



« Rendre présente la nature et le développement durable dans la construction des bâtiments actuels »

« Bringing nature and sustainable development into the construction of modern buildings »

« Tornar a natureza e o desenvolvimento sustentável presentes na construção dos edifícios atuais »

Valeria Cristina Schaefer Salazar

SFDE (Société Française pour le Droit de l'Environnement)

schaefer.valeria@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-5002-8629>

RÉSUMÉ: Le développement des grandes villes a généré des problèmes pour la flore et la faune qui ont vu la destruction de leur habitat et dans certains cas la raréfaction des espèces. Pour restituer à la nature les pertes causées, il existe diverses techniques de construction des bâtiments et de planification des espaces verts qui peuvent apporter une renaturation des paysages et une récupération de la biodiversité en associant une meilleure gestion du changement climatique actuel. On parle de techniques telles que la mise en œuvre d'infrastructures vertes, espaces bleus, terrasses et ruches sur les toits, jardins potagers communautaires, façades végétalisées, cavités naturelles pour la faune. Il existe en outre diverses techniques et principes PRO-environnementales dans le domaine de la construction des bâtiments et de travaux publics, possibles d'incorporer dans les projets pour améliorer l'environnement et la santé, pour rénover plus que construire, considérer la circularité des matériaux, inclure dans la programmation de construction les matériaux biosourcés plutôt que les non renouvelables ainsi que des appareils favorables à la performance énergétique : c'est l'urbanisme durable.

Bien que ces techniques et principes n'aient pas d'influence directe sur l'inclusion de la biodiversité dans l'environnement urbain, ils agissent indirectement, contribuant à la lutte contre le réchauffement climatique et à la ré-stabilisation du climat, et réduisant l'épuisement des ressources naturelles, ce qui à son tour sera une contribution indirecte à la préservation de la biodiversité.

Cet article a été construit depuis une approche descriptive et appliquée. Une analyse empirique approfondie fera l'objet d'un nouvel article.

Mots-clés – Palavras-chave – Keywords urbanisme durable en ville, planification écologique des bâtiments, renaturation des paysages, récupération de la biodiversité urbaine, circularité des matériaux de construction, matériaux biosourcés dans la construction.

ABSTRACT: The development of large cities has created problems for flora and fauna, which have seen the destruction of their habitats and, in some cases, the rarefaction of species. To restore the losses caused to nature, there are various building construction and green space planning techniques that can bring about a renaturation of landscapes and a recovery of biodiversity by combining better management of current climate change. These include techniques such as the implementation of green infrastructure, blue spaces, rooftop terraces and beehives, community vegetable gardens, green facades, and natural cavities for wildlife. There are also various PRO-environmental techniques and principles in the field of building construction and public works, which can be incorporated into projects to improve the environment and health, to renovate more than build, to consider the circularity of materials, to include bio-sourced materials in the construction program rather than non-renewable ones as well as devices favorable to energy performance: this is sustainable urban planning.

Although these techniques and principles do not directly influence the inclusion of biodiversity in the urban environment, they do have an indirect impact,

contributing to the fight against global warming and climate re-stabilization, and reducing the depletion of natural resources, which in turn will indirectly contribute to the preservation of biodiversity.

This article was developed using a descriptive and applied approach. A more in-depth empirical analysis will be the subject of a new article.

RESUMO: O desenvolvimento das grandes cidades criou problemas para a flora e a fauna, que sofreram a destruição de seus habitats e, em alguns casos, a rarefação de espécies. Para restaurar as perdas causadas à natureza, existem diversas técnicas de construção civil e planejamento de espaços verdes que podem promover a renaturalização das paisagens e a recuperação da biodiversidade, combinando uma melhor gestão das mudanças climáticas atuais. Essas técnicas incluem a implementação de infraestrutura verde, espaços azuis, terraços e colmeias em coberturas, hortas comunitárias, fachadas verdes e cavidades naturais para a vida selvagem. Existem também diversas técnicas e princípios pró-ambientais no campo da construção civil e obras públicas, que podem ser incorporados em projetos para melhorar o meio ambiente e a saúde, para renovar mais do que construir, para considerar a circularidade dos materiais, para incluir materiais de origem biológica no programa de construção em vez de materiais não renováveis, bem como dispositivos favoráveis ao desempenho energético: isso é planejamento urbano sustentável.

Embora essas técnicas e princípios não influenciem diretamente a inclusão da biodiversidade no ambiente urbano, atuam indiretamente, contribuindo para o combate ao aquecimento global e à reestabilização climática, além de reduzir o esgotamento dos recursos naturais, o que, por sua vez, contribuirá indiretamente para a preservação da biodiversidade.

Este artigo foi desenvolvido utilizando uma abordagem descritiva e aplicada. Uma análise empírica aprofundada será objeto de um artigo subsequente.

1. INTRODUCTION – INTRODUÇÃO – INTRODUCTION

Plusieurs documents au niveau européen renforcent le soutien au rétablissement de l'équilibre environnemental global lié aux activités de construction et de fonctionnement des bâtiments. Pour les pays membres de l'UE, il existe par exemple le Règlement (UE) n°2024/1991 du 24 juin 2024 relatif à la restauration de la nature et modifiant le règlement (UE) n°2022/869 dans son paragraphe n°4 il présente la cible 2 en poursuivant l'objectif d'appliquer des mesures pour arriver à la remise en état d'au moins 30% d'écosystèmes dégradés pour améliorer la biodiversité et sa fonction écosystémique. Il y a aussi le

Règlement (UE) n°305/2011 du 09 mars 2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation pour les produits de construction et abrogeant la directive n°89/106/CEE du Conseil dans son paragraphe 25 il fait référence à l'utilisation de produits respectueux de l'environnement, dans son paragraphe 55 il parle de recyclabilité des ouvrages de construction et dans son annexe 1 point 3 il manifeste l'exigence fondamentale de santé pour les occupants et la qualité de l'environnement au moment de construire. Un troisième document est la Directive (UE) 2024/1275 du Parlement européen et du Conseil du 24 avril 2024 sur la performance énergétique des bâtiments qui explique dans son paragraphe n°6 le lien entre l'émission de particules fines lors de l'utilisation de combustibles fossiles pour le chauffage et l'état de la santé humaine et le paragraphe n°22 qui parle des options variées pour une énergie à émission nulle. Il faut aussi prendre en compte un quatrième document stratégique nommé « Une vague de rénovations pour l'Europe » qui présente des stratégies telles que le soutien de financement de l'UE sous forme de subventions vertes et prêts verts intéressants pour les États membres. Ces documents et tant d'autres ont été créés pour agir contre une situation environnementale vis-à-vis de laquelle il est pressant de modifier la vie quotidienne pour arriver à inverser les effets du changement climatique qui affectent dangereusement la stabilité du climat, pour protéger le droit à la santé humaine, et pour préserver la biodiversité et ces relations (en entendant par biodiversité, ou diversité biologique, 'analyse l'article L110-1 du Code de l'Environnement français qui fait référence à une diversification d'organismes vivants de toute origine, comprenant les écosystèmes terrestres, les écosystèmes marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques où ils appartient. Cette biodiversité globalise la diversité des espèces et entre espèces, la diversité des écosystèmes et les interactions entre les organismes vivants, et en comprenant que les êtres humains en font partie. Une de ces activités directement liée à des facteurs et conséquences anthropiques est la construction de bâtiments. Le Portugal et la France – en leur qualité de membres de l'Union européenne – ont l'engagement de présenter des résultats par rapport aux cibles établies.

Le succès des objectifs de ces documents (et de tant d'autres en la matière) peut se voir assuré à travers l'incorporation de techniques de

construction pour rétablir la nature, diminuer la consommation énergétique, augmenter la qualité de la santé dans les habitations, réduire les coûts de construction et de consommation nécessaires au moment de l'utilisation des bâtiments et éviter l'utilisation inutile et excessive de surface de construction lors de la reconstruction ou de la rénovation de bâtiments existants.

De même, le Portugal dans le Décret-Loi n° 117/2024, du 30 décembre 2024 fait référence à la grande disponibilité foncière qui facilitera la mise en place de solutions de logement en considérant des critères tels que les coûts maîtrisés et les ventes à des prix possibles, vers le chemin d'une plus grande équité sociale où les familles portugaises pourront accéder à *un logement décent*.¹ Pour des raisons d'engagement éthique et social, les États sont responsables d'intégrer dans cette disponibilité foncière les conditions de bien-être, de santé et de faible coût d'utilisation. À long terme il s'agira d'une boucle de rétroaction qui apportera des résultats positifs aux budgets nationaux en matière de dépenses de santé, de traitement des déchets, de contrôle des eaux pluviales, de dépenses énergétiques et même de dépenses touristiques, entre autres résultats.

Les thématiques environnementales sont liées à des autres sujets qui apportent entre tous aux objectifs globaux. De cette façon cet article a une approche de type « encyclopédique » avec des exemples pratiques aux chapitres mentionnés, sans que cette étendue permette une exploration intensive de chaque technique.

2. FAVORISER LE RETOUR DE LA NATURE DANS L'HABITAT HUMAIN

Dans l'état actuel des choses, le lieu destiné à habitation humaine demande éthiquement de considérer de manière inaliénable la qualité de vie et la santé humaines, deux conceptions difficilement quantifiables dans le domaine économique mais des facteurs réels qui doivent être présents.

¹ Presidência do conselho de ministros. (2024, Décembre 30). Decreto-Lei n° 117/2024, Sumário, parágrafo 6.

Une conception architecturale comprenant l'augmentation de l'efficacité énergétique dans sa structure, et/ou l'incorporation d'éléments naturels dans la construction, de telle sorte que les matériaux, les formes et les systèmes puissent être intégrés dans la structure physique des bâtiments, ainsi que l'utilisation de matériaux moins dangereux pour la santé, sont des facteurs qui pourront contribuer au développement des avantages environnementaux et économiques. L'idée est d'appliquer des techniques de construction qui combattent l'effet de serre, réduisent les coûts du produit final et contribuent à la beauté naturelle du paysage et à la qualité de vie des occupants (locataires ou propriétaires).

La connaissance des bonnes technologies capables de diminuer les effets négatifs sur la nature, l'environnement et le climat, et la baisse des coûts de construction et des prix finaux, pourraient être intéressantes tant pour les entreprises constructrices, que pour les organismes de l'administration publique et surtout pour le consommateur/utilisateur de dernière ligne. C'est pour cela qu'est essentiel de penser dès maintenant une planification de la construction urbaine qui accorde l'espace requis mais aussi la renaturation de ces espaces urbains avec les vertus et bénéfices à recevoir de la nature. Pour cet accord, il est primordial d'appliquer une rénovation écologique dans la conception de la manière de construire.

La lutte contre l'effet de serre qui se présente comme le responsable du réchauffement climatique à partir du 20^e siècle a été le moteur pour la recherche et la mise en œuvre de plusieurs techniques dans le secteur de la construction pour réduire le dommage environnemental. Une branche de cet objectif consiste à pousser la société humaine – qui est déjà beaucoup urbanisée et un peu artificialisée – à concevoir une nouvelle façon de construire, à analyser les matériaux qui seront utilisés, à découvrir quel système pourra être plus efficace pour la diminution de dépenses énergétiques (dans une société qui le demande à grande échelle), à se rapprocher des générations qui ont vécu avec la sagesse de la vie simple de la campagne pour découvrir que de telles orientations produisent des bénéfices oubliés, sans abandonner les exigences de la vie actuelle urbanisée.

Le développement industriel et scientifique possèdent le côté positif de générer des produits et processus qui sont capables de renverser un

pourcentage élevé des dégâts que ce même développement a donné comme héritage à la société consommatrice d'aujourd'hui, mais sans la connaissance de ce qui existe comme bonnes pratiques, il ne sera pas possible de mettre en œuvre ces changements.

2.1. Infrastructures vertes avec des espèces végétales adaptées aux conditions climatiques locales - Infra-estruturas verdes com espécies vegetais adaptadas às condições climáticas locais - Green infrastructure with plant species adapted to local climatic conditions

Il faut vivre dans un environnement qui offre des espaces verts pour le bien-être humain et aussi pour la bonne contribution des cycles de la nature au milieu local. Ces infrastructures vertes ont la capacité d'atténuer les risques climatiques, (e.g.: régulation thermique à travers des effets de refroidissement ou par la réduction des sécheresses et des inondations avec le concours d'une rétention et d'une absorption de l'eau dans le sol).

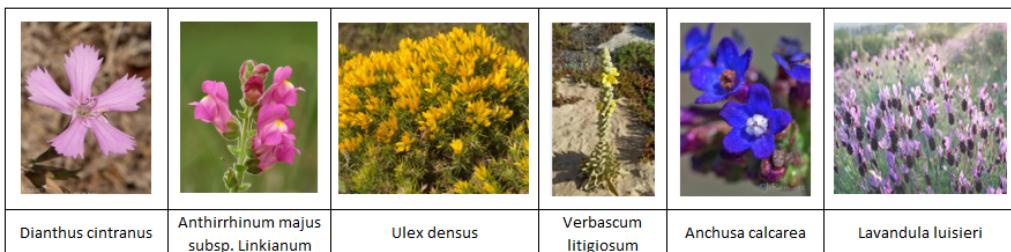
Ces espaces verts sont présents dans plusieurs secteurs urbains, mais le fait de considérer dans la planification de ces espaces verts l'incorporation des espèces végétales protégées pour les reproduire en plus grande quantité que le rythme normal de la nature sera une contribution à la conservation de la diversité biologique qui est déjà menacée par leur fragmentation ou plus directement par leur destruction au nom de l'urbanisation².

Entre Lisboa et Coimbra ou Portugal, le territoire possède une flore endémique portugaise déjà adaptée au climat local et idéale pour la planification de la végétalisation (e.g. : *Anthirrhinum majus* subsp. *Linkianum* ; *Armeria pseudarmeria* ; *A. welwitschii* subsp. *Welwitschii* ; *Dianthus cintranus* ; *Ulex densus* ; *Verbascum litigiosum* ; et des plantes endémiques de la Péninsule ibérique telles que *Anchusa calcarea* ; *Lavandula luisieri* ; *Stauracanthus genistoides*, au milieu d'une

² De Burca, J. (2024). *Gain net de biodiversité et perte d'habitat*. Constructive-voices.com

liste plus longue)³, sans besoin d'introduire des nouvelles espèces qui pourront arriver à être des espèces envahissantes une étude à approfondir au-delà de cette liste pour découvrir la flore la plus adaptée aux objectifs.

FIGURE 1 – Exemple de flore endémique portugaise de Lisboa à Coimbra



Source. Pinto Gomes Carlos José, Lazare Jean-Jacques. La végétation du centre et du sud du Portugal – Guide de voyage botanique. In: Le Journal de botanique, n°17, 2002. pp. 1-89

D'ailleurs, le choix des arbres à planter dans une zone donnée dépendra des conditions climatiques spécifiques à chaque lieu. Des endroits excessivement ensoleillés en été mais avec une chaleur et une luminosité très variables pendant l'hiver auront besoin d'arbres à grand feuillage avec des feuilles caduques. Au contraire, des arbres avec des feuilles persistantes sont préconisés si les températures sont hautes la plupart de l'année. Les secteurs à fortes précipitations ou avec des nappes d'eau souterraine très proches de la surface seront mieux protégés par des arbres qui nécessitent une grande quantité d'eau à consommer pour diminuer la condition permanente de sol humidifié. Dans des zones à forts vents il faut faire attention à considérer dans la planification de la végétalisation des arbres pas très robustes pour éviter qu'ils ne tombent sur les bâtiments. Lors de la création de ces aires vertes – de la part des plans locaux d'urbanisme ou du côté des entreprises de construction – il est suggéré de considérer les plantes amies de la pollinisation et qui n'augmentent pas le taux d'allergie de la population.

³ Pinto, Gomes, C. J., Lazare, J.-J. (2002). *La végétation du centre et du sud du Portugal – Guide de voyage botanique*. In: Le Journal de botanique, n°17, pp. 1-89

De plus, le positionnement d'un bâtiment exerce une influence sur la performance de son fonctionnement et des résultats attendus. Si les éléments de zones vertes autour d'une construction sont stratégiquement disposés ils pourront donner une direction souhaitée au vent dominant de l'endroit tout en bénéficiant aux bâtiments avec des flux d'air.⁴

2.2. Infrastructures bleues dans l'urbain – Infra-estruturas azuis nas zonas urbanas – Blue infrastructure in urban areas

Il vaut la peine de présenter de manière générale les espaces « bleus » qui contribuent aussi efficacement à la réduction des effets des îlots de chaleur urbains qui sont le produit du réchauffement climatique et des vagues de chaleur de plus en plus fréquents. La température au niveau de la surface de l'eau est moins élevée que la surface des zones végétalisées (indiscutablement plus fraîches que les rues, les trottoirs et les toits). Le refroidissement par unité de superficie de ces eaux est d'une plus grande importance que celui d'une surface bâtie ou d'un parc végétalisé. Cet effet de baisse de la température varie selon la condition météorologique de la journée (dans les parcs urbains diversifiés et bien structurés, la température de l'air pourra réduire de 7 °C⁵). Les ouvrages en eau possibles à installer dans des secteurs urbains comprennent les plans d'eau à rives végétalisées tels que les étangs, les bassins de rétention, les fossés d'infiltration, les mares qui peuvent être semi-naturels aussi en l'absence d'un cours d'eau naturel, et encore les cuvettes de rétention plantées. La conjonction entre les infrastructures vertes et les ouvrages bleus fait naître un intérêt croissant.⁶ Il reste

⁴ United Nations Environment Programme. (2021). *A Practical Guide to Climate-resilient Buildings & Communities*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/practical-guide-climate-resilient-buildings>, page 40.

⁵ Eawag et WSL, (2024). *Identifier, préserver et promouvoir la biodiversité bleu-vert*. Enseignements tirés de l'initiative de recherche « Blue-Green Biodiversity ». 56 p. ; (Ed.) 56 p.

⁶ United Nations Environment Programme. (2021). *A Practical Guide to Climate-resilient Buildings & Communities*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/practical-guide-climate-resilient-buildings>, page 36.

important de considérer que les infrastructures bleues – pareillement que les zones vertes – font partie du concept de « ville éponge », avec l'idée de préparer les secteurs urbanisés face aux risques des inondations dus aux changements climatiques. Ces systèmes plus naturels que les installations et réseaux anthropiques actuels absorbent l'eau de pluie et permettent l'infiltration de l'eau pluviale dans les nappes phréatiques qui seront rechargées. Ces systèmes-occasionnent un processus plus naturel et contrôlé permettant la restitution à l'environnement de manière progressive avec plus d'efficacité du cycle réel de l'eau, en diminuant son évacuation rapide dans les systèmes de canalisation,-situation qui comporte le risque de saturer les niveaux maximaux de débit contrôlables des rivières et des canaux. La contribution en richesse de biodiversité est considérable dans les zones urbanisées qui possèdent des milieux aquatiques créés ou gérés, et inéluctablement ces endroits verront l'apparition d'un microclimat qui va les entourer. Le développement de structures en eau dans les zones urbaines est capable aussi d'arriver à offrir des ressources de nourriture à plusieurs espèces d'oiseaux qui peuvent aussi installer ses nids et créer des interactions invisibles à simple vue. Les écosystèmes terrestre-aquatique doivent être évalués ensemble pour optimiser les résultats avant leur création. Une correcte structuration entre béton, flore et eaux augmentera le potentiel de la relation de vie entre les organismes qui participent à chaque environnement local : toutes ces structures doivent être pensées pour qu'il existe une relation entre les milieux et les êtres vivants, c'est-à-dire que les réseaux trophiques variés et liés ont besoin de moins d'entretien et résistent mieux aux déséquilibres qui peuvent arriver dans la chaîne de fonctionnement du système interrelationnel.

De même, l'eau de pluie capturée par les plans d'eau est une réserve précieuse pour les périodes de sécheresse.

Au fur et à mesure que l'ouvrage (vert ou bleu) est actif il y aura nécessairement une dégradation de sa structure causée par érosion, sédimentation, contamination, déchets, eutrophisation, colmatage... Donc un programme d'entretien et de nettoyage est élémentaire et doit faire partie des moyens économiques du projet.

La ville éponge permet de traiter diverses problématiques et d'offrir des solutions comme réduire le risque de dégâts occasionnés par l'excès d'eau pluviale, adapter la vie urbaine aux changements climatiques

actuels, renforcer la protection de la biodiversité (les plans d'eaux doivent être construits avec des rampes de sauvetage grâce auxquelles les animaux – spécialement des amphibiens et des petits mammifères – qui tombent éventuellement dans l'eau peuvent sortir en évitant les blessures et la mort), améliorer la qualité de vie anthropique, rétablir les niveaux acceptables de la qualité de l'eau, de la qualité de l'air et de la qualité du sol, apporter la beauté de ressources naturelles à travers la création d'aires de récréation dans les villes et générer une sensibilisation humaine qui prend conscience du fléau attaquant aujourd'hui la biodiversité.⁷

2.3. Terrasses vertes sur le dernier étage d'un bâtiment

(toits végétalisés) – Terraços verdes no último andar de um edifício (telhados verdes) – Green terraces on the top floor of a building (green roofs)

La toiture végétalisée – sujet qui est déjà consacré dans le champ législatif français à travers une loi, un arrêté et des modifications dans le Code de la construction et de l'habitation – est une technique environnementale avérée comme régulatrice des eaux pluviales (drainage), mais elle est aussi une forme de contrôle de l'échange de température (isolation thermique), de contrôle du bruit (isolation acoustique) et de la capture d'éléments polluants à travers la filtration racinaire de l'eau de pluie et la photosynthèse créant un microclimat qui favorise la préservation et la reconquête de la biodiversité, comme stipulé dans le titre II de l'article 101 de la Loi française n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, dite « Loi Climat et Résilience). De même que pour le point 2.5 « les façades végétalisées », les surfaces des toits des bâtiments exposées vers les rayons solaires avec de matériaux végétaux sur la toiture réduisent l'absorption de chaleur (action d'iso-

⁷ Eawag et WSL, (2024). *Identifier, préserver et promouvoir la biodiversité bleu-vert.* Enseignements tirés de l'initiative de recherche « Blue-Green Biodiversity ». 56 p. ; (Ed.)

lation), donc les températures⁸. Cela peut varier entre un toit qui reste à 23,3°C pour les toitures végétalisées et 66,1°C pour les toitures en matériaux conventionnels. Quand les températures sont très élevées à l'intérieur des bâtiments, la solution directe est de climatiser, situation qui amène vers un problème supplémentaire à la fois environnemental et énergétique. Par ailleurs, ce type de toiture a la capacité d'absorber une portion des précipitations (contrôle de l'eau de pluie et de l'humidité relative de l'air), et il est capable d'allonger sa propre durée de vie.

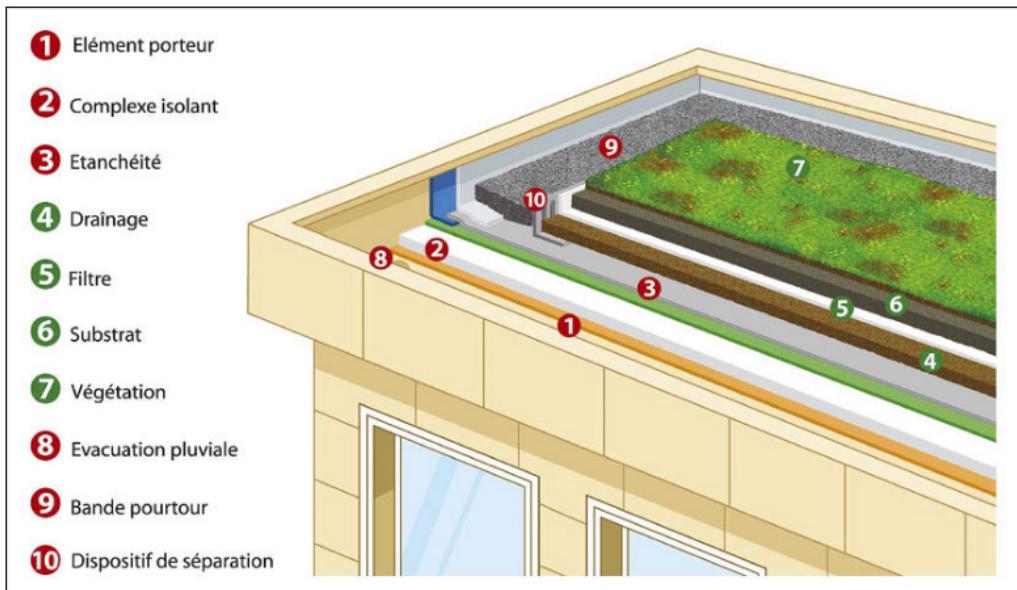
En France métropolitaine, l'épaisseur minimum de substrat après tassement dans un système de toiture végétalisée installé doit être de 10 cm (pour les constructions neuves et les extensions) et de 8 cm (pour les rénovations de bâtiments existants). La capacité maximale en eau (CME) doit être $\geq 35\%$ en volume. L'exigence est de 10 espèces végétales différentes a minima, en considérant la capacité d'adaptation des espèces choisies aux conditions climatiques locales et en tenant compte des écosystèmes et paysages locaux, avec un accès à au moins un point d'eau. L'eau potable s'utilisera en complément des eaux de récupération. Ces points d'eau doivent permettre de maintenir les fonctions vitales des plantes lors de périodes prolongées de canicule ou de sécheresse. L'arrosage doit optimiser la ressource en eau. Un accès doit exister pour garantir l'entretien du système, a minima annuel, ce qui favorise la préservation et la reconquête de la biodiversité mentionnées au titre I de l'article L. 171-4 du Code de la construction et de l'habitation.

Dans les territoires d'outre-mer français (Guadeloupe, Guyane, Martinique, La Réunion et Mayotte), le système de toiture végétalisée installé doit être conforme aux contraintes sismiques et cycloniques, ne peut pas introduire d'espèces végétales interdites, et doit être capable de résister aux périodes de sécheresse importantes et de fortes pluies, avec un entretien aussi a minima annuel.⁹

⁸ United Nations Environment Program (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi, page 9

⁹ Arrêté. (2023, Décembre 19). Portant application de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation et fixant les caractéristiques minimales que doivent respecter les systèmes de végétalisation installés en toiture

FIGURE 2 – Schéma à mode d'exemple pour la construction d'une toiture végétalisée



Source. www.acteurdurable.org -Toitures et façades végétalisées au service du développement durable

Il est à noter que les pelouses trop entretenues n'offrent pas un endroit où la biodiversité peut développer ses relations avec l'environnement et la variété des acteurs qui le composent.

2.4. Jardins potagers et secteurs de compostage d'utilisation commune – Hortas partilhadas e áreas de compostagem – Shared vegetable gardens and composting areas

Dans toutes les communautés humaines le travail en groupe offre des bénéfices sociaux. Une des opportunités réelles est la construction des espaces pour les jardins collectifs (appelés aussi jardins ouvriers, jardins familiaux, jardins maraîchers, jardins pédagogiques selon la forme de distribution du terrain, s'il est implanté directement au sol ou dans des bacs, qui est en charge de l'administration du terrain et quel est l'objectif de la production), où tout le monde est bienvenu sans restriction. L'activité développée à travers ce type de travail donne une impulsion aux besoins de renaturation des espaces urbains, en offrant

aussi une opportunité de réinsertion socio-économique pour qui peut se trouver au chômage (autonomie et économie de consommation avec un complément de ressources) et/ou pour qui souffre d'isolement, et c'est enfin la clé pour appliquer la technique de la permaculture en vue de l'amélioration des sols sans ajout de produits chimiques.

FIGURE 3 – Exemple d'un jardin collectif dans la ville de L'Haÿ-les-Roses, France



Source. www.lhayylesroses.fr, page officielle de l'Hôtel de ville de L'Haÿ-les-Roses

En France, les collectivités territoriales, des associations de jardins familiaux ou des personnes morales par convention peuvent être en charge de l'administration de ces programmes de jardins communautaires au niveau local, où il est nécessaire d'adhérer à l'orientation par un organisme prescripteur autorisé, car une pédagogie à travers des ateliers de formation et de sensibilisation améliorera l'atteinte des objectifs. Cette formation considère un large public (adultes, jeunes, enfants à l'école, personnes retraitées, groupes écologique...).

Il est nécessaire de souligner le travail démontré par l'initiative « Incredible Edible » en Angleterre (connu en France comme « Incroyables

Comestibles ») : un projet déclenché l'année 2008 à Todmorden par un groupe de citoyens, avec l'objectif de la production de fruits et de légumes gratuits pour tous. Les endroits disponibles en milieu urbain (jardins au pied d'immeuble, bacs de jardinage, jardins collectifs ou autres) sont utilisés pour la plantation des arbres fruitiers voire des légumes. Leur récolte est en libre-service.¹⁰

Ce type de volontariat fait penser que la thématique environnementale et les problèmes que l'on doit affronter aujourd'hui ont une part d'action humanitaire et altruiste. Les bonnes actions à mettre en marche en général ne sont pas payées mais il faut néanmoins les mettre en place.

2.5. Façades végétalisées (jardins verticaux) – Fachadas verdes (jardins verticais) – Green façades (vertical gardens)

L'intégration de surfaces recouvertes par des plantes permet de couvrir une partie du béton, du béton armé, du concret, de l'asphalte, du plastique, du métal, tous matériaux exposés à l'atmosphère (rayonnements solaires, différences de températures, vent, pluie). Une telle action permettra de maintenir de manière naturelle la fraîcheur des bâtiments (ces façades végétalisées peuvent rafraîchir l'air qui se trouve à l'intérieur des bâtiments), réduira la consommation d'énergie et recueillera une portion des eaux pluviales ce qui réduira les niveaux des inondations, réapprovisionnera les nappes phréatiques, en aidant en même temps à l'implantation de la biodiversité urbaine¹¹. Effectivement la végétalisation des surfaces des bâtiments offre la possibilité d'améliorer l'efficacité énergétique et de diminuer des îlots de chaleur dans les centres urbains¹²

¹⁰ <https://solidarites.gouv.fr> « Les jardins collectifs » et www.incredibleedible.org.uk

¹¹ United Nations Environment Program (2023). *Building materials and the climate: constructing a new future*. Nairobi.

¹² Rabah, D. (2013). *Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment microclimat urbain*. Génie civil. Université de La Rochelle. Français. ffnNT : 2013LAROS421ff. fftel-01141046f

Divers systèmes de murs végétaux seront capables de produire 58,9 % d'économies d'énergie par rapport aux systèmes de murs en béton apparent, particulièrement dans les zones de haute température¹³.

De la même façon, un système végétal à l'intérieur de bâtiments pourra réaliser une amélioration de la qualité de l'air et aussi diminuer les dépenses par rapport aux efforts de climatisation intérieure.

FIGURE 4 – Exemple de bâtiment aux murs recouverts de végétation



Source. www.acteurdurable.org - Toitures et façades végétalisées au service du développement durable »

2.6. Ruches sur les toits - Colmeias no telhado - Beehives on roofs

La sauvegarde de l'abeille est un sujet d'urgence à cause des dommages causés par divers facteurs (présence de guêpes et frelons qui les attaquent ; des pesticides et des polluants ; des maladies).

Une pratique de renforcement de la production du miel habituelle et de la protection des abeilles est la mise en place de ruches sur les

¹³ United Nations Environment Program (2023). *Building materials and the climate: constructing a new future*. Nairobi, page 39.

toits des bâtiments commerciaux. L'expérience a eu du succès et à Paris plusieurs entreprises récoltent le produit. Il existe des exemples tels que l'hôpital Saint Joseph Saint Luc de Lyon, où en 2025 des apiculteurs qui appartiennent à une équipe partenaire de professionnels ont récolté environ 150 kg de miel, avec 4 ruches installées depuis 2024 (initiative proposée par le Comité de pilotage du développement durable de l'hôpital). Chacune de ces ruches accueille entre 20.000 et 60.000 abeilles au cours d'une saison. Celles-ci butinent dans un rayon de 1,5 km à 3 km.¹⁴

FIGURE 5 – Récolte du miel sur les toits de l'hôpital par les apiculteurs en partenariat



Source. www.saintjosephsaintluc.fr

De plus, un programme de ruches sur le toit peut contribuer à la Responsabilité Sociétale et Environnementale «RSE» que les entreprises doivent promouvoir.

¹⁴ www.saintjosephsaintluc.fr « La récolte de miel sur les toits de l'hôpital : ça continue ! ».

2.7. Cavités naturelles pour la faune dans l'urbain – Cavidades naturais para a vida selvagem em zonas urbanas – Natural cavities for wildlife in urban areas

Le développement des villes conquiert des espaces qui avant appartenait pleinement à la faune et à la flore. L'artificialisation du milieu a en particulier réduit les éléments pour la niche des oiseaux, et donc l'installation de cavités de substitution est une alternative pour les accueillir à nouveau. Il existe différentes cavités artificielles qui peuvent être mises en place telles que les nichoirs (cavités de forme et de taille variables, utilisées par des oiseaux cavicoles ou semi-cavicoles), les gîtes (cavités utilisées par les mammifères comme les hérissons et les chauves-souris pour se protéger et également servir à la parturition) et les abris (pour se protéger des intempéries, en particulier durant les périodes de froid).

Il existe des caractéristiques à observer au moment du choix de l'appareil et de l'endroit de positionnement : l'emplacement doit considérer des endroits pas très ombragés ni exposés aux vents dominants ; la taille du trou d'entrée, le volume intérieur, les dimensions globales et la hauteur de pose.¹⁵

3. INTÉGRATION DE TECHNIQUES ET DE SYSTÈMES FAVORABLES À L'ENVIRONNEMENT ET À LA SANTÉ DANS LES BÂTIMENTS CONSTRUITS

Chaque pays a un engagement sur les actions mises sur place pour réduire l'effet de serre que l'humanité connaît aujourd'hui. Les bâtiments émettent environ 50% des émissions primaires de particules fines ($PM_{2,5}$) dans l'UE, particules qui sont responsables de maladies et de décès¹⁶.

Pour combattre cette double situation préjudiciable à l'environnement et à la santé et pour modifier les pratiques quotidiennes de

¹⁵ www.lpo.fr « Installation de nichoirs, gîtes et abris dans le bâti.

¹⁶ Directive (UE) n°2024/1275 du Parlement européen et du Conseil. (2024, Avril 24). Sur la performance énergétique des bâtiments, paragraphe 10.

construction, il est nécessaire de considérer tous les avantages des matériaux naturels et de les ajouter dans la planification de la construction des bâtiments.

3.1. Rénovation ou nouvelle construction – Renovação ou construção nova – Renovation or new build

Les rénovations des bâtiments génèrent environ de 50 à 75 % d'émissions de GES de moins que les nouvelles constructions. Ces chiffres sont dus à la réutilisation de structures existantes : moins de matériel nouveau ajouté entraîne moins d'extraction et moins de production industrielle de matière première. La rénovation de bâtiments apporte aussi une diminution de la génération de déchets de construction.

3.2. Circularité des matériaux de construction – Circularidade dos materiais de construção – Circularity of building materials

Pour les pays déjà développés l'intérêt sera de rénover les constructions existantes plutôt que de construire: prolonger la durée de vie utile d'un matériau de construction permettra de réduire les coûts de construction ou de réparation, de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (moins d'extraction, moins de transport, moins de manufacture), de restreindre la surface bâtie (gain d'espaces et de terrains non cimentés) et de réduire aussi le volume des déchets. Il sera bon de considérer l'utilisation des matériaux de construction de facile réparation et aussi modulables, de telle façon que, au moment des interventions techniques, la perte de matériau original soit minime.

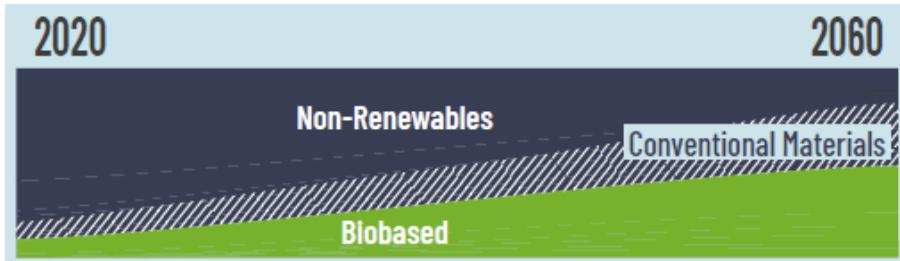
Environ 35 milliards de tonnes de déchets de construction sont destinés aux décharges. Pour diminuer ce chiffre, il faut réduire la quantité de matériaux jetés : il s'agit de passer du concept de « fin de vie » à celui de « fin d'utilisation ». Cette fin d'utilisation comporte la récupération pour la réutilisation (déconstruction sélective) ou le recyclage, possibles à effectuer depuis les endroits destinés à la démolition considérés comme sites de réserves de matériaux pour des nouvelles constructions ou de la rénovation. Un nouveau cycle de vie revient pour un même matériau qui aura une nouvelle utilisation.

Intéressante est la liste des matériaux qui ont a minima $\geq 75\%$ de réutilisation et de recyclabilité pour une déconstruction sélective : l'aluminium, l'acier renforcé, les garde-corps en acier, le bois, le concret, les briques, les panneaux de fibre à haute densité (HDF), le verre. En revanche, il est important de prendre en compte que des matériaux tels que le polyuréthane, la peinture, la résine époxy et les matelas isolants sont réutilisables ou recyclables à 0 %¹⁷.

3.3. Matériaux de construction biosourcés – Materiais de construção de base biológica – Biobased building materials

Depuis 2020 la quantité de matériaux utilisés dans la construction montre des chiffres d'environ 80% de matériaux non renouvelables, une petite portion de matériaux conventionnels et de matériaux biosourcés.

FIGURE 6 – Transition des matériaux de construction vers un avenir à faible émission de carbone



Source. United Nations Environment Programme (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi

D'aujourd'hui à trente-cinq ans le pourcentage doit être inversé, c'est-à-dire que l'utilisation de matériaux de source plus biologique est prévue à environ 50%, les matériaux conventionnels à 30% environ et les non renouvelables devront rester à 20% environ.

¹⁷ United Nations Environment Program (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi, page 22.

Dans la liste de matériaux biosourcés utilisés dans le marché de la construction on trouve le bois qui prend la forme traitée sous le nom de « timber CLT pour ‘Cross-Laminated Timber ou bois lamellé-croisé’», le bambou (avec une résistance à la traction proche de celle de l’acier et à la compression qui surpasse deux fois celle du béton) utilisé pour les poteaux et poutres de structure, les fondations, les planchers, les toitures et les murs, la **noix de coco** (la fibre de coco contient de la lignine à un niveau très élevé par rapport aux autres fibres végétales, ce qui la rend plus solide que le coton)¹⁸, le **typha** (qui fait partie d’un projet TyC-CAO en Afrique de l’Ouest)¹⁹, la **biomasse** (Les flux de matières lignocellulosiques non ligneuses issues de la foresterie, de l’agriculture et des résidus de biomasse représentent des solutions locales essentielles en matière de matériaux de construction., ces matériaux ne représentent aujourd’hui qu’une faible part de marché des matériaux de construction et reposent sur des techniques de transformation coûteuses et complexes, par exemple les balles de paille pour l’isolation de murs ; le **mycélium** (possède la capacité de lier une liste variée de composants cellulaires issus des flux de déchets provenant de la biomasse agricole, forestière et alimentaire pour produire des isolants à base de chitine, des panneaux de fibres, des panneaux de particules et des briques²⁰. Le champignon est cultivé sous forme de membrane flexible sur un substrat liquide ou solide. Ces matériaux sont en général un tissu fongique qui a des propriétés analogues à celles du textile, du cuir ou de la mousse après les traitements de post-production²¹).

¹⁸ Pichon, R. (2023). *Exploration des composants actifs de la Noix de Coco (Cocos Nucifera) “Tumu ha’ari” en tant qu’agent thérapeutique potentiel : évaluation de leurs propriétés pharmaceutiques et de leur impact sur la société humaine*. Sciences pharmaceutiques ; dumas-04324321, page 67.

¹⁹ www.cerema.fr Projet « TyCCAO: utiliser le typha comme matériau pour les bâtiments et comme combustible en Afrique de l’Ouest ».

²⁰ United Nations Environment Program (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi, page 37.

²¹ Elsacker, E., Zhang, M. & Dare-Robertson M. (2023, Avril). *Fungal Engineered Living Materials: the viability of pure mycelium materials with self-healing functionalities*. doi :10.1002/adfm.202301875, chapitre 1.2.

3.4. Techniques simples dans la construction pour améliorer la condition environnement-climat

3.4.1. Polissage des plafonds et des sols

La technique de polissage des plafonds et des sols à l'intérieur des bâtiments permet de remplacer l'utilisation des revêtements et des matériaux tels que les moquettes, les carrelages, les lambris et les faux plafonds.

3.4.2. Systèmes de récupération de l'eau de pluie

L'installation de systèmes qui récupèrent l'eau de pluie dans des conteneurs permet de l'utiliser ensuite pour l'arrosage des jardins, pour alimenter des systèmes de refroidissement et encore pour les connecter au système d'assainissement des toilettes.

3.4.3. Revêtements poreux sur les trottoirs et sur des surfaces bétonnées

La mise en œuvre de revêtements poreux sur les trottoirs et sur des surfaces bétonnées permet de diminuer le ruissellement des eaux pluviales, tout en facilitant la capacité respiratoire du sol (un terrain entièrement recouvert avec des matériaux rigides tels que le béton ou l'asphalte ne pourra pas effectuer une respiration normale entre le sous-sol et la surface). Une bonne technique appliquée est le pavé drainant. Être au courant de la pédologie locale au moment de la planification de la construction de rues et de trottoirs contribuera à l'optimisation des bénéfices obtenus une fois le projet réalisé.

3.4.4. Systèmes de drainage urbain durable

La construction des Systèmes de Drainage Urbain Durable « SDUD » (réservoirs en général végétalisés qui permettent la filtration et la

rétention de l'eau de pluie) est un appui pour réduire la nécessité des ouvrages destinés à la gestion de l'eau dans l'espace public. Ce type d'installation apporte également de manière efficace une amélioration de l'imperméabilisation des sols.

3.4.5. Cours d'eau à ciel ouvert

L'effet d'éviter d'enterrer les petits cours d'eau (ruisseaux, rus, ruisselets) ; En effet cette action élimine l'habitat de la vie aquatique, détruit les espèces végétales au bord des anciennes rives, empêche le développement du microclimat et inhibe les échanges gazeux entre la masse d'eau, le sol du fond du plan aquatique et l'atmosphère, élimine la possibilité de diminuer la température ambiante car il n'y aura pas d'évaporation, ne permet pas l'infiltration d'eau dans les nappes phréatiques, n'offre pas de surface de développement pour la biodiversité. L'enterrement de ces cours d'eau est une expérience vécue par la Suisse depuis les dernières cent-cinquante années. Quatre-vingt kilomètres de ruisseaux ont été enterrés entre 1850 et 1980 uniquement à Zurich : après avoir constaté la situation d'incapacité du système d'égouts souterrain à fonctionner correctement en raison de son enfouissement et avoir vérifié que ce type de système empêche totalement le développement de biotopes, à partir du 1989 jusqu'à 2024 seize kilomètres ont été restitués à leur condition originelle à ciel cette action élimine l'habitat de la vie aquatique, détruit les espèces végétales au bord des anciennes rives, empêche le développement du microclimat et inhibe les échanges gazeux entre la masse d'eau, le sol du fond du plan aquatique et l'atmosphère, élimine la possibilité de diminuer la température ambiante car il n'y aura pas d'évaporation, ne permet pas l'infiltration d'eau dans les nappes phréatiques, n'offre pas de surface de développement pour la biodiversité. L'enterrement de ces cours d'eau est une expérience vécue par la Suisse depuis les dernières cent-cinquante années. De quatre-vingt kilomètres de ruisseaux enterrés entre 1850 et 1980 uniquement à Zurich, après avoir constaté la situation d'incapacité du système d'égouts souterrain à fonctionner correctement en raison de son enfouissement et avoir vérifié que ce type de système empêche totalement le développement de biotopes, à partir du 1989

jusqu'à 2024 seize kilomètres ont été restitués à sa condition original à ciel ouvert.²²

4. PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Les immeubles représentent 40% de la consommation énergétique finale de l'UE et les États membres sont contraints à fixer des exigences minimales de performance énergétique pour les bâtiments²³. Jusqu'à aujourd'hui les chiffres d'amélioration sont tellement lents qu'il est possible de risquer de ne pas respecter les engagements internationaux.

Sur la base de cette statistique macro il est nécessaire de considérer et analyser a minima le comportement des résidents dans la relation bâtiment-climat. Cette triple interaction entre le climat, les personnes et les bâtiments définit les besoins énergétiques, la consommation d'énergie qui est marquée par les circonstances climatiques, sociales, économiques et culturelles. Donc la sensibilisation est un facteur de soutien pour le succès de ces réformes dans tous les secteurs : État, collectivités locales, entreprises, utilisateurs finaux)²⁴.

L'incorporation de systèmes de production d'énergie renouvelable (proche d'émissions nulles), reliés au réseau de fonctionnement énergétique du bâtiment (panneaux solaires, éoliennes à petite échelle, panneaux solaires thermiques « à tube sous-vide », par exemple) et/ou l'utilisation de la chaleur résiduelle sont des options qui apportent à la diminution de la consommation d'énergie traditionnelle et soutiennent la gestion écologique vers un environnement plus durable.

²² Eawag et WSL, (2024). *Identifier, préserver et promouvoir la biodiversité bleu-vert*. Enseignements tirés de l'initiative de recherche « Blue-Green Biodiversity ». 56 p. ; (Ed.), 56 p.

²³ Directive (UE) n°2024/1275 du Parlement européen et du Conseil. (2024, Avril 24). Sur la performance énergétique des bâtiments, paragraphes 6 et 13.

²⁴ United Nations Environment Program (2021). *A Practical Guide to Climate-resilient Buildings & Communities*. Nairobi, page 32.

5. TABLEAU COMPARATIF DES TECHNIQUES ET PRINCIPES DE CONSTRUCTION DURABLE PRÉSENTÉS DANS CET ARTICLE

TABLEAU 1 – Tableau comparatif des techniques et principes de construction présentes dans cet article

N°	Sujet	Technique	Condition	Commentaires
1	Rénovation écologique dans la construction	Planification de la construction urbaine	Diminution des coûts finaux	
			Inclusion d'éléments plus naturels et moins dangereux	
			Majeure efficacité énergétique	
			Santé	
			Qualité de vie	
		Rénaturation d'espaces urbanisés	Diminution des coûts de climatisation / chauffage	
			Qualité de vie	
			Beauté du paysage	
			Santé	
2	Infrastructures vertes		Rétention et absorption de l'eau dans le sol	
			Réduction d'inondations (consommation de l'eau par les plantes)	
			Contribution aux cycles de la nature	
			Atténuation des risques climatiques (régulation thermique)	
			Incorporation espèces végétales protégées	
		Choix de la flore	Régulation de l'accès du soleil au sol	
			Evitement des espèces exotiques envahissantes (choix de la flore)	
			Diminution % d'eau sol humidifié par exposition nappe phréatique	
			Diminution d'accidents par chute d'arbres qui ne résistent pas l'action du vent et de la pluie	
			Développement de la flore qui attire insectes pollinisateurs	
3	Infrastructures bleues		Contrôle niveau allergies (évitement des plantes/arbres allergènes)	
			Diminution d'îlots de chaleur	
			absorption eaux de pluie	
			Rechargeement des nappes phréatiques	
			Contribution allégement charge des niveaux de débit en rivières et canaux	
			Nouvelle source de nourriture pour certaines espèces des oiseaux	Besoin d'évaluation préalable d'écosystèmes terrestre-aquatique pour optimisation
			Apparition d'un microclimat bénéfique	
		Eviter l'enterrement des petits cours d'eau (ruisseaux, rus, ruisselets)	Réserve d'eau en période de sécheresse (capture eau de pluie)	Considérer des coûts supplémentaires
			Maintenir l'habitat de la vie aquatique	
			Maintenir les espèces végétales dans les rives	
4	Toits végétalisés		Développement du microclimat	
			Echanges gazeux eau-atmosphère	
			Diminution de la température ambiante (cycle de l'eau)	
			Infiltration nappes phréatiques	
			Contribution à l'allégement de la charge des niveaux de débit en rivières et canaux	
			Régulation des eaux pluviales	
5	Jardins potagers et secteurs de compostage		Contrôle de température (isolation thermique)	
			Contrôle du bruit (isolation acoustique)	
			Création d'un microclimat (reconquête de la biodiversité)	
			Contrôle de l'humidité relative de l'air	
			Capture d'éléments polluants (filtration racinaire et photosynthèse)	
6	Façades végétalisées		Renaturalisation d'espaces urbanisés	Les produits chimiques doivent être évités
			Réduction des déchets en décharge	
			Amélioration du sol (si technique de permaculture est appliquée)	
			Opportunité de réinsertion socio-économique (personnes en condition de chômage et/ou isolement)	
7	Ruches sur les toits		Réduction consommation énergétique pour climatisation (Maintien de la fraîcheur de l'air à l'intérieur des bâtiments)	
			Réduction risque d'inondations urbaines (Recolte d'un % d'eaux pluviales)	
			Soutien de la pollinisation locale	
8	Cavités naturelles pour la faune		Sauvegarde des abeilles	
			Production du miel	
9	Rénovation des bâtiments (au lieu de nouvelle		Réinstallation de la faune initialement présente dans les zones urbanisées	
			Moins d'émissions de GES	
			Moins d'extraction de matières premières	
			Réduction artificialisation des sols nus	

N°	Sujet	Technique	Condition	Commentaires
10	Nouvelle construction	Positionnement du bâtiment	Diminution consommation appareils climatisateurs (utilisation direction du vent avec des flux d'air)	Risque d'utilisation des sols non bâti
11	Circularité des matériaux de construction		Réduction de coûts de construction Moins d'émissions de GES Réduction volume déchets en décharge Prolongation durée de vie d'un matériel	
12	Matériaux de construction biosourcés		Utilisation des produits locales (certains cas)	Transformation matière première à coût élevé
13	Techniques simples dans la construction PRO environnement	Polissage des plafonds et des sols Systèmes de récupération d'eaux de pluie Revêtements poreux sur les trottoirs Système drainage urbain durable	Economie des matériaux Moins d'émissions de GES Diminution des coûts finaux Diminution volume d'eau dans les systèmes d'assainissement Economies arrosage zones vertes (réutilisation de l'eau) Alimentation systèmes de réfrigération des bâtiments Possible connexion au système d'assainissement toilettes du Diminution ruissellement d'eaux pluviales Respiration du sol (échange de température avec l'atmosphère et évaporation de l'eau) Filtration et rétention de l'eau de pluie Réduction des ouvrages pour la gestion de l'eau dans l'espace public Amélioration de l'imperméabilisation des sols	Etude préalable de pédologie

Source. Élaboration de l'auteur à partir des données de ce document.

6. CONCLUSION

L'intégration (et la réintégration) de la nature dans les projets de construction urbaine fait déjà partie des exigences imposées par la réglementation de l'Union européenne aux pays membres, afin d'améliorer la qualité de vie dans les centres urbains, de renforcer la préservation de la biodiversité menacée et de stopper la destruction des sols. De même, dans le domaine scientifique, la R&D a déjà lancé diverses alternatives « plus durables » sur le marché, proposant de nouvelles technologies moins émettrices de gaz à effet de serre, moins énergivores, plus naturelles, plus recyclables. Parmi celles-ci figurent des matériaux issus de sources plus écologiques pouvant remplacer des produits moins recyclables (afin de réduire les coûts, les déchets et les effets nocifs sur la santé), une large gamme de dispositifs capables de produire de l'énergie avec une consommation moindre à la source, ou à partir d'une source moins polluante et plus économique. Ou encore, tout simplement, la recherche de techniques naturelles telles que la mise en place de microclimats (toits végétalisés, façades végétalisées, infrastructures vertes et même bleues). De nouvelles idées sont mises en pratique dans les villages, comme les jardins potagers et le compostage. Ces techniques contribuent à générer des ressources alimentaires en s'associant et en réduisant la quantité de déchets organ-

niques décomposables, les utilisant pour générer un nouveau substrat. Certaines de ces techniques doivent encore être perfectionnées ou développées à une échelle économiquement acceptable. L'étape suivante consiste à appliquer plus intensivement toutes les techniques et principes possibles pour intégrer le fonctionnement écologique aux bâtiments.

Concernant des projets en cours et les recherches futures, en France, les ministères chargés de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique ont lancé des projets explorant le potentiel des matériaux biosourcés dans le secteur de la construction et évaluant de nouvelles solutions écologiques et leur intégration dans la chaîne de valeur du secteur BTP (cf. Projet BATIVERT COOP 2024-2026) (Cf. Projet «Urbanisme régénératif» - CEREMA). De plus, dans le domaine de l'enseignement, le département de Génie Civil et urbanisme de l'INSA de Lyon intègre déjà dans ses cours un module intitulé « matériaux innovants pour la construction durable ». Cela ouvre la porte à de futurs mémoires de master et thèses de doctorat pour investigation et recherche. Le projet de « Reconquête végétale » lancée par la mairie de Bordeaux en mars 2021 crée la première micro-forêt de la ville « Wanguari Muta Maathai » îlot de diminution de chaleur et refuge de biodiversité. En avril 2023 le gouvernement français à travers du Programme de recherche « Ville Durable et Bâtiments Innovants » a lancé le premier appel à projets de recherche et en novembre 2024 ont été choisis huit projets (inteGREEN - NEO - RESILIENCE - TRACES - URBHEALTH - VF++ - VILLEGARDEN et WHAOU). Un second appel pour des nouveaux projets de recherche sera réalisé avant la fin 2025.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET PAGES DE RECHERCHE

- De Burca, J. (2024). *Gain net de biodiversité et perte d'habitat*. Constructive-voices.com
- Eawag & WSL, (2024). *Identifier, préserver et promouvoir la biodiversité bleu-vert*. Enseignements tirés de l'initiative de recherche « Blue-Green Biodiversity ». 56 p. ; (Ed.)

- Elsacker, E., Zhang, M. & Dare-Robertson M. (2023, Avril). *Fungal Engineered Living Materials: the viability of pure mycelium materials with self-healing functionalities.* doi :10.1002/adfm.202301875
- Gendreau, N., Rochefeuille, P., Kovacs, Y., Senechal, C., Lassalle, F. (2007, Juin). *Les toitures végétalisées, une technique de gestion de l'eau devenue incontournable lors des nouvelles constructions respectant les critères de la haute qualité environnementale.* Novatech 2007 - 6ème Conférence sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie ; Lyon ; hal-03231415
- Geoffroy, D. (2017). *Biodiversité urbaine : quelle biodiversité observée et quelle biodiversité perçue sur les espaces verts et les espaces marginaux ?* Biodiversité et Ecologie ; hal-01623886v2
- Flanagan, K., Banchu, P., Gromaire, M.-C., (2017). *Les ouvrages de biorétenion: synthèse des guides internationaux de conception et de maintenance des filtres plantés pour traitement à la source des eaux de ruissellement urbaines.* TSM. Techniques Sciences Méthodes – Génie urbain, génie rural ; 12, pp.89-126. 10.1051/tsm/201712089. hal-02065428
- Morgado Simoes, H. and Erbach, G. (2025, mars). *Portugal's climate action strategy.* Graphics: Ville Seppälä Climate Action Research and Tracking Service, Members' Research Service PE 769.562
- Nouveau Programme pour les Villes. (2016, Octobre). Conférence des Nations Unies sur le Logement et le Développement Urbain Durable, HABITAT III. Quito ; ISBN: 978-92-1-132735-9 ; A/RES/71/256
- OCDE. (2023). *Examens environnementaux de l'OCDE : Portugal 2023* (version abrégée), Examens environnementaux de l'OCDE, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/68938406-fr>.
- Pichon, R. (2023). *Exploration des composants actifs de la Noix de Coco (Cocos Nucifera) " Tumu ha'ari " en tant qu'agent thérapeutique potentiel : évaluation de leurs propriétés pharmaceutiques et de leur impact sur la société humaine.* Sciences pharmaceutiques ; dumas-04324321
- Pinto, Gomes, C. J., Lazare, J.-J. (2002). *La végétation du centre et du sud du Portugal – Guide de voyage botanique.* In: Le Journal de botanique, n°17 ; pp. 1-89; doi : <https://doi.org/10.3406/jobot.2002.1853>
- United Nations Environment Programme. (2021). *A Practical Guide to Climate-resilient Buildings & Communities.* Nairobi. <https://www.unep.org/resources/practical-guide-climate-resilient-buildings>

- United Nations Environment Programme. (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*. Nairobi
- United Nations Environment ProgrammeG. (2024). *Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
- Vandersmissen, G. (2022). *Les façades végétalisées : analyse comparative et mise au point d'un outil d'aide à la décision*, [Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master bio ingénieur en Sciences et Technologies de l'Environnement,] Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT) <http://hdl.handle.net/2268.2/13260>
- United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2024). *Cities and Climate Action, World Cities*. [Report]
- Rabah, D. (2013). *Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment microclimat urbain*. Génie civil. Université de La Rochelle. Français. ffNNT : 2013LAROS421ff. fftel-01141046f
- Presidência do conselho de ministros. (2024, Décembre 30). Decreto-Lei nº 117/2024, Sumário, parágrafo 6
- Arrêté. (2023, Décembre 19). Portant application de l'article L. 171-4 du code de la construction et de l'habitation et fixant les caractéristiques minimales que doivent respecter les systèmes de végétalisation installés en toiture
- Directive (UE) n°2024/1275 du Parlement européen et du Conseil. (2024, Avril 24). Sur la performance énergétique des bâtiments
www.cerema.fr Projet « TyCCAO: utiliser le typha comme matériau pour les bâtiments et comme combustible en Afrique de l'Ouest ».
- www.saintjosephsaintluc.fr « La récolte de miel sur les toits de l'hôpital : ça continue ! ».
- www.lpo.fr « Installation de nichoirs, gîtes et abris dans le bâti
https://www.persee.fr/doc/jobot_1280-8202_2002_num_17_1_1853
- <https://solidarites.gouv.fr> « Les jardins collectifs » et www.incredibleedible.org.uk

