



## TOITURES VÉGÉTALISÉES EXTENSIVES : LES CONTRAINTES AGRONOMIQUES ET LA PALETTE VÉGÉTALE

Par Olivier Damas\*

La végétalisation des toitures est en plein développement en France. Le million de mètres carré installé a été franchi courant 2011. Cet article expose les contraintes climatiques et agronomiques auxquelles les végétaux implantés sont soumis sur toitures végétalisées extensives, puis présente les végétaux adaptés à ces conditions limitantes en eau.

— L'INTÉGRITÉ DU BÂTIMENT SUPPORT AVANT TOUT: CONSÉQUENCES SUR LES CONDITIONS AGRONOMIQUES —

On définit trois typologies de toitures végétalisées<sup>1</sup> (voir tableau 1).

Nous ne parlerons que des toitures végétalisées extensives, avec parfois des épaisseurs de substrat qui tendent vers les toitures semi-intensives (jusqu'à 18 - 20 cm).

Pour une raison évidente d'intégrité du bâtiment, la végétalisation des toitures impose de respecter une charge

	EXTENSIVE	SEMI-INTENSIVE	INTENSIVE, OU TERRASSE-JARDIN
Épaisseur de substrat	3 -12 cm	12 - 30 cm	> 30 cm
Ordre de grandeur charge totale à capacité maximale en eau	60 -180 kg/m <sup>2</sup>	150 - 350 kg/m <sup>2</sup>	>600 kg/m <sup>2</sup>

TABLEAU 1 : TYPES DE VÉGÉTALISATION EN TOITURES

1 Voir article de Jauch et Roeber dans ce dossier.

admissible définie pour le bâtiment support, avec deux conséquences en terme agronomique<sup>2</sup> :

- l'épaisseur moyenne du substrat va consécutivement en dépendre<sup>3</sup>
- en cas d'événement pluvieux intense, la charge liée à l'eau doit être limitée. Les substrats doivent être très drainants. Ils possèdent de fait une granulométrie grossière et une capacité de rétention en eau réduite (composition standard 70 % de graviers et sables grossiers de pouzzolane, 30 % de matières organiques).

Du fait de la faible épaisseur de substrat, la quantité d'eau stockée est faible par unité de surface. La question de l'eau se pose alors en termes d'autonomie dans le temps et la question du climat à prendre en compte doit porter en priorité sur le nombre de jours consécutifs de sécheresse que l'on peut attendre en été et non sur la pluviométrie annuelle totale (Tableau 2).

À titre d'exemple pour la ville d'Antibes où Plante & Cité mène des essais depuis 2008, il a été relevé jusqu'à 81 jours consécutifs sans pluie en 2012, pour une pluviométrie annuelle totale équivalente à celle de Londres !

Ainsi, même s'il existe une bibliographie internationale traduite en français sur les gammes végétales utilisables en toitures extensives (USA, Grande-Bretagne, Allemagne), il est nécessaire d'adapter ces informations et d'expérimenter selon nos conditions locales.

## – UNE DEMANDE DE DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET DE BIODIVERSITÉ –

En même temps que les toitures végétalisées se sont développées en France, très majoritairement à base de taxons du genre *Sedum*, est apparue une demande de plus grande diversification végétale de la part des professionnels des

espaces verts. On peut résumer la formulation du besoin de la manière suivante: une plus grande diversité de végétaux si possible porteurs de biodiversité, contribuant à plus d'esthétisme, ayant une plus grande autonomie, nécessitant le minimum d'interventions (dans un contexte de surfaces espaces verts à gérer en augmentation à budget constant) et participant à une gestion environnementale vertueuse notamment concernant la consommation en eau.

Quelques rares solutions commerciales proposent des toitures extensives avec quelques plantes vivaces. Les premiers essais menés par la station expérimentale du Ratho (Lyon) montrent que sans arrosage et pour un substrat inférieur à 10 cm, seules les plantes de la famille des *Crassulaceae* sont adaptées. Pour identifier davantage de potentiel de diversification, Plante & Cité et le Critt horticole de Rochefort ont expérimenté depuis 2008 sur un nombre important de taxons de plantes vivaces. Les travaux consistent en une expérimentation multi-sites (Angers, Antibes, Lyon, Paris), avec substrat identique représentatif du marché, des épaisseurs de substrat de 10 à 18 cm, aucun arrosage, et évaluation des taxons pendant deux ans comparés à deux plantes témoins respectivement de forte tolérance et faible tolérance à la sécheresse reconvenue en toitures.

## – GAMME VÉGÉTALE : VALEURS SÛRES ET INNOVATION –

### *Toitures à substrat d'épaisseur inférieure à 10 cm*

Sur ces toitures, les végétaux utilisables se limitent aux mousses, aux *Crassulaceae* (*Sedum*, *Sempervivum*) et à quelques rares autres vivaces (*Acaena*, *Euphorbia* par ex.) mais pour la moitié nord de la France seulement.

	PLUVIOMÉTRIE MOYENNE ANNUELLE	NOMBRE DE JOURS MOYEN ANNUEL DE PLUIES > 1 MM	NOMBRE DE JOURS MOYEN DU MOIS LE PLUS SEC
Antibes	730 mm	60 jours	2 jours
Lyon	840 mm	107 jours	6,8 jours
Paris	682 mm	111 jours	6,6 jours
Londres	750 mm	145 jours	11 jours

TABLEAU 2 : DONNÉES DE PRÉCIPITATIONS D'INTÉRÊT POUR LES TOITURES VÉGÉTALISÉES POUR DES VILLES FRANÇAISES ET EUROPÉENNES

<sup>2</sup> Pour plus d'information technique, se référer aux règles professionnelles CSFE-ADIVET-SNPPA-UNEP disponibles en téléchargement sur les sites internet de ces auteurs.

<sup>3</sup> Il est possible de faire varier les épaisseurs et types de substrat sur la surface de la toiture, selon le positionnement des structures porteuses (piliers) du bâtiment. Cela apportera un gain en diversité de milieu et de fait de biodiversité.



FIGURE 2 : SITE D'ESSAI GAMME VÉGÉTALE EN TOITURES EXTENSIVES À LYON (PIERRE DELHOMMEAU-EPLEFFA LYON-DARDILLY-ECULLY)

### **Toitures à substrat d'épaisseur supérieure à 10 cm**

Les expérimentations de Plante & Cité ont permis de tester environ 200 taxons différents sur une période de deux ans. On peut répartir le comportement de ces végétaux en trois classes de même grandeur :

- un tiers des végétaux montre une très bonne adaptation aux conditions de toitures et sans arrosage
- un tiers montre des résultats satisfaisants mais intermédiaires et demande un suivi sur le plus long terme (voir encadré Observatoire des plantes de toitures)

- un dernier tiers ne convient absolument pas à la végétalisation des toitures extensives.

Sans pouvoir lister et illustrer ici la soixantaine de taxons les plus adaptés, voici 12 exemples en texte et en images, précisant le site d'expérimentation (Figure 3).

### **Les végétaux à éviter et dont l'entretien est nécessaire pour sauvegarder l'étanchéité du bâtiment**

L'implantation d'espèces aux systèmes racinaires puissants est fortement déconseillée, voire interdite par les règles professionnelles. Cette liste non exhaustive à ce jour, est en cours de mise à jour. Quelques exemples : tous les bambous, les plantes de grand développement comme *Miscanthus*, *Phragmites*, *Carex*. D'une manière plus générale, tous les ligneux de moyen à grand développement sont à proscrire. L'entretien des toitures végétalisées consiste en premier lieu à contrôler une à deux fois par an la composition du couvert végétal et intervenir le cas échéant pour arracher les végétaux spontanés – ligneux ou non – susceptibles de porter atteinte à l'étanchéité de la toiture.



HYSSOPUS OFFICINALIS (LAMIACEAE), ANGERS



PETRORHAGIA SAXIFRAGA (CARYOPHYLLACEAE), ANGERS



DORYCNIUM PENTAPHYLLUM (FABACEAE), ANTIBES



GYPSOPHILA REPENS (CARYOPHYLLACEAE), LYON



TEUCRIMUM CHAMAEDRYS (LAMIACEAE), ANGERS



CENTAUREA CINERARIA (ASTERACEAE), ANTIBES



HERTIA CHERIFOLIA (ASTERACEAE), ANTIBES



POTENTILLA NEPALENSIS (ROSACEAE), PARIS



PARONYCHIA KAPEIA SERPYFOLIA (CARYOPHYLLACEAE), ANGERS



THYMUS PSEUDOLANUGINOSUS (LAMIACEAE), ANGERS



AETHIONEMA GRANDIFLORUM (BRASSICACEAE), ANGERS



DELOSPERMA COOPERI (AIZOACEAE), ANTIBES

FIGURE 3 : 12 EXEMPLES DE TAXONS TRÈS ADAPTÉS AUX TOITURES EXTENSIVES SANS ARROSAGE (SUBSTRAT DE 10 À 18 CM D'ÉPAISSEUR) SUR QUATRE SITES EN FRANCE

## PLANTE & CITÉ : L'OBSERVATOIRE NATIONAL DES PLANTES DE TOITURES

En complément des essais de diversification végétale pour toitures extensives menés depuis 2008 sur 4 sites en France (Angers, Antibes, Lyon, Paris), Plante & Cité a créé depuis 2011 un Observatoire national des plantes de toitures. L'idée et le fonctionnement de cet observatoire sont simples. Il s'agit de constituer un réseau d'observateurs professionnels ou particuliers de toitures végétalisées en France. Sur la base du volontariat, les observateurs font retour une fois par an sur la pérennité des végétaux plantés et éventuellement spontanés (constat de maintien ou de mort) des toitures sur lesquelles ils interviennent. Ce retour se fait à l'aide d'une fiche d'information, simple et rapide à renseigner (15 min maximum) une fois par an seulement. L'objectif est de produire régulièrement à partir des données collectées des listes et des cartes thématiques nationales de répartition des essences végétales, des typologies d'installation, etc. L'observatoire comporte aujourd'hui 15 sites d'observation. Il est prévu pour 2015 de dématérialiser la collecte des données grâce à un site internet dédié, et d'étendre la zone de relevés à la Suisse grâce à un partenariat avec Plante & Cité Suisse et l'Hepia (Haute école du paysage, d'ingénierie et du paysage de Genève).

Pour en savoir plus et participer :  
[olivier.damas@plante-et-cite.fr](mailto:olivier.damas@plante-et-cite.fr)

\* Ci-après l'ensemble des instituts et expérimentateurs participant au travail rapporté par O. Damas : Olivier Damas – Plante & Cité ; Alain Ferre - Arexhor Pays de la Loire, Denis Ferrando - EPLEFPA Vert d'Azur-Antibes, Philippe Marqueyssat - Tecomah, Pierre Delhommeau - EPLEFPA Lyon-Dardilly-Ecully, Philippe Faucon-Critt horticole.

### À lire...

- Plante & Cité. Fiches de résultats des expérimentations et études sur gammes végétales et substrats adaptées aux conditions de toitures. Sur site internet [www.plante-et-cite.fr](http://www.plante-et-cite.fr), rechercher par mot clé « toitures », dans la base de données « Expérimentations », en accès libre.
- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (2007). Édition n° 2, Ed. CSFE-ADIVET-SNPPA-UNEP.
- E. Houssin, C. Guinaudeau, J.C. Burdloff (2012). Les toitures végétalisées. Conception, réalisation et entretien. Guide pratique développement durable. CSTB éditions, 95 p.
- Conseil général Seine-Saint-Denis, Natureparif, Plante & Cité, MNHN (2011). Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité. Plaquette papier ou téléchargeable en pdf.
- Le Vivant et la Ville (2013). Guide des bonnes pratiques. Enveloppes végétalisées du bâti, 98 p.
- F. Lassalle (2008). Végétalisation extensive des terrasses et toitures. Ed. Le Moniteur, 244 p.
- N. Dunnett, N; Kingsbury (2011). Toits et murs végétaux. Ed. du Rouergue (attention à adapter les informations aux zones climatiques françaises).
- E. & L. Snodgrass (2008). Guide des plantes de toits végétaux. Ed. du Rouergue (attention à adapter les informations aux zones climatiques françaises).

## SITE EXPÉRIMENTAL CRITT HORTICOLE

Le CRITT Horticole (Centre Régional d'Innovation et de Transfert des Technologies) a mis en place en 2013 un nouveau site pilote sur les locaux du CRITT Sport Loisirs à Châtellerault (86), spécialisé dans le développement de l'industrie des sports et des loisirs. Il s'agit de 120 m<sup>2</sup> de toiture sur structure bois, dédiés à l'étude du comportement thermique des toitures végétalisées et au test de substrats innovants. Une autre toiture de 40 m<sup>2</sup>, sur support béton, accueille des essais sur la gamme végétale.

Les variables suivies sont : températures (membrane d'étanchéité, substrat, végétation, air intérieur et extérieur), flux de chaleur traversant la membrane d'étanchéité (capteurs de flux de chaleur 300x300 mm), conditions climatiques en toiture (température atmosphérique, humidité, rayonne-



ment). L'enregistrement des données est réalisé selon un pas de temps 15 min. Les données sont en libre accès, en temps réel, 24h/24 sur un navigateur web.

Pour en savoir plus : <http://www.critt-horticole.com/toitures-vegetalisees/toiture-pilote>

## "LES PLANTES POUR TOITURES", LISTE DE TAXONS VALIDÉE PAR PLANTES & CITÉS

<i>Aizoaceae</i>	<i>Oscularia</i>	<i>deltoides</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea</i>	<i>bella</i>	Angers
<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea</i>	<i>cineraria (ragusina)</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Tanacetum</i>	<i>haradjanii</i>	Paris
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>nicaeensis</i>	Angers
<i>Lamiaceae</i>	<i>Thymus</i>	<i>capitatus</i>	Antibes
<i>Lamiaceae</i>	<i>Thymus</i>	<i>longicaulis</i>	Angers
<i>Onagraceae</i>	<i>Zauschneria</i>	<i>californica ssp latifolia</i>	Paris
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Globularia</i>	<i>alypum</i>	Antibes
<i>Aizoacées</i>	<i>Delosperma</i>	<i>cooperi</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Antennaria</i>	<i>dioica</i>	Angers
<i>Asteraceae</i>	<i>Artemisia</i>	<i>schmidtiana 'Nana'</i>	Paris
<i>Asteraceae</i>	<i>Helichrysum</i>	<i>stoechas</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Helichrysum</i>	<i>orientale</i>	Angers
<i>Asteraceae</i>	<i>Hertia</i>	<i>cheirifolia</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Santolina</i>	<i>chamaecyparissus</i>	Antibes
<i>Asteraceae</i>	<i>Senecio</i>	<i>cineraria</i>	Antibes
<i>Brassicaceae</i>	<i>Aethionema</i>	<i>grandiflorum</i>	Angers
<i>Brassicaceae</i>	<i>Alyssum</i>	<i>montanum</i>	Angers
<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>humifusa</i>	Angers
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Dianthus</i>	<i>carthusianorum</i>	Antibes
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Gypsophila</i>	<i>repens</i>	Lyon
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Paronychia</i>	<i>kapela ssp serpyllifolia</i>	Angers
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Petrorhagia</i>	<i>saxifraga</i>	Angers
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>acre</i>	Antibes
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>lydium</i>	Angers
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>sediforme</i>	Angers
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>sediforme</i>	Antibes
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>sediforme</i>	Paris
<i>Crassulaceae</i>	<i>Sedum</i>	<i>sediforme</i>	Lyon
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>pithyusa</i>	Angers
<i>Fabaceae</i>	<i>Dorycnium</i>	<i>pentaphyllum</i>	Antibes
<i>Fabaceae</i>	<i>Genista</i>	<i>hispanica</i>	Angers
<i>Hypericaceae</i>	<i>Hypericum</i>	<i>balearicum</i>	Angers
<i>Hypericaceae</i>	<i>Hypericum</i>	<i>olympicum</i>	Angers
<i>Iridaceae</i>	<i>Iris</i>	<i>lutescens</i>	Antibes
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyssopus</i>	<i>officinalis</i>	Angers
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lavandula</i>	<i>angustifolia "Luberon"</i>	Antibes
<i>Lamiaceae</i>	<i>Satureja</i>	<i>montana</i>	Antibes
<i>Lamiaceae</i>	<i>Teucrium</i>	<i>chamaedrys</i>	Angers
<i>Lamiaceae</i>	<i>Thymus</i>	<i>pseudolanuginosus</i>	Angers
<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Armeria</i>	<i>juniperifolia</i>	Paris
<i>Rosaceae</i>	<i>Acaena</i>	<i>novae-zelandiae</i>	Angers
<i>Rosaceae</i>	<i>Potentilla</i>	<i>nepalensis 'MissWillmott'</i>	Paris