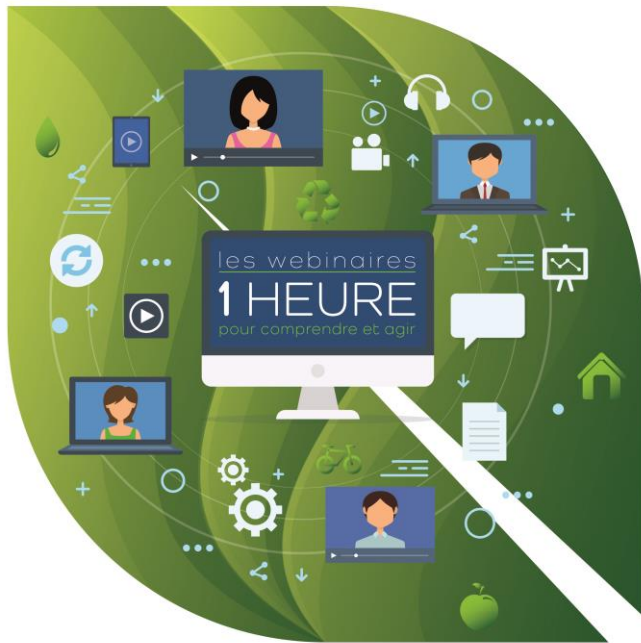


5

Des toitures-terrasses végétalisées adaptées à notre région, c'est possible ?



les webinaires

1 HEURE

pour comprendre et agir



Une agence publique née il y a 40 ans



Un **syndicat mixte** réunissant la Région, Départements 13 et 84, les services d'Etat (OFB, DREAL, Agence de l'eau, ADEME) et depuis 2019 des intercommunalités (CA Grand Avignon, Métropoles NCA et AMP)



Mission principale : Mobiliser tous les acteurs et accompagner les territoires dans la transition écologique et de la préservation de la biodiversité



Une équipe de 38 agents



les webinaires 1 HEURE pour comprendre et agir

LE CONCEPT
une présentation en direct d'outils et de dispositifs sur des sujets d'actualité.
Un jour fixe : 1 mardi par mois de 13:00 à 14:00

1 > 26 janvier Quelle évolution de la nature en Provence-Alpes-Côte d'Azur ?
2 > 16 février Comment mobiliser les acteurs de mon territoire dans la transition écologique ?
3 > 23 mars Eclairage public et biodiversité - Le retour d'un ciel étoilé, c'est possible ?
4 > 20 avril Bâtiment et biodiversité - exemples de prises en compte
5 > 18 mai Des toitures-terrasses végétalisées adaptées à notre région, c'est possible ?
6 > 22 juin Diminuer les pollutions plastiques grâce à la commande publique, c'est possible ?

OFB OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ
PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE agence de l'eau
REGION SUD PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Des temps d'information courts, réguliers, sur des sujets ciblés

Pour connaître l'ensemble de nos évènements inscrivez vous à notre newsletter :
arbe-regionsud.org

1. La gestion durable des eaux pluviales et les toitures végétalisées
2. Des toitures stockantes végétalisées
3. Diversifier les toitures végétalisées et créer des micro-habitats



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



1. La gestion durable des eaux pluviales et les toitures végétalisées



- ▶ Sortir de la vision hygiéniste de l'aménagement des villes et rendre visible l'eau

- ▶ Les défis de la ville aujourd'hui
 - Perméable
 - Verte
 - Résiliente

- ▶ Recréer un cycle de l'eau en milieu urbain >< fonctionnement linéaire actuel
 - Alimenter le sol et les nappes en eau
 - Favoriser l'évapotranspiration



- ▶ Pour limiter les eaux de ruissellement
- ▶ Pour diminuer les vitesses d'écoulement et les inondations
- ▶ Pour éviter la saturation des réseaux unitaires ou dédiés aux eaux pluviales
- ▶ Pour réduire la concentration de la pollution et la dégradation des milieux



	TOITURES-TERRASSES			
	VEGETALISEES		« AGRICULTURE ^a URBAINE »	JARDINS ^a
Végétation	Extensive	Semi-intensive	De semi-intensive à intensive	Intensive
Destination des toitures (ou zones)	Toitures inaccessibles		Toitures accessibles	Toitures accessibles
Circulation	Strictement réduite à l'entretien normal des ouvrages d'étanchéité et de végétalisation		Régulière, liée à l'exploitation	Piétonne
Élément porteur	Béton, béton cellulaire, tôles d'acier nervurées, bois ou panneaux à base de bois		Béton	Béton
Nature du support de culture	Substrat léger	Substrat léger	Terre ou substrat léger	Terre ou substrat léger
Épaisseur du complexe de culture	4 à 12 cm	12 à 30 cm ^b	Hors référentiel à la date de publication des présentes règles professionnelles	> 30 cm
Ordre de grandeur de la charge totale (daN/m ²) ^{c,e}	80 à 180	150 à 350		> 600
Documents de référence	Le présent document			NF-DTU 43.1 / 43.11
Arrosage	Voir annexe F			Voir DTU 43.1
Pente maximale	20 % ^d	5 % ^d		5 %

© RP TTV 3^{ème} édition, 2018

$$1 \text{ daN/m}^2 = 1,02 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ kg/m}^2$$

- ▶ Typologie de l'Adivet* avec le poids des systèmes végétalisés
- ▶ La capacité portante : l'élément essentiel du dimensionnement (neuf et existant)
- ▶ Réhabilitation de toitures plates existantes :
 - 4 à 10 cm de gravier roulé ou concassé
 - 20 kg/m² par cm d'épaisseur
 - 80 à 200 kg/m² disponibles pour une TTV

* Association française des toitures et façades végétales



- ▶ Toitures > 30% de la surface des villes*
- ▶ Faire une étude du gisement en toiture-terrasse (pente < 3%) d'un territoire
- ▶ Étude à Paris réalisée par l'Apur (Atelier parisien d'urbanisme)
=> Sur les 460 ha de toitures plates = 80 ha végétalisables rapidement

* Frazer L. (2005), Paving Paradise, The Peril of Impervious Surfaces

Madre *et al* (2014), Green roofs as habitats for wild plant species in urban landscapes : first insight from a large-scale sampling



► Choix large = rendus différents

- Tapis et bacs précultivés
- Fragments de sédums
- Micro-mottes
- Plantation classique



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

► Demander (imposer ?) l'itinéraire de culture

- Eviter des plants venant d'autres régions sans phase d'endurcissement
- Choisir des plants de pépinières locales



- ▶ Etude des caractéristiques du lieu pour s'adapter à l'environnement
- ▶ Le choix des plantes orientera le choix du substrat et inversement



► Présence/absence des espèces végétales observées sur le toit de l'IUT d'Avignon entre 2013 et 2020 :

ESPECE	2013	2014	2016	2020	BANQUE DE GRAINES
ESPECES PLANTEES					
<i>Allium sphaerocephalon</i>	X	X	X	X	
<i>Dianthus superbus</i>	X		X		
<i>Sedum acre</i>	X	X	X	X	
<i>Sedum album</i>	X	X	X	X	X
<i>Helianthemum nummularium</i>	X				
<i>Silene conica</i>	X	X	X	X	X
<i>Petrorhagia prolifera</i>					
<i>Lobularia maritima</i>	X	X	X		X
<i>Euphorbia cyparissias</i>		X	X		
<i>Erophila verna</i>				X	
<i>Alyssum alyssoides</i>	X		X	X	
<i>Lagurus ovatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Plantago afra</i>	X	X			
<i>Carduus arvensis</i>	X		X		
<i>Clinopodium acinos</i>					
<i>Iris lutescens</i>	X	X	X	X	
<i>Linum bienne</i>		X	X		
<i>Sideritis hyssopifolia</i>	X				

Choix des espèces :

Etude des habitats méditerranéens proposant des conditions similaires aux toitures végétalisées afin de s'inspirer de leur composition végétale

© Etude du substrat, de la banque de graines et de la végétation d'un toit extensif méditerranéen selon divers traitements, Anaïs Jouet, 2020



► Maintien de l'état de croissance de plantes sur un échantillon de 6 toitures*

Observation réalisée durant les années 2015 et 2016 pour un âge des toitures entre 2 et 9 ans

Département : 13, 26, 34, 84

*Analyse des données brutes transmises
par Plante & Cité

Famille	Genre	Espèce
Aizoacées	Delosperma	cooperi
Aizoacées	Lampranthus	sp.
Amaryllidacées	Allium	schoenoprasum
Asparagacées	Ophiopogon	japonicus
Asteracées	Lactuca	serriola
Crassulacées	Sedum	album
Crassulacées	Sedum	hispanicum
Crassulacées	Sedum	moranense
Crassulacées	Sedum	nibigeum
Crassulacées	Sedum	rupestre
Crassulacées	Sedum	sediforme
Crassulacées	Sedum	kamtschaticum
Crassulacées	Sedum	telephium
Crassulacées	Sedum	sexangulare
Euphorbiacées	Euphorbia	helioscopa
Euphorbiacées	Euphorbia	myrsinites
Fabacées	Lotus	corniculatus
Fabacées	Trifolium	sp.
Geraniacées	Geranium	sanguineum
Iridacées	Iris	pumila
Lamiacées	Satureja	montana
Pinacées	Pinus	radiata
Poacées	Cynodon	dactylon
Poacées	Poa	sp.
Poacées	Poa	trivialis
Poacées	Brachypodium	retusum
Poacées	Cortaderia	selloana
Poacées	Festuca	gautieri
Poacées	Festuca	glauca
Valerianacées	Centranthus	ruber

| Ne pas se limiter à des toitures avec tapis précultivés



- ▶ Utilité pour avoir un recouvrement élevé rapidement
- ▶ Fragilisation des plants : perte d'une partie des racines
- ▶ Beaucoup d'éléments artificiels (géogrille, géotextile)
- ▶ Un avantage au tapis : le maintien des mousses ?



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

Sans



© Nicolas Wepierre, ARBE

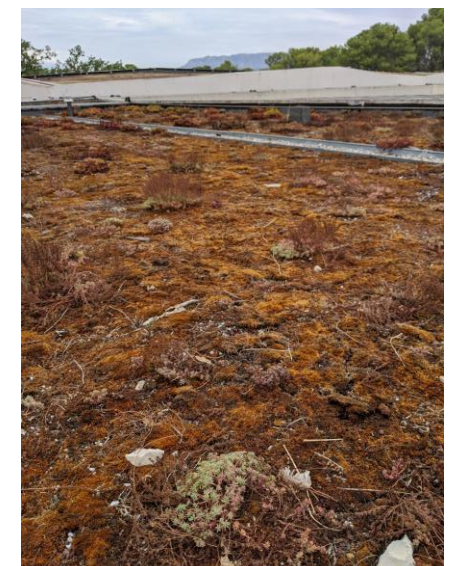


© Nicolas Wepierre, ARBE

Avec



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



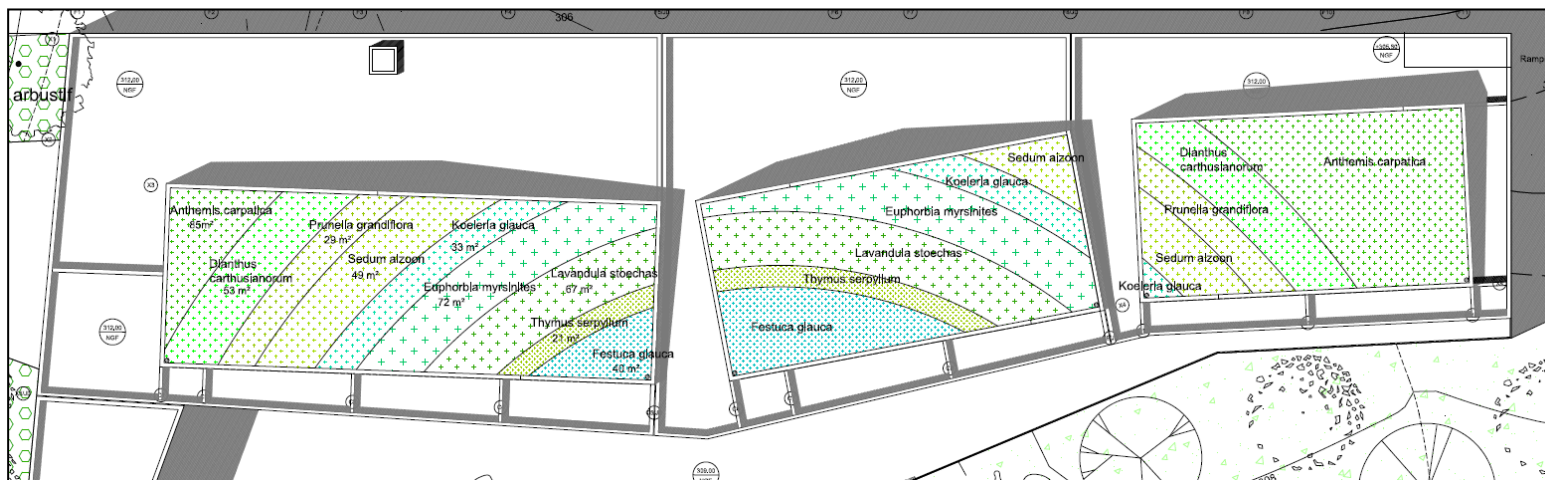
- ▶ Bâtiment public = intégrer la toiture dans le patrimoine des espaces verts
 - Présence du service des espaces verts dès la conception
 - Former les agents aux particularités des végétaux de la toiture (sédums/plantes spontanées)
 - Idéalement vérification de l'état des EEP durant les passages

- ▶ Bâtiment privé = prévoir une prestation pour l'entretien courant

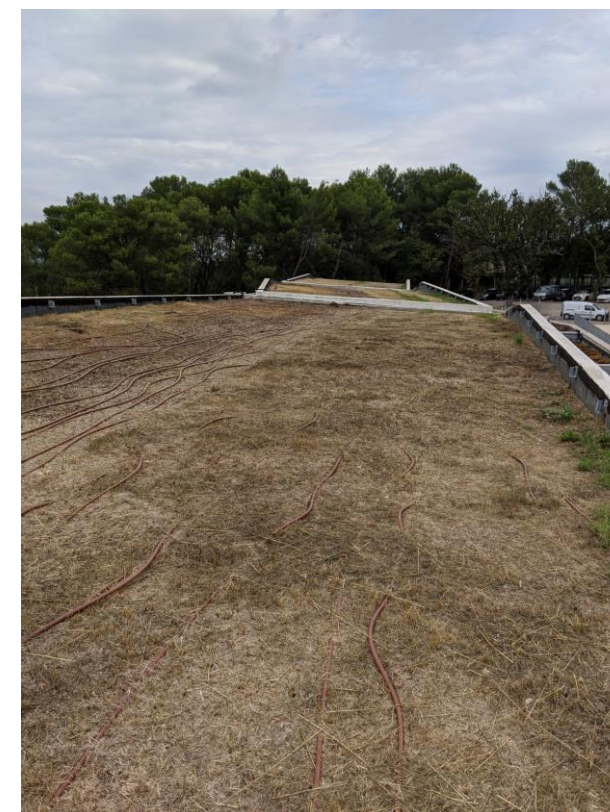
- ▶ Prévoir un contrat de 1 à 2 ans pour la période de confortement dans le marché ?
 - Budget prévu
 - Objectif : atteindre 80 % de couverture



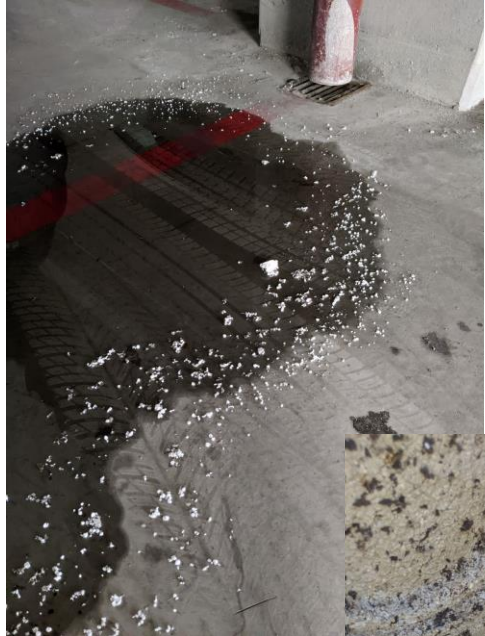
- ▶ Arrosage en eau potable : une solution non résiliente, non durable et non sécuritaire
 - Système d'arrosage démontable pour les premières années est-il envisageable ?
- ▶ Exemple d'un arrêt de l'arrosage dès la première année (fuites) = mort des plantes
 - Autre facteur : faible système racinaire dans les godets classiques
 - Imposer godets anti-chignon de grand volume si épaisseur adaptée ?



© Plan masse aménagement des espaces verts, DOE



Attention à la dégradation des systèmes drainants en polystyrène



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

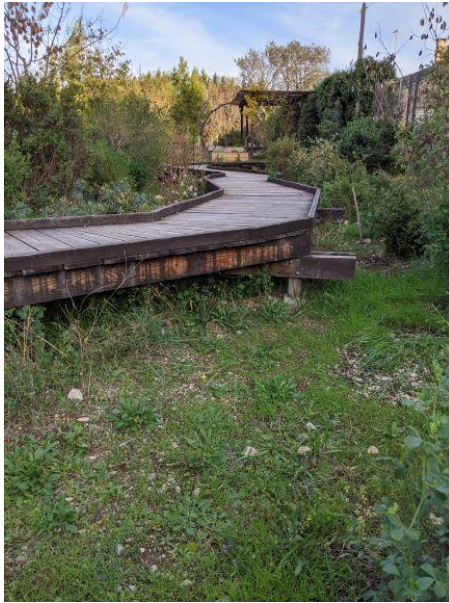


© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

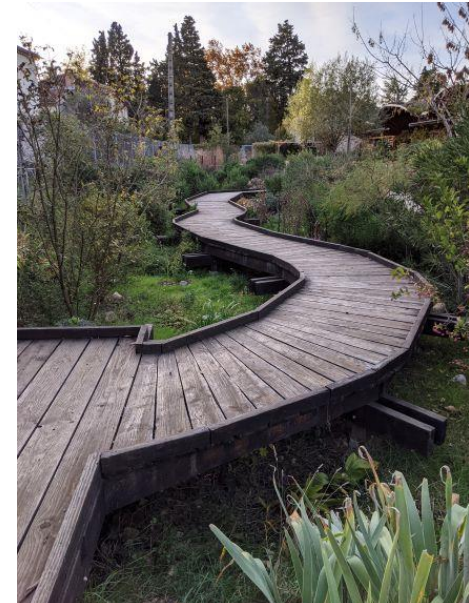
► Evacuations des eaux pluviales (EEP) connectées à un espace vert en creux



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

► EEP connectées à des réservoirs d'eau en milieu urbain dense

- Couplage avec une jardinière
- Réutilisation de l'eau de pluie pour l'arrosage de la TV



2. Des toitures stockantes végétalisées : De l'abattement à la rétention de l'eau de pluie



- ▶ Une pluie = une lame d'eau précipitée (mm)
une intensité (mm/h)
- ▶ IT 77-284 : données non localisées
 - Une seule région pluviométrique sur l'arc méditerranéen
 - Sans prise en compte des 3 dernières décennies
- ▶ Météo France : données fiables mais payantes
- ▶ Avoir de la mesure locale et publique

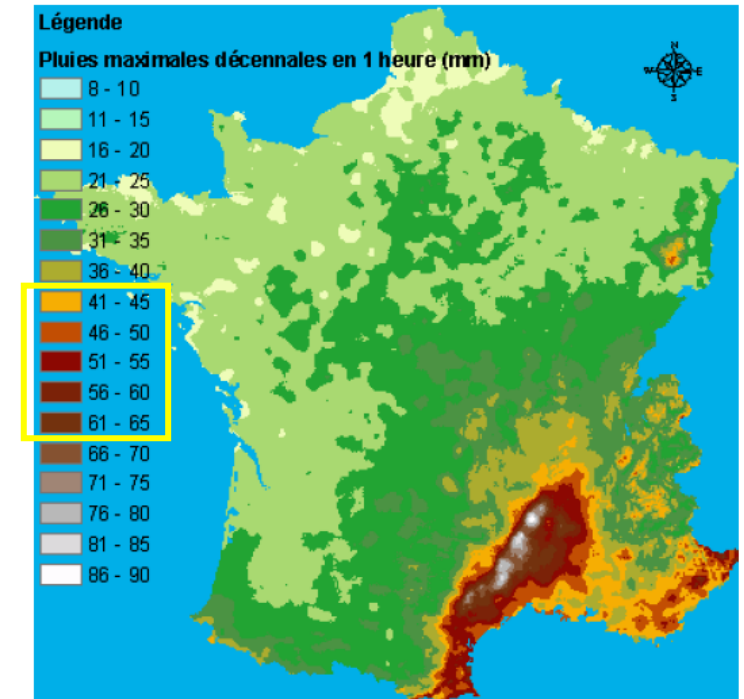


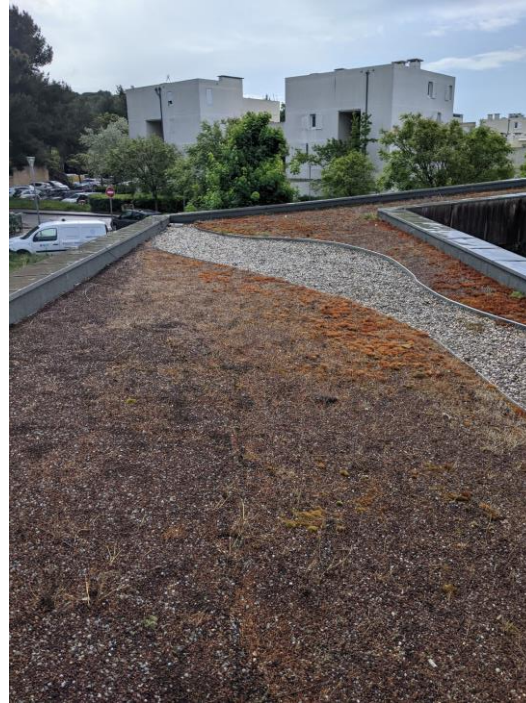
Figure 5 : Exemple de données pluviométriques (Arnaud P., 2005)

© Mémento Technique ASTEE 2017, Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées.

► Sans eau, la survie des plantes est difficile



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

« 6 à 7 semaines sans eau les sédums supportent, pour les graminées c'est 6 à 7 jours »

entretien

« Contre toute attente, la lavande et le romarin sont des plantes difficiles à faire reprendre »

entretien

► Se questionner sur la rétention d'eau et l'inertie hydrique



▶ Présence d'eau = créer un cycle de l'eau = îlot de fraîcheur

- 1 g d'eau évaporée = 600 calories de l'air consommées
- Evaporation du substrat > Transpiration des sédums. Pas de consensus, hétérogénéité des résultats*
- Choisir un objectif = prioriser l'inertie hydrique ou l'évapotranspiration

* Dusza Y. (2017), Toitures végétalisées et services écosystémiques : favoriser la multifonctionnalité via les interactions sols-plantes et la diversité végétale

▶ Un îlot de fraîcheur, oui, mais localisé ?

- Quel bénéfice dans la rue où l'ICU pose problème ?
- Quelle surface de toitures végétalisées à l'échelle d'une ville ?

=> 50 % de toitures végétalisées permettraient de réduire de 0,8°C la température de la ville de New-York*

* Rosenzweig *et al.* (2006), Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces



► Dans le substrat

- Porosité : indice de vide = place disponible pour l'eau
- Perméabilité* : équilibre entre évacuation et rétention

* ≥ 6 mm/mn : RP TTV 2018 pour substrat extensif / Echantillon saturé pdt au moins 12h

► Dans une structure dédiée



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

Structure alvéolaire ultra légère (SAUL)

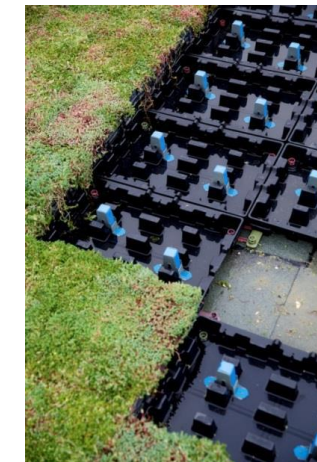


© Siplast



© Nicolas Wepierre, ARBE

Bac de rétention



© Le Prieuré

Ici, stockage de l'eau dans des équipements sous le substrat et/ou sous des dalles sur plots



► Trouver l'équilibre entre retenir l'eau pour les plantes et l'évacuer pour gérer une nouvelle pluie

► Substrat régulièrement très (trop ?) drainant

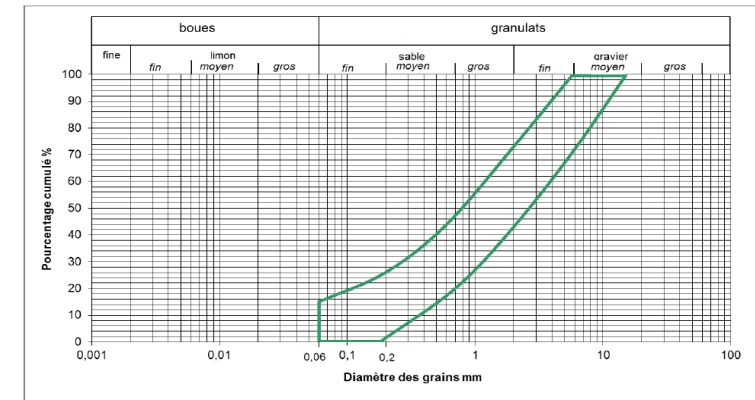
► Un exemple de substrat particulier avec le site pilote de l'IUT d'Avignon (IMBE, CNRS)

Objectif : trouver un substrat pour une toiture verte autosuffisante

- Valorisation des fines d'une carrière
- Bénéficier de la part d'éléments fins, limons et argiles, pour l'humidité
- Substrat fin = minéraux plus facilement biodisponibles (altérations chimiques + rapides)
- Part de fines maximale à 75% sinon la surface est imperméable à l'eau et à l'air = asphyxie des racines

Substrats extensifs

A titre indicatif, la courbe granulométrique des substrats extensifs granulaires couramment rencontrés s'insère dans le fuseau ci-dessous.



© RP TTV 3^{ème} édition, 2018

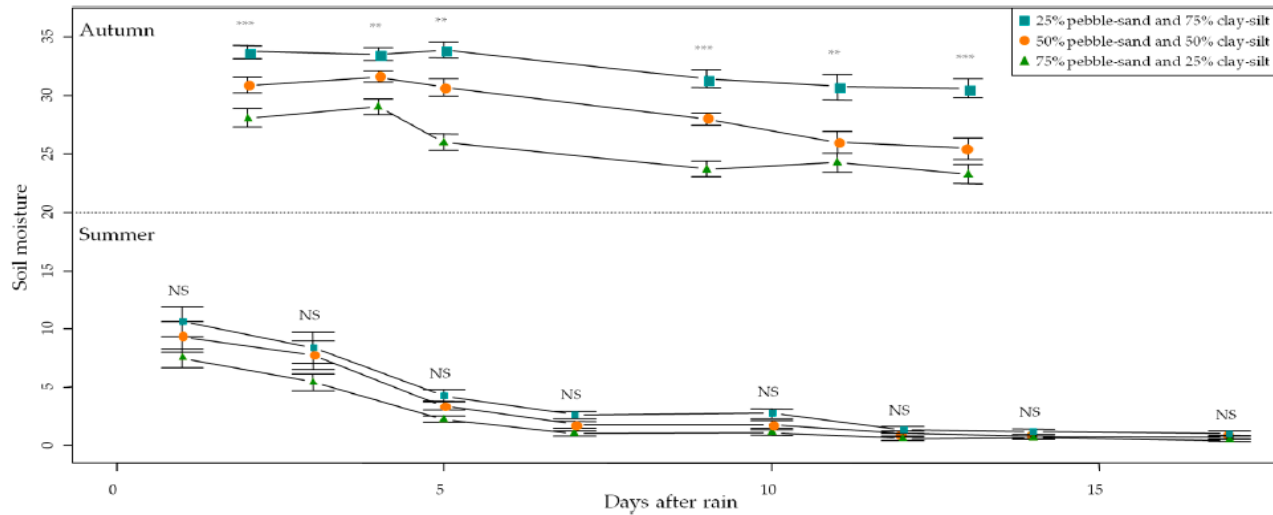


Figure 5. Evolution of substrate moisture according to substrate composition on the roof of Avignon IUT (Southeastern France) in summer and autumn 2016. Values are means of substrate moisture \pm standard errors for each substrate composition and for each survey period. The stars represent significant differences between the three substrate compositions for a survey date, NS: not significant from the post hoc test of Tukey HSD (Honest Significant Difference).

© Substrate Composition and Depth Affect Soil Moisture Behavior and Plant-Soil Relationship on Mediterranean Extensive Green Roofs, Water, 2017

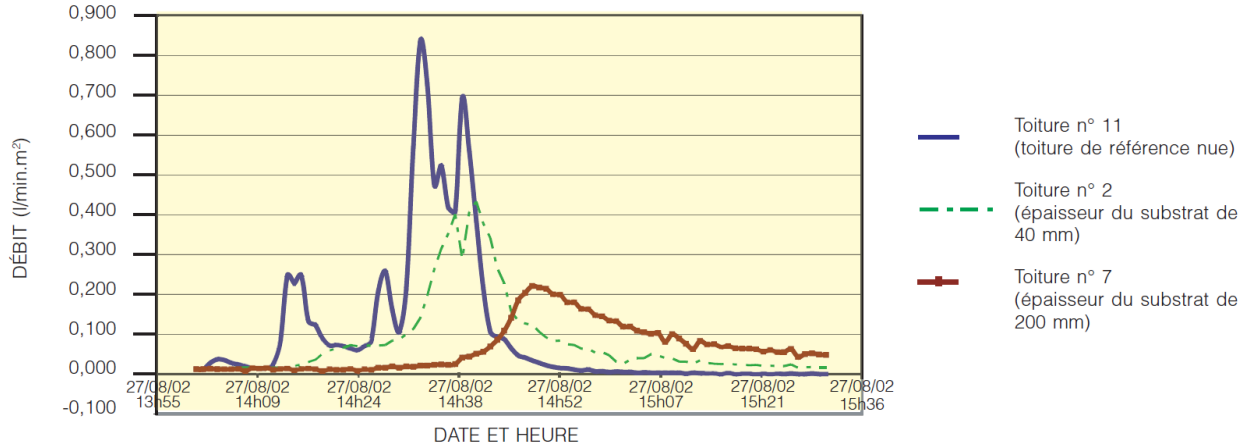
*Précision : Epaisseur de substrat de 15 cm
Petite pluie d'été, pas un orage*

- ✓ Augmenter la part en argile (clay) et en limon (silt) augmente l'humidité du substrat
- ✓ En été, le substrat est humide pendant 14 jours après une pluie

- ▶ S'orienter vers des substrats avec une part d'éléments fins
- ▶ Préciser les caractéristiques du substrat dans le CCTP
- ▶ Si terre de chantier : à caractériser et à remanier si nécessaire



Fig. 5 Débit évacué par les toitures n° 2, 7 et 11 durant un orage.



©CSTC Belge (Centre scientifique et technique de la construction), 2006

Limite de l'étude :

Substrats et couches drainantes non identiques

Toiture n°	Composition et épaisseur		
	Couche de drainage	Filtre	Substrat
2	Feutre recouvert d'une membrane PVC à relief (contenance en eau de 3 l/m²) et rempli de pellets en argile expansée (30 mm)	Feutre (5 mm)	Tourbe (40 mm)
7	Pellets en argile expansée (30 mm), feutre (15 mm), pellets en argile expansé (70 mm)	Feutre (15 mm)	Compost, mélangé à des pellets en argile expansée (200 mm)

© CSTC, 2006

► L'épaisseur diminue et décale le pic de pluie

- Diminution du débit de pointe proportionnelle à l'augmentation de l'épaisseur du substrat
- Débit de pointe décalé dans le temps. Ici de 8 mn pour T2 à 16 mn pour T7

► Dépasser 25 cm d'épaisseur pour une rétention d'eau efficace ?

- Seuil identifié par calcul théorique (RME) sur un échantillon de 36 TV*
- A relier aux caractéristiques des substrats à partir de 25 cm. Substrats semi-intensifs ?

* Etude GROOVES Green ROOFS Verified Ecosystem Services, ARB IdF et coll.



► Stockage actuel uniquement temporaire

- Autorisé seulement sur structure béton (DTU 43.1)
- Frein pour le stockage à long terme car technique non courante

► Orienter la conception vers du stockage + évapotranspiration

- Objectif : avoir une réserve utile d'eau pour le besoin des plantes
- Expérimenter, évaluer, adapter
- Déterminer le seuil entre :

Garder de l'eau pour les plantes
et le rafraichissement



Avoir de la place disponible (vide)
pour la gestion des pluies

► Les moustiques : pourquoi iraient-ils traverser le substrat et un géotextile !



- ▶ Etude du CEREMA datant de 2016 sur une toiture de 600 m² à Orléans
 - 15 cm de stockage en plaque alvéolaire à structure en nid d'abeille
 - 6 cm de substrat

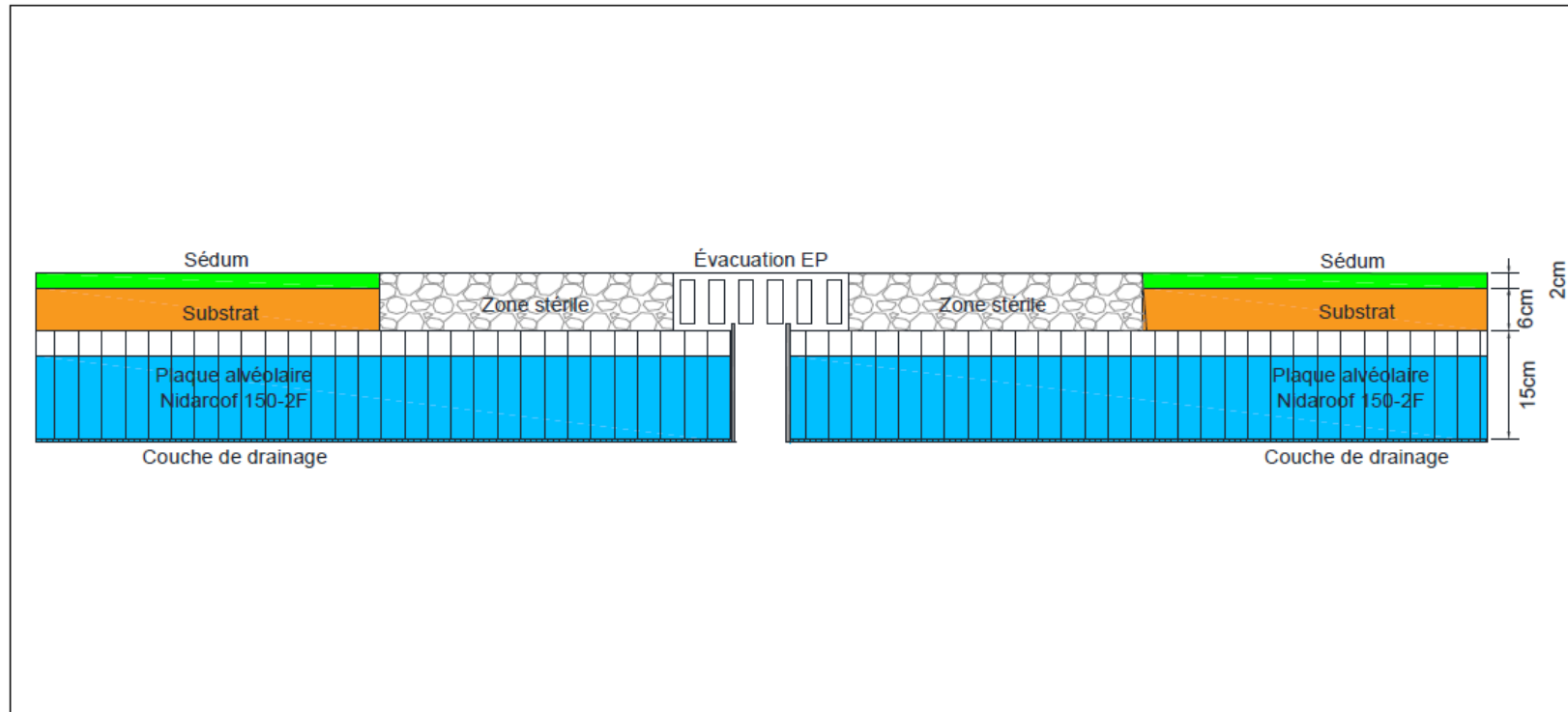


Figure 2 : Coupe type de la toiture à proximité d'une évacuation.

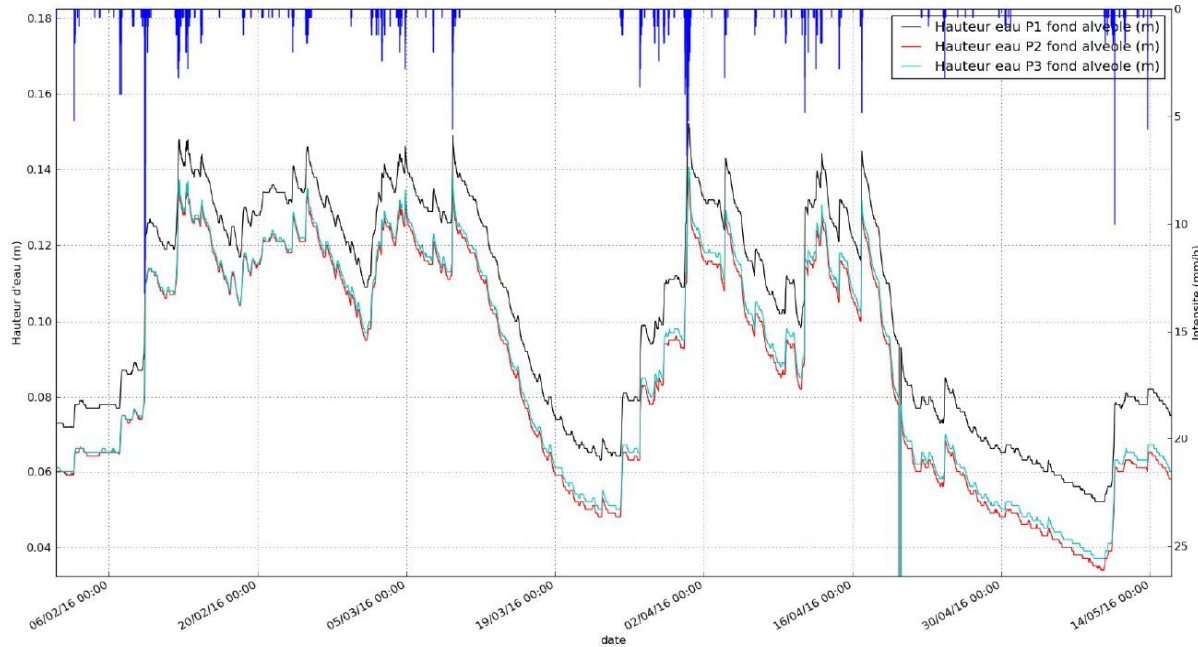


Figure 18 : Intensité de la pluie/ Hauteur d'eau dans les alvéoles en fonction du temps.

©Action-recherche du Cerema : Évaluation d'une toiture terrasse végétalisée à zéro rejet,
Livraison n°1 : Note sur l'instrumentation, 2016

- ✓ Périodes de sécheresse = diminution de la hauteur d'eau
 - mars 2016 => 7,11 mm/j
 - mai 2016 => 1,57 mm/j

- ▶ Confirmation du flux hydrique entre l'eau stockée dans les alvéoles et le substrat
- ▶ Conception : connecter une arrivée d'eau directement dans la structure stockante



- ▶ Chroniques de pluie et d'ETP issues de la région d'Ile-de-France sur la période juillet 1993 – décembre 2011 calculées et comparées à celles de trois toitures végétalisées extensives calculées à partir du modèle FAVEUR* du Cerema

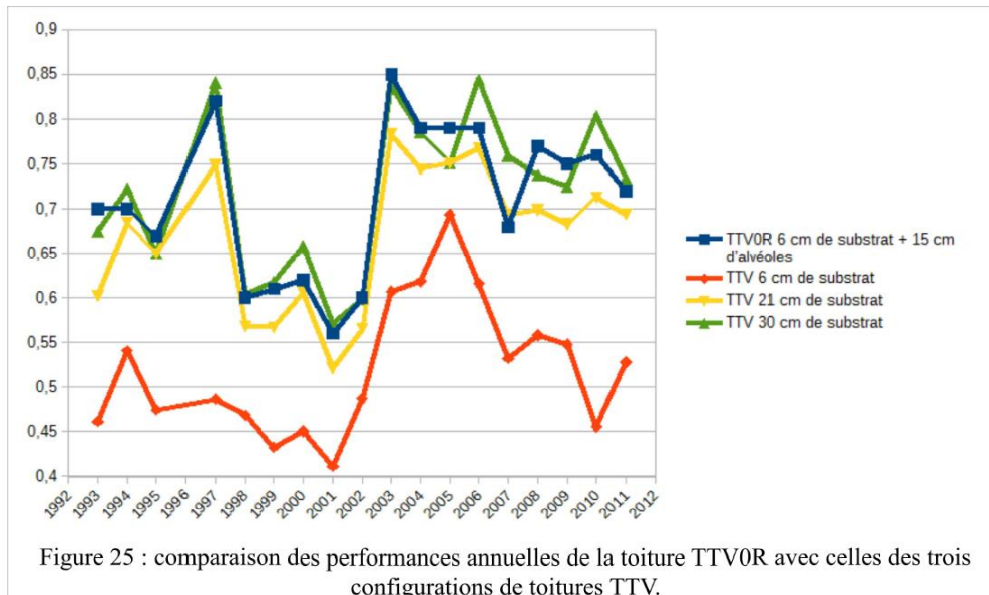


Tableau 4: performances globales affichées sur les chroniques de pluie et d'ETP issues de la région Ile-de-France sur la période 1993-2011 par le modèle « Faveur-0R » pour la toiture d'Orléans et celles affichées par le modèle « Faveur » pour les trois autres configurations.

toiture	abattement (%)
TTVOR 6 cm de substrat + 15 cm d'alvéoles	70
TTV 6 cm de substrat	51
TTV 21 cm de substrat	66
TTV 30 cm de substrat	71

©Action-recherche du Cerema : évaluation d'une toiture terrasse végétalisée à zéro rejet, Livrable n°3 : rapport final, 2019

- ▶ Une épaisseur d'au moins 30 cm de substrat est nécessaire à une toiture extensive pour atteindre le niveau de performances d'une combinaison de 6 cm de substrat avec 15 cm de structure stockante

* Le modèle reproduit bien les tendances observées sur Orléans. Mais en termes de volume, il évapore moins. Modèle corrigé depuis.



3. Diversifier les toitures végétalisées et créer des micro-habitats



- ▶ Concevoir des toitures en fonction d'un objectif
 - Favoriser la biodiversité : ne pas standardiser, varier les toitures, favoriser l'inertie hydrique
 - Gérer l'eau de pluie : adapter le substrat et son épaisseur et/ou prévoir une structure réservoir
- ▶ Si sédums
 - Mélange avec vivaces
 - Place disponible pour des espèces spontanées. Conditions pour éviter la compétition* :
 - Substrat < 15 cm
 - Substrat peu fertile : limitation en éléments minéraux et en matière organique (<3%)
- ▶ Diversifier les milieux entre les toitures, diversifier les milieux sur une même toiture



► Créer des milieux différents pour les plantes

- Epaisseur variable
- Substrat variable

► Effet d'un panneau solaire



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

► Vivons-nous sur les pentes du Vésuve ?



© Nicolas Wepierre, ARBE



© Nicolas Wepierre, ARBE

► Créer un milieu proche des paysages calcaires de Provence

- Mélange en surface à base de recyclage de pot en terre de couleur claire ?
- Cobénéfices : augmenter l'albédo donc la part de rayons solaires réfléchis
paillage minéral = limitation de l'évaporation du substrat

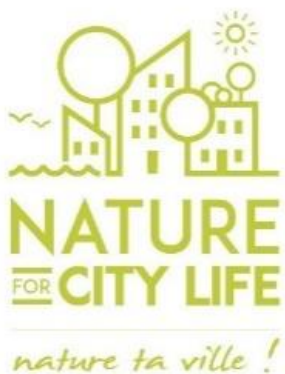
RESSOURCES DU PROJET NFCL

MOOC NATURE EN VILLE

FICHES RETOUR D'EXPÉRIENCE

SITE INTERNET

BIBLIOGRAPHIE



Création d'outils de formation ■ <https://moocnatureforcitylife.eu/>
Un MOOC en deux parcours : initial et perfectionnement, traduit en 5 langues : français, anglais, espagnol, italien, allemand
56 vidéos, des quizz thématiques
Réouverture session initiale du **2 nov au 20 décembre 2021**
Réouverture session perfectionnement printemps 2022
Vidéo de Thierry Duthoit <https://vimeo.com/547553394>

Une série de 10 fiches dont une spécifiquement sur les toitures végétalisées ■ <http://www.nature4citylife.eu/>

[Nature for City Life \(nature4citylife.eu\)](http://www.nature4citylife.eu/)

Pour aller plus loin

- Fiche de l'IMBE [fiche experience dutoit toiture vegetale vf.pdf \(genieecologique.fr\)](https://www.genieecologique.fr/fiche_experience_dutoit_toiture_vegetale_vf.pdf)
- Surchauffe urbaine : Recueil de méthodes de diagnostic et d'expériences territorial : <https://www.ademe.fr/surchauffe-urbaine-recueil-methodes-diagnostic-dexperiences-territoriales>
- 33 fiches d'actions d'adaptation au changement climatique: <https://www.ademe.fr/actions-dadaptation-changement-climatique>
- Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique <https://www.adaptation-changement-climatique.fr/centre-ressources>





Je vous remercie

Nicolas WEPIERRE, Chargé de mission Gestion Durable des Eaux Pluviales

n.wepierre@arbe-regionsud.org



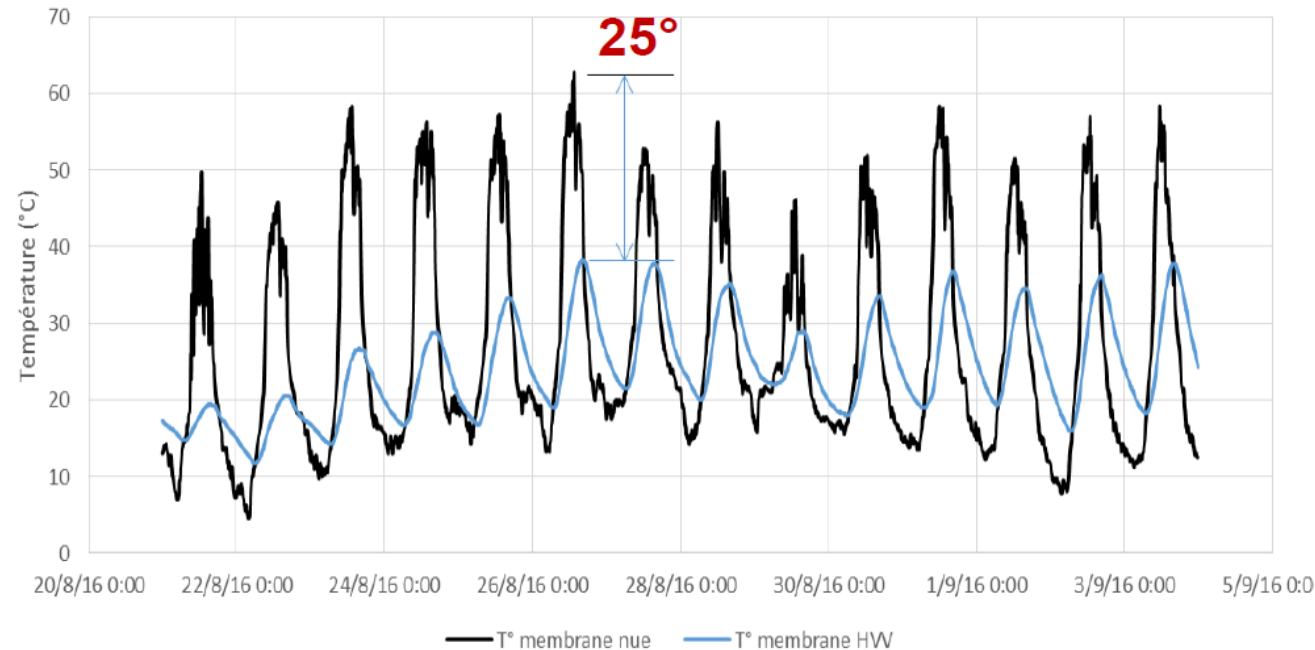
► Tendances données par le guide de natureparif de 2011

Guide TV natureparif 2011	
Type de TV	Coût €/m ²
Extensif	25 - 100
Semi-intensif	100 - 200
Intensif	> 200

- Coût plafond de l'aide de l'Agence de l'Eau de 40 € HT/m². Possible si :
- Toiture connectée à un réseau unitaire ou séparatif
 - Rénovation urbaine sur des espaces imperméables



Températures de membrane sous le Système HVV en période estivale



©Intérêts thermiques, Toiture Hydroactive Modulable Oasis, Etude INSA Lyon, 2016

Précision : sur plateforme pilote

✓ Baisse de 25°C (63°C -> 38 °C) pour la journée la plus chaude en été

► Intérêt non pas dans le secteur du bâtiment neuf, mais dans celui de la rénovation

- Toiture mal isolée = réduction jusqu'à 89 % des flux entrants*
- Toiture bien isolée = réduction de 7 %*

* Niachou et al. (2001) *Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance*



Tableau 5 - Caractéristiques du substrat

Caractéristiques		Unité	Protocoles de référence	Substrats extensifs	Substrats semi-intensifs
Physiques	Masse volumique à CME	kg/m ³	Annexes G	≥ 950	≥ 1050
	Masse volumique à sec	kg/m ³	Annexes G	≥ 600	≥ 600
	Perméabilité verticale	cm/s mm/min	Annexes G	≥ 0,01 ≥ 6	≥ 0,005 ≥ 3
	Rétention maximale en eau	% vol	Annexes G	≥ 35	≥ 45
	Porosité à l'air à CME	% vol	Annexes G	≥ 10	≥ 10
	Granulométrie	-	NF EN 933-1	comprise entre 0 et 20 mm selon courbes en annexe H	
	Fines (< 0,063 mm)	% masse sèche (ms)	NF EN 933-1	≤ 15	≤ 20
Chimiques	Conductivité électrique	mS/m	NF EN 13 038	≤ 150	
	pH (eau)	-	NF EN 13 037	5,5 à 9,5	
	Matière organique	% masse sèche (ms)	NF EN 13 039	≤ 10	≤ 15

©RP TTV 3ème édition – 2018 (p21)



REX du rapport final du projet TVGEP 2014 : conception des Toitures Végétalisées pour la Gestion des Eaux Pluviales urbaines

- ▶ Rejet potentiel en carbone, phosphore, azote

=> Etude sur des toitures récentes = relargage de solides et de nutriments

- ▶ Rétention ou relargage variable en fonction des substances

- Relargage : fer, manganèse, nonylphénol
- Rétention : Zinc, HAP

- ▶ Concentrations des toits végétalisées supérieures à celles d'un toit nu pour :

- Métaux : cuivre, nickel
- Micropolluants organiques : alkyphénols, mecoprop (dégradation d'un des agents antiracine utilisé)

- ▶ Concentrations observées comparables ou inférieures à celles usuellement observées dans les eaux de ruissellement urbaines

- ▶ Caractérisation du potentiel de contamination des eaux de ruissellement par les matériaux constituant les structures de végétalisation = présence de bisphénol-A et d'alkyl-phénols

=> Mise en place de procédures standardisées et systématiques de caractérisation des matériaux (idem pour toutes toitures ?)



REX étude du Cerema sur la TTV d'Orléans

- ▶ Suivi des concentrations dans les alvéoles entre juin 2016 et juin 2018
 - Augmentation : DBO, DCO, NK, aluminium, fer
 - Diminution : MES, P total, hydrocarbures totaux, phénanthrène, zinc
 - Stabilité : conductivité, naphthalène, cuivre, nickel

 - ▶ Les tendances peuvent s'inverser suivant les campagnes

 - ▶ Interprétation des concentrations
 - Diminution : débordements et renouvellement de l'eau dans les alvéoles
 - Augmentation : évapotranspiration

 - ▶ Relargage : fer, aluminium

 - ▶ Présence de bisphénol-A et d'alkyl-phénols avec transfert dans les eaux de ruissellement
- => Mise en place de procédures standardisées et systématiques de caractérisation des matériaux (idem pour toutes toitures)

ARBE

PROVENCE-ALPES
CÔTE D'AZUR

AGENCE RÉGIONALE POUR LA BIODIVERSITÉ
ET L'ENVIRONNEMENT

arbe-regionsud.org

Membres associés de l'ARBE :



Membres pléniers de l'ARBE :

