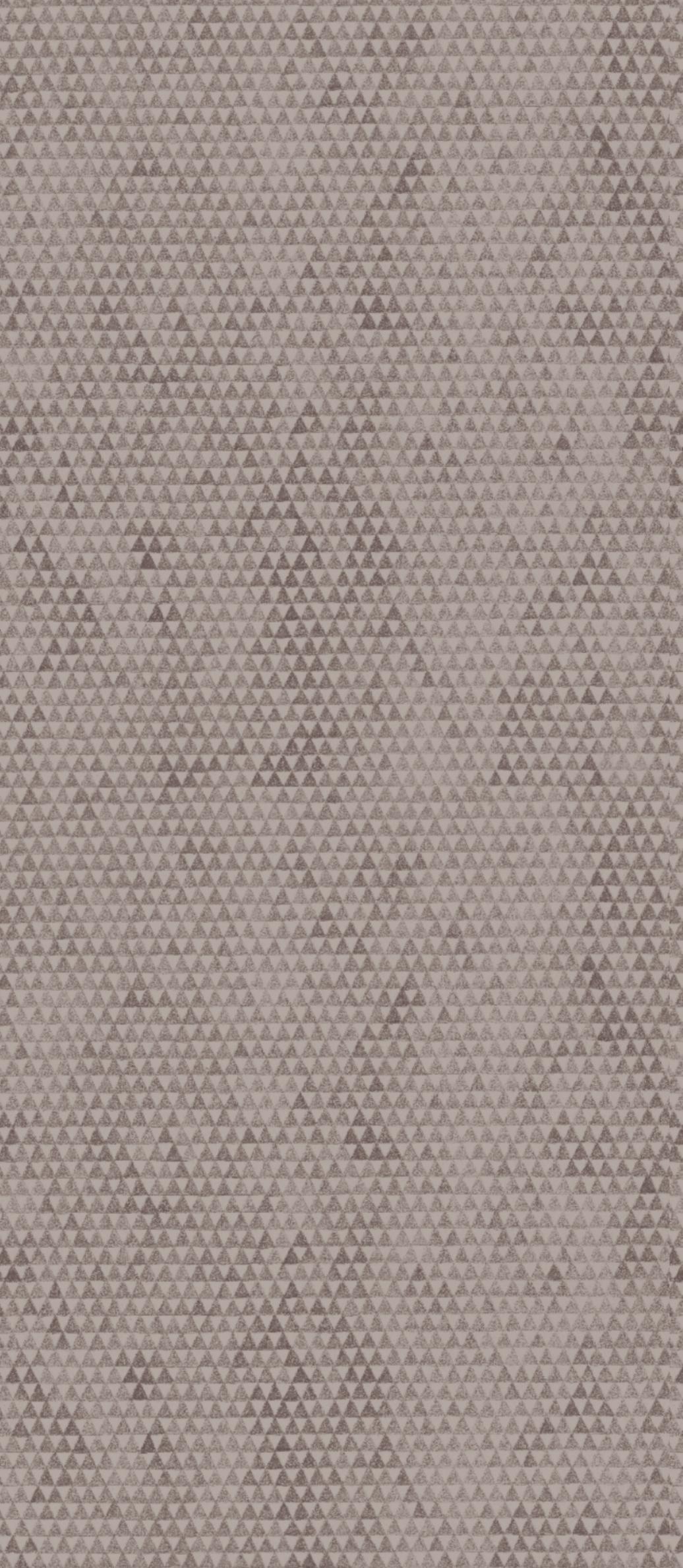


collection conseils pratiques d'écoconception

TOITURES ET MURS VÉGÉTALISÉS

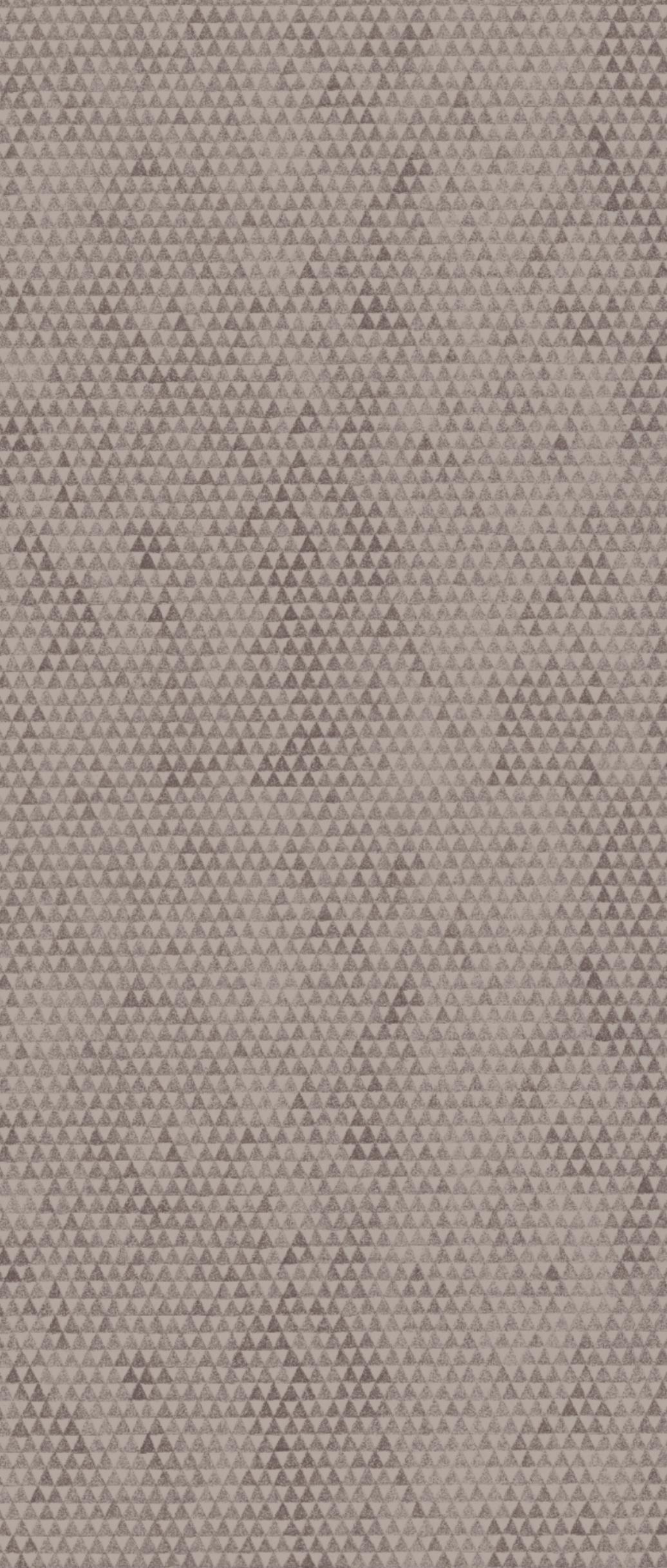
ALLIER PLANTES ET BÂTI



collection conseils pratiques d'écoconception

TOITURES ET MURS VÉGÉTALISÉS

ALLIER PLANTES ET BÂTI





François BON

Président du CAUE de la Vendée

LES PRÉOCCUPATIONS LIÉES À L'ENVIRONNEMENT sont de plus en plus présentes dans la réflexion de ceux qui veulent construire ou réhabiliter des bâtiments tertiaires ou d'habitation.

Dans sa mission de sensibilisation et de promotion de la qualité du cadre de vie, le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Vendée propose une série de documents destinés à informer ce public sur les techniques aujourd'hui à sa disposition.

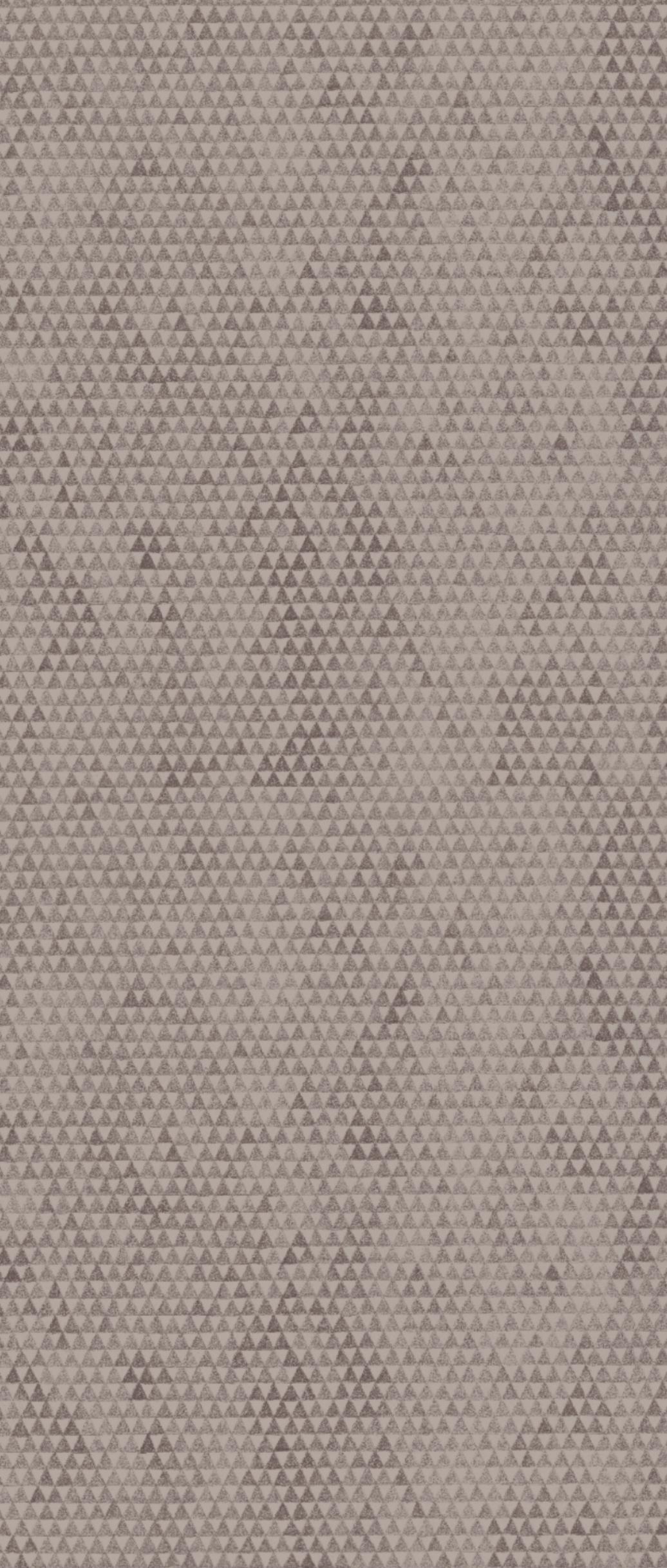
Cet opuscule qui s'inscrit dans cette démarche donne un coup de projecteur sur les démarches de végétalisation des murs et toitures qui apparaissent particulièrement adaptées au climat doux en hiver et chaud en été de la Vendée.

Ces techniques, de plus en plus usitées en France, améliorent à la fois l'isolation thermique et phonique ainsi que le confort d'été des bâtiments et des aires urbaines. Elles participent aussi à la gestion de la ressource en eau en différant la restitution aux réseaux des crêtes de précipitations par rétention partielle.

Elles apportent enfin, en créant de multiples petits biotopes propices à abriter des éléments endémiques de la flore et de la faune, une plus-value environnementale sur le plan de la biodiversité.

Plusieurs approches de ce concept sont aujourd'hui éprouvées. Ce document les présente et en compare avantages et inconvénients. Par une approche technique et financière simple, il donne à tous ceux qui seraient intéressés les outils pour choisir la solution adaptée à leur projet.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. BON', with a horizontal line underneath.



sommaire

introduction 7

8 bonnes raisons de végétaliser 8

chapitre 1
les toitures végétalisées 15

définitions 16

mise en œuvre 19

la toiture végétalisée extensive 19

la toiture végétalisée semi-intensive 24

la toiture végétalisée intensive 26

chapitre 2
les murs végétalisés 29

le mur végétalisé en nappe continue 31

le mur végétalisé en modules
composites ou en cages métalliques 32

façades et pignons végétalisés
par grimpanes 35

chapitre 3
dans quels cas végétaliser ? 39

en résumé 42

pour aller + loin 45



Façade végétalisée du siège de PERIOT
Architecture Durable, aux Sables-d'Olonne.
Réalisation : Inventae Vert. Photo : © David Fugère.

introduction

VÉGÉTALISER UNE CONSTRUCTION, un toit ou un mur, permet de « reverdir » son cadre de vie mais pas seulement...

Cette technique apporte isolation l'hiver, fraîcheur l'été, participe à la régulation des écoulements des eaux de pluies vers les réseaux, et la dépollution de l'air. Ces espaces sont aussi des réservoirs à biodiversité et parfois même de vrais jardins sur les toits ou des jardins verticaux qui apportent vie et fraîcheur dans nos cités. On a tous une bonne raison de végétaliser notre habitat.

Ce document propose un éclairage technique en présentant les différents procédés qui existent, leurs atouts et leurs contraintes pour vous aider à choisir la solution adaptée à votre projet.

8 BONNES RAISONS DE VÉGÉTALISER

1. améliorer le confort thermique

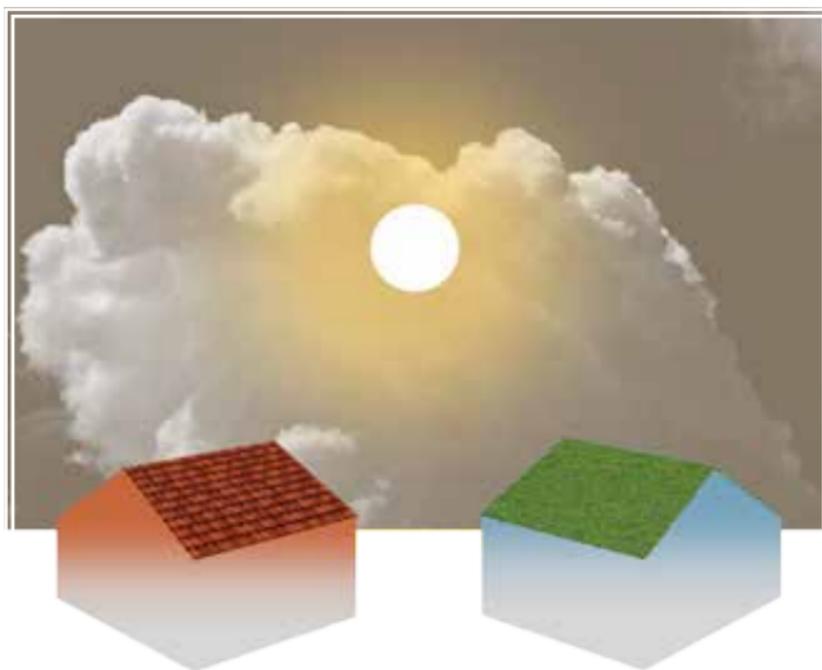
Les différentes couches qui composent un toit végétalisé participent à l'isolation de la maison et au confort thermique des occupants.

En été, une toiture exposée au soleil peut atteindre 70 à 80 °C, alors qu'un toit végétal ne dépassera pas 35 °C grâce à l'évaporation due aux végétaux et au substrat. Ainsi, les surchauffes estivales sont fortement limitées dans le logement.

En hiver, l'épaisseur du complexe (couche végétale et substrat) apporte une isolation thermique et assure une protection contre le gel.

Il en va de même pour les murs végétalisés. Planter des plantes grimpantes à feuilles caduques sur un pignon ouest ou une pergola plein sud peut aussi participer à la protection solaire l'été et permettre les apports solaires l'hiver quand les feuilles tombent.

Utiliser des plantes persistantes sur un support vertical permet tout simplement d'isoler par l'extérieur un mur ou un pignon thermiquement et acoustiquement.



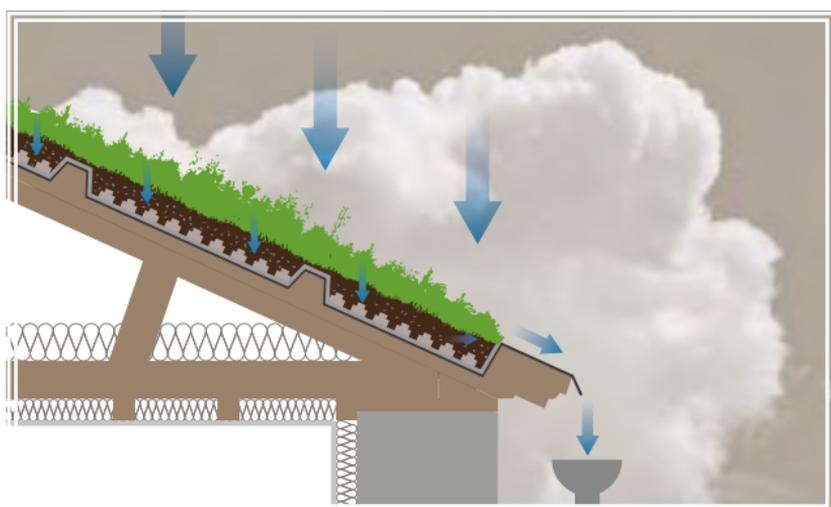
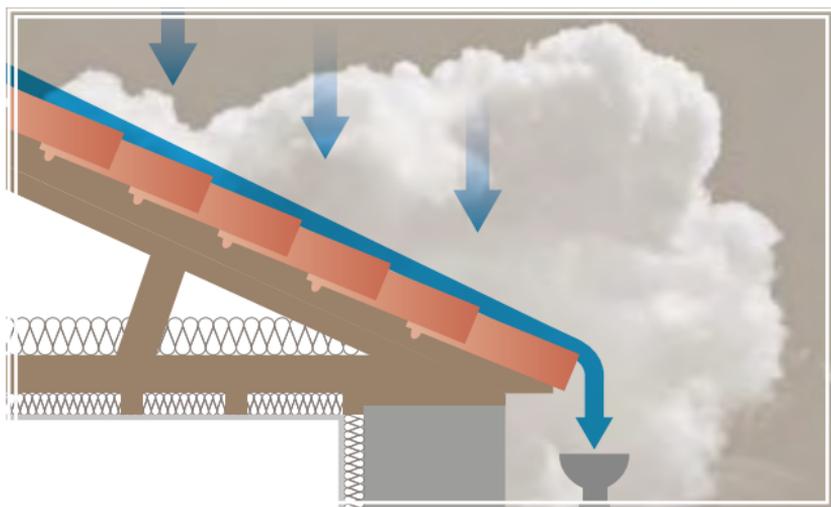
2. augmenter la durée de vie des étanchéités

La végétalisation des toitures protège les étanchéités des UV et des polluants corrosifs de l'air. Elle offre également une protection contre les variations rapides de températures (dilatation et contraction des matériaux) et limite l'érosion (grêle et pluie sont amorties). La durée de vie de l'étanchéité peut être doublée sous réserve de bien avoir choisi le type d'étanchéité adapté (antiracine) et d'un entretien régulier de la toiture : arrachages des plantes non désirées qui peuvent se planter spontanément et remplacement des plantes abîmées.

3. réguler l'écoulement des eaux

L'imperméabilisation du sol en zone urbaine (bétonnage, goudronnage) amplifie les inondations.

Un toit végétalisé peut absorber jusqu'à 75 % des précipitations. Une partie de l'eau est consommée par les plantes, mais c'est surtout le substrat qui agit comme une éponge. Il retient temporairement les eaux pluviales reçues par le bâtiment avant de les restituer progressivement vers le réseau.

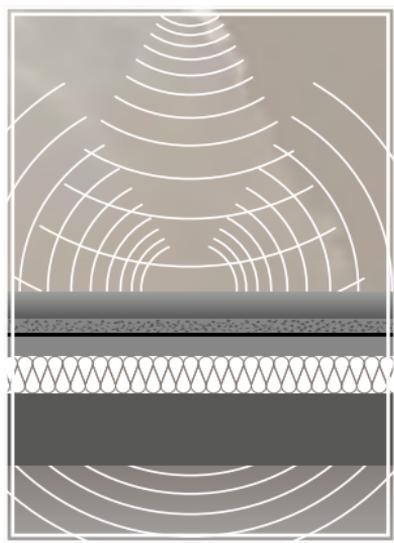
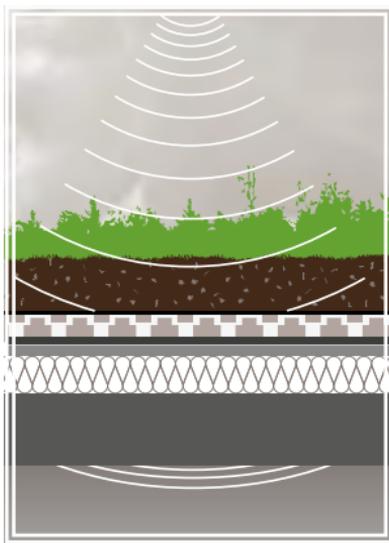


4. améliorer le confort acoustique

Les surfaces dures des villes (sols compactés pour construire les routes, implanter les bâtiments, revêtements des sols, des façades et des toitures en matériau minéral...) réfléchissent les bruits.

Le complexe formant la toiture ou le mur végétalisé joue le rôle d'amortisseur d'ondes sonores : l'alternance des couches de matériaux (étanchéité, drainage, épaisseur de substrat et tapis végétal) stoppe de nombreuses ondes (bruit extérieur) et atténue le bruit jusqu'à 20 décibels. Elle réduit également les effets de résonance (bruit intérieur).

Même si l'effet est moindre et l'épaisseur du complexe limitée, un mur végétalisé sera toujours moins sonore qu'une façade en béton enduit.



5. diminuer la chaleur des villes

Été comme hiver, on peut constater jusqu'à 9 °C d'écart de température entre la ville et la campagne. Cette différence est due essentiellement aux espaces minéraux et aux constructions. Leurs matériaux emmagasinent des calories le jour et les restituent la nuit.



En été, en plein soleil, selon la nature de son revêtement, un mur « classique » peut atteindre une température de 60 °C et une toiture 65 °C.

Les toitures et les murs végétalisés, comme tous les végétaux, captent 70 % du rayonnement solaire et restent « frais » même en cas de grosse chaleur.

Ménager des espaces verts, en ville, qu'il s'agisse de parcs ou de jardins et même de murs ou de toitures végétalisées permet de refroidir l'atmosphère de quelques degrés. Les effets des surfaces végétalisées seront d'autant plus efficaces qu'elles sont associées (mur + pied de bâtiment...) et regroupées en îlot.

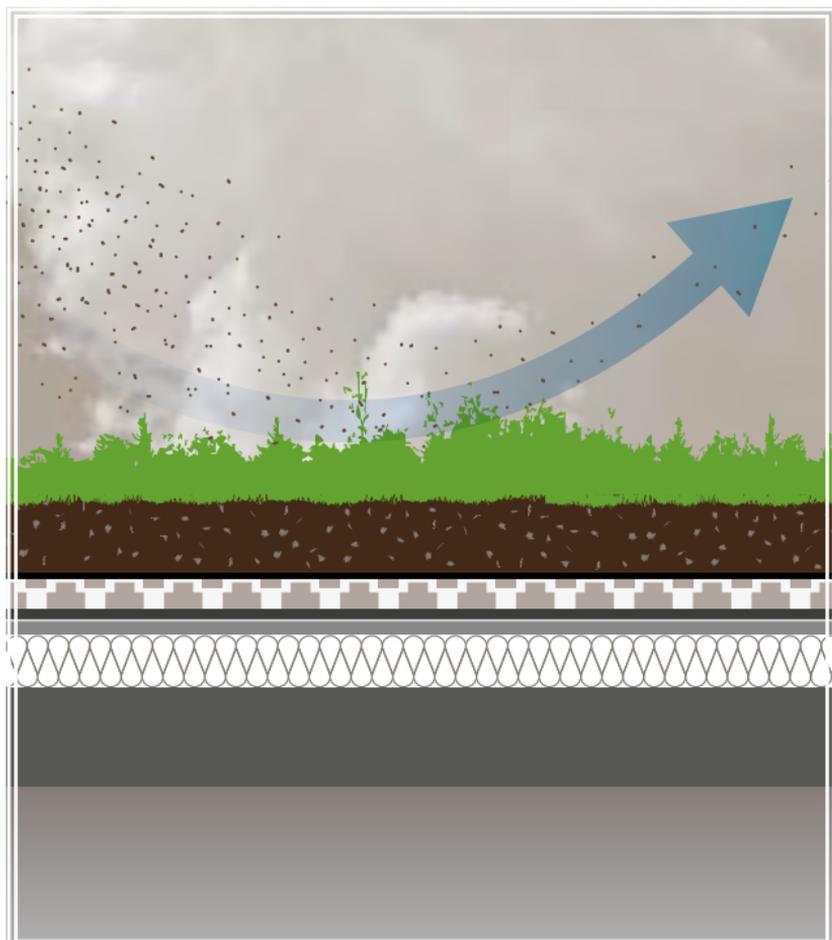
6. améliorer la qualité de l'air

Les végétaux jouent un rôle reconnu d'épuration de l'air grâce à la photosynthèse et la transpiration.

La photosynthèse est une réaction chimique qui permet à la plante de vivre et de croître. En présence de lumière, la plante absorbe le gaz carbonique et l'eau pour fabriquer sa matière organique.

La transpiration, elle, assure la circulation de la sève et l'hydratation de la plante. Sa conséquence est l'augmentation de l'humidité de l'air.

Les poussières sont fixées par l'humidité de l'air et captées par les feuilles des plantes. C'est ainsi, qu'en ville ou que dans nos intérieurs, les végétaux absorbent les polluants et améliorent la qualité de l'air.

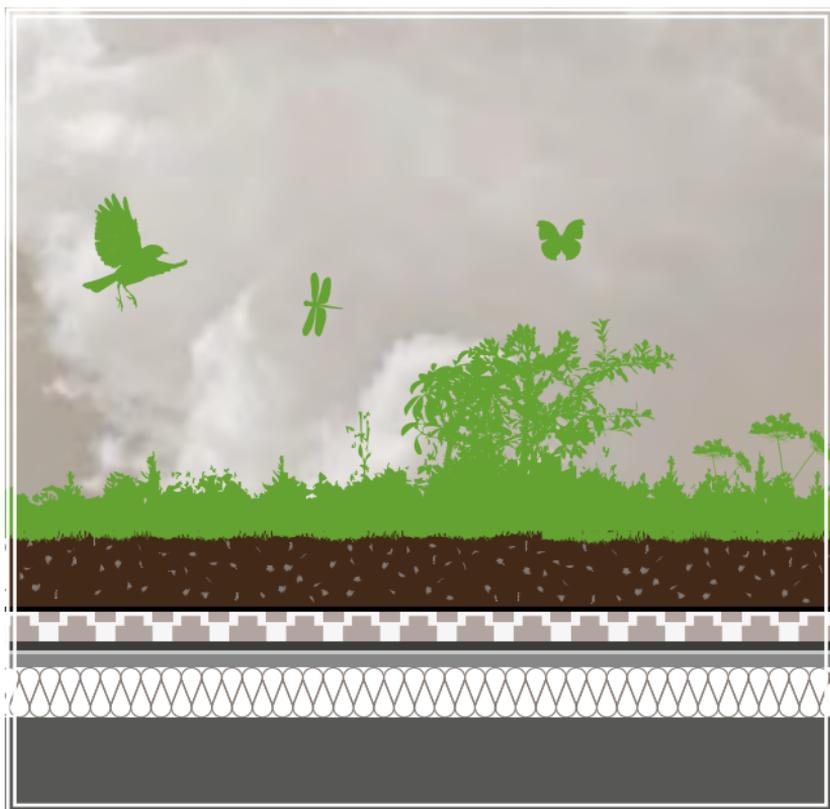


7. favoriser la biodiversité

La toiture ou le mur végétalisé offre un habitat à diverses formes de vie.

Le choix varié de plantes, mais aussi l'épaisseur et la qualité du substrat (présence de bosses par exemple) entraînent la diversité des espèces animales (papillons, coléoptères, sauterelles, oiseaux, insectivores...) qui y trouvent un abri.

Ces espaces forment ainsi des espaces relais ou des îlots refuges favorisant le développement de la biodiversité aussi bien végétale qu'animale.



remarques :

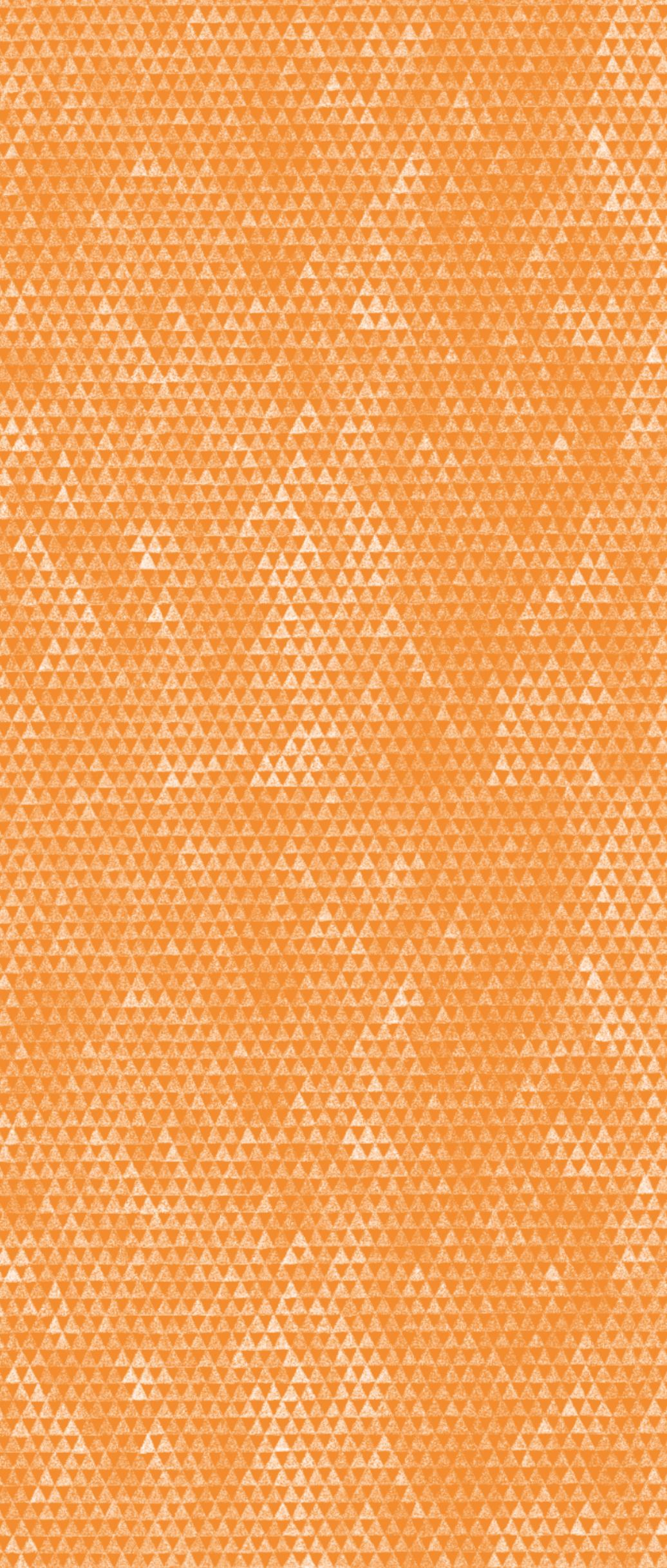
Il est difficile de végétaliser une surface si celle-ci :

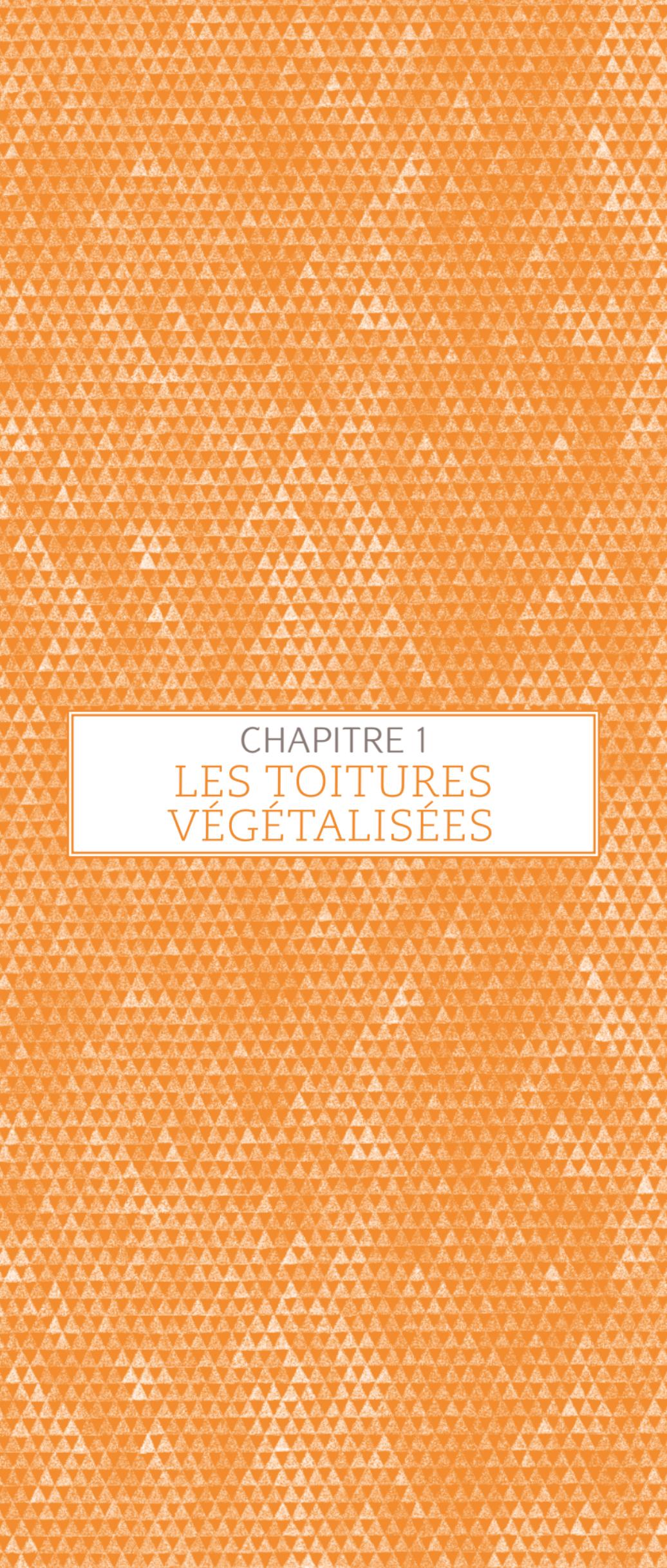
- . est située dans un important couloir de vent,
- . est le long de façades susceptibles de recevoir des produits d'entretien,
- . subit une réflexion solaire et continue de la part de façades vitrées réfléchissantes,
- . est constamment à l'abri de la pluie (sous un auvent).

8. embellir le cadre de vie

Les toitures et les murs végétalisés sont d'autant plus appréciés qu'ils accueillent des plantes avec une longue floraison, changeant de couleurs avec les saisons. Elles offrent ainsi aux habitants un cadre de vie agréable et original. Outre le plaisir des yeux, de nombreuses études montrent que la présence de végétation (surtout en milieu construit très minéral) apaise et accroît le bien être et donc la santé des habitants.







CHAPITRE 1
LES TOITURES
VÉGÉTALISÉES

DÉFINITIONS

On classe les toitures végétalisées selon trois types, correspondant à trois techniques de végétalisation liées chacune à une épaisseur de substrat.

Cette dernière engendre des contraintes différentes de plantation, de charge admissible et d'entretien.

1. VÉGÉTALISATION EXTENSIVE

La toiture végétalisée extensive s'apparente à un tapis végétal souvent ras, mais qui peut atteindre 15 à 20 cm de hauteur. L'épaisseur du substrat varie de 4 à 15 cm : il peut donc être mis en œuvre sur pratiquement tous les supports habituels de toiture et sur tous types de pente pour accueillir une végétation basse et rustique : sedums, graminées, vivaces, bulbeuses.

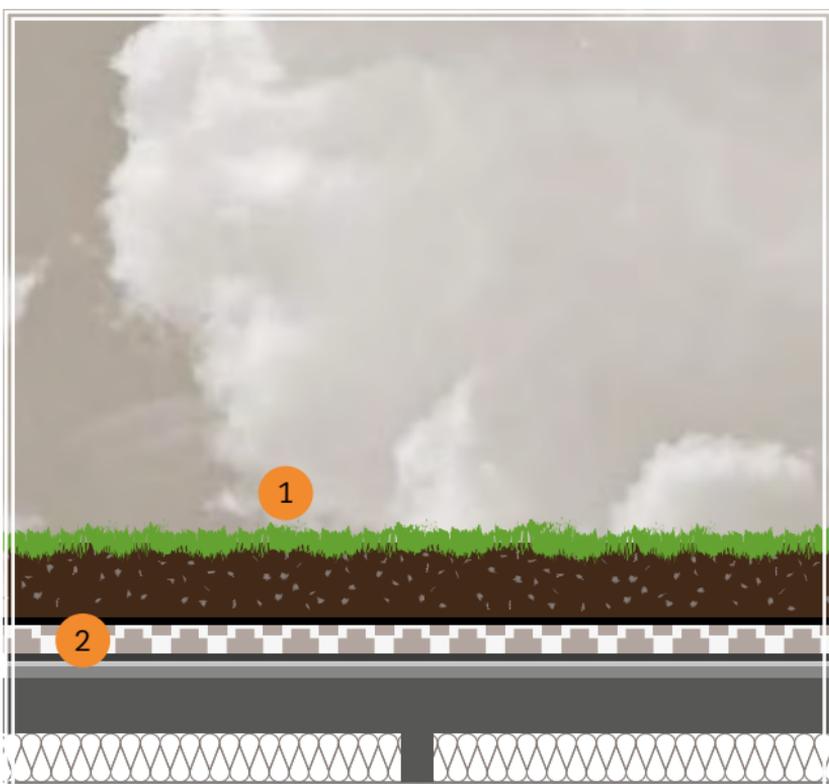
2. VÉGÉTALISATION SEMI INTENSIVE

La toiture végétalisée semi intensive utilise 15 à 30 cm de substrat. Cette épaisseur est suffisante pour implanter une végétalisation semi-basse et arbustive. Cette solution, qui est adaptée aux toits pentus, autorise une végétalisation plus élaborée et plus décorative que celle utilisée en extensif : plantes aromatiques, plantes grasses ou à fleurs, vivaces et graminées, arbustes à faible développement...

3. VÉGÉTALISATION INTENSIVE

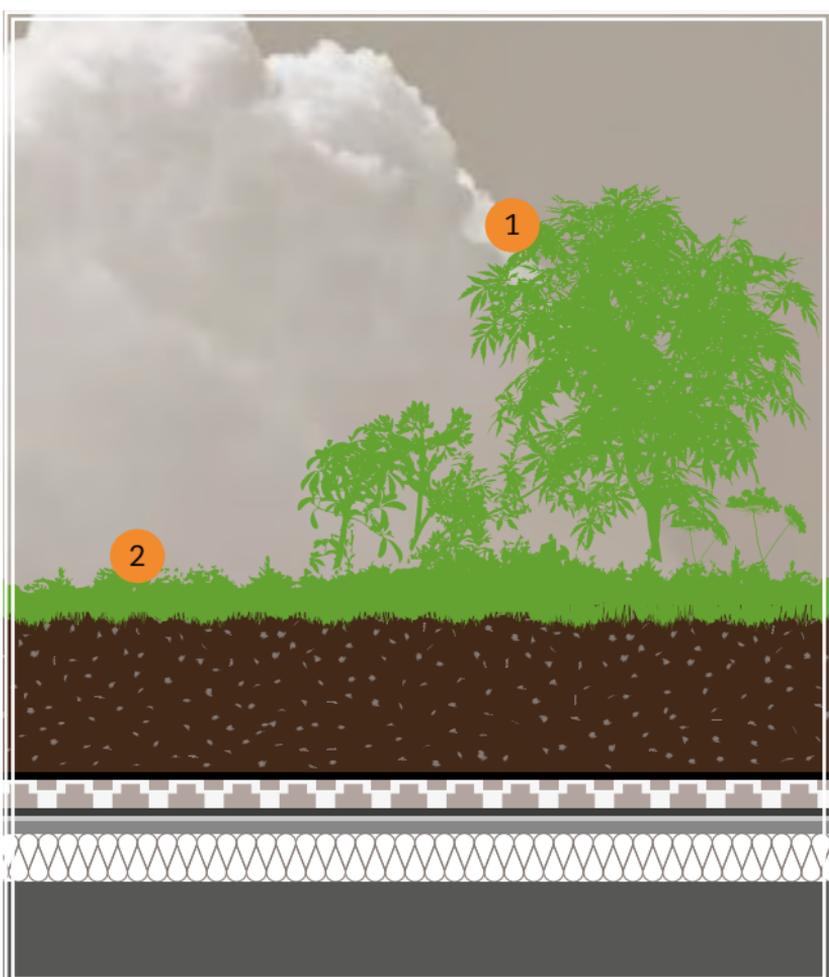
La végétalisation intensive est un type de culture dans des bacs, atteignant 1 ou 2 mètres de profondeur, conçus pour accueillir des arbres fruitiers ou des arbustes. La mise en œuvre est semblable à celle d'un jardin en pleine terre. Ce type de végétalisation de toiture plate n'est concevable que sur des supports capables d'accepter des charges très importantes (support béton principalement).

Une toiture végétalisée intensive s'apparente à un jardin sur le toit. On utilise d'ailleurs le terme de terrasse jardin. Elle est généralement conçue pour être accessible au public.



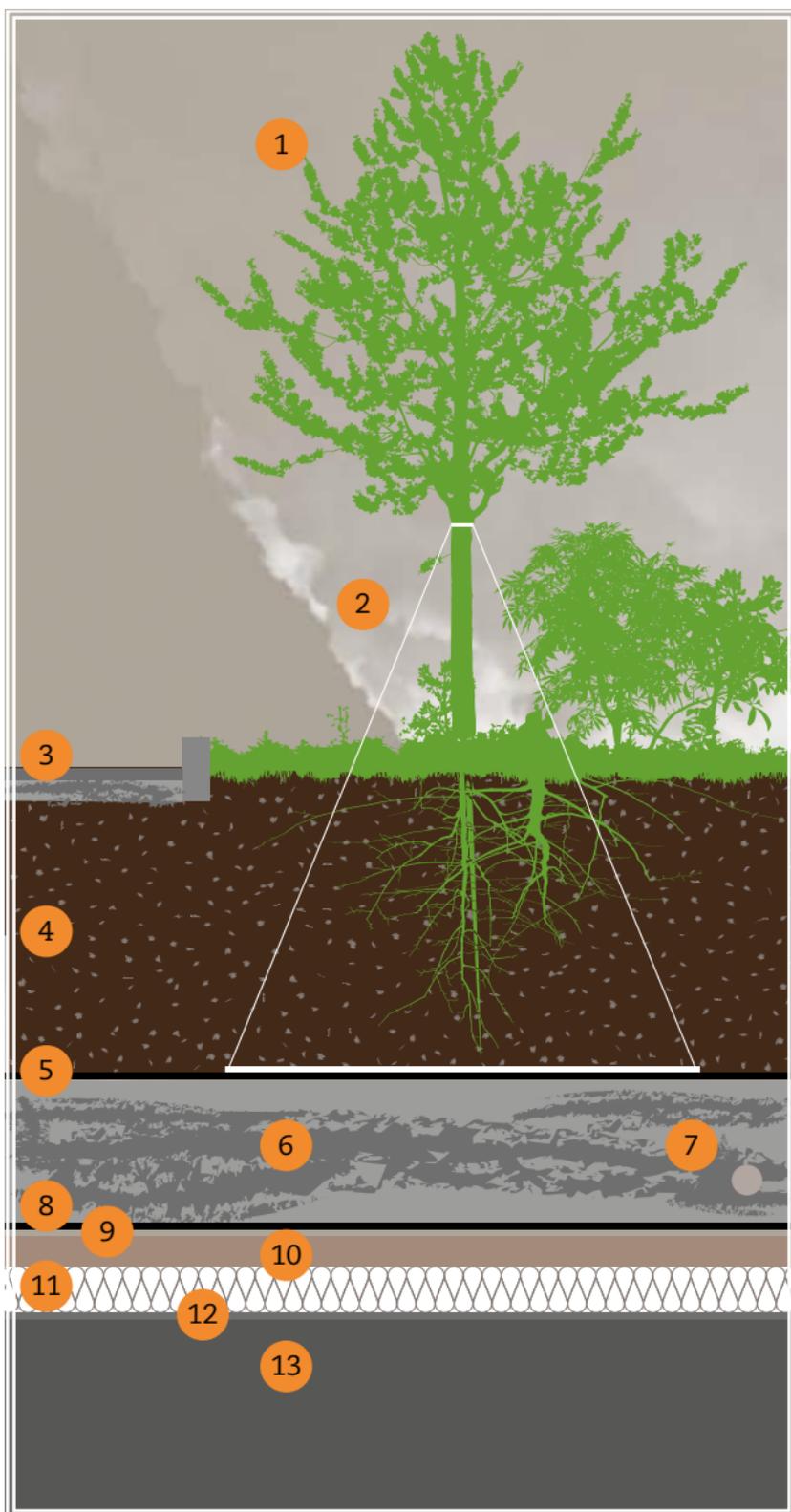
1. Végétaux bas peu exigeants (sedums en général)
2. Couche drainante composite.

▲ Végétalisation extensive (non accessible)



1. Végétaux (avec arbustes bas)
2. Accès limité pour maintenance

▲ Végétalisation semi-intensive



1. Végétaux (arbres possibles)
2. Haubans
3. Cheminement
4. Substrat terreux
5. Film anti-racinaire drainant
6. Couche drainante minérale
7. Drain
8. Feutre anti-poinçonnement
9. Écran de désolidarisation
10. Étanchéité renforcée
11. Isolant thermique
12. Pare vapeur
13. Structure porteuse

▲ *Végétalisation intensive*

MISE EN ŒUVRE

1. la toiture végétalisée extensive

Cette solution est tout à fait adaptée aux maisons individuelles dont la pente de toit ne dépasse pas 35 %, ce qui la rend applicable aux toits vendéens, aussi bien qu'aux toitures-terrasses. L'épaisseur du substrat nécessaire varie entre 4 et 15 cm. La charge à prendre en compte est de 60 à 180 kg/m². Il est donc possible, après diagnostic technique, d'implanter ce type de toiture sur de l'existant aussi bien que sur une construction nouvelle. Le choix des plantes est plus restreint puisqu'il se limite aux mousses, plantes succulentes, plantes vivaces sauvages, graminées et sedums qui doivent être adaptés au climat local, à l'ensoleillement et à l'exposition de la toiture au vent.

Si l'on prend le soin d'associer plusieurs types de végétaux en tenant compte du temps de floraison et des couleurs selon la saison, on peut obtenir une toiture très décorative.

On distingue deux systèmes de végétalisation extensive selon la mise en œuvre :

A. LE SEMIS ET LE BOUTURAGE SUR PLACE

Le semis d'un mélange de graines (sedums, plantes vivaces annuelles, bisannuelles) se fait souvent manuellement. Pour de grandes surfaces, on peut recourir à une projection hydraulique.

Les techniques de semis de graines ou celles de bouturage nécessitent d'être patient avant d'obtenir le taux de recouvrement de 80 %, considéré comme le niveau objectif. La période dite de confortement peut aller de 1 à 3 ans avant que la végétation ne recouvre entièrement le toit.

Les plantations s'effectuent au printemps. La densité idéale se situe entre 60 et 100 boutures/m² avec un prix qui varie de 30 à 60 €/m² suivant le végétal retenu.

ATOUTS

C'est une solution très économique d'isolation applicable en rénovation comme en construction du fait de la faible surcharge qu'engendrent la quantité de substrat et le type de végétation préconisé. En effet, les végétaux utilisés demandent un faible support, ils résistent au gel, au vent et demandent très peu d'entretien (un arrosage le temps que l'enracinement se fasse correctement puis en cas de sécheresse seulement), tout en ne nécessitant pas d'engrais... De plus leur couleur varie au fil des saisons.

CONTRAINTES

La végétation semée est lente à s'installer (6 à 8 semaines pour un enracinement complet).

Il faut effectuer un contrôle annuel pour éliminer les éventuelles plantes ligneuses qui seraient venues s'installer spontanément. La rétention des eaux est moindre que pour l'intensif ou le semi-intensif. Les plaques pré-cultivées sont plus onéreuses que les semis et bouturages et elles ne peuvent pas être transportées sur de longues distances du fait de leur poids et de leur encombrement.

Même si elle n'est pas accessible, il faut prévoir l'accessibilité et la sécurité des personnes qui vont circuler en hauteur pour l'implanter puis pour l'entretien du végétal et la maintenance des structures.

B. LES PLAQUES PRÉCULTIVÉES ET LES BACS MODULAIRES

Les plaques précultivées se présentent sous forme de longs rouleaux végétalisés au préalable, prêts à être posés.

Ces rouleaux sont composés d'un fond géotextile sur lequel est appliqué un substrat ensemencé ou bouturé. Ils sont mis en culture dans des serres, ce qui permet aux plantes d'être mures au moment de la pose. Ils sont alors déroulés sur un complexe de substrat (ou filtre) et une couche drainante préalablement installés sur la toiture.

Les bacs modulaires prennent la forme de barquettes, dalles, ou caissettes pré-cultivées mais leur taille est plus petite que les plaques et la végétation moins développée. Avec cette technique, l'enracinement complet a lieu 4 à 5 semaines après la pose.

Le coût de ces deux techniques d'implantation varie : environ 60 € le m² pour le rouleau, à partir de 25 €/m² pour des modules précultivés simples et jusqu'à 200 € pour le bac « tout en un » végétalisé.

ATOUPS

Contrairement au semis, l'effet de la végétalisation précultivée est quasi immédiat. Il faudra cependant patienter 4 à 5 semaines pour un enracinement complet. Et la période de confortement varie de 3 et 6 mois.

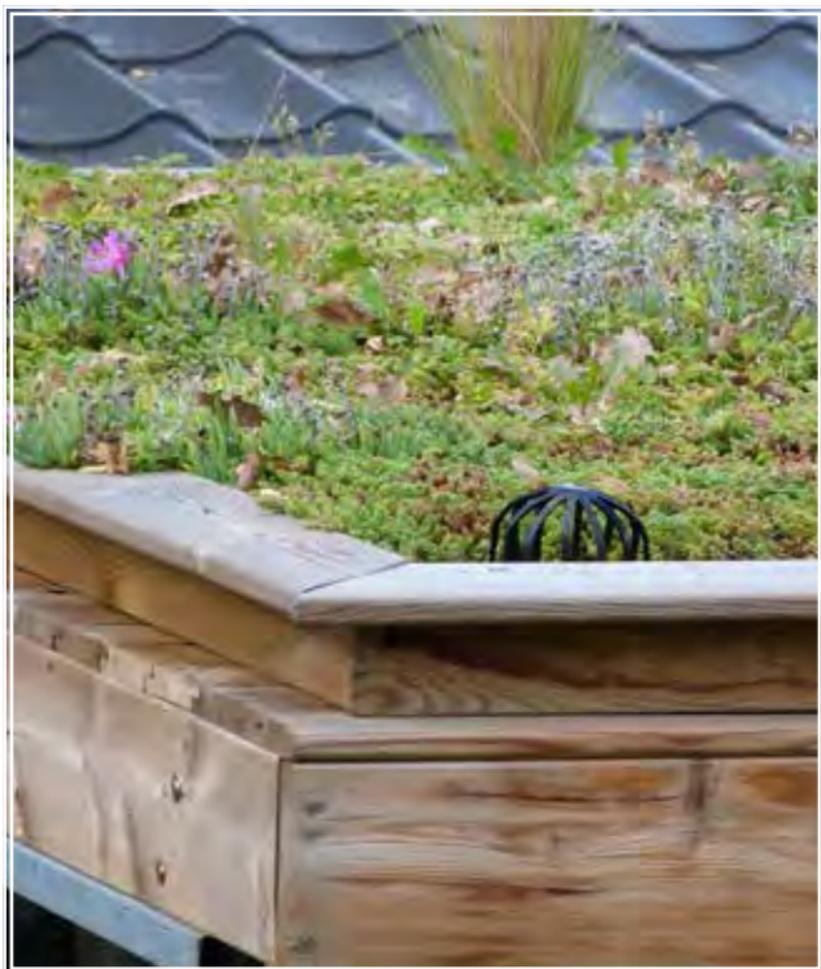
L'utilisation de plaques et de modules est une bonne solution pour les toits en pente ou les endroits difficiles à atteindre.

CONTRAINTES

Les plaques pré-cultivées sont plus onéreuses que les semis et bouturages et elles ne peuvent pas être transportées sur de longues distances du fait de leur poids, de leur encombrement et de leur faible durée de vie hors serre.

De plus, la mise en œuvre de ce type de technique nécessite toutes les mesures de sécurité associées aux chantiers en hauteur¹. C'est pourquoi, pour ce type de toitures, il est préférable de faire appel à une entreprise.

¹ *Les règles relatives à la sécurité des personnes : manuel CSFE (prévention des risques professionnels sur les chantiers).*



Historial de la Vendée, les Lucs-sur-Boulogne.

01 / La toiture végétalisée imaginée par le collectif Plan01 permet au bâtiment une remarquable intégration dans le bocage environnant.

02 / Intégration de la toiture végétalisée dans le vocabulaire architectural : une cinquième façade respectueuse de l'environnement.

03, 04, 05 & 06 / étapes de mise en œuvre des plaques préculтивées formant le tapis végétal sur le toit.

01

An aerial photograph showing a large building with a green roof, situated in a rural landscape with fields and trees. The building is surrounded by a parking lot and a road. The surrounding area is a mix of green fields and dense forests, with a small town visible in the background.



03

04

05

06



2. la toiture végétalisée semi-intensive

Cette solution intermédiaire pouvant accueillir végétation basse et arbustive est idéale pour créer un jardin d'agrément. On la trouve le plus souvent en milieux urbains ou périurbains, dans des espaces où la possibilité de jardin est limitée. Une épaisseur de substrat de 15 à 30 cm suffit.

Les choix de végétaux sont les mêmes que pour les toitures extensives mais la palette est plus vaste avec notamment l'introduction des petits ligneux et comme pour les autres types de toitures, il faut utiliser de préférence des essences végétales résistantes au gel et si possible éviter les monocultures.

La pente de toit adaptée varie de 5 à 20 % voire plus. Les charges admissibles à prendre en compte sont situées entre 150 et 350 kg/m².

On peut éventuellement utiliser des bacs modulaires et du « précultivé » mais la végétalisation semi-intensive est surtout un type de culture en mélange fait de godets et de mini-mottes.

Les mini-mottes sont des boutures déjà enracinées. Leur diamètre est de 3 à 4 cm. On trouve le plus souvent 20 plants/m² pour un toit plat. Les godets ou plantes en pot ayant passé plus de temps en pépinière possèdent des racines plus développées.

La plantation s'étend du printemps jusqu'à l'automne.

ATOUPS

En choisissant le système de mini-mottes pré-cultivées, la mise en place est relativement facile et rapide.

La végétation est plus variée que sur une toiture extensive et les contraintes sont beaucoup moins importantes que pour une toiture intensive.

Du fait d'un poids nettement inférieur qui engendre moins de descentes de charges à supporter par la structure, le prix est plus abordable que pour une toiture à végétalisation intensive et l'effet « jardin » peut déjà être obtenu.

Applicable sur tous supports (bois, métal, béton). Les sedums et autres végétations basses sont des plantes peu exigeantes. Ce système de toiture végétalisée demande moins d'entretien qu'un jardin. C'est une solution applicable en rénovation, si l'on respecte les contraintes de charges propres à la structure de la toiture.

C'est une solution idéale pour valoriser des toitures-terrasses de petites tailles.

CONTRAINTES

En raison de la faible quantité de substrat et de la nature des végétaux, un apport régulier d'engrais peut être nécessaire ainsi qu'un arrosage régulier. Ces éléments sont à prendre en compte dans le coût de l'installation.

Plus le substrat est léger et drainant, et moins il retient l'eau. Le recours à un arrosage à déclenchement automatique est recommandé.

Ce système demande un entretien plus important que l'extensif : désherbage, coupe, élagage... Il faut donc prévoir un accès voire des cheminements pour le jardinier car marcher sur la partie végétalisée risquerait d'abîmer l'étanchéité.

Leur petite taille et l'absence de racines d'ancrage font que les petites mottes sont souvent déracinées par les oiseaux et plus sensibles aux intempéries (pluie et vent).

L'installation de la couverture végétale n'est pas aussi rapide que pour l'extensif et il faut attendre 1 à 2 ans pour atteindre les 80 % de recouvrement de la période de confortement.

Les godets sont le plus souvent en plastique et devront être recyclés.



3. la toiture végétalisée intensive

Ce système de végétalisation de toiture intégrant des végétaux ligneux (arbres et arbustes) n'est mis en œuvre que sur des toitures-terrasses appelées plus communément terrasse jardins. L'épaisseur du substrat nécessaire est supérieure à 50 cm et l'ensemble des charges à prendre en compte sera de 600 à 2000 kg/m².

Il est plutôt répandu dans les constructions neuves car il est plus aisé d'intégrer les contraintes de charges dès la conception du bâti. En effet, la structure porteuse doit être adaptée pour supporter le poids du végétal et du substrat lorsque celui-ci est gorgé d'eau ou quand il neige. Le calcul doit impérativement être effectué par un bureau d'étude structure spécialisée. Si la terrasse est accessible et peut recevoir du public, il faut prendre en compte ce paramètre de charge supplémentaire dans les calculs (fréquentation, cheminements, mobilier...) et prévoir des garde-corps normalisés.

De plus, le revêtement d'étanchéité des toitures végétales est spécifique car il doit être résistant à la pénétration des racines.

Il est aussi conseillé de prévoir un système d'arrosage automatique pour limiter la consommation d'eau et pour conserver un bel aspect du végétal en période sèche.

Du fait de son action sur la régulation des écoulements des eaux de pluie, ce système est particulièrement adapté pour des problématiques urbaines, périurbaines ou rurales d'imperméabilité des sols.

Il permet également de créer des espaces verts au-dessus de structures souterraines de type parkings, gares, ou des jardins suspendus au-dessus de grands équipements dans des contextes très urbanisés.

ATOUS

Les toitures végétalisées intensives offrent une parfaite isolation thermique aussi bien contre la surchauffe que contre le froid.

Grâce à leur épaisseur mais aussi à la variété des matières qui les constituent, elles absorbent les ondes et offrent une parfaite isolation phonique. L'importante couche de substrat permet de stocker un grand volume d'eau. Ce type de toiture peut jouer un rôle important dans la régulation des débits d'eau de pluie évacuée vers les réseaux.

Les toitures végétalisées intensives admettent pratiquement tous les végétaux (sauf ceux à racinaire perforant), mais il est préférable, pour moins d'entretien et un meilleur résultat, de choisir des essences adaptées au climat spécifique de chaque région.



Un exemple de toiture intensive : véritable parc public sur le toit de la bibliothèque de l'université de Varsovie, Pologne.

Vous pouvez les retrouver dans les guides : « Conseils pratiques de plantation : planter dans... », publiés par le CAUE de la Vendée. Lorsque la terrasse jardin est accessible, son principal atout est de mettre à disposition un nouvel espace de vie : un jardin en hauteur, praticable pour les enfants (espace de jeux), un potager collectif ou un lieu de promenade, à l'image d'un véritable espace vert.

CONTRAINTES

La pente de la toiture à végétaliser doit être comprise entre 1 et 5 % pour éviter des risques de surcharge par accumulation d'eau stagnante voire la formation de glace en hiver. Les DTU ¹ préconisent uniquement des supports en béton armé car il faut impérativement que la structure puisse supporter toutes les charges induites par ce type de toiture végétalisée.

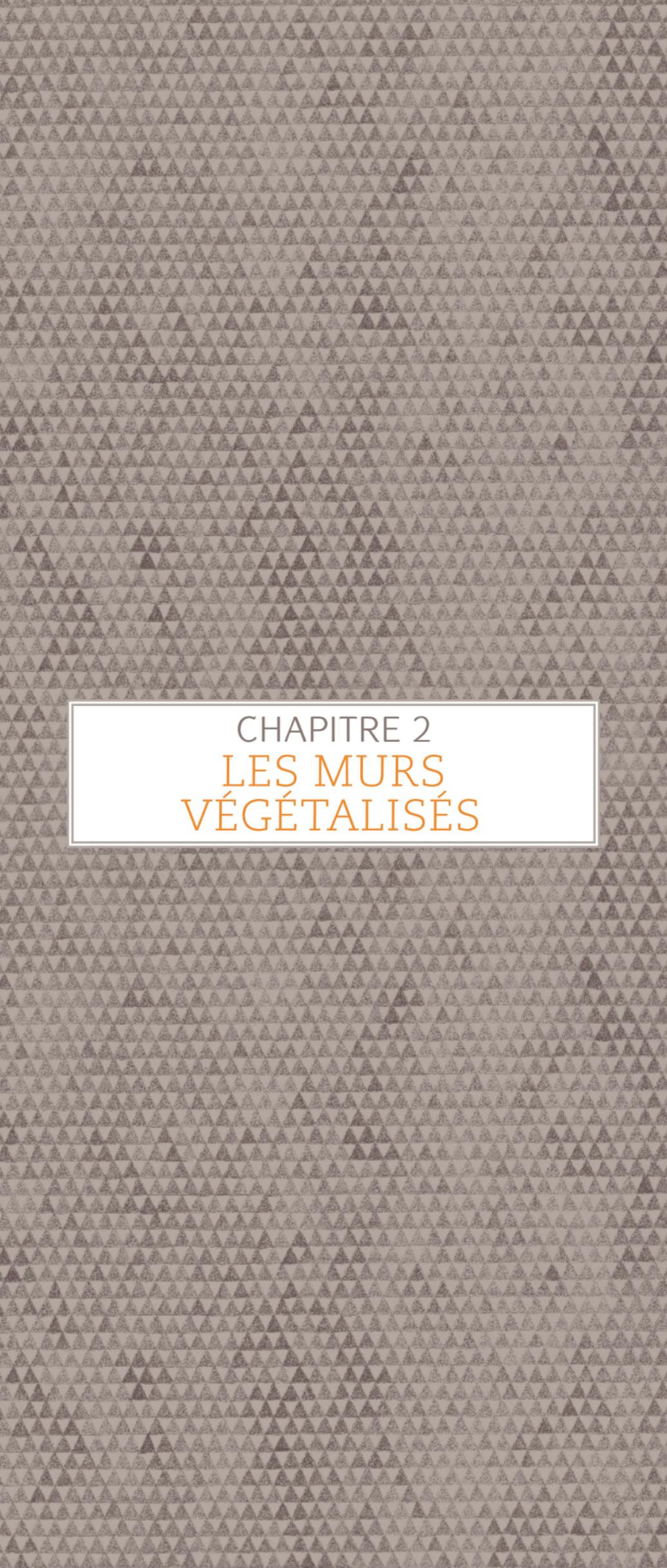
Cette solution est destinée de préférence à la construction neuve où ces contraintes sont de fait intégrées dès la conception dans les calculs de structure qui doivent impérativement être réalisés par un bureau d'étude structure. Elle est possible en rénovation moyennant une bonne étude préalable de faisabilité (calcul des charges et renforcement de la structure porteuse). Mais dans les territoires classés en zone 3 pour l'aléa sismique (comme la Vendée), le coût risque d'être très élevé.

Les végétaux d'une toiture végétalisée intensive (principalement les végétaux ligneux) consomment beaucoup plus d'eau que ceux des autres types de toitures. Ils demandent, en plus, un entretien et des arrosages fréquents.

Il est recommandé de poser des haubans sur les arbres afin qu'ils puissent résister aux vents qui sont encore plus violents en zones surélevées ou en bord de mer.

Et enfin, pour qu'elle soit accessible, la terrasse jardin devra obéir à des règles de sécurité très strictes pour le particulier et a fortiori renforcées pour les ERP (Établissement recevant du public).

¹ * DTU 43.1 et 43.5



CHAPITRE 2
LES MURS
VÉGÉTALISÉS



1. le mur végétalisé en nappe continue

C'est le premier système mis en œuvre en France et initié par Patrick Blanc, créateur des premières grandes structures verticales végétalisées. Ce système, repris par de nombreux concepteurs et entreprises, permet d'implanter le végétal sur un cadre métallique recouvert de plaques PVC et de substrat.

ATOUTS

Ce système de mur permet de couvrir de grandes surfaces et de grandes hauteurs. On peut utiliser une palette végétale variée pour un effet très décoratif (mais mieux vaut choisir des espèces adaptées, et pas trop exotiques, elles se développeront mieux et résisteront mieux dans le temps).

La structure est pratiquement invisible après la période de confortement.

CONTRAINTES

Le coût est très élevé. On dépasse souvent les 500 € du m² (sans compter les coûts d'entretien et remplacement de végétaux).

La mise en œuvre et la maintenance se font uniquement par des professionnels agréés.

Un arrosage hydroponique en local fermé est difficile à gérer par des non initiés.

L'hiver l'aspect est souvent moins esthétique.

C'est un type de murs réservé à des bâtiments privés ou publics de prestige mais qui a permis de faire avancer les techniques diverses appliquées aux autres murs végétalisés dont les murs intérieurs en nappe, plus petits et plus abordables.



2. Le mur végétalisé en modules composites ou en cages métalliques

Ces murs végétalisés en modules composites ou en cages métalliques sur structures adaptées sont remplis de différents substrats à planter ou pré-ensemencés. On les accroche sur une structure, généralement métallique, fixée sur la façade du bâti. Ces deux systèmes assez proches sont fréquemment utilisés car ils sont moins onéreux que le précédent et plus faciles à mettre en œuvre.

ATOUPS

En été le mur végétalisé fait écran, donc la paroi extérieure du bâtiment ne chauffe pas et l'évapotranspiration des plantes rafraîchit l'air. Ces deux effets combinés assurent un meilleur confort d'été à ses occupants.



Le mur sur lequel est fixé le mur végétalisé est protégé de toutes les agressions : pluie, pollution et même humidité.

C'est un moyen de renforcer la présence de la nature en ville tout en améliorant l'isolation thermique et phonique d'un bâtiment.

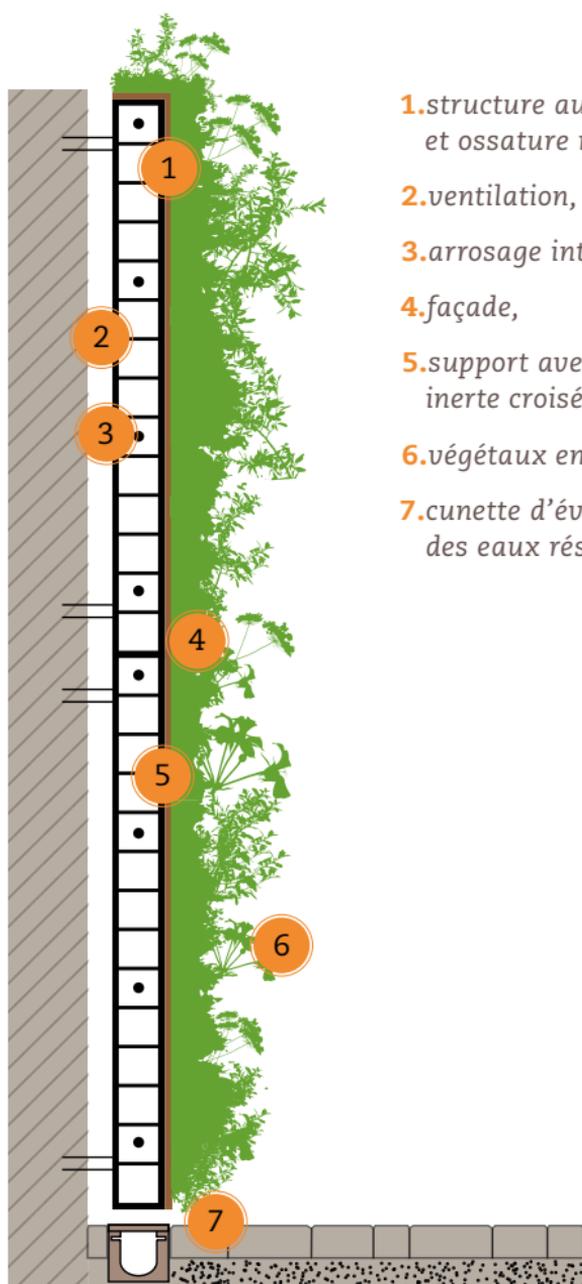
CONTRAINTES

C'est un système onéreux à la mise en œuvre (100 à 600 € HT le mètre carré) et à l'entretien. Il nécessite un arrosage régulier, voire un système d'irrigation intégré automatisé, un apport d'engrais par fertirrigation.

VARIANTE EN INTÉRIEUR

La contrainte supplémentaire d'un mur végétalisé intérieur en nappe ou en modules concerne la lumière puisque celle-ci doit être amenée en quantité suffisante afin d'assurer la bonne croissance des plantes.

L'intérêt d'un mur végétalisé intérieur en dehors de l'esthétique est principalement de piéger et d'absorber certains polluants de l'air.



1. structure autoportante et ossature rigide,

2. ventilation,

3. arrosage intégré,

4. façade,

5. support avec substrat inerte croisé,

6. végétaux en nappe continue,

7. cunette d'évacuation des eaux résiduelles.



Mise en œuvre du mur végétalisé du Lycée Tabarly, à Olonne-sur-Mer.
Architecte : J.-P. Logerais. Conception/réalisation : Inventae Vert.

01/ Installation du support : poteaux en platine, socles et dalles de béton. **02/** Mise en place des boxes grillagés préplantés et de l'arrosage goutte-à-goutte. Printemps 2013.
03/ Été 2014 : un an après la mise en œuvre.

3. façades et pignons végétalisés par grimpantes

Les plantes grimpantes sont le plus souvent utilisées lors de végétalisation sur des murs existants. Les racines des plantes grimpantes puisent leur nourriture dans le sol. Le développement des végétaux plantés en pied de façade dans des bacs ou fosses étanches est généralement aidé par un support (câbles métalliques, treillis en bois, grillages...) fixé sur la façade.

ATOUPS

Végétaliser un mur avec une plante grimpante est la solution de végétalisation la moins chère. Pour autant, elle présente presque tous les atouts des autres systèmes :

- **une meilleure régulation thermique du bâtiment :** en été, le mur végétalisé fait écran. L'ensoleillement est donc réduit. De plus, l'évapotranspiration du lierre ou d'autres grimpantes contribue au confort d'été en rafraîchissant l'air.
- **une durée de vie de la façade rallongée :** le mur végétal offre une protection au bâtiment contre l'effet corrosif des pollutions urbaines (pluies acides, pollution atmosphérique) et contre l'humidité, en offrant une surface imperméable, grâce à la disposition « en tuiles » des feuilles.
- **un impact environnemental positif :** elles servent de réservoir de biodiversité (papillons, insectes et lieu de nidification pour les oiseaux).

Et même d'autres avantages que les systèmes plus complexes ne permettent pas :

- en cas de problème d'humidité, planter au pied d'un mur peut aider à assécher les fondations. Dans ce cas, il ne faudra arroser qu'en cas de très grande sécheresse.
- la majorité des plantes grimpantes résiste à des conditions climatiques rigoureuses telles que les inondations, le gel ou encore la sécheresse.

De plus, ce type de végétalisation ne nécessite ni engrais et ni arrosage (sauf en période sèche).

On peut également l'installer au pied d'une pergola pour bénéficier d'une protection solaire devant une grande baie vitrée (en choisissant une plante caduque, les feuilles tombent en hiver et laissent le soleil pénétrer dans la maison). Le choix d'essences faisant des fleurs ou changeant de couleurs avec les saisons est tout à fait conseillé.

CONTRAINTES

Le poids des végétaux qui grandissent doit être pris en compte dans le choix de la structure.

Il est nécessaire de nettoyer les gouttières au moins une fois par an pour éviter de boucher les descentes d'eaux de pluie.

Il faut tailler la végétation dès qu'elle atteint la toiture pour éviter qu'elle déplace ou abîme les tuiles ou lorsqu'elle peut entraver le fonctionnement des ouvertures ou masquer la lumière (portes et fenêtres)

Certains végétaux, tels que la glycine, ont une tige qui peut devenir un vrai tronc. Il ne faut pas la laisser s'enrouler autour des gouttières car au fur et à mesure de sa croissance, elle risquerait de les comprimer, voire de les tordre. Il faut prévoir un support adapté (câbles d'acier par exemple) que l'on viendra fixer à bonne distance de la façade. Dans tous les cas, il faut bien se renseigner sur la plante avant de l'installer pour éviter les problèmes. Certaines grimpantes ont un système racinaire puissant qui peut endommager les fondations et certains lierres ou la vigne vierge qui se fixent par crampons sur les enduits sont à proscrire sauf sur support en béton lisse.

Les branches peuvent aussi desceller des murs en pierres tendres comme celles de Vendée.

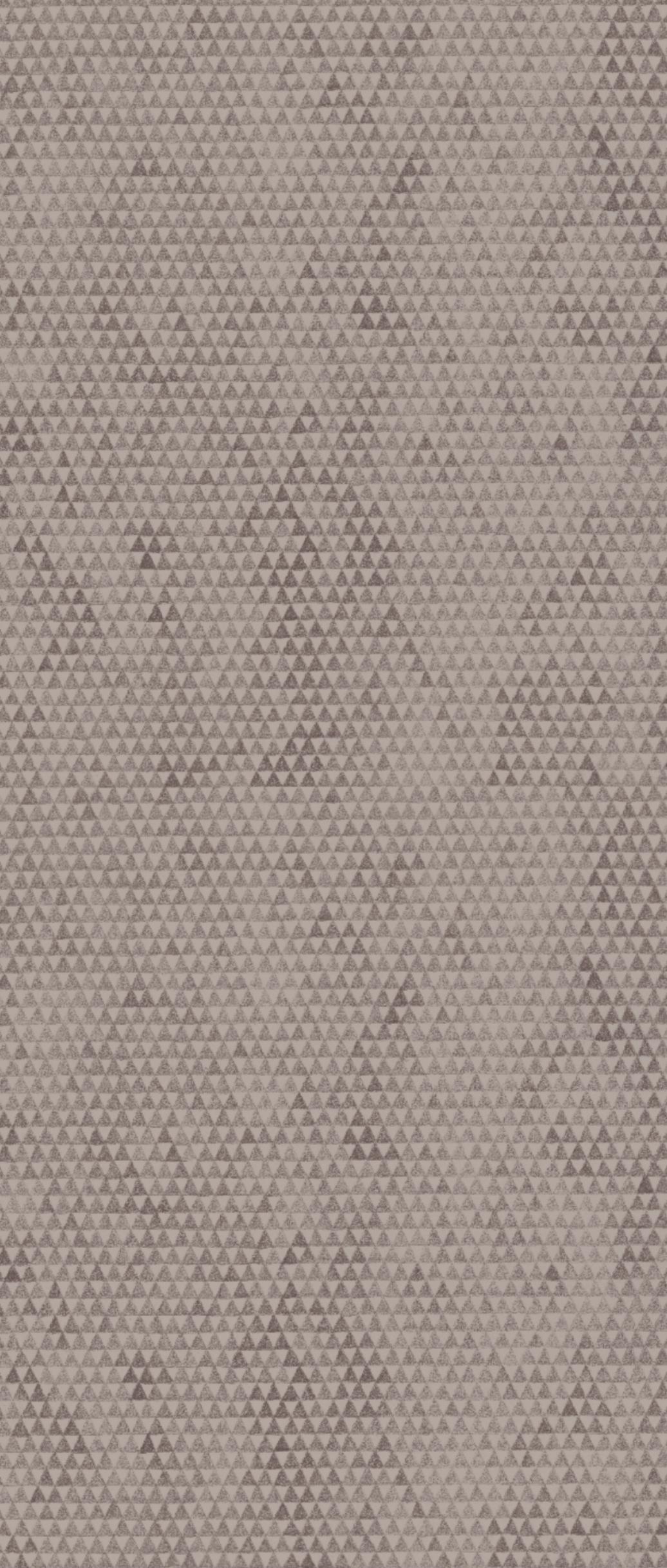
Dans le cas de végétalisation d'un mur mitoyen, il conviendra de couper régulièrement les branches qui pourraient dépasser de la limite de propriété, pour garantir les bonnes relations de voisinage (sauf accord particulier entre voisins, bien sûr). Car sachez que tout ce qui dépasse pourra être coupé, comme l'autorise l'Article 673 du code civil :

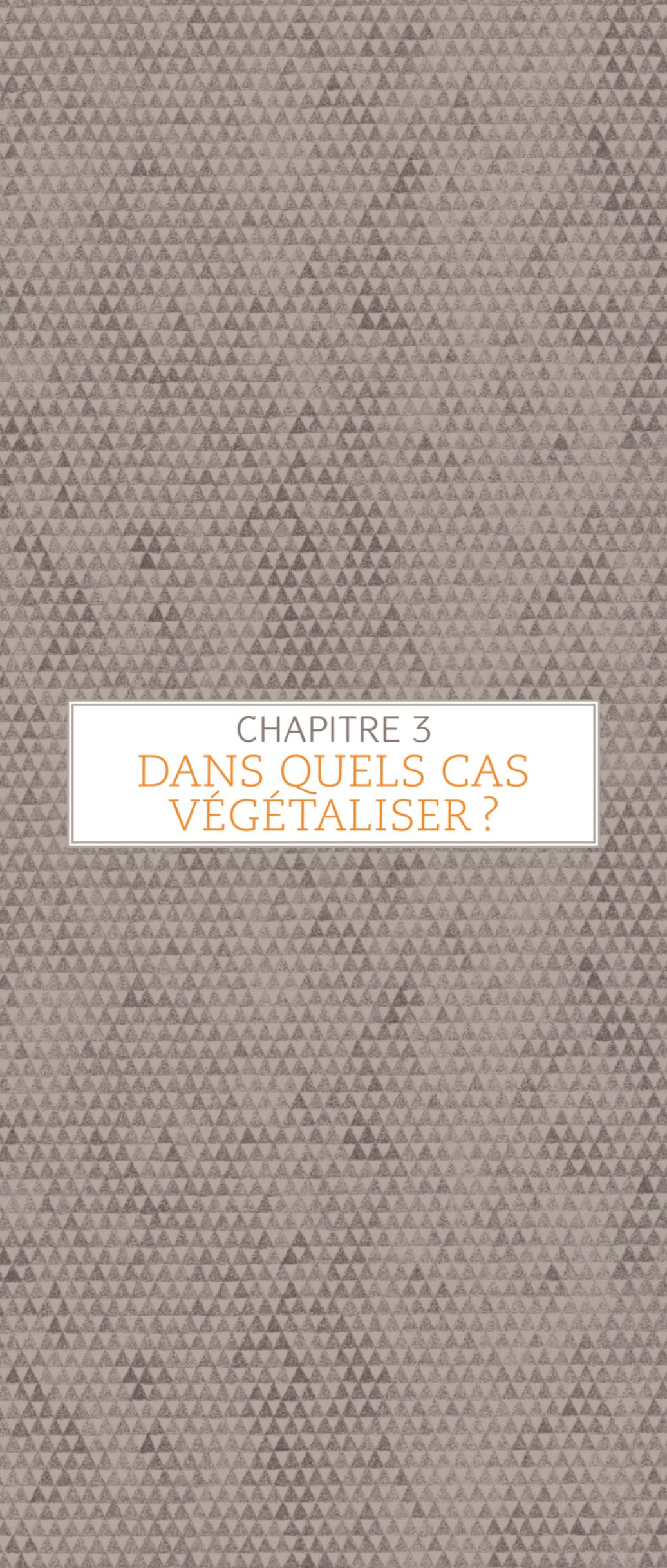
« Celui sur la propriété duquel avancent les branches des arbres, arbustes et arbrisseaux du voisin peut contraindre celui-ci à les couper. Les fruits tombés naturellement de ces branches lui appartiennent.

Si ce sont les racines, ronces ou brindilles qui avancent sur son héritage, il a le droit de les couper lui-même à la limite de la ligne séparative.

Le droit de couper les racines, ronces et brindilles ou de faire couper les branches des arbres, arbustes ou arbrisseaux est imprescriptible. »







CHAPITRE 3
DANS QUELS CAS
VÉGÉTALISER ?

1. déterminer l'usage

Chaque système apporte des usages différents. Pour vous aider à définir vos besoins voici une liste (non exhaustive) des usages possibles :

- pour créer un espace vert accessible sur le toit, un potager, un manteau vert pour isoler ou encore un jardin à contempler...
- pour humidifier un environnement sec ou pour rafraîchir,
- pour réguler l'écoulement des eaux ou filtrer l'eau de pluie,
- pour créer un écran végétal pour habiller une façade ou un pignon peu esthétique...
- pour améliorer le confort acoustique d'une cour,
- pour mettre en place un filtre dépolluant l'air.

2. analyser le contexte

La pertinence du choix du type de végétalisation dépend aussi du lieu :

EN MILIEU URBAIN OU PÉRIURBAIN

La toiture végétalisée est principalement un avantage à l'échelle urbaine puisqu'elle permet de lutter contre les îlots de chaleur, de fixer les poussières, de retenir une partie des eaux de pluie et de les filtrer.

Les végétations intensives et semi-extensives représentent les meilleures solutions.

EN MILIEU RURAL

On préférera une végétation extensive si l'on souhaite pallier à un problème d'isolation. Mais dans certains cas, les problèmes d'écoulement des eaux dus à l'imperméabilité de certains sols peuvent aussi toucher le milieu rural. Dans ce cas, une végétalisation intensive de la toiture peut être une solution adaptée.

POUR UNE MAISON INDIVIDUELLE

Tous les types de végétalisation peuvent être envisagés, mais l'extensive et la plante grimpante sont plus simples à mettre en œuvre et moins coûteuses.

POUR UN BÂTIMENT COLLECTIF OU UN ÉQUIPEMENT PUBLIC

Selon la surface de toiture créée et si celle-ci peut être rendue facilement accessible, une végétalisation intensive peut être envisagée.

SUR UNE CONSTRUCTION EXISTANTE

Il faut d'abord réaliser une analyse de la structure pour voir si on peut ajouter une charge supplémentaire (et attention à bien prendre en compte les normes sismiques).

SUR UNE CONSTRUCTION NEUVE

Il faut penser l'élément dès l'esquisse afin de le traiter comme un élément du projet. D'autant plus s'il s'agit d'une toiture qui sera visible ou accessible. La composition des façades et l'emplacement des ouvertures prendront en compte cette contrainte.

3. tenir compte des conditions climatiques

Le climat océanique dont bénéficie la Vendée est tout à fait propice à la végétalisation des murs et toitures. Cependant, entre le littoral et le bocage, on ne pourra pas forcément utiliser les mêmes essences (certaines ne supporteront pas les embruns, par exemple).

Chaque bâtiment est différent par son usage et par son contexte. Il n'y a pas de solutions toutes faites. Il est important de bien diagnostiquer ses besoins afin d'apporter la réponse la plus pertinente et la plus adaptée.

4. s'adapter à la pente des toits

Pour une toiture en pente, on pourra difficilement avoir une végétalisation arborée. Le poids du système nécessaire rend difficile la végétalisation d'une forte pente. Il est préférable de se limiter donc aux sedums, graminées, herbes ou vivaces sauvages.

Pour une toiture plate, on a le choix de toutes les techniques.

Les pentes des toitures vendéennes de 27 à 33 % sont tout à fait adaptées à la végétalisation.

EN RÉSUMÉ

TOITURE VÉGÉTALISÉE **EXTENSIVE**

pour : toiture-terrasse uniquement

AVANTAGES

- . Peu d'entretien et d'arrosage,
- . Pas besoin d'engrais,
- . Applicable en rénovation comme en construction neuve,
- . Solution d'isolation économique,
- . Variation des couleurs au fil des saisons.

INCONVÉNIENTS

- . Non accessible,
- . Installation lente de la végétation semée,
- . Rétention des eaux moindre,
- . Plaques pré-cultivées plus onéreuses que les semis et bouturages.

TOITURE VÉGÉTALISÉE **SEMI-INTENSIVE**

pour : toiture à deux pans & toiture-terrasse

AVANTAGES

- . Plantes peu exigeantes et variées,
- . Mise en place rapide, si le choix est porté sur le système de mini-mottes précultivées,
- . Applicable sur tous supports (bois, métal, béton),
- . Applicable en rénovation, sous réserve de respecter les charges admissibles,
- . Prix plus abordable que la précédente.

INCONVÉNIENTS

- . Apport régulier d'engrais,
- . Arrosage et entretien réguliers,
- . Petites mottes souvent déracinées par les oiseaux,
- . Rétention des eaux moindre.

TOITURE VÉGÉTALISÉE INTENSIVE

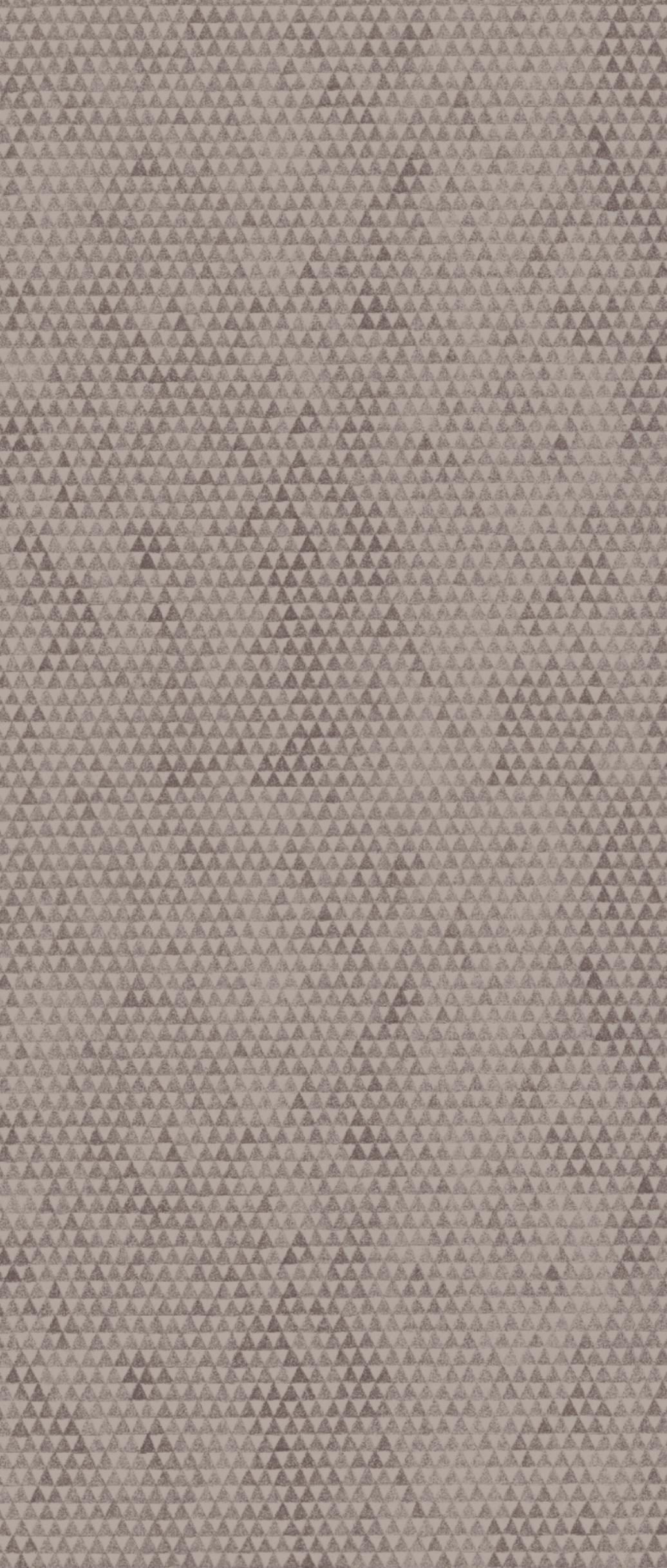
pour : toiture-terrasse uniquement

AVANTAGES

- . Parfaite isolation thermique contre la surchauffe et le froid,
- . Absorption des ondes,
- . Parfaite isolation phonique,
- . Stockage de l'eau de pluies,
- . Effet retardateur sur l'écoulement des eaux de pluies,
- . Tous types de végétaux.

INCONVÉNIENTS

- . Pente de la toiture : entre 1 et 5 %,
- . Nécessité d'une structure pouvant supporter le poids de la toiture végétalisée (construction neuve),
- . Support béton uniquement,
- . Entretien et arrosage fréquents,
- . Poser des haubans sur les arbres pour résister aux vents violents.





POUR ALLER + LOIN

Les organismes de conseil

Association pour le développement et l'innovation
en végétalisation extensive de toiture (ADIVET)

→ www.adivet.net

Chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE)

→ www.etancheite.com

Union nationale des entrepreneurs du paysage (UNEP)

→ www.entreprisesdupaysage.org

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

→ www.cstb.fr

Les textes de référence

Les règles relatives à la sécurité des personnes :
manuel CSFE (prévention des risques professionnels
sur les chantiers).

POUR LE SUPPORT :

Pour les ouvrages en maçonnerie de petits éléments :

→ DTU 20.12

Pour tous les autres supports :

→ DTU de la série 43

Pour les éléments porteurs en maçonnerie :

→ DTU 43.1 (norme NF P 84-204)

Pour les éléments porteurs en tôle d'acier nervuré :

→ normes DTU 43.3 (référence NF P 84-206)

Pour les éléments porteurs en bois et panneaux
dérivés du bois :

→ DTU 43.4 (référence NF P 84-207)

Pour les travaux de réfection :

→ DTU 43.5 (référence NF P 84-208)

EN MATIÈRE D'ÉTANCHÉITÉ

Pour les pentes < 5 %, le référentiel :

→ DTU 43.1 (norme NF P 84-204)

Pour les pentes > 5 % :

→ DTU 43.2 (référence AFNOR DTU P 84-205)

Pour les membranes spécifiques résistantes aux racines :

→ Normes NF EN 13948

Le cahier des charges de l'office des Asphaltes.

POUR LES TOITURES-TERRASSES JARDIN (TOITURE VÉGÉTALISÉE INTENSIVE)

Le procédé d'étanchéité et le procédé de végétalisation doivent faire l'objet d'un Avis Technique pour utilisation en toiture-terrace jardin : Document Technique d'Application, ATex (Appréciation Technique d'Expérimentation) ou Cahier des Clauses Techniques, visé par un Contrôleur Technique.

Dans le cadre d'un procédé complet, le procédé d'étanchéité et le procédé de végétalisation font l'objet d'un seul et même document technique de référence.

Le document technique de référence devra fixer les limites d'utilisation du procédé en fonction de l'exposition au vent (zone et site de vent, hauteur du bâtiment, traitement des rives et angles de la toiture...).

bibliographie

« *Les toitures végétalisées : Conception, réalisation et entretien* », Emmanuel Houssin, Claude Guinaudeau et Jean Burdloff, CSTB Éditions, 2012.

« *Toits et murs végétaux* », Nigel Dunnett et Noël Kingsbury, Éditions du Rouergue, 2011.

« *Guide des plantes de toits végétaux* », Edmund et Lucie Snodgrass, Éditions du Rouergue, 2008.

« *Végétalisation extensive des terrasses et toitures* », François Lassalle, Éditions du Moniteur, 2008.

« *Trames vertes urbaines — De la recherche scientifique au projet urbain* », Philippe Clergeau, Nathalie Blanc, Édition du Moniteur, 2013

webographie

Vous pouvez également vous référer aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » de novembre 2007, élaborée par la CSFE, l'ADIVET, le SNPPA et l'UNEP, téléchargeables gratuitement sur :

www.adivet.net/realisation/regles-professionnelles.html



Et trouvez les plantes adaptées pour votre secteur dans les guides : « Conseils pratiques de plantation : planter dans... » publiés par le CAUE de la Vendée :

www.caue85.com/carnets-planter-dans.html



conception & réalisation : CAUE de la Vendée,
avec l'apport de Marc LACAÏLLE, Délégué Général
de l'ADIVET.

illustrations : © Jean-Claude Guinaudeau & CAUE
de la Vendée.

crédits photos :

© CAUE de la Vendée, sauf :

- . pages 13, 21, 25, 34, 37 : ©David Fugère,
pour Inventae Vert.
- . p. 22 : © Stéphane Chalmeau,
- . p.23 haut : © Patrick Miara, pour le CAUE,
- . p.24 bas (étapes de mise en œuvre),
© Jean Bocabeille / Plan01

Le CAUE tient à remercier Gildas CAILLÉ,
d'Inventae Vert, pour sa précieuse contribution
à cet ouvrage.

Imprimé en novembre 2015, par l'imprimerie
Jauffrit (85).

ISBN : 978-2-918010-08-1

Dépôt légal : 4^e trimestre 2015.



CONSEIL d'ARCHITECTURE, d'URBANISME et d'ENVIRONNEMENT
de la VENDÉE,

45, boulevard des États-Unis,
CS 40 685, 85017 la Roche sur Yon cedex.

Pour tout renseignement,
contactez-nous au 02 51 37 44 95
ou sur le site

www.caue85.com

ISBN : 978-2-918010-08-1

