles comme *Vulpia myuros* (0,8% en 2019 contre 8,1% en 2021) et *Trifolium arvense* (1,5% contre 0%) ou bien crassulescentes comme *Sedum album* (5,2% contre 8%) et *Muscari neglectum* (4,25% contre 5,8%),. Les autres espèces sont restées stables. Les espèces non présentes dans le tableau n'ont pas été inventoriées depuis plusieurs années.

L'espèce la plus présente au sein des placettes « tuile » et « béton » est *Vulpia myuros*. L'espèce dominante dans les placettes « pouzzolane » et « argile » est *Sedum album*. La placette « pouzzolane » était déjà dominée par *Sedum album* en 2019 mais la placette « tuile » était dominée par *Silene vulgaris*, la « béton » et la « argile » par *Origanum vulgare*.

Tableau 5 : Recouvrement par type de sol/total des placettes de la toiture expérimentale par les espèces plantées en 2021.

Taxons plantés	Nb. placettes tuile	Nb. placettes béton	Nb. placettes pouzzolane	Nb. placettes argile	Rec. moyen tuile (%)	Rec. moyen béton (%)	Rec. moyen pouzzolane (%)	Rec. moyen argile (%)	Rec. total 2021 (%)
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	3	3	3	1	11	10,07	11	0,17	8,06
Sedum album L., 1753	3	3	3	3	3	7	15	7	8
Muscari neglectum Guss. ex Ten., 1842	3	3	3	3	3	7	11	2	5,75
Trifolium arvense L., 1753	1	0	1	2	1	0	5	0,17	1,54
Silene vulgaris (Moench) Garcke, 1869	3	2	1	1	1,17	1,03	0,17	0,17	0,63
Geranium columbinum L., 1753	2	0	3	1	0,33	0	2,17	0	0,63
Eryngium campestre L., 1753	0	1	0	0	0	1	0	0	0,25
Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb., 1953	0	2	0	0	0,17	0,2	0	0	0,09
Origanum vulgare L., 1753	1	2	0	0	0,03	0,17	0	0	0,05
Tragopogon pratensis L., 1753	0	0	0	0	0	0	0	0	0

En 2022, la toiture expérimentale, toutes placettes confondues, est toujours dominée par *Vulpia myuros*, *Muscari neglectum* et *Sedum album* (tableau 6). Les espèces s'étant davantage implantées sont *Vulpia myuros* (8,1% en 2021 contre 27,2% en 2022), *Muscari neglectum* (5,8% contre 21,5%), *Sedum album* (8% contre 16,4%), *Origanum vulgare* (0,05% contre 3,67%). Le recouvrement des autres espèces a peu évolué.

L'espèce la plus présente au sein des placettes « tuile » est *Vulpia myuros*, comme en 2021, et celle au sein des placette « béton » est *Muscari neglectum*. L'espèce dominante dans les placettes « pouzzolane » et « argile » est *Sedum album*, comme en 2021.

Tableau 6 : Recouvrement par type de sol et recouvrement total des placettes de la toiture expérimentale des espèces plantées en 2022.

Taxons plantés	Nb. placettes tuile	Nb. placettes béton	Nb. placettes pouzzolane	Nb. placettes argile	Rec. moyen tuile	Rec. moyen béton	Rec. moyen pouzzolane	Rec. moyen argile	Rec.total 2022
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel., 1805	3	4	3	2	38,33	37,83	22,50	10,00	27,17
Muscari neglectum Guss. ex Ten., 1842	3	3	3	2	15,00	38,33	22,50	10,00	21,46
Sedum album L., 1753	2	3	3	3	2,00	15,00	30,00	18,50	16,38
Origanum vulgare L., 1753	3	2	2	3	1,33	1,17	1,17	11,00	3,67
Geranium columbinum L., 1753	3	3	3	3	2,17	0,33	1,33	1,33	1,29
Tragopogon pratensis L., 1753	1	0	0	3	0,03	0,00	0,00	2,17	0,55
Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb., 1953	0	2	0	0	0,00	2,17	0,00	0,00	0,54
Silene vulgaris (Moench) Garcke, 1869	2	0	0	3	0,33	0,00	0,00	0,50	0,21
Eryngium campestre L., 1753	0	1	0	0	0,00	0,17	0,00	0,00	0,04
Trifolium arvense L., 1753	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Répartition des espèces plantées

La répartition des espèces plantées sur les substrats a été analysée. Cette analyse pourrait permettre d'en connaître davantage sur l'affinité « plante-substrat » et donc à terme, de choisir au mieux les semis à effectuer sur tel ou tel substrat de toiture végétale. Parmi les espèces plantées, certaines se retrouvent uniquement sur les placettes « béton » et d'autres se retrouvent sur les quatre placettes (tableau 7). Aucune espèce n'est uniquement implantée sur les autres types de substrat pris séparément. Sans surprise, les espèces dominant le recouvrement de la toiture expérimentale, toutes placettes confondues, sont présentes sur les quatre technosols.

Tableau 7 : Espèces plantées présentes sur un unique type de sol ou sur les quatre substrats en 2021 et 2022.

Substrat		Année					
	2021	2022					
Béton	Eryngium campestre.	Catapodium rigidum, Eryngium campestre.					
Tous	Muscari neglectum, Sedum album, Silene vulgaris, Vulpia	Geranium columbinum, Muscari neglectum Origanum vulgare, Sedum					
	muyros.	album, Vulpia muyros.					

Globalement depuis 2019, le cortège végétal des espèces plantées a très peu évolué sur la toiture expérimentale. A l'inverse, les espèces dominantes ne sont plus les mêmes : *Vulpia myuros*, *Sedum album* et *Muscari neglectum* ont remplacé *Origanum vulgare* et *Silene vulgaris* et dominent largement le cortège végétal des espèces plantées. Leur dynamique d'implantation rapide observée entre 2021 et 2022 reste à confirmer dans les prochaines années de suivi.

#### 3.2.3. FLORE SPONTANEE

#### • Etat des lieux en 2021 et 2022

Avant une analyse plus approfondie des résultats, on peut noter que *Sison segetum* a été inventorié en 2021 et *Sedum rubens* en 2021 et 2022. Ces deux espèces rares en Seine-Saint-Denis avaient déjà été observées sur la toiture expérimentale en 2019. *Sedum rubens* semble avoir une dynamique d'implantation importante, notamment sur les placettes « pouzzolane ». Par contre *Sison segetum*, qui n'a pas été observé en 2022 pourrait avoir disparu ce qui n'est guère surprenant car le nombre de pieds avait tendance à se réduire depuis sa première observation et les pieds restant étaient très peu vigoureux (petite taille).

#### Richesse spécifique en 2021 et 2022 :

En 2021 et 2022, toutes placettes confondues, ce sont respectivement 45 et 43 taxons spontanés qui ont été observés contre 41 en 2019. Le tableau 8 ci-dessous résume la richesse spécifique de chaque type de substrat en 2021 et 2022.

En 2021, la richesse spécifique des placettes « argile » s'élève à 34 (contre 36 en 2019), celle des placettes « pouzzolane » à 31 (contre 33 en 2019) et celle des placettes « tuile » à 31 (identique à 2019). La richesse des placettes « béton » s'élève à 25 (contre 41 en 2019) soit une baisse de près de 40%.

En 2022, 31 taxons ont été inventoriés dans la placette « argile », 30 dans les placettes « tuiles », 24 dans les placettes « pouzzolane » et 21 dans les placettes « béton ».

Au global, le nombre de taxons spontanés inventoriés est à peu près stable depuis 2019, toutes placettes confondues. A l'inverse, excepté dans les placettes « tuile » où le nombre de taxons inventoriés est stable et dans les placettes « argile » où la diminution est faible, le nombre de taxons recensés dans chaque technosol baisse assez fortement. Deux hypothèses peuvent être formulées :

- Les placettes « tuile » et dans une moindre mesure « argile » retiennent mieux l'eau et ont permis à davantage de graines de germer et d'espèces de croître, même en contexte de forte chaleur.
- Les placettes « tuile » et dans une moindre mesure « argile » sont favorables à la constitution de sols dont les réserves s'épuisent moins vite, permettant la croissance des plantes sur plus long terme.

Tableau 8 : Evolution des richesses spécifiques depuis 2019 selon le type de substrat.

Année	Richesse spécifique								
	Tuile	Béton	Pouzzolane	Argile					
2019	31	41	33	36					
2021	31	25	31	34					
2022	30	21	24	31					

#### Répartition des espèces spontanées en 2021 et 2022 :

En 2021, 23% des espèces n'ont été observées que sur un seul substrat ce qui est plus élevé qu'en 2019 (18%) (figure 9). A l'inverse, 41% des espèces ont été observées sur les quatre substrats ce qui est aussi plus élevé qu'en 2019 (25%).

En 2022, 37% des espèces n'ont été observées que sur un seul substrat et 37% ont été observées sur les quatre substrats.

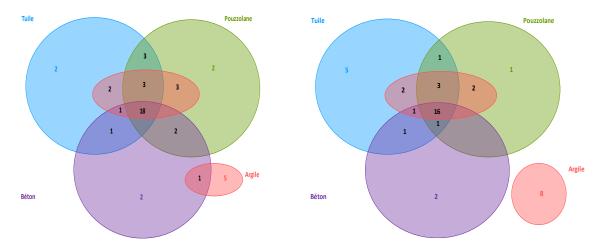


Figure 9 : Diagramme de Venn indiquant la répartition de la richesse spécifique en espèces spontanées en 2021 (gauche) et 2022 (droite) entre les quatre types de substrat. Les chiffres qui ne croisent qu'un cercle sont la richesse spécifique propre à un substrat (ex : un seul taxon n'a été observé que sur béton en 2021) tandis que le croisement des cercles indique la richesse spécifique partagée entre substrats (ex : 3 espèces communes entre argile et pouzzolane et non trouvées sur tuile et béton en 2021 ; 18 espèces trouvées sur les quatre substrats en 2021).

Depuis 2019, il y a davantage d'espèces spontanées qui s'installent sur tous les substrats, mettant en évidence une tendance à la dissémination des espèces entre les différents technosols, sans distinction. A l'inverse, le nombre d'espèces spontanées s'implantant sur un unique substrat a également augmenté attestant possiblement d'une implantation « substrat-dépendante » de certaines espèces.

L'étude des espèces s'implantant sur un type de technosol donné ou à l'inverse, sur les quatre, permettra peut-être, à terme, d'en connaître davantage sur le cortège floristique le plus adapté aux toitures végétalisées. En effet, les espèces spécifiques à un substrat sont variables d'une année à l'autre, leur présence est donc potentiellement aléatoire. Au contraire, pour les espèces communes aux quatre substrats, elles sont en plus grand nombre et une partie est constante d'une année à l'autre. On peut donc supposer que les espèces adaptées aux toitures végétalisées sont celles qui sont communes à tous les substrats et ce quel que soit le substrat. Ces connaissances pourraient optimiser les réussites d'implantation d'un semis constitué uniquement d'espèces présentes sur tous les substrats par exemple. Les espèces présentes sur un seul type de technosol ou sur tous les technosols sont présentées dans le tableau 9 ci-dessous.

Tableau 9 : Espèces spontanées présentes sur un seul type de technosol ou sur les quatre en 2021 et 2022.

Substrat	Année								
	2021	2022							
Tuile	Galium aparine, Trifolium repens.	Galium aparine, Lactuca serriola, Myosotis sp., Silene latifolia, Taraxacum							
		ruderalia gr.							
Béton	Lysimachia arvensis subsp. arvensis, Torilis arvensis.	Draba verna, Sedum sexangulare.							
Pouzzolane	Festuca sp., Sagina apetala.	Verbascum thapsus							
Argile	Chelidonium majus, Erigeron canadensis, Picris hieracioides, Sison segetum.	Acer sp (plantule), Anthriscus caucalis, Echium vulgare, Epilobium							
		tetragonum, Oenothera biennis, Sonchus asper, Trifolium pratense, Triticum							
		sp.							
Tous	Arabidopsis thaliana, Anisantha sterilis, Cardamine hirsuta, Cerastium	Arabidopsis thaliana, Anisantha sterilis, Cardamine hirsuta, Centranthus							
	glomeratum, Geranium dissectum, Geranium rotundifolium, Lactuca serriola,	ruber, Cerastium glomeratum, Erigeron sumatrensis, Geranium							
	Lapsana communis, Matricaria chamomilla, Medicago Iupulina, Myosotis	rotundifolium, Holcus lanatus, Medicago lupulina, Plantago lanceolata,							
	arvensis, Plantago lanceolata, Saxifraga tridactylites, Senecio inaequidens,	Saxifraga tridactylites, Sedum rubens, Senecio inaequidens, Senecio vulgaris,							
	Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus, Veronica arvensis, Vicia segetalis.	Veronica arvensis, Vicia segetalis.							

#### • Evolution depuis 2014

#### Composition floristique des espèces spontanées depuis 2014 :

Depuis 2014, 126 taxons spontanés ont été inventoriés. Sur les espèces observées depuis le début du suivi de cette toiture, 18 (14%) ont été vues chaque année et 45 (36%) ont été observés une seule année (figure 10).

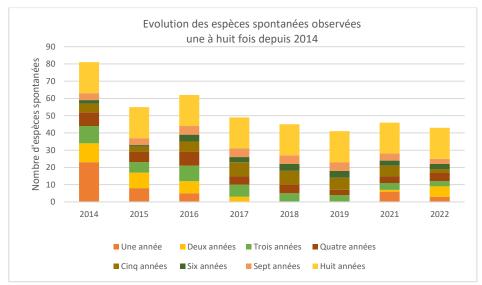


Figure 10 : Evolution des espèces observées une à huit fois depuis 2014 au sein du cortège végétal spontané de la toiture expérimentale.

Depuis 2019, plusieurs espèces sont apparues ou réapparues et d'autres espèces n'ont pas été revues. Le cortège floristique n'est donc pas stabilisé contrairement à ce qu'aurait pu laisser croire les observations de 2019.

#### Richesse spécifique des espèces spontanées depuis 2014 :

En 2021 comme en 2022, le technosol avec le plus d'espèces spontanées est la « tuile » (figure 11). Depuis 2014, aucun type de technosol ne semble constamment accueillir davantage d'espèces spontanées que les autres. A l'inverse, le technosol « béton » semble souvent abriter moins d'espèces spontanées, bien que l'écart soit assez faible.

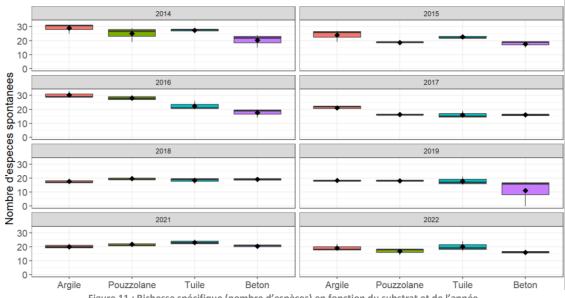


Figure 11 : Richesse spécifique (nombre d'espèces) en fonction du substrat et de l'année.

Statistiquement, la richesse spécifique moyenne par placette est en premier lieu influencée par l'année (p-value<0.001\*\*\*), suivi du substrat (p-value=0.0019\*\*) et de l'interaction substrat et année (p-value=0,014\*).

En ce qui concerne les espèces spontanées sur la toiture expérimentale, le nombre de taxons inventoriés est plutôt stable mais toujours mouvant : certaines espèces apparaissent (principalement des crassulescentes (*Sedum, Muscari*) ou bien des annuelles) tandis que d'autres disparaissent. L'étude de ces quelques tendances concernant des espèces et les caractéristiques de certains technosols est à poursuivre lors des prochains suivis.

#### **CONCLUSION**

La toiture vitrine, bien que présentant une diversité floristique toujours intéressante, a vu son nombre de taxons diminuer depuis 2019. Une partie de cette diminution est imputable aux facteurs climatiques et notamment aux fortes chaleurs du printemps 2022.

Sur la toiture expérimentale, le cortège floristique des espèces plantées est resté similaire en termes de diversité floristique mais certaines espèces ont pris le pas sur d'autres depuis 2019 : *Vulpia myuros, Sedum album* et *Muscari neglectum* ont remplacé *Origanum vulgare* et *Silene vulgaris* et dominent largement le cortège végétal des espèces plantées. Il semble que les espèces qui dominent sont des espèces qui ont des stratégies spécifiques d'adaptation à la sécheresse : crassulescence (*Sedum*) ou d'évitement de la sécheresse (espèces annuelles se développant au printemps et passant les périodes caniculaires sous forme de graines (*Vulpia*) ou espèce vivace précoce passant l'été sous forme de bulbe (*Muscari*). Leur dynamique d'implantation rapide observée en 2021 et 2022 reste à confirmer dans les prochaines années de suivi.

Depuis 2019, le nombre d'espèces spontanées inventoriées sur la toiture expérimentale est globalement stable. La colonisation de tous les substrats par une espèce donnée est quant à elle à la hausse, mettant en évidence une tendance à la dissémination des espèces entre les différents technosols, sans distinction. A l'inverse, le nombre d'espèces spontanées s'implantant sur un unique substrat a également augmenté attestant possiblement d'une implantation « substrat-dépendante » de certaines espèces mais cela concerne un faible nombre d'espèce et pourrait être en grande partie aléatoire puisque les espèces spécifiques à un substrat ne sont pas stables d'une année à l'autre.

D'après les analyses, le cortège végétal de la toiture expérimentale est principalement dépendant de l'année et dans une moindre mesure de l'interaction « année-substrat ».

Concernant les substrats, plusieurs observations et hypothèses peuvent être formulées :

- Les placettes « pouzzolane » et « argile » semblent être bien adaptées pour l'implantation des sedums.
  Les placettes « béton » et « tuile » semblent bien adaptées développement de Vulpia myuros et Muscari neglectum.
- Les placettes « pouzzolane » ont un recouvrement plus élevé que les autres substrats malgré les fortes chaleurs de 2022 et abritent beaucoup de sédums. S'ils s'avèrent que le développement de ces plantes grasses est favorisé par le substrat « pouzzolane », ce type de technosol pourrait être à privilégier sur les toitures végétales très exposées au soleil. Pour autant, ce type de substrat n'étant pas écologique (carrières lointaines, ressource non renouvelable, coût carbone de transport...), il est préférable d'attendre encore quelques années de suivi afin d'observer si les plantes crassulescentes s'implantent finalement aussi bien sur les autres substrats. Auquel cas, il faudrait privilégier le substrat dont l'exploitation est la plus respectueuse de l'environnement.
- Depuis 2021, le nombre de taxons spontanés est resté stable sur les placettes « tuile » et a très peu diminué sur les placettes « argile » alors qu'il est en forte baisse sur les autres placettes. Les substrats « tuile » et « argile » pourraient mieux retenir l'eau que les autres substrats, permettant à davantage de graines de germer, même en contexte de fortes chaleurs.

De façon générale, il semble se dessiner que les espèces aussi bien semées que spontanées qui se maintiennent sont ou bien des espèces crassulescentes comme les *Sedum* ou le *Muscari* ou bien des espèces annuelles avec un pool d'espèce dont la composition floristique peut varier d'une année à l'autre.

Avec peu de réserves du fait de la faible profondeur de sol, la végétation des toitures végétalisées est particulièrement sensible au réchauffement climatique et aux fortes chaleurs qui l'accompagnent. Néanmoins, même si les résultats sont à nuancer avec l'année 2022 où la végétation a grillé très tôt en saison, il semble que chaque année, certaines espèces parviennent à se redévelopper et ce quel que soit le substrat. Si esthétiquement il est accepté d'avoir une végétation grillée une partie de l'année, il semble donc possible de réaliser des toitures végétalisées avec différents technosols et de laisser la flore spontanée s'installer. Par contre, si l'un des objectifs est que la toiture reste verte, il faudra sûrement la végétaliser avec des espèces crassulescentes comme les *Sedum*. Si au contraire l'un des objectifs est d'avoir un couvert végétal de vivaces non crassulescentes, l'unique option serait d'arroser en début de saison quand il y a une sécheresse très précoce afin que les espèces puissent se développer/fleurir/grainer. Un arrosage en contexte de stress hydrique est cependant fortement déconseillé (voire interdit). Il est donc préférable d'envisager les deux autres options pour le maintien des toitures végétalisées.

Comme la végétation de ces toitures est particulièrement soumise aux conditions climatiques, il est intéressant de maintenir un suivi annuel afin de comprendre quelles sont les espèces qui arrivent à se maintenir sur le long terme malgré ces contraintes très fortes.

#### **BIBLIOGRAPHIE**

CBNBP., 2020. Catalogue de la flore vasculaire d'Île-de-France :

https://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/ressources/catalogues/Catalogue Idf 2020 Taxref12 V3.xlsx

Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P. & Poncet, L. 2020. TAXREF v14, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en œuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Rapport UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN). 63 pp.

LEHANE F., 2012. Préconisations de semis des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 5p.

LEHANE F., 2012. Suivi de la toiture témoin du centre technique du parc départemental Georges-Valbon. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 3p.

LEHANE F., 2013. Suivi des toitures végétalisées du parc Georges-Valbon. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 8p.

LEHANE F., 2014. Suivi des toitures végétalisées du parc Georges-Valbon – année 2014. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 8p.

LEHANE F., 2015. Suivi des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 12 p + Annexes.

VALLET J, 2016. Suivis des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon – année 2016. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 25p. + Annexes.

VALLET J, 2017. Suivis des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon – année 2017. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 27p. + Annexes.

VALLET J, 2019. Suivis des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon – année 2018. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 21p. + Annexes.

VALLET J, 2020. Suivis des toitures végétalisées du parc départemental Georges-Valbon – année 2019. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 21p. + Annexes.

.

# **INDEX DES FIGURES**

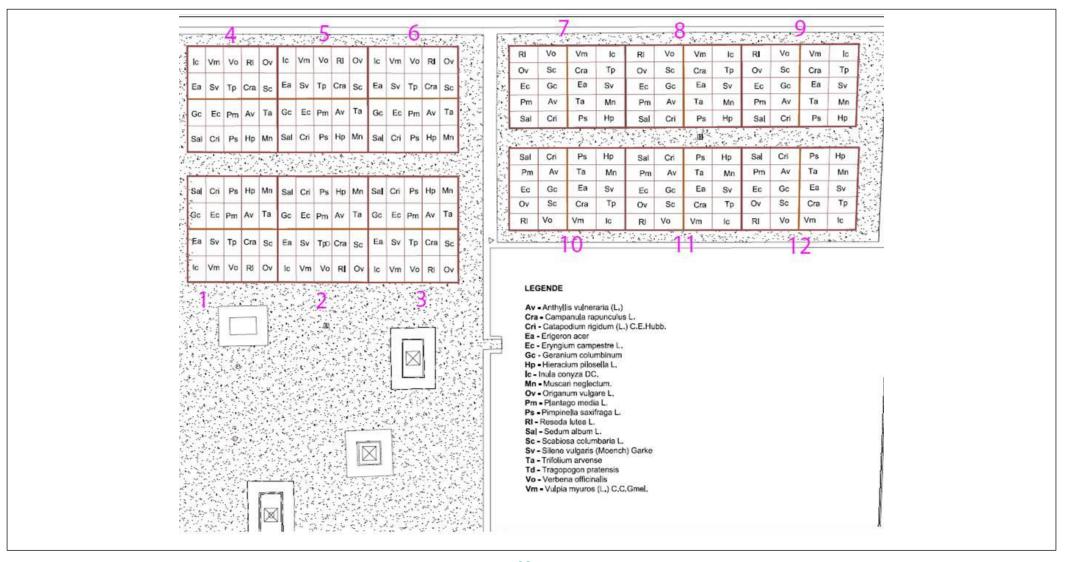
Figure 1 : Localisation du centre technique au sein du parc départemental Georges Valbon	. 2
Figure 2 : Disposition des toitures du centre technique.	. 2
Figure 3 : Valeurs statistiques représentées sur un bloxplot.	. 4
Figure 4 : Photographies de la toiture vitrine en 2021 (en haut) et en 2022 (en bas).	. 5
Figure 5 : Evolution du nombre d'espèces sur la toiture vitrine depuis 2013	. 6
Figure 6 : Recouvrement moyen de la végétation (%) en fonction du substrat et de l'année	11
Figure 7 : Hauteur moyenne de la végétation (cm) en fonction du substrat et de l'année	12
Figure 8 : Nombre de placettes occupées par chacune des espèces plantées ou semées sur la toiture expérimentale de 2014 à 2022	12
Figure 9 : Diagramme de Venn indiquant la répartition de la richesse spécifique en espèces spontanées en 2021 et 2022	16
Figure 10 : Evolution des espèces observées une à huit fois depuis 2014 au sein du cortège végétal spontané de la toiture expérimentale.	17
Figure 11 : Richesse spécifique (nombre d'espèces) en fonction du substrat et de l'année.	17
INDEX DEC TABLEAUX	

## **INDEX DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Correspondance des coefficients A/D en termes d'abondance et de dominance	3
Tableau 2 : Niveau de p-value et codage de la significativité des tests statistiques	4
Tableau 3 : Taxons plantés en 2012 et observés (« 1 ») ou non de 2013 à 2022	7
Tableau 4 : Taxons spontanés inventoriés depuis 2012. Le « 1 » indique la présence du taxon pour une année	8
Tableau 5 : Recouvrement par type de sol/total des placettes de la toiture expérimentale par les espèces plantées en 2021	13
Tableau 6 : Recouvrement par type de sol/total des placettes de la toiture expérimentale des espèces plantées en 2022	14
Tableau 7 : Espèces plantées présentes sur un unique type de sol ou sur les quatre substrats en 2021 et 2022	14
Tableau 8 : Evolution des richesses spécifiques depuis 2019 selon le type de substrat	15
Tableau 9 : Espèces spontanées présentes sur un seul type de technosol ou sur les quatre en 2021 et 2022	16

## **ANNEXES**

ANNEXE 1: EMPLACEMENT ET NUMEROTATION DES PLACETTES (BETON: 1,2,3; TUILE: 4,5,6; POUZZOLANE 7,8,9; ARGILE: 10,11,12)



ANNEXE 2: PHOTOGRAPHIES DES PLACETTES EN MAI 2021 (E.COURRIC).





ANNEXE 3: PHOTOGRAPHIES DES PLACETTES EN MAI 2022 (E.COURRIC).





#### **POUR EN SAVOIR PLUS**

# www.cbnbp.mnhn.fr

Le Conservatoire botanique national du Bassin parisien est un service scientifique du Muséum national d'Histoire naturelle, agréé par le Ministère en charge de l'environnement sur les Régions Île-de-France et Centre-Val de Loire, ainsi que les Départements de Champagne-Ardenne (Région Grand Est) et de Bourgogne (Région Bourgogne-France-Comté).

# **5 MISSIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL**

Le CBN du Bassin parisien est un des membres fondateurs de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux. Il agit ainsi au sein d'un réseau de 12 CBN, coordonnés par l'Office français pour la Biodiversité. Dans ce cadre, le Conservatoire mène sur son territoire d'agrément 5 missions d'intérêt général au service de la flore, de la fonge et de leurs habitats :



Développer et améliorer les connaissances



Contribuer à la gestion conservatoire et à la restauration écologique



Gérer et valoriser les données



Conseiller à travers l'expertise scientifique et technique



Informer, sensibiliser et mobiliser



# CONTACTS

cbnbp@mnhn.fr

#### DIRECTION

Directeur Frédéric HENDOUX Directeur scientifique adjoint Sébastien FILOCHE 61 rue Buffon - 75005 Paris 01 40 79 35 54

#### DÉLÉGATION BOURGOGNE

Responsable Olivier BARDET

Maison du PNR du Morvan - 58230 Saint-Brisson 03 86 78 79 60 cbnbp-bourg@mnhn.fr

# DÉLÉGATION CENTRE-VAL DE LOIRE

Responsable Jordane CORDIER

5 avenue Buffon - BP6407 - 45064 Orléans Cedex 2 02 36 17 41 31 cbnbp-cvl@mnhn.fr

#### **DÉLÉGATION CHAMPAGNE-ARDENNE**

Responsable François DEHONDT

30 Chaussée du Port - 51035 Châlons-en-Champagne 03 26 65 28 24 cbnbp-ca@mnhn.fr

## **DÉLÉGATION ÎLE-DE-FRANCE**

Responsable Jeanne VALLET

61 rue Buffon - 75005 Paris 01 40 79 35 54 cbnbp-idf@mnhn.fr

## **PÔLE CONSERVATION**

Responsable Philippe BARDIN 01 40 79 56 25

philippe.bardin@mnhn.fr

#### **PÔLE PHYTOSOCIOLOGIE**

**Responsable Gaël CAUSSE** 03 86 78 79 61

gael.causse@mnhn.fr

#### PÔLE SYSTÈME D'INFORMATION Responsable Silvère CAMPONOVO

01 40 79 56 49

silvere.camponovo@mnhn.fr



# **CONTACT**

ELISA COURRIC 61 rue Buffon - CP 53 | 75005 PARIS 01 40 79 38 41 • elisa.courric@mnhn.fr

www.cbnbp.mnhn.fr



