

Introduction aux murs végétalisés

Emy CELESCHI - Clément DESODT - Hélène HORSIN MOLINARO

Édité le
31/08/2026

école
normale
supérieure
paris—saclay

Les murs végétalisés sont des parois verticales recouvertes de végétaux conçues comme décoration, soit intérieures aux bâtiments soit extérieures, comme œuvre d'art ou encore en zone urbaine comme faisant partie des éléments de corridor biologique et donc abris de la biodiversité. À l'image de son jumeau horizontal que sont les toitures végétalisées, les murs végétalisés peuvent être des refuges ou réserve de nourriture pour les oiseaux ou insectes, ils peuvent également être important pour réguler les températures localement (limiter les effets d'îlot de chaleur urbaine) et l'eau, améliorer la qualité de l'air. Ils peuvent aussi contribuer au confort thermique des bâtiments puisque la végétation permet d'ombrer les façades et laisse une lame d'air entre les murs et les végétaux.

Depuis longtemps, des façades de bâtiments sont recouvertes de vigne vierge ou de lierre (figure 1a). L'avantage est qu'il n'y a pas d'intervention humaine pour ces végétaux qui s'accrochent seuls et ne requièrent pas d'arrosage. Cependant il est nécessaire de maintenir leur expansion afin qu'ils n'envahissent pas les ouvertures ou la toiture. La vigne vierge s'accroche par crampons mais le lierre peut s'immiscer dans les fissures et interstices provoquant des dommages à la structure même du bâtiment. On trouve également des plantes qui nécessitent des supports comme les rosiers grimpants ou les glycines, qui peuvent également causer des dégâts si non maîtrisés (figure 1b). Ces murs « naturels » voient les pieds et racines des végétaux plantées dans le sol. Les murs végétalisés, eux, supportent les racines des plantes qui les couvrent.



Figure 1 : Exemples de murs végétaux « naturels » avec a) vigne vierge à l'automne, b) glycine sur la clôture du jardin du bas de la maison de Colette¹ à Saint-Sauveur-en-Puisaye « [...] je n'ai jamais connu cette grille que tordue, arrachée au ciment de son mur, emportée en l'air par les bras invincibles d'une glycine centenaire. »

¹ Sidonie Gabrielle Colette dite Colette (1873-1954), écrivaine, actrice et journaliste française

Cette ressource propose une introduction aux murs végétalisés en présentant les premiers concepts, quelques techniques de mise en œuvre, des résultats d'études sur les effets microclimatiques et enfin des exemples réalisés.

1 - Les premiers murs végétalisés

Les premiers concepts de murs conçus pour être végétalisés datent du XX^e siècle. Stanley Hart White², propose dans les années 1930 un système de murs végétalisés, breveté en 1938 sous le terme *Botanical Bricks* (briques botaniques, figure 2). Ces unités végétales, permettant des constructions végétalisées de toute hauteur, ont été imaginées dans un premier temps pour des événements comme des expositions universelles ou des jardins urbains. La même année, Stanley H. White a également déposé un brevet plus large d'architecture végétale *vegetation-Bearing Architectonic Structure and System* (Structure et système architectoniques porteurs de végétation) [1].

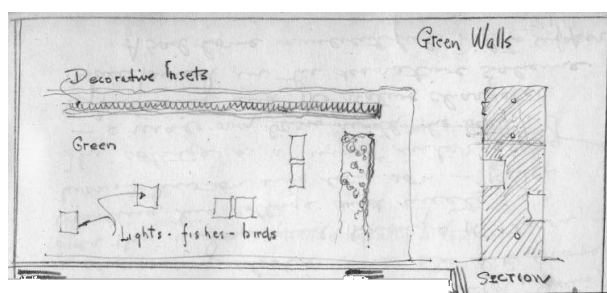
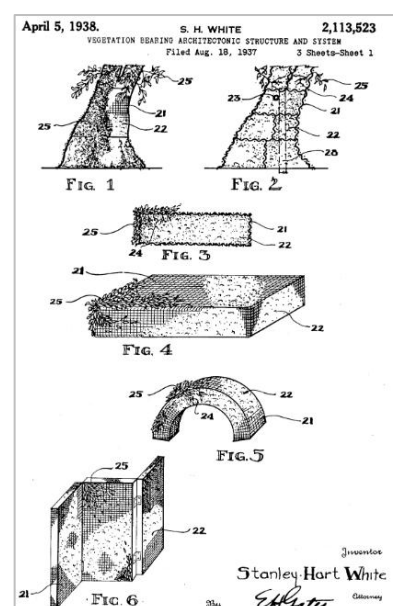


Figure 2 : a) Première esquisse du « mur vert » de S. H. White en 1932, [4]

et b) la planche 1 (sur 3) du brevet américain 2,113,523 déposé par White en 1938 [4]



Cependant le véritable essor des murs végétalisés est dû à Patrick Blanc³ qui crée en 1986 un premier mur végétal sur feutre à la cité des sciences de La Villette (figure 3) dont il dépose le brevet en 1988. P. Blanc est inspiré par les aquariums dont il raffole enfant et par des voyages en Asie dans les années 1970 où il découvre des plantes de sous-bois tropicaux se développant avec peu de lumière.



Figure 3 : Mur végétal de la cité des sciences de La Villette [5]

² Stanley Hart White (1891-1979), professeur d'architecture paysagère à l'Université de l'Illinois [2]

³ Patrick Blanc (1953), biologiste, botaniste français, chercheur au CNRS [3]

D'autres techniques de murs végétaux sont développées, en proposant, en plus des qualités décoratives, des intérêts acoustiques ou thermiques. Ainsi dans notre XXI^e siècle, d'autres technologies émergent aidées de logiciel de modélisation des croissances des différentes plantes en situation verticale et en tenant compte de la quinzième cible HQE⁴. Souvent équipés d'une possibilité d'arrosage automatique, les murs végétalisés actuels présentent deux typologies. Ce sont soit des murs en hydroponie (cultures des végétaux sur substrat neutres et inertes irrigués par une solution riche en nutriments et minéraux), soit des murs à base de substrat de terre végétale en jardinières, bacs ou cages [6].

2 - Principes des murs végétalisés

Qu'ils soient intérieurs ou extérieurs, les murs végétalisés sont comme une double peau du mur du bâtiment, les végétaux ne sont pas implantés dans la structure même du bâtiment dont on souhaite végétaliser le ou les murs. Il faut donc prévoir une ossature en cornière métallique, ou d'aluminium ou encore bois, qui devra être fixée sur le mur du bâtiment. Une étanchéité entre le bâti et la structure végétalisée est à prévoir.

2.1 - Avec substrat hydroponique

Les substrats neutres et inertes ne se dégradent pas dans le temps et ne relâchent pas de particules organiques ainsi l'irrigation peut être recyclée dans un circuit fermé. L'alimentation en eau (enrichie de nutriments et minéraux) doit être intégrée dans la double peau. Les substrats peuvent être des feutres de fibre géotextile horticole hydrophile, antifongique et aérée afin que les racines des plantes puissent s'y ancrer facilement et durablement. Il existe de nombreux types d'agro-textiles de différentes compositions, y compris avec des matières recyclées comme les matières plastiques. On utilise également de la laine de roche de densité plus importante que la laine de roche utilisée pour l'isolation des bâtiments afin de garantir sa bonne tenue lors du développement des racines et de l'irrigation.



Figure 4 : Exemples a) de feutres agro-textiles et b) de laine de roche [9]

2.2 - Avec substrat organique

Il existe de nombreux mélanges de substrats à base de fibres de coco, compost, tourbe, ou encore sphaigne... Tous n'ont pas le même impact environnemental :

- La fibre de coco est issue de l'enveloppe de la noix, c'est donc un coproduit de la consommation de la noix mais ses lieux de culture nécessitent un transport jusqu'en Europe ;

⁴ HQE : Haute Qualité Environnementale, concept environnemental français créé en 2004 pour améliorer les conception et rénovation des bâtis et villes en limitant autant que faire se peut leur impact environnemental ; décliné en 14 cibles, la 15^e est complémentaire aux autres et s'appuie sur la biodiversité [7,8]

- Le compost est simplement issu de la décomposition des matières organiques qui finira par devenir de l'humus ;
- La tourbe est issue des tourbières, zones humides fragiles contenant une grande quantité de matières organiques très peu décomposée. La tourbe se forme dans des conditions saturées en eau, anoxiques (sans oxygène) et sur un temps long, beaucoup plus long que l'échelle humaine : 0,2 à 1 mm/an d'accumulation en épaisseur [10] ;
- La sphaigne est une mousse aux rôles importants comme puits de carbone ou stockage de l'eau. Elle pousse dans des zones humides (*tourbières à sphaignes*), celle utilisée pour végétaliser les murs est extraite de l'île de Chiloé au Chili [9] et nécessite donc un transport jusqu'en Europe.



Figure 5 : a) Bloc de fibre de coco hydraté (le volume déshydraté est nettement plus faible), b) Compost [13], c) Blocs de tourbe séchant [12], d) Sphaigne séchée [9]

2.3 - Les systèmes de murs végétalisés

Avec textile

Une ossature métallique légère permet de garder une lame d'air entre le mur du bâtiment et la double peau végétalisée. L'ossature est ensuite équipée d'une couche étanche (plaques en PVC recyclé jointées à l'aide de polymère silane séchant dans les milieux humides) sur laquelle le support des plantes est fixé en plusieurs couches. La couche la plus à l'extérieure est un feutre que l'on vient inciser pour y placer les plantes (figure 6) [9].

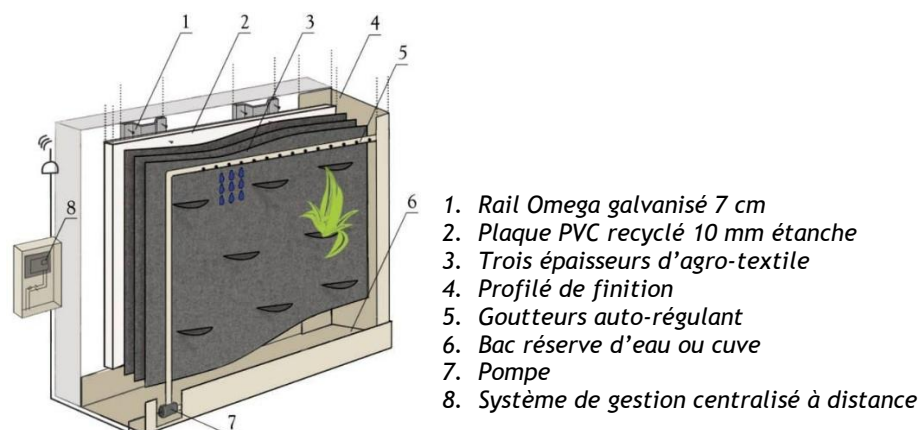


Figure 6 : Systèmes de mur végétalisé avec trois couches de feutre [9]

Avec gabion

Utilisés dans les murs de soutènements [14], les gabions sont des cages métalliques remplies de pierres de tailles, formes, types et couleurs variables. Pour une utilisation en murs végétalisés, les gabions sont moins épais (10 à 20 cm) et de façon générale plus petits pour être manipulables facilement (surface de côté 40 à 50 cm), la maille du grillage permet l'insertion des plantes. Les gabions sont fixés sur une ossature métallique fixée sur le mur du bâtiment laissant une lame d'air entre le mur du bâtiment et la double peau végétalisée. Les gabions sont remplis de substrat organique retenu par un géotextile (figure 7) [9].

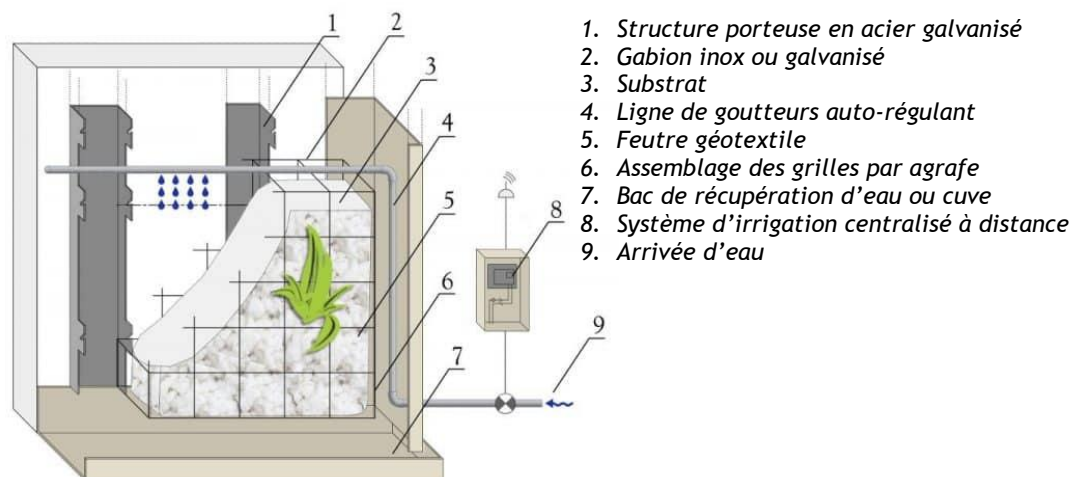


Figure 7 : Systèmes de mur végétalisé avec gabion [9]

Avec jardinière

Un support métallique, fixé au mur du bâtiment, reçoit une ossature métallique dans laquelle des jardinières superposées sont assemblées. Les plantes sont installées dans les bacs remplis de substrat comme des jardinières classiques. Il n'y a pas de lame d'air entre le mur du bâtiment et la seconde peau (figure 8a) [9]. Une alternative consiste à créer des jardinières en impression 3D Béton (figure 8b) [29].

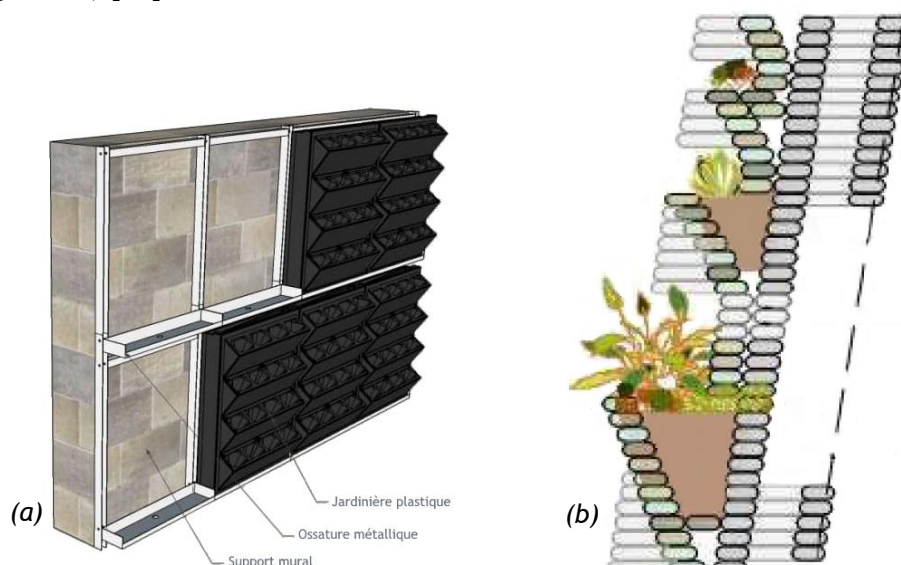


Figure 8 : Système de mur végétalisé a) avec jardinières [9], et b) en impression 3D béton [29]

Chaque système ne présente pas les mêmes intérêts lors de la mise en œuvre ou de l'usage, les coûts sont également variables. Par exemple le système de jardinières est rapide à mettre en place mais nécessite que le mur d'accroche puisse supporter le poids, ce qui est rarement le cas sur du bâti existant. Lors du délai de développement des plantes, le système avec textile est le plus discret

alors que gabion et jardinière sont assez visibles. La faible rétention d'eau avec les textiles impose l'installation d'un système d'arrosage, y compris l'hiver alors qu'en cas de gel l'eau est coupée. Les gabions retiennent mieux l'eau et résistent au froid par leur épaisseur plus importante mais les substrats végétaux des gabions se tassent au fils du temps générant des manques en haut de murs et donc des pertes de plantes. La structure avec textile est la plus légère et la moins épaisse, les systèmes en gabion et en jardinière ont une masse d'environ 200 kg/m².

2.4 - Les systèmes d'irrigation

Les végétaux implantés dans un mur végétal ne peuvent complètement bénéficier de l'eau des précipitations naturelles, il faut nécessairement prévoir un système d'irrigation qui est de deux types : ouvert ou fermé. Si le mur est intérieur, il faut également prévoir un système d'éclairage suffisant.

Un système d'irrigation ouvert est assez simple : un programmeur commande des électrovannes qui permettent la mise en eau, par secteurs du mur végétalisé, de tuyaux de différents diamètres. L'eau est finalement distribuée via des goutteurs auto-régulant qui permettent un arrosage lent et minimise les pertes. Une pompe doseuse d'engrais peut ajouter des nutriments lors de certains arrosages.

Un système d'irrigation fermé permet un recyclage de l'eau distribuée, il faut donc prévoir un système de récupération et de filtration de l'eau avant sa réutilisation. On retrouve les mêmes éléments que dans un système ouvert, auxquels on ajoute un bac de récupération en pied de mur dont le volume doit être bien calibré (trois fois le volume d'eau d'un cycle d'arrosage), une cuve de stockage de l'eau récupérée, en général en sous-sol ou enterrée, et donc, une pompe de relevage pour réutiliser l'eau pour de prochains arrosages.

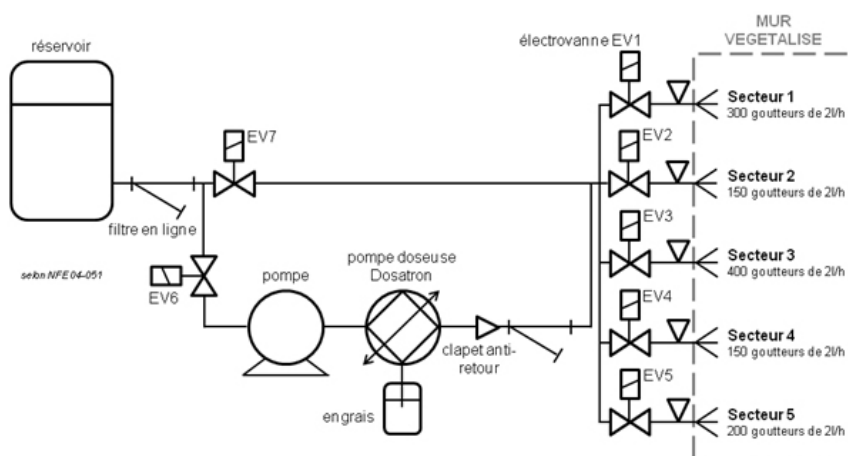


Figure 9 : Exemple de schéma hydraulique du système d'irrigation d'un mur végétalisé [30]

3 - Durabilité et entretien

Il est nécessaire de contrôler fréquemment l'état des végétaux, l'étanchéité du support et l'état de fonctionnement du système d'irrigation, celui-ci peut se boucher au niveau des filtres ou des goutteurs. Le nettoyage des réserves et cuves et de tout le système d'irrigation est nécessaire dans tous les jardins qu'ils soient verticaux ou simplement horizontaux comme les jardins plus classiques.

L'installation d'un mur végétalisé demande des connaissances des plantes et des différents environnements naturels, l'entretien de plusieurs variétés de plantes peut s'avérer compliqué. Il faut nettoyer les plantes (feuilles mortes ou parties endommagées), également les maintenir dans une expansion raisonnable, taille et nettoyage (en hauteur !) doivent être prévus une à deux fois

par an. L'état des végétaux indiquera éventuellement l'utilité d'un apport d'engrais (dans le réservoir de la pompe doseuse pour le système ouvert et dans la cuve de stockage de l'eau pour les système fermé), ou d'un traitement contre des parasites, insectes ou champignons. Pour un mur végétal intérieur, le système d'éclairage doit être vérifié. Ces contrôles sont visuels et en fonction de la dimension du mur il sera nécessaire d'utiliser une échelle, un échafaudage, un système élévateur ... En fonction de la saison et de l'orientation du mur, les végétaux peuvent craindre le gel, le trop fort ensoleillement, ou de chaleur, la fréquence de ces contrôles doit être adaptée.

Le coût d'un mur végétalisé, intérieur ou extérieur, est élevé à l'installation comme à l'entretien. L'installation de la structure nécessite une expertise, comme le contrôle de son bon fonctionnement. Une infiltration avec les risques d'humidité peuvent engendrer moisissures et champignons et même mise en danger de la structure du bâti. Les coûts de réparation ou même seulement de remplacement des plantes s'ajoutent aux coûts d'entretiens réguliers, de taille, de fertilisation, du contrôle des parasites et des maladies. Comme tout espace vert, un mur végétal attire les insectes, dont certains ne sont pas considérés comme bienvenus. Pour un mur intérieur on peut retrouver certains acariens et tous les nuisibles habituels des plantes d'intérieur en pot (pucerons, cochenilles farineuses, ...). Les murs en extérieur sont sujets également aux nuisibles que l'on trouve dans les jardins classiques comme les pucerons, l'araignée rouge, la mouche blanche... Le traitement doit être ciblé pour ne pas éliminer les auxiliaires des jardins (coccinelles, perce-oreilles, Chrysope verte, ...) [15].



Figure 10 : a) Mouches blanches (Aleurode) [CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39889>]
 b) Coccinelle et pucerons [Greyson Orlando - CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2094206>]
 c) Chrysope verte (Chrysoperla carne, ou demoiselle aux yeux d'or) [Didier Descouens - CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=158959121>]

4 - Quelques exemples

Dans des milieux urbains denses, l'intégration de zones vertes semble plus facile via des parois végétalisées. Les quatre exemples présentés ci-après indiquent quelques bienfaits de ces murs, les valeurs énoncées sont prises auprès des concepteurs ou créateurs de ces espaces verts. Cependant les études réalisées sur les murs végétalisés ne démontrent pas de façon quantitative les effets de refroidissement et d'humidification. En effet les différentes configurations urbaines et leurs interactions avec les paramètres de la végétation installées (épaisseur de la couche verte, substrat, type de végétaux) génèrent beaucoup de variables qui entravent la compréhension globale des performances des murs végétaux et le développement de stratégies de conception.

D'après les travaux de [16], les murs végétalisés contribueraient à la régulation thermique par l'interception du rayonnement solaire, son l'influence sur l'albédo⁵, et l'amélioration du refroidissement par son potentiel d'évapotranspiration et la ventilation convective. En réduisant le

⁵ Fraction de la lumière que réfléchit ou diffuse un corps non lumineux, valeurs entre 0 (corps noir parfait qui absorbe toutes les longueurs d'onde du flux d'énergie lumineuse) et 1 (miroir parfait qui réfléchit toutes les longueurs d'onde). Albédo de la glace ~ 0,6 ; albédo sol sombre ~ 0,1.

gain de chaleur sur les enveloppes des bâtiments, les températures de surface sont plus basses et les charges thermiques maximales moins fortes. Dans le contexte d'un développement urbain compact et du réchauffement climatique, les murs végétalisés permettraient d'améliorer les conditions thermiques en extérieur et la performance énergétique des bâtiments. Cependant, l'ampleur et la cohérence des avantages thermiques ne sont pas réguliers dans les différents contextes urbains. L'efficacité dans la régulation du microclimat des murs végétalisés, les performances thermiques et l'amélioration du confort thermique extérieur est très clairement influencée par le type de construction du bâti ainsi que par les conditions de ventilation liées aux formes urbaines (bâtiments isolés, canyons de la rue, exposition solaire, échange radiatif).

Le type de végétation est également à prendre en compte ainsi que son interaction avec le bâtiment. Une couverture d'arbres est plus efficace que les arbustes ou plantes pour réduire les températures par sa capacité d'ombrage plus grande et son potentiel d'évapotranspiration. Cependant à partir d'étude réelle dans une rue étroite type canyon, les piétons semblent ressentir une amélioration plus grande des conditions microclimatiques avec des murs végétalisés par rapport à la plantation d'arbres. Sur le cas spécifique des rues étroites bordées en continu d'immeubles (type canyon), les travaux menés à Guangzhou (Chine) [17] se penchent sur l'influence des murs végétalisés en faisant des études avec différentes configurations de revêtement mural (béton brut, une paroi semi verte, une paroi entièrement verte, les deux parois vertes). Ces études semblent indiquer un bénéfice sur les paramètres microclimatiques (figure 11).

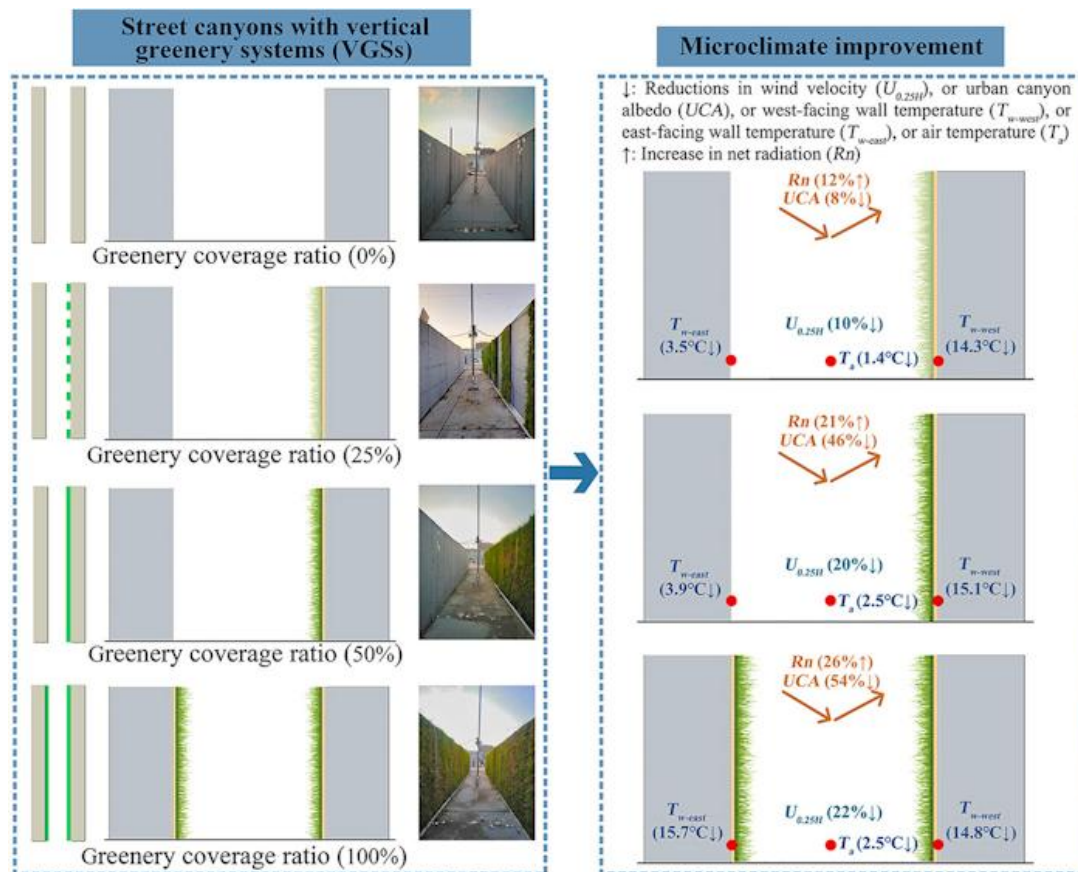


Figure 11 : A gauche les 4 configurations de couverture verte ; à droite les flèches indiquent la baisse entre la configuration sans végétalisation et celles avec : des températures du bas des murs et au centre de la rue (points rouges), de l'albédo du canyon urbain (UCA) et de la vitesse du vent mesurée à 0,3 m de hauteur ($U_{0.25H}$) et l'augmentation du rayonnement (R_n) [17]

Ces résultats ne peuvent pas être généralisés, il faut prendre en compte le type de murs végétalisés, l'orientation du canyon ou encore le type de climat de l'environnement... ici les murs de 1,2 m de haut espacés de 1,2 m, étaient constitués de trois couches : le support imperméable en tôle de mousse de chlorure de polyvinyle, la couche de substrat composite et la végétalisation des *festuca*

arundinacea, graminée vivace qui présente les avantages d'une bonne couverture et d'une forte résistance aux maladies et au stress. Il faut ajouter l'irrigation quotidienne régulière en temps et quantité, et le système de drainage. Les murs étaient sur l'axe nord-sud, une paroi était donc orientée vers l'est et l'autre à l'ouest. Les études ont été menées à Guangzhou (Chine) où le climat est de type subtropical avec des étés chauds et humides à la température moyenne de 30°C.

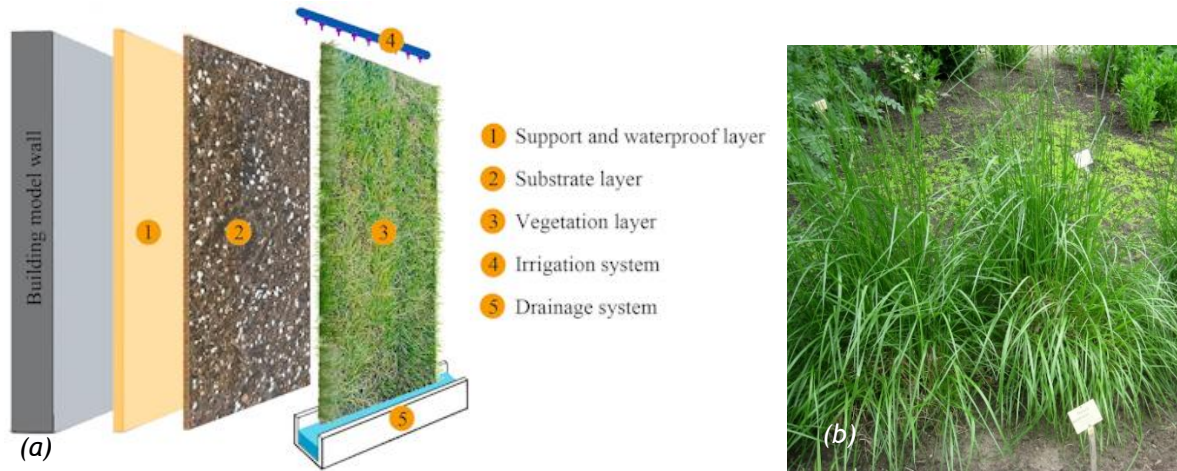


Figure 12 : a) Constitution des murs végétalisés de l'étude [17] et b) *festuca arundinacea* dans le jardin botanique de Berlin-Dahlem [Daderot - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10563487>]

Des capteurs de température des surfaces sol et murs, répartis régulièrement sur toute la hauteur (points noirs figure 13 gauche), ainsi que les capteurs de températures de l'air (points orange) font des relevés toutes les 10 minutes sur 24 heures. Figure 13 droite se trouvent les relevés au sol. Sans surprise la température atteint son maximum lorsque le soleil est au zénith, sans végétalisation (graphe le plus à gauche) les températures proches des murs sont également élevées alors qu'avec végétalisation, on note des valeurs nettement inférieures proches des murs (et également au centre). Les ΔT (les trois graphes de la deuxième ligne) représentent les différences entre les valeurs des trois canyons avec végétation par rapport à celui murs nus : l'effet de refroidissement de la végétalisation (valeurs positives) est représenté par des couleurs froides (bleu), alors que l'effet de réchauffement de la végétalisation (valeurs négatives) est représenté par des couleurs chaudes (rouge).

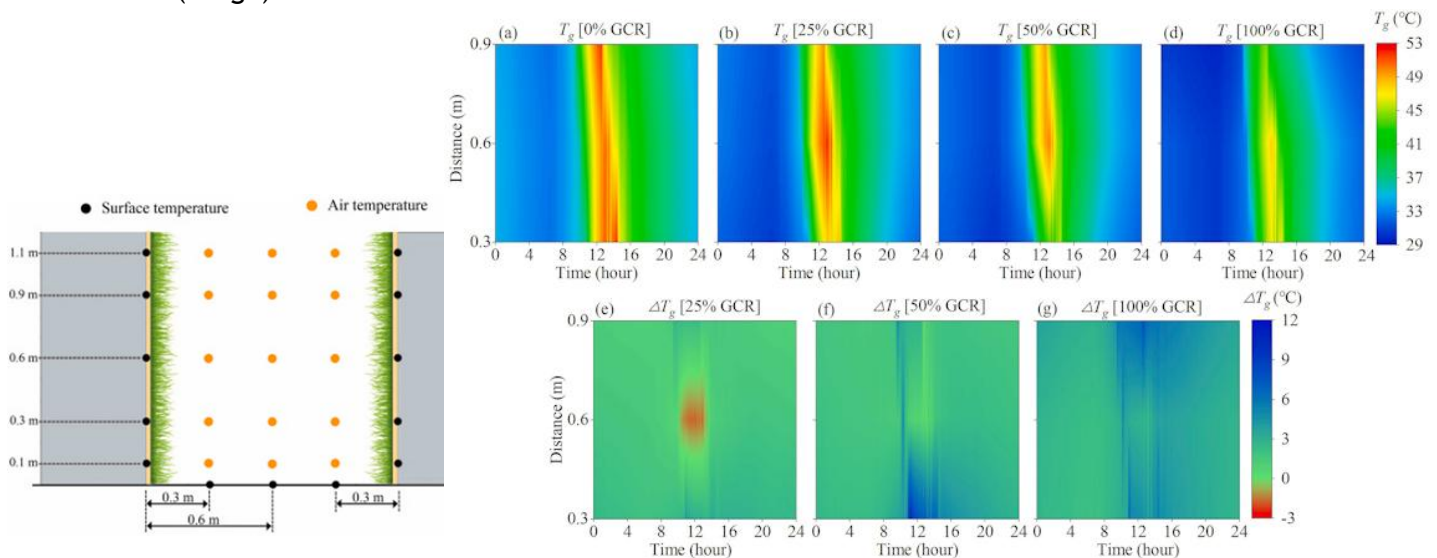


Figure 13 : Positionnement des capteurs de températures, et températures relevées au sol sur 24 heures et différences de température entre les 3 canyons végétalisés et le non végétalisé, [17]

Les températures des parois suivent également le cycle de l'ensoleillement : croissance le matin jusqu'au maximum l'après-midi puis décroissance vers la température la plus basse la nuit. Les températures baissent avec l'augmentation de la végétalisation, l'effet de refroidissement est plus

important dans le bas des murs, en dessous de 0,6 m. En fonction de l'orientation des murs on note quelques différences. La température des murs orientés vers l'ouest (figure 14) est plus élevée en haut des murs, au-delà de 0,6 m les murs captent plus de rayonnement solaire et reçoivent moins d'ombre pendant la journée. Les ΔT représentent les différences entre les valeurs des trois canyons avec végétation par rapport à celui murs nus avec la même échelle de couleur que figure 13. Les murs orientés vers l'est (figure 15) reçoivent moins d'ensoleillement, ils présentent donc des températures moins élevées. Néanmoins, les murs végétalisés bénéficient d'une baisse de température significative.

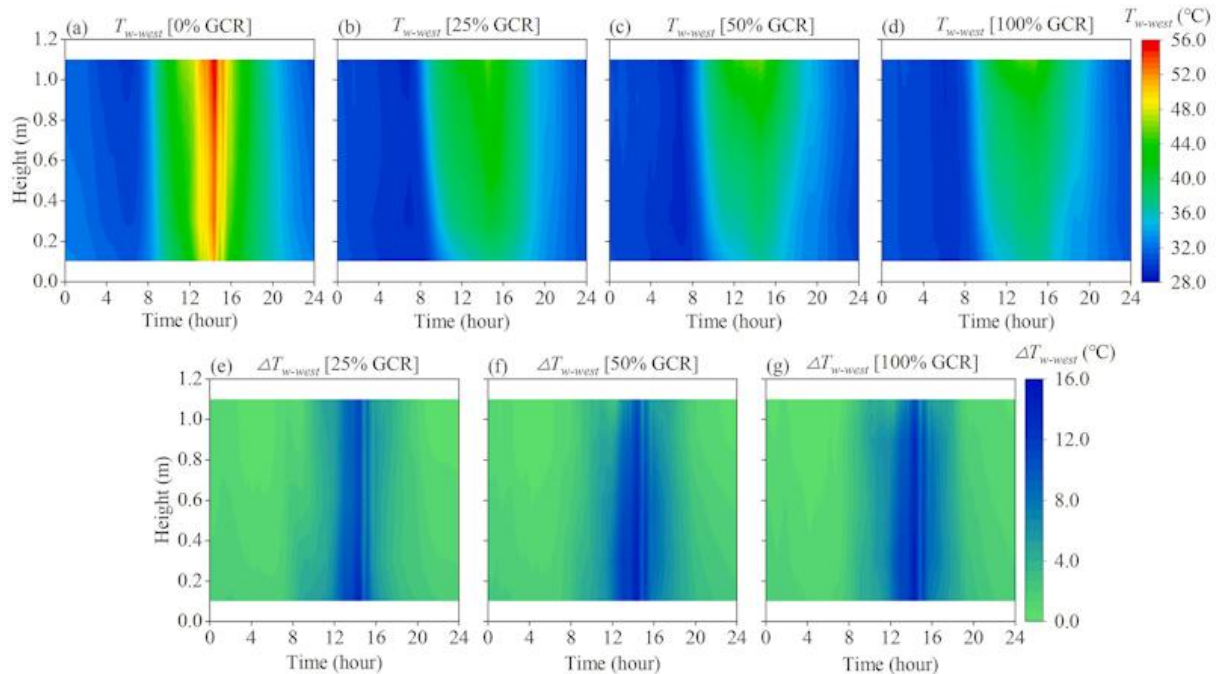


Figure 14 : Températures relevées sur les murs orientés vers l'ouest sur 24 heures et différences de température entre les 3 canyons végétalisés et le non végétalisé, [17]

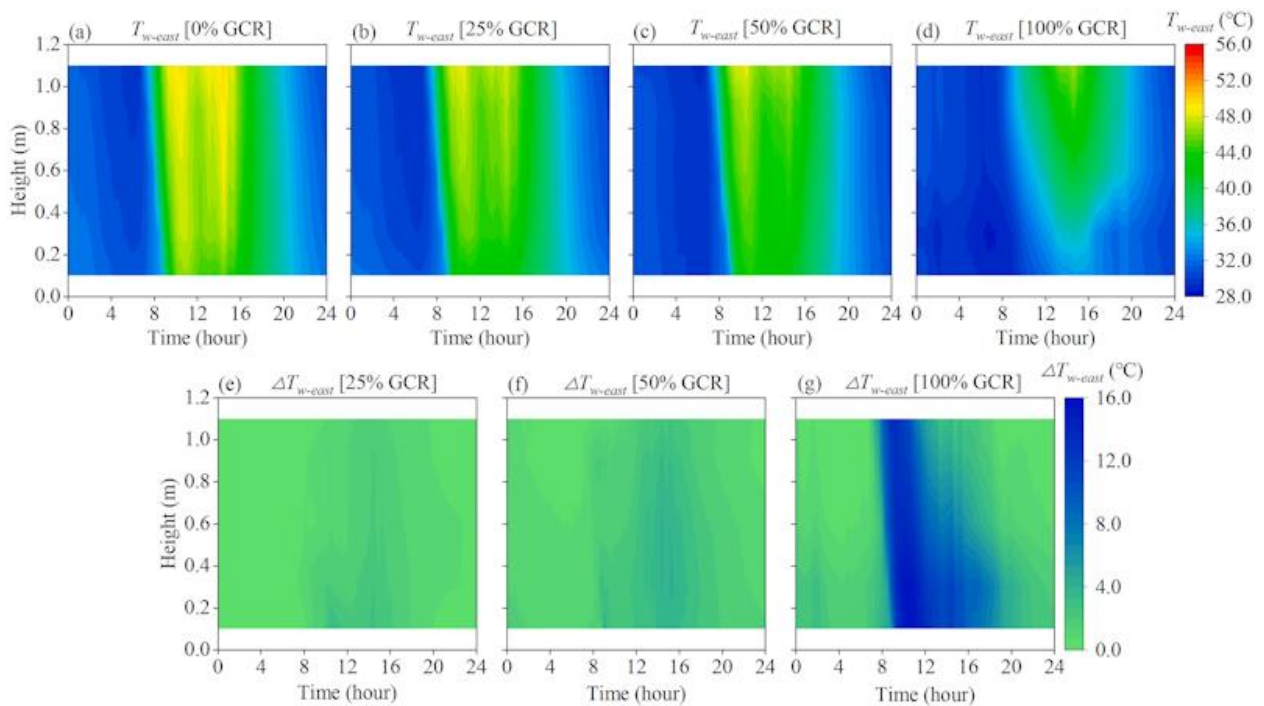


Figure 15 : Températures relevées sur les murs orientés vers l'est sur 24 heures et différences de température entre les 3 canyons végétalisés et le non végétalisé, [17]

4.1 - L'oasis d'Aboukir à Paris

Situé dans la rue d'Aboukir dans le 2^e arrondissement de Paris, l'Oasis d'Aboukir correspond à 250 m² de végétation sur un mur pignon d'immeuble de 25 m de haut. Avec 7600 plantes et plus de 230 variétés, cette végétalisation a une vocation esthétique (figure 16f), et présente l'avantage de rafraîchir la rue lors des périodes chaudes et de participer à l'amélioration de la qualité de l'air. Œuvre de Patrick Blanc le mur a été installé en 2013, il possède un système d'arrosage de 5 à 6 litres toutes les 4 heures [18].

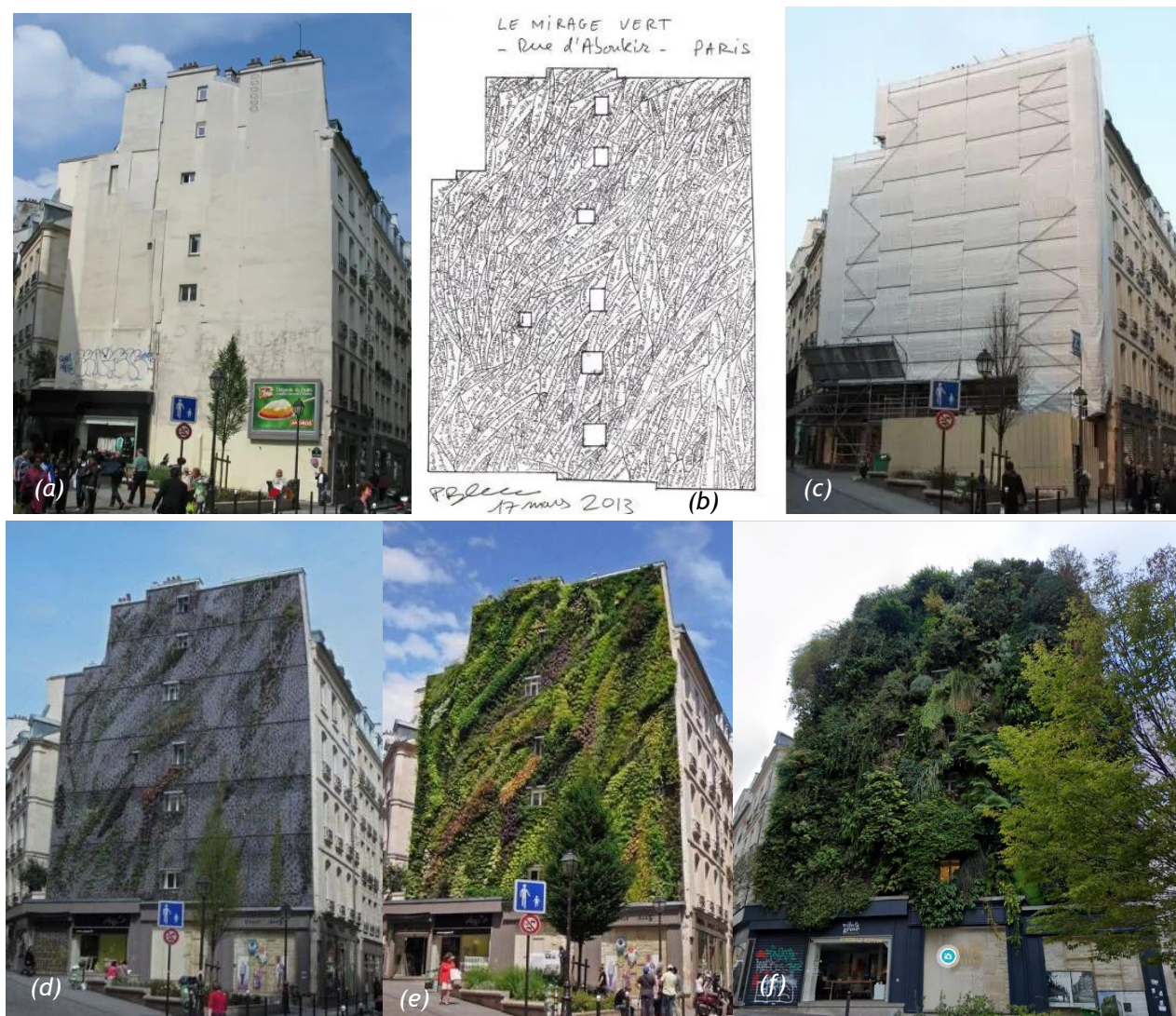


Figure 16 : Le pignon de la rue Aboukir a) avant 2013, b) esquisse du projet de mur végétalisé, c) durant l'installation en février 2013, d) après une semaine de plantation, e) après 3 mois de plantation et f) en novembre 2022 soit plus de 9,5 ans après la plantation [18]

4.2 - Via verde à Mexico

Depuis 2016, dans le but de diminuer la pollution de l'air, le projet *Via verde* (voie verte) de l'architecte Fernando Ortiz Mosnaterio, se déploie à Mexico le long d'une autoroute très fréquentée. L'objectif est de végétaliser plus de 60 000 m² de mur et d'habiller 1000 pylônes. Les plantes installées participeraient à l'amélioration de la qualité de l'air très dégradée à Mexico⁶, en filtrant les particules fines et en produisant de l'oxygène. Les plantes sont installées dans une toile

⁶ Pour exemple mi-septembre 2025, la concentration de PM_{2,5} (particules fines de diamètre inférieure à 2,5µm) était d'environ 3,5 fois la valeur seuil annuelle de l'OMS [<https://www.iqair.com/fr/mexico>]

composée de bouteilles en plastiques recyclées (figure 17), dont la densité permet aux racines de bien s'arrimer dans la toile ensuite fixée aux murs ou pylônes. Le système d'irrigation est automatisé et l'eau utilisée est celle des pluies [19,20,21].

Dans le centre historique de Mexico sont installés des jardins verticaux qui rendent la mégapole plus respirable. Figure 18 propose un exemple de ces murs végétalisés de 280 m². Le panneau posé sous le jardin vertical indique, qu'à l'année, ce mur génère de l'oxygène pour 285 personnes, piège 37 kg de poussières nocives, filtre 190 tonnes de gaz nocifs et réduit de 10 dB les nuisances sonores.



Figure 17 : a) Pylônes végétalisés sur la Via verde à Mexico [20] et b) détail du support en fibres recyclées de bouteilles plastiques [21]



Figure 18 : a) Exemple de jardin vertical dans la ville de Mexico, Calle Regina [Diego Delso, delso.photo, License CC BY-SA] et b) zoom sur le panneau [22]

4.3 - Le mur géant de Rozzano

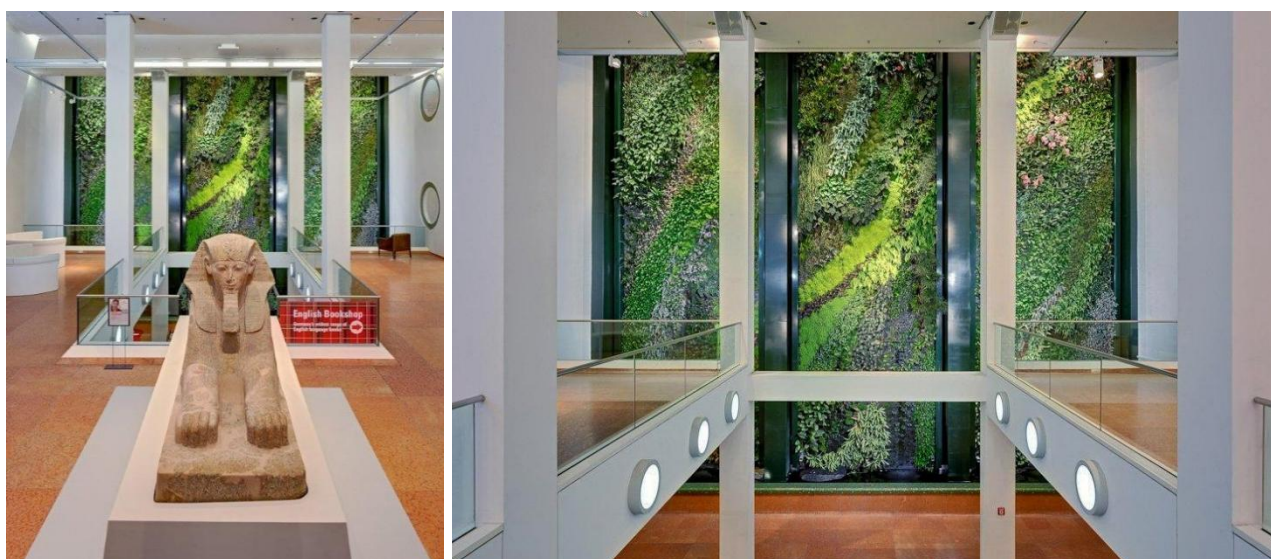
Rozzano est une ville de Lombardie proche de Milan, qui héberge un centre commercial heureusement différent de ces semblables : sa façade est un jardin vertical de 1262,85 m² de végétaux soit 44 000 plantes représentant plus de 200 variétés. Conçue par l'architecte Francesco Bollani, la façade végétale a été inaugurée en 2010, et labélisée plus grand jardin vertical par Guinness en 2012. Les végétaux, implantés dans de la sphaigne du Chili, ont été cultivés sous serre dans de petites contenants avant d'être assemblés, comme un jeu de construction, pendant 3 mois. Ce mur végétal absorbe le dioxyde de carbone, réduit la pollution sonore et régule la température à l'intérieur du bâtiment en l'isolant des rayonnements solaires [23,24].



Figure 19 : Mur végétal géant du centre commercial de Rozzano (Italie) [23]

4.4 - Jardin vertical intérieur à Berlin

Le grand magasin culturel *Kulturkaufhaus Dussman* à Berlin est un bâtiment reconstruit après-guerre de 8 étages dont les cinq premiers sont commerciaux. Les deux premiers étages ont conçues avec une allée centrale ouverte sur le ciel par une verrière pyramidale. À l'entrée du bâtiment, proche du sphinx d'Hatchepsout⁷ (un original de 1475 av. J.-C., prêt permanent du Musée égyptien de Berlin) se trouve un jardin vertical (figure 20). Conçu par Patrick Blanc, c'est un paysage tropical de 270 m² composé de 6000 plantes tropicales alimentées par un bassin de 16 000 l d'eau [25,26].



⁷⁷ Hatchepsout (1508-1457 av.J.-C.), reine d'Egypte antique, pharaon, cinquième souveraine de la XVIII^e dynastie



Figure 20 : Jardin vertical dans le Kulturkaufhaus Dussman de Berlin (Allemagne) [26,27]

5 - Conclusion

Les murs végétalisés ne se substituent pas aux fonctions du mur support telles que l'étanchéité à l'air et à l'eau, l'isolation thermique et phonique, la résistance du bâtiment, même s'ils peuvent en améliorer les propriétés ; les murs végétalisés ont un rôle esthétique avant tout. L'empreinte environnementale de telles installations est évidemment à prendre en compte. Elle dépend nécessairement des matériaux employés, des plantes installées et également de la manière dont l'irrigation et la fertilisation sont réalisées.

Lorsque l'on souhaite installer une végétalisation verticale pérenne sur une façade, il est important de connaître les normes, les documents techniques unifiés (DTU) concernant les techniques de pose, ainsi que les règles professionnelles des plantation et arrosage [28]. Citons quelques documents (liste non exhaustive !) :

- Conception, réalisation et entretien de solutions de végétalisation de façades par bardage rapporté - B.C.3-R0 - Septembre 2016
(<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/unep-bc3-r0-bd.pdf>)
- Liste de plantes pour les façades végétalisées - Annexe B.C.3-R0 - Novembre 2016 (<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/unep-bc3-021216-annexe.pdf>)
- Travaux de plantation des arbres et des arbustes - P.C.2-R1 - Février/Avril 2012
(<https://www.lesentreprisesdupaysage.fr/content/uploads/2019/12/pc2-r0-reglespro-28-04-16.pdf>)
- Travaux de plantation des massifs - P.C.3-R0 - Janvier 2014
(<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/p-c-3-r0-regles-pro-entretien-des-massifs-020516.pdf>)
- Conception des systèmes d'arrosage - P.C.6-R0 - Juillet 2012
(<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/p-c-6-r0-conception-090516.pdf>)
- Travaux de mise en œuvre des systèmes d'arrosage - P.C.7-R0 - Juillet 2014
(<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/p-c-7-r0-regles-pro-travaux-de-mise-en-oeuvre-des-systemes-d-arrosage-020516.pdf>)
- Travaux de maintenance des systèmes d'arrosage - P.E.4-R0 - Juillet 2012
(<https://documents.lesentreprisesdupaysage.fr/pub/documents/p-e-4-r0-maintenance-28-04-16.pdf>)

La ressource « *Façade végétalisée en béton impression 3D* » [29] propose l'exploitation pédagogique de niveau pré-baccalauréat d'un exemple réel de réalisation d'une façade végétalisée. Dans un premier temps, la réalisation de la façade en béton par impression 3D est présentée depuis la technique jusqu'au choix de la formulation du béton. Dans un second temps, l'exploitation pédagogique est détaillée pour un niveau STI2D AC depuis les objectifs jusqu'au

découpage de la séance et passant par les documents nécessaires. La ressource « *Imprimer des bâtiments en 3D : une nouvelle façon de construire demain* » [31] permet d'introduire cette technique.

Références :

- [1]: Histoire des murs végétalisés, flora urbanica, https://floraurbanica-com.translate.goog/en/history-of-green-walls/? x_tr_sl=en& x_tr_tl=fr& x_tr_hl=fr& x_tr_pto=rq
- [2]: Stanley Hart White, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Stanley_Hart_White
- [3]: Patrick Blanc, Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Patrick_Blanc
- [4]: A vertical Garden: origins of the Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938), Richard L. Hindle (2012), Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes: An International Quarterly, 32:2, 99-110, https://escholarship.org/content/qt62m5k813/qt62m5k813_noSplash_4fbc4eb387c66382d02d2b5716916ffe.pdf
- [5]: Vertical garden, Patrick Blanc, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/patrick-blanc/dates-clefs>
- [6]: Mur végétalisé, Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Mur_v%C3%A9g%C3%A9tal%C3%A9
- [7]: Quinzième cible HQE, Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Quinzi%C3%A8me_cible_HQE
- [8]: Haute Qualité Environnementale, Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Haute_qualit%C3%A9_environnementale
- [9]: Mur végétal : tous les systèmes pour faire un jardin vertical, Jardins de Babylone, <https://www.jardinsdebabylone.fr/blog/mur-vegetal-jardin-vertical/>
- [10]: Qu'est-ce qu'une tourbière ? Conservatoire d'espaces naturels, <https://www.pole-tourbieres.org/quest-ce-quune-tourbiere/>
- [11]: Sphaigne, Wikipedia, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sphaigne>
- [12]: Eviter l'utilisation de tourbe en jardinage, Office Français de la Biodiversité, <https://www.ofb.gouv.fr/eviter-lutilisation-de-tourbe-en-jardinage>
- [13]: Fabriquer son compost, Silence ça pousse, <https://www.silencecapousse-chezvous.fr/entretien-du-jardin/fabriquer-son-compost>
- [14]: Cordées de la réussite, Atelier [Sol]ution : murs de soutènement, S. Capdevielle, H. Horsin Molinaro, Cécile Olivier-Leblond, 2019, https://sti.eduscol.education.fr/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/cordees-de-la-reussite-atelier-solution-murs-de-soutenement
- [15]: Qui sont les nuisibles du jardin et du potager ? Oisillon.net, <https://www.oisillon.net/content/81-qui-sont-les-nuisibles-du-jardin-et-du-potager->
- [16]: Impact of vegetated facades on microclimate and outdoor thermal comfort across different building morphologies, Yi zhao, Ruibin Li, Jianlei Niu, Xing Shi, Naiping Gao, ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132325010856>
- [17]: Influence of vertical greenery systems with different greenery coverage ratios on microclimate improvement in street canyons by scaled outdoor experiments, Xiaona Zheng, Weiwen Wang, Jinrui Chen, Qizhou Chen, Shuang Luo, Hongmei Wang, Wentao Hu, Lan Pan, ScienceDirect,

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013232401000X?ref=pdf_download&fr=R-R-2&rr=97f6e1d7ae480153

[18]: L'oasis d'Aboukir, un mur végétal de 250 m² en plein cœur de Paris, C. Galoffre, Maison à part, 2013, <https://www.maisonapart.com/edito/amenagement-exterieur/jardin/l-oasis-d-aboukir-un-mur-vegetal-de-250-m2-en-plei-8375.php>

[19]: Mexique : des murs végétaux pour dépolluer la capitale, L'info durable, avril 2018, <https://www.linfodurable.fr/environnement/mexique-des-murs-vegetaux-pour-depolluer-la-capitale-3290>

[20]: Via verde prepares to go international with its high-tech vertical gardens, Mexico News Daily, juillet 2019, <https://mexiconewsdaily.com/news/via-verde-prepares-to-go-international/>

[21]: Pour dépolluer, Mexico investit dans des murs végétaux, Franceinfo, juillet 2019, https://www.franceinfo.fr/environnement/pollution/pollution-de-l-air/pollution-aux-particules-fines/video-pour-depolluer-mexico-investit-dans-des-murs-vegetaux_3557619.html

[22]: Jardins verticaux à Mexico : beauté et lutte contre la pollution, mon petite journal, décembre 2015, <https://monpetitjournaldicietdailleurs.over-blog.com/2015/12/jardins-verticaux-a-mexico-beaute-et-lutte-contre-la-pollution.html>

[23]: Le Plus Grand Mur de Verdures par l'Architecte Francesco Bollani, Maxi tendance, octobre 2012, <https://www.maxitendance.com/2012/09/grand-mur-verdure-architecte-francesco-bollani.html>

[24]: Record : le plus grand jardin vertical du monde ! Futura, octobre 2012, <https://www.futura-sciences.com/maison/actualites/maison-record-plus-grand-jardin-vertical-monde-41721/>

[25]: Kulturkaufhaus Dussman, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Kulturkaufhaus_Dussmann#cite_note-12

[26]: Jardin vertical dans la zone événementielle du Kulturkaufhaus Dussmann, Agp, <https://agp-berlin.com/fr/portfolio/dussmann-2/>

[27]: Patrick blanc et ses murs de verdure, deutschland.de, août 2013, <https://www.deutschland.de/fr/topic/vie-moderne/life-style-arts-culinaires/patrick-blanc-et-ses-murs-de-verdure>

[28]: B.C.3-R0 : Conception, réalisation et entretien de solutions de végétalisation de façades par bardage rapporté, Les entreprises du paysage, <https://www.lesentreprisesdupaysage.fr/bonnes-pratiques-du-secteur-les-regles-professionnelles/les-regles-parues/b-c-3-r0-conception-realisation-et-entretien-de-solutions-de-vegetalisation-de-facades-par-bardage-rapporte/>

[29]: Façade végétalisée en béton impression 3D - Exploitation, pédagogique en pré-bac STI2D AC, E. Celecshi, C. Desodt, H. Horsin Molinaro, 2026, URL, https://sti.eduscol.education.fr/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/facade-vegetalisees-en-beton-impression-3d-exploitation-pedagogique

[30]: Toit et mur végétalisé, sti2d Saint Erembert, <http://sti2d-erembert.fr/>

[31]: Imprimer des bâtiments en 3D : une nouvelle façon de construire demain, E. Celecshi, C. Desodt, H. Horsin Molinaro, 2026, URL, https://sti.eduscol.education.fr/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/facade-vegetalisees-en-beton-impression-3d-exploitation-pedagogique

Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <https://sti.eduscol.education.fr/si-ens-paris-saclay>