



# S O M M A I R E :

## 1/ Introduction

## 2/ Rappel sur la composition d'une toiture plate

## 3/ Principes fondamentaux : lors de l'étude du projet et pour le choix du système anti-racines

## 4/ Exemples de compositions de 3 toitures végétalisées extensives et intensives

## 5/ Conclusion

# 1/ Introduction

➤ Les systèmes d'étanchéité doivent protéger l'ouvrage contre les conditions climatiques et l'ensemble des couches rapportées. Les différentes couches, raccordements et fermetures d'un système d'étanchéité devront être conçues en tant qu'ensemble de couches adaptées les unes par rapport aux autres.

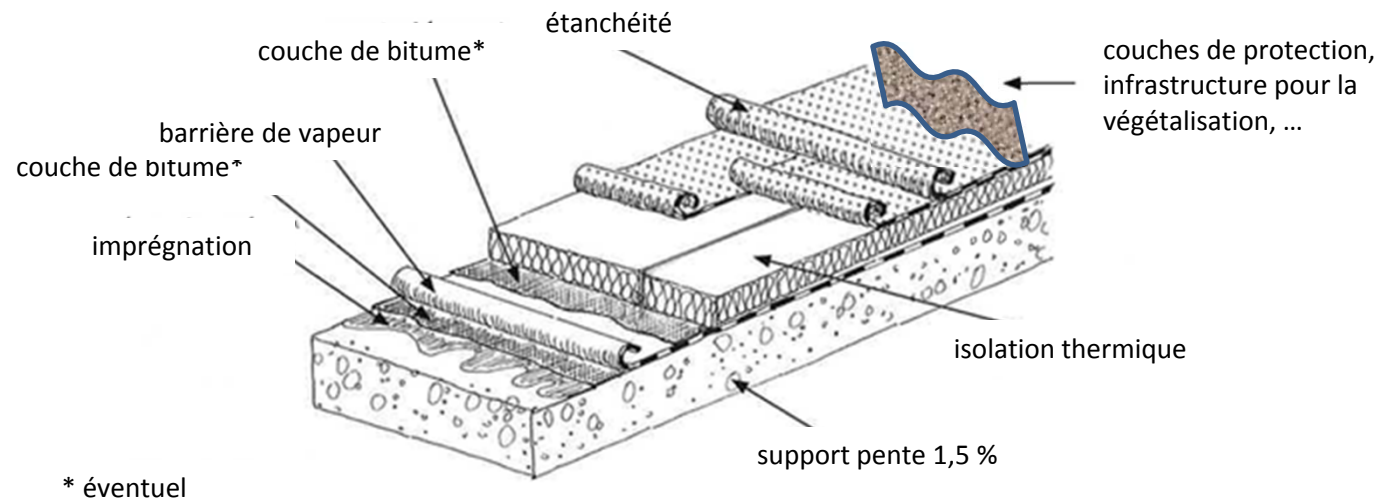
Une étanchéité n'est pas conçue d'office pour être anti-racines. Les éléments constitutifs des toitures végétalisées viennent donc s'ajouter au-dessus de l'étanchéité.

➤ Selon la norme SIA 271 art 2.6.6.2:  
« l'étanchéité de toitures végétalisées doit résister à la pénétration des racines ou être protégée contre la pénétration des racines par une couche séparée de protection.  
La preuve doit être réalisée selon la norme SN EN 13948.»

Ce qui implique de fait que les matériaux utilisés soient garantis par le fabricant en fonction des différents types de végétalisations.

## 2/ Rappel sur la composition d'une toiture plate:

### Exemple d'une Toiture chaude Conventionnelle:



# 3/ Principes fondamentaux : lors de l'étude du projet et pour le choix des matériaux

## **3.1 Différents types d'étanchéités anti-racines (SIA 118/312 et SN EN 13948)**

4 familles d'étanchéités:

- **Lés de bitume polymère (LBP)** mis en œuvre le plus souvent au chalumeau à gaz propane (elles sont traitées anti-racines par l'adjonction en cours de fabrication de biocides, elles sont dénommées WF).  
Dans un système bicouche, la couche inférieure doit faire au mini. 3 mm, pour les relevés ép. mini. 3,5 mm, tandis que la couche supérieure doit elle faire au mini. 4 mm.  
Pour un système monocouche l'épaisseur mini. sera de 5 mm.
- **Asphalte coulé à chaud** (par nature anti-racines d'après tests FLL).
- **Lés de matière synthétique (LMS)** thermoplastiques : PVC, TPO ,..., Thermoplastiques élastomères, Elastomères : EPDM, ....
  - \* Pour être garantie les joints pour les parties horizontales seront soudés à l'air chaud ou vulcanisés, ceux des relevés et/ou retombées seront soudés à l'air chaud ou vulcanisés et collés en plein (d'après les directives FLL)
- **Résines synthétiques liquides** (polyuréthane (PU), époxy (EP), polyméthilméthacrylates (PMMA), ...) mises en œuvre en couches fines le plus souvent au pinceau et au rouleau, certaines sont considérées comme anti-racines.

Les tests que doivent subir le feuille d'étanchéité durent au mini. 2 ans selon un protocole d'expérimentation spécifique.

Il est à noter que la norme européenne EN 13948:2007 ne contient aucune exigence environnementale.

La compatibilité chimique entre les matériaux devra-être vérifiée. Par exemple un lé de bitume polymère et un lé de matière synthétique, il y a lieu d'intercaler un géotextile.

### 3/ Principes fondamentaux : lors de l'étude du projet et pour le choix des matériaux

#### 3.2 Choix du type d'étanchéité anti-racines en fonction des toitures végétalisées

|                                                                                                       | <u>Végétalisation<br/>extensive</u> | <u>Végétalisation<br/>intensive</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1/ Lés de bitume polymère (LBP)<br>(traités anti-racines par agents<br>biocides), dénommées <u>WF</u> | oui                                 | non                                 |
| 2/ Asphalte coulé à chaud                                                                             | oui                                 | oui                                 |
| 3 / Lés de matière synthétique<br>(LMS) thermoplastique                                               | oui                                 | oui                                 |
| 4/ Résines synthétiques liquides<br>(polyuréthane (PU), époxy (EP))                                   | oui                                 | oui                                 |

## 4/ Exemples de compositions de toitures végétalisées

- 4.1 toitures végétalisées extensives
- 4.1bis toitures végétalisées extensives SIA 312
- 4.2 toitures végétalisées intensives

Remarque: les compositions proposées le sont à titre indicatif, le choix des matériaux et le dimensionnement des couches concernées se fera en fonction des prescriptions de construction et des exigences spécifiques de chaque projet.

## 4.1 Exemple de composition de toiture végétalisée extensive

|                                                   |                             |                                             | Epaisseur<br>(mm) | Lambda<br>(W/mK) | Valeur R<br>(m²K/W) | Energie<br>primaire<br>/m2 | Eco-bau<br>(%) | Capacité<br>de<br>rétention<br><br>(l/m²) | Poids<br><br>Kg/m² |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1                                                 | Support                     | Béton coulé                                 | 200               | 2,500            | 0,08                | 392                        | -              | -                                         | 480                |
| 2                                                 | Barriere vapeur             | LBP                                         | 3,5               | 0,170            | 0,02                | 157                        | 1              | -                                         | 4                  |
| 3                                                 | Isolation thermique         | Polyuréthane<br>PUR FA/TE                   | 160               | 0,023            | 6,96                | 534                        | 0,5            | -                                         | 4,8                |
| 4                                                 | Etanchéité                  | Etanchéité bicouche<br>LBP AR selon SIA 271 | 7                 | 0,170            | 0,04                | 286                        | 0,5            | -                                         | 7,7                |
| 5                                                 | Couche de<br>protection     | Couche structurée<br>drainage/rétention     | 23                | -                | -                   | 67                         | 1              | 8,9                                       | 11,3               |
| 6                                                 | Couche de<br>végétalisation | Substrat extensif<br>ASVE/SFG               | 90                | -                | -                   | 20                         |                | 27                                        | 85,5               |
| 7                                                 | Végétalisation              | Végétalisation par<br>projection            | -                 | -                | -                   | -                          |                | -                                         | 10                 |
| Inclus le transfert de chaleur interne et externe |                             |                                             |                   | 7,10             |                     | 1456                       | 3              | 27,0                                      | 112,1              |
| Hauteur (mm)                                      |                             |                                             | 282,5             |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Valeur U (W/m²K)                                  |                             |                                             | 0,140             |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Energie primaire MJ/m2 (valeur<br>indicative)     |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Degré de réalisation eco-bau                      |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Capacité de rétention l/m²                        |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Poids total kg/m2                                 |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |

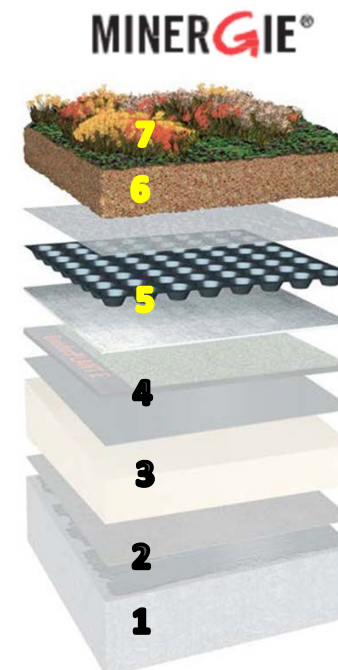
### Système de végétalisation extensive

Toiture plate chaude  
système. conventionnel

Pente 1,5% à 9% correspond ° à 5°

Capacité de rétention élevée, très bonne  
résistance à la compression

(source Bauder)



## 4.1bis Exemple de composition de toiture végétalisée extensive SIA 312

|                                                   |                             |                                             | Epaisseur<br>(mm) | Lambda<br>(W/mK) | Valeur R<br>(m²K/W) | Energie<br>primaire<br>/m2 | Eco-bau<br>(%) | Capacité<br>de<br>rétention<br><br>(l/m²) | Poids<br><br>Kg/m² |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------------------|----------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 1                                                 | Support                     | Béton coulé                                 | 200               | 2,500            | 0,08                | 392                        | -              | -                                         | 480                |
| 2                                                 | Barriere vapeur             | LBP                                         | 3,5               | 0,170            | 0,02                | 157                        | 1              | -                                         | 4                  |
| 3                                                 | Isolation thermique         | Polyuréthane<br>PUR FA/TE                   | 160               | 0,023            | 6,96                | 534                        | 0,5            | -                                         | 4,8                |
| 4                                                 | Etanchéité                  | Etanchéité bicouche<br>LBP AR selon SIA 271 | 7                 | 0,170            | 0,04                | 286                        | 0,5            | -                                         | 7,7                |
| 5                                                 | Couche de<br>protection     | Feutre de<br>drainage/rétention             | 8                 | -                | -                   | 64                         | 1              | 6                                         | 7,1                |
| 6                                                 | Couche de<br>végétalisation | Substrat extensif<br>ASVE/SFG               | 90                | -                | -                   | 20                         |                | 27                                        | 85,5               |
| 7                                                 | Végétalisation              | Végétalisation par<br>projection            | -                 | -                | -                   | -                          |                | -                                         | 10                 |
| Inclus le transfert de chaleur interne et externe |                             |                                             |                   | 7,10             |                     | 639,8                      | 3              |                                           |                    |
| Hauteur (mm)                                      |                             |                                             | 268,5             |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Valeur U (W/m²K)                                  |                             |                                             | 0,140             |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Energie primaire MJ/m2 (valeur<br>indicative)     |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Degré de réalisation eco-bau                      |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |
| Capacité de rétention l/m²                        |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                | 33,0                                      |                    |
| Poids total kg/m2119,1                            |                             |                                             |                   |                  |                     |                            |                |                                           |                    |

### Système de végétalisation extensive SIA 312

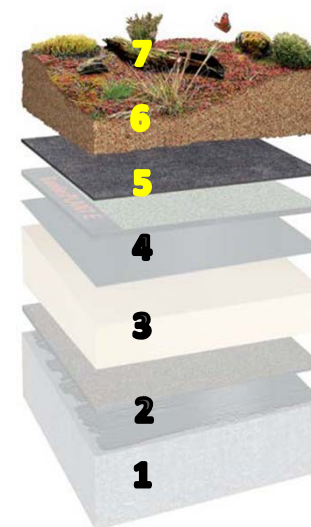
Toiture plate chaude système conventionnel

Pente 1.5% à 5% correspond 1° à 3°

Valeur écologique optimale

(source Bauder)

MINERGIE®



## 4.2 Exemple de composition de toiture végétalisée intensive

|                                                   |                             |                                                                                                     | Epaisseur<br>(mm) | Lambda<br>(W/mK) | Valeur R<br>(m²K/W) | Energie<br>primaire<br>/m2 | Eco-bau<br>(%) | Capacité de<br>rétention<br>(l/m²) | Poids<br>Kg/m²    |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|
| 1                                                 | Support                     | Béton coulé                                                                                         | 200               | 2,5              | 0,08                | 392                        | -              | -                                  | 480               |
| 2                                                 | Barriere vapeur             | LBP                                                                                                 | 3,5               | 0,170            | 0,02                | 157                        | 1              | -                                  | 4                 |
| 3                                                 | Isolation<br>thermique      | Polyuréthane<br>PUR FA/TE                                                                           | 160               | 0,023            | 6,96                | 534                        | 0,5            | -                                  | 4,8               |
| 4<br>4'<br>4''                                    | Etanchéité + AR             | Etanchéité bicouche LBP<br>+ couche de séparation +<br>Anti-racines monocouche<br>LMS selon SIA 271 | 7<br>2<br>1,8     | 0,170<br>0,170   | 0,04<br>0,04        | 286<br>158                 | 0,5<br>1       | -<br>-                             | 7,7<br>0,2<br>2,2 |
| 5                                                 | Couche de<br>protection     | Drainage minéral                                                                                    | 69                | -                | -                   | 50                         | 1              | 15                                 | 0,6               |
| 6                                                 | Couche de<br>végétalisation | Substrat extensif<br>ASVE/SFG                                                                       | 200               | -                | -                   | 50                         |                | 90                                 | 242               |
| 7                                                 | Végétalisation              | Végétalisation par<br>projection                                                                    | -                 | -                | -                   | -                          |                | -                                  | 10                |
| Inclus le transfert de chaleur interne et externe |                             |                                                                                                     |                   | 7,14             |                     | 1127,0                     | 4              |                                    |                   |
| Hauteur (mm)                                      |                             |                                                                                                     | 443,3             |                  |                     |                            |                |                                    |                   |
| Valeur U (W/m²K)                                  |                             |                                                                                                     | 0,140             |                  |                     |                            |                |                                    |                   |
| Energie primaire MJ/m2 (valeur<br>indicative)     |                             |                                                                                                     |                   |                  |                     |                            |                |                                    |                   |
| Degré de réalisation eco-bau                      |                             |                                                                                                     |                   |                  |                     |                            |                |                                    |                   |
| Capacité de rétention l/m²                        |                             |                                                                                                     |                   |                  |                     |                            |                | 108,0                              |                   |
| Poids total kg/m2                                 |                             |                                                                                                     |                   |                  |                     |                            |                |                                    | 273,3             |

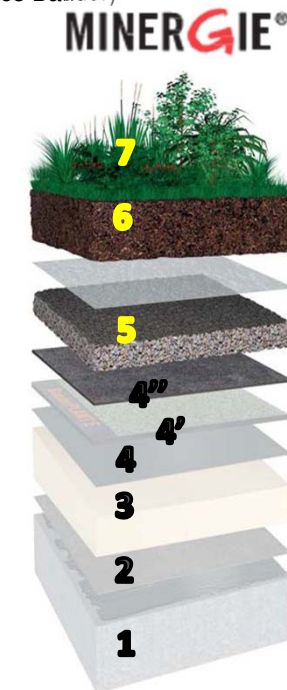
### Système de végétalisation intensive

Toiture plate chaude système  
conventionnel

Pente 1,5% à 5% correspond 1° à 3°

Drainage naturel, forte résistance à la  
compression

(source Bauder)



## 5/ Conclusion

- En Suisse romande, la majorité des étanchéités de toitures plates sont exécutées par des lés de bitumes polymères. Les autres systèmes d'étanchéités sont beaucoup moins utilisés, car réservés à des utilisations plus spécifiques.
- Néanmoins l'utilisation des étanchéités anti-racines par lés de matière synthétique évite les risques de lessivage des biocides par les eaux de ruissellement.
- Dans le cas de toitures chaudes conventionnelles végétalisées, le recours à un système d'étanchéité double:
  - étanchéité bicouche (LBP)
  - anti-racines par lés de matière synthétique (LMS)permet au maître d'ouvrage d'avoir un complexe de toiture plate écologique de très haute qualité.
- L'association des compétences des métiers liés à l'étanchéité avec celles des métiers du paysage et de l'écologie permet de garantir l'installation de toitures végétalisées de qualité conformément à la nouvelle Norme SIA 312.

# Normes et directives

## Normes SIA

|                    |                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SIA 118/271</b> | : conditions générales pour l'étanchéité des bâtiments (éd. 2007)                                                                                                                |
| <b>SIA 118/312</b> | : conditions générales pour végétalisation des toitures (éd. 2013)                                                                                                               |
| <b>SIA 118/318</b> | : conditions générales relatives aux aménagements extérieurs (éd. 2009)                                                                                                          |
| <b>SIA 180</b>     | : isolation thermique et protection contre l'humidité dans le bâtiment (éd. 1999)                                                                                                |
| <b>SIA 270</b>     | : étanchéité et évacuation des eaux (éd. 2007)                                                                                                                                   |
| <b>SIA 271</b>     | : étanchéité des bâtiments (éd. 2007)                                                                                                                                            |
| <b>SIA 279</b>     | : matériaux de construction isolants (éd. 2011)                                                                                                                                  |
| <b>SIA 280</b>     | : lés d'étanchéité en matière synthétique (éd. 2009)                                                                                                                             |
| <b>SIA 281</b>     | : lés d'étanchéité bitumineux (éd. 2007)                                                                                                                                         |
| <b>SIA 289</b>     | : feuilles souples d'étanchéité-feuilles d'étanchéité de toiture, bitumineuses, plastiques et élastomères-détermination de la résistance à la pénétration des racines (éd. 2007) |
| <b>SIA 312</b>     | : végétalisation de toitures (éd. 2013)                                                                                                                                          |
| <b>SIA 318</b>     | : aménagements extérieurs (éd. 2009)                                                                                                                                             |

## Autres normes

|                      |                                                                                  |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SN EN 13948</b>   | : définit la caractéristique de résistance à la pénétration des racines          |
| <b>SN EN 592 000</b> | : conception et réalisation d'installations, évacuation des eaux des biens-fonds |

## Directives et recommandations utiles

### ASVE/SFG Association Suisse des spécialistes du Verdissement des Edifices

|                    |                                              |
|--------------------|----------------------------------------------|
| <b>Directive 1</b> | : gestion de l'eau et végétation             |
| <b>Directive 2</b> | : attribution d'un label et bilan écologique |
| <b>Directive 3</b> | : entretien et soins                         |

### ZHAW Zürich Université de Sciences Appliquées – Institute de ressources naturelles et environnement

Groupe de recherche espaces verts et écologie urbaine

## Fiches ECO-CFC

Fiches Eco-CFC 2011 : « construction écologique » n°224 couverture

# Normes et directives

## DGNP Direction Générale de la Nature et du Paysage du canton de Genève

Recommandations relatives à la fourniture des mélanges grainiers « Genève »

## ECO TEC – République et Canton de Genève

Toitures végétalisées – Principe de construction et évaluation des coûts éd . 06/2013

## Environnement 2030 – République et Canton de Genève

Concept cantonal de la protection de l'environnement 11/2013

## Le Livre de l'Étanchéité

Concept et réalisation des toitures plates, Geneux Dancet éd . 2014

## FBB – 11<sup>ème</sup> symposium international 2013

Végétalisation des toitures 02/2013

## Documentations fournisseurs

## Système de toiture verte – P. Bauder AG

Guide toiture verte

La vie sur le toit

Configuration des systèmes extensifs et intensifs

## OH – Otto Hauenstein Semences

Guide toitures végétalisées



(source F. THEDY)



(source Bauder)

(source Bauder)



(source Zinco)

