



Prévenir les désordres,
améliorer la qualité
de la construction

PÔLE
OBSERVATION

Dispositif REX
Bâtiments
performants

VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



SOMMAIRE

Avertissement	2
PARTENARIAT AQC / EKOPOLIS	2
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
Présentation générale.....	3
Fonctionnement du dispositif	3
Quelques chiffres.....	4
LE CENTRE DE RESSOURCES EKOPOLIS	6
VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT	7
12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....	11
1 Choisir le type de végétalisation en fonction des charges permanentes admissibles.....	12
2 Aménager un accès direct et adapté aux surfaces végétalisées.....	13
3 Sécuriser les zones d'interventions.....	14
4 Prévoir systématiquement une arrivée d'eau	15
5 Soigner la protection des relevés d'étanchéité et des points singuliers	16
6 Tenir compte des microclimats présents à l'échelle du bâtiment	17
7 Sélectionner un substrat adapté.....	18
8 Anticiper le tassement et l'érosion de la couche de substrat.....	19
9 Mettre en place un contrat d'entretien régulier et adapté	20
10 Entretien des systèmes d'irrigation.....	21
11 Préserver les surfaces végétalisées lors de toute intervention	22
12 Protéger les plantes de la faune environnante.....	23
CONCLUSION	24
DÉFINITIONS / EN SAVOIR PLUS.....	25

AVERTISSEMENT

Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.

Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail.

En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.

PARTENARIAT AQC / EKOPOLIS

Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et EKOPOLIS. Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme PACTE et de l'ADEME. Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'Agence Qualité Construction.

Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs concernant la végétalisation du bâti existant. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se devait donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant sur les risques émergents induits par cette mutation de la filière Bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales et sur l'interview des acteurs qui ont participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à mettre en valeur les bonnes pratiques.

FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

COLLECTE SUR LE TERRAIN

ÉTAPE A

- Interview *de visu* et *in situ* d'acteurs précurseurs de constructions performantes.
- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.

CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES

ÉTAPE B

- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.
- Relecture des données capitalisées par des experts construction.

ANALYSE DES DONNÉES

ÉTAPE C

- Extractions de données en fonction de requêtes particulières.
- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.

VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS

ÉTAPE D

- Production de rapports.
- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du Réseau Bâtiment Durable. Les enquêteurs qui collectent les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux, qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN QUELQUES CHIFFRES

9 ANS

d'ancienneté

74 ENQUÊTEURS

depuis 2010

13 EN 2018

3 500 ACTEURS RENCONTRÉS

depuis 2010

500 EN 2018

610 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC OU RT 2012

labellisés ou non

190 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU PASSIF

labellisés ou non

520 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC RÉNOVATION

labellisés ou non

65 BÂTIMENTS RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM

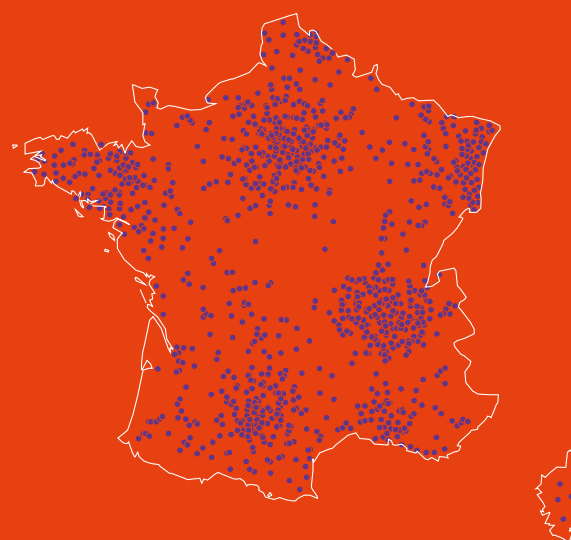
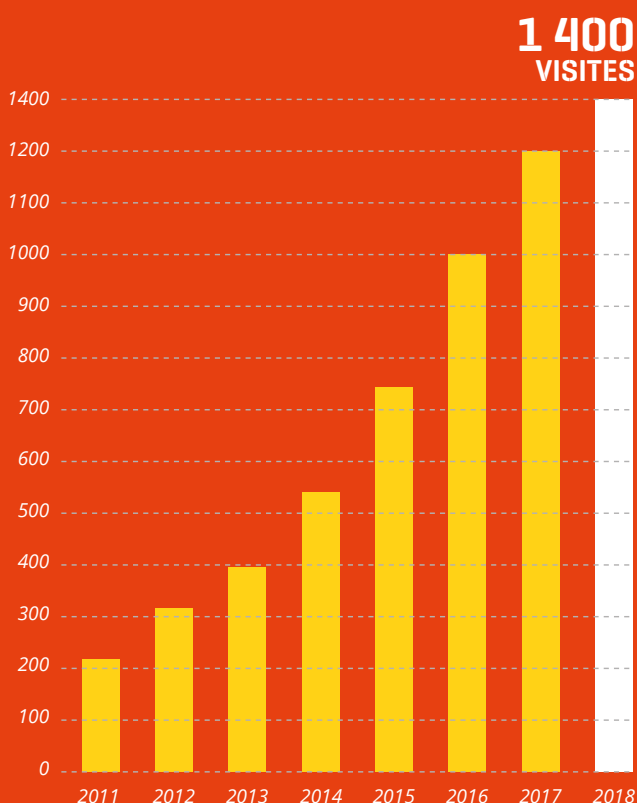
15 BÂTIMENTS INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/C-

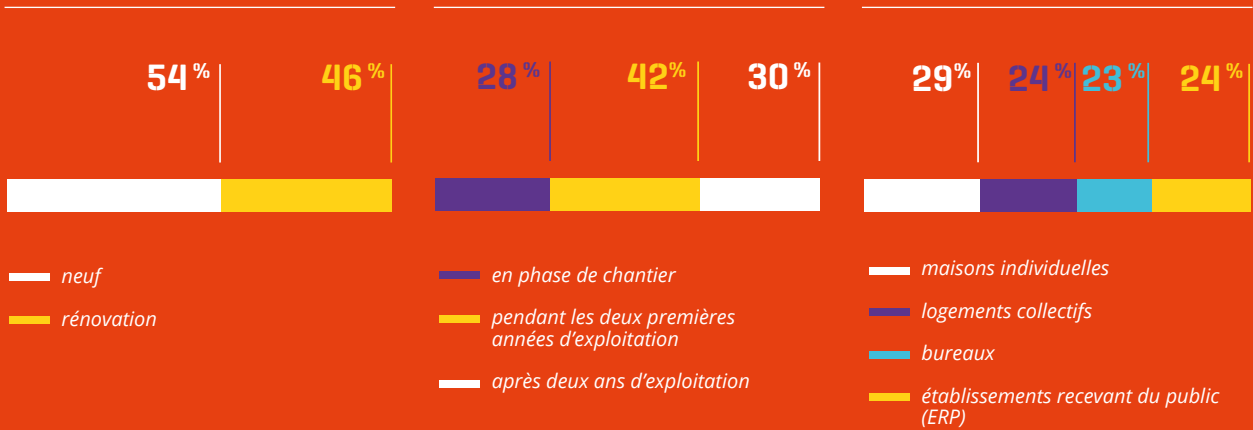
1 400 BÂTIMENTS VISITÉS

depuis 2010

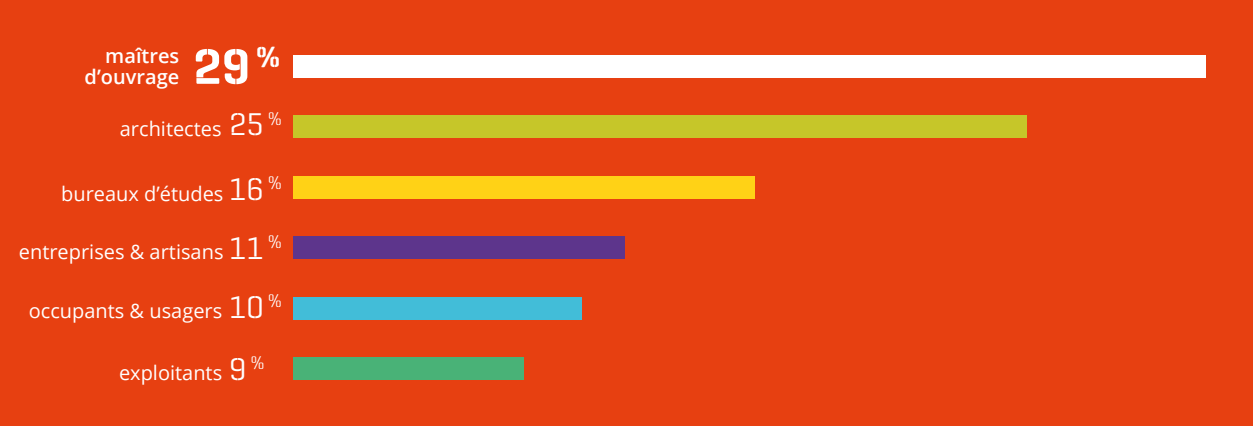
200 EN 2018

OPÉRATIONS VISITÉES

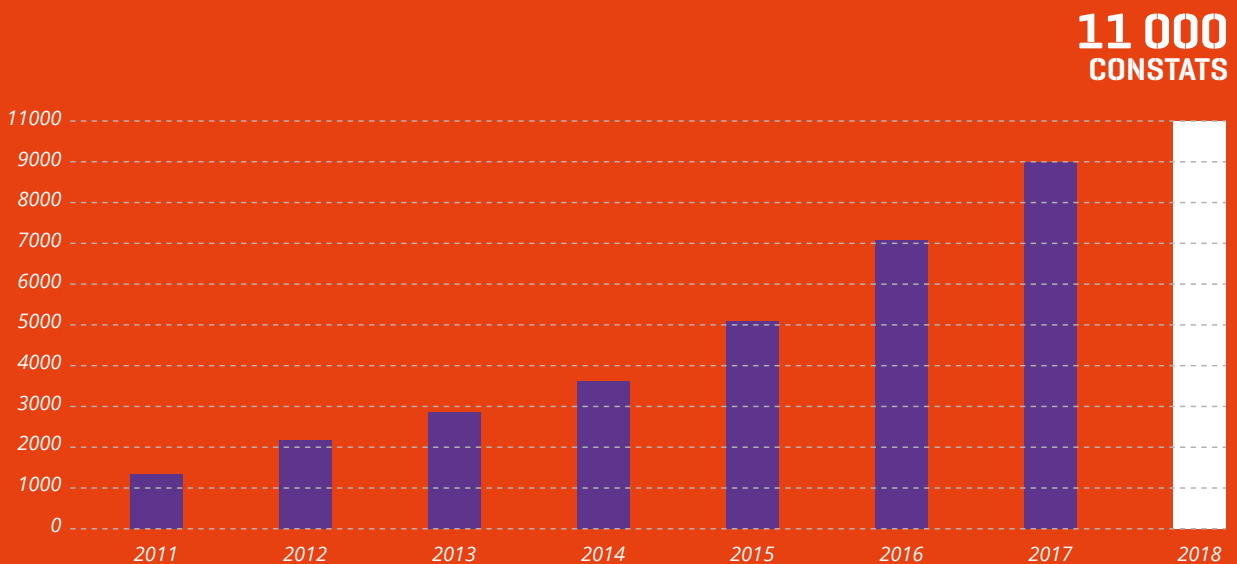




LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS





EKOPOLIS CENTRE DE RESSOURCES FRANCILIEN POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA CONSTRUCTION DURABLE



AMBITION

Ekopolis a pour but d'encourager le développement durable dans les champs de l'aménagement et de la construction, notamment du renouvellement urbain et de la réhabilitation. Dans cette optique, elle mobilise depuis 2009 les acteurs concernés de la région Île-de-France.

Les actions menées par l'association cherchent à favoriser la qualité des réalisations, c'est-à-dire leur prise en compte optimale des enjeux environnementaux, sociaux, économiques et urbains, ainsi que la valeur architecturale et d'usage.

PUBLICS CONCERNÉS

Ekopolis s'adresse aux professionnels du bâtiment et de l'aménagement : maîtres d'ouvrage, aménageurs, architectes, urbanistes, bureaux d'études, ingénieurs, économistes, entreprises, organisations professionnelles, ainsi qu'aux organismes de formation initiale et continue.

MISSIONS

- Sélectionner des ressources et informer sur l'actualité de nos secteurs (opérations exemplaires de bâtiments et d'aménagements, formations, publications, événements professionnels). Diffuser ces ressources en accès libre : ekopolis.fr, infolettre mensuelle « Ekopolis en ligne », réseaux sociaux.
- Encourager les bonnes pratiques dans l'acte de construire, réhabiliter et aménager (groupes de travail, visites de sites, retours d'expériences, séminaires, formations).
- Favoriser les échanges d'expériences et les débats entre les professionnels (ateliers, conférences, expositions, partenariats).
- Accompagner les équipes projet sur leurs opérations à travers la démarche Bâtiments durables franciliens (Bdf).

RÉSEAUX EKOPOLIS

Ekopolis est un lieu de rencontres et d'échanges entre acteurs institutionnels et professionnels franciliens.

- Les institutionnels : la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement (DRIEA), la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie (DRIEE), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie Île-de-France (ADEME), la Région Île-de-France...
- Les organismes professionnels : l'Union régionale des conseils d'architecture d'urbanisme et d'environnement (URCAUE), le Conseil de l'ordre des architectes en Île-de-France (CROAIF), l'Union sociale pour l'habitat d'Île-de-France (AORIF), la Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB), l'Association des ingénieurs territoriaux de France (AITF), la Fédération française du bâtiment (FFB)...
- Des acteurs indépendants : aménageur, maître d'ouvrage, architecte, BET, consultant, centre de formation, paysagiste...

Ekopolis est également le maillon francilien d'un réseau national de centres de ressources et clusters animé par l'ADEME et le Plan Bâtiment Durable.

LA DÉMARCHE BÂTIMENT DURABLE FRANCILIEN (BDF) L'INTELLIGENCE COLLECTIVE POUR MIEUX BÂTIR



ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

Le secteur du bâtiment est au carrefour de nombreux enjeux environnementaux, sociaux et économiques. À l'échelle de l'Île-de-France, les spécificités locales appellent des réponses appropriées sur les questions telles que la santé dans le bâtiment, la gestion des déchets du BTP, la biodiversité, la performance énergétique, l'impact du changement climatique ou encore la gestion des eaux pluviales. Le développement rapide et massif d'une nouvelle génération d'opérations de construction et réhabilitation est un défi qui nous est collectivement lancé aujourd'hui.

La démarche Bâtiments durables franciliens (Bdf) portée par Ekopolis s'inscrit dans la dynamique nationale « Bâtiments durables » initiée il y a 8 ans par l'association EnvirobatBDM. Elle est ouverte à tous les acteurs intéressés à développer collectivement leurs connaissances et leurs savoir-faire, en particulier aux maîtres d'ouvrage et aux équipes de maîtrise d'œuvre qui souhaitent construire ou réhabiliter durable.

FAIRE PROGRESSER L'OPÉRATION VERS LA MEILLEURE VERSION D'ELLE-MÊME

La démarche Bdf consiste à accompagner et évaluer des opérations de construction et de réhabilitation à 3 étapes d'un projet : en phase conception, en phase chantier, et deux ans après la mise en exploitation.

- L'accompagnement est assuré par un acteur de l'opération (MOE ou AMO) formé préalablement à la démarche. L'accompagnateur est moteur de la performance et de la cohérence environnementale globale de l'opération. Il est force de proposition et cherche à atteindre, à coût global maîtrisé, le meilleur niveau de qualité possible en fonction du potentiel et des contraintes du projet. Ekopolis met à sa disposition un support technique continu.
- L'évaluation détaillée est réalisée par l'accompagnateur avec un outil valorisant 300 critères répartis en 7 thématiques. Cette grille est le fruit d'un consensus interprofessionnel mis à jour chaque année lors de groupes de travail.
- Une commission publique et libre d'accès est mobilisée à chacune des 3 étapes de l'opération. Elle évalue à son tour la cohérence durable du projet et accorde éventuellement des points supplémentaires. Les membres de cette commission interprofessionnelle sont des acteurs du secteur reconnus pour leur expérience et leur pratique professionnelle du bâtiment. Ils apportent bénévolement leurs points de vues et recommandations.
- Le retour d'expérience, systématique et documenté, bénéficie aux acteurs de l'opération, et plus largement, au territoire.

UNE DÉMARCHE AUX AVANTAGES MULTIPLES ET VARIÉS EN FONCTION DES ACTEURS

- Pour les maîtres d'œuvre, elle constitue un outil pour optimiser les choix de conception, partager savoir-faire et expérience avec d'autres professionnels, monter en compétence et valoriser les opérations.
- Pour les entreprises la démarche est l'occasion d'identifier les bonnes pratiques de chantier, de valoriser des compétences et de l'expérience.
- Pour la maîtrise d'ouvrage, elle permet un accompagnement de l'opération jusqu'en phase exploitation, de bénéficier du retour d'expérience d'autres porteurs de projets, de valoriser un fort engagement en faveur du développement durable.

La RIVP, Elogie-Siemp, l'AP-HP, l'Opéra National de Paris, le Groupe Duval, Linkcity, le Ministère de la Culture, la DRIEA, Altarea Cogedim, la Ville de Rosny-sous-Bois sont quelques-uns des maîtres d'ouvrage ayant décidé d'inscrire leurs opérations en démarche Bdf depuis son lancement.

VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT

CONTEXTE

L'usage du végétal en habillage ou couverture d'un bâtiment est variable selon les pays. Il est très développé en Scandinavie avec la tradition des maisons en bois couvertes de toitures plantées. En Suisse, la ville de Bâle détient un record mondial avec 30 % de toitures plates végétalisées. Les Pays-Bas, quant à eux, sont très en pointe sur la production de tapis de prairies fleuries et sur les applications logicielles qui permettent de gérer à distance l'irrigation et les apports d'engrais.

À l'heure actuelle, la tendance est à une végétalisation utile dans le cadre d'une écologie urbaine qui veut favoriser la biodiversité, lutter contre le phénomène d'îlots de chaleur, temporiser l'écoulement des eaux pluviales, embellir le cadre de vie, produire des aliments, ou encore créer un lieu à vocation pédagogique et du vivre ensemble.

En France comme ailleurs, de nombreux édifices présentent des surfaces en toiture, en façade, en cour intérieure ou aux abords qui se prêtent à une végétalisation. Les techniques et solutions pour introduire du végétal à l'échelle d'un bâti sont multiples. Elles vont des plus frugales et traditionnelles, aux plus high-tech et spectaculaires : plantes grimpantes guidées en façades, plantes en bacs, potagers et arbres fruitiers en toiture, murs végétalisés pilotés à distance...

Les professionnels du bâtiment sont de plus en plus nombreux à étudier et mettre en œuvre ce type de dispositifs sur leurs opérations. Ce document a pour objectif de les aider dans leurs démarches.

DES RÈGLES À RESPECTER

Quand elle touche à l'aspect extérieur d'une construction, la végétalisation d'un mur ou d'une toiture doit respecter les règles d'urbanisme en vigueur. Dans le cas d'un bâtiment collectif, les occupants qui installent des végétaux sont tenus de respecter le règlement intérieur qui rappelle les obligations en matière sanitaire et de sécurité.

Comme pour toute intervention sur un bâtiment existant, la première étape des travaux de végétalisation consiste à faire réaliser un diagnostic par un professionnel (BET structure, architecte, paysagiste, couvreur, étancheur...). Ce diagnostic portera sur la structure, la nature et l'état de la couche d'étanchéité, la présence d'espèces animales protégées...

Une des craintes habituellement formulées par les porteurs de projet concerne le risque de percement de la couche d'étanchéité par les végétaux. Dans les faits, la couche d'étanchéité sous végétalisation comporte une solution de protection anti-racines. Le complexe d'étanchéité doit être mis en œuvre par une entreprise offrant la garantie décennale de ses ouvrages. Ce dernier comporte ses propres points de vigilance (souches, édicules, joints, relevés...) et Règles de l'Art, indépendamment de toute autre installation en toiture.



DES PARTICULARITÉS PROPRES AU COUVERT VÉGÉTAL

Le couvert végétal ne répond pas aux mêmes règles de mise en œuvre et d'entretien que les matériaux habituels de construction.

Il est désolidarisé mécaniquement de la couche d'étanchéité quel que soit le type de structure du bâtiment (béton/acier/bois). Il constitue un élément de protection complémentaire qui peut aussi avoir pour fonction de lester la couche d'étanchéité.

Sa présence n'empêche pas d'intervenir sur la réfection ou l'entretien d'un ouvrage d'étanchéité.

Il paraît enfin important de rappeler que les plantes suivent un cycle naturel, meurent et se régénèrent. Le maître d'ouvrage doit s'attendre à ce que son installation ne soit pas immédiatement luxuriante, et qu'elle ne demeurera pas verdoyante en permanence.

12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE : UNE APPROCHE PAR ÉTAPES

Les enseignements détaillés ci-après s'attachent dans la mesure du possible à rappeler les principales références réglementaires et points de vigilance à observer. Ils constituent une approche logique qui permet de traiter chaque contexte de projet en connaissant les principaux points de vigilance à observer :

- Durant les actions portant sur la qualité de conception (Enseignements 1,2,3 et 4).
- Durant les actions portant sur la qualité de mise en œuvre (Enseignements 5,6,7 et 8).
- Durant les actions relatives à la qualité d'entretien (Enseignements 9,10,11 et 12).

Les aspects plus spécifiques, tels que les calculs de résistance des structures, la mise en œuvre d'une étanchéité, les dispositifs permettant de favoriser la biodiversité ou encore le choix d'une palette végétale adaptée selon la zone géographique sont abordés dans les publications mentionnées dans la rubrique « En savoir plus » en fin du présent document.

ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés depuis 2010 dans le cadre du Dispositif REX Bâtiments performants. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats concernés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

✓ bonne pratique ✗ non-qualité

1 CHOISIR LE TYPE DE VÉGÉTALISATION EN FONCTION DES CHARGES PERMANENTES ADMISSIBLES

CONSTAT

- Affaissement d'une partie de la toiture.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Infiltrations par la toiture endommagée.
- Le bâtiment est inutilisable ce qui occasionne une perte d'exploitation pour l'entreprise.
- La toiture et la végétalisation doivent être entièrement reprises.

ORIGINE

- Les surcharges admissibles de la toiture existante ont été mal appréciées.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Vérifier et renforcer la structure porteuse selon les normes constructives en vigueur.
- Reprendre la toiture.
- Reprendre la couche de végétalisation.

BONNES PRATIQUES

- Faire appel à un professionnel pour déterminer les charges supplémentaires admissibles. Si nécessaire, reprendre les descentes de charges.
- Composer l'espace végétalisé en fonction de la capacité de telle ou telle zone à supporter les surcharges calculées.
- Respecter les normes applicables lors de la mise en œuvre.



Une structure légère en ossature métallique recouvre les édicules techniques de la toiture. Elle permet d'accueillir un potager. Pour respecter les charges admissibles, les zones de circulation engazonnées ont été réalisées sur un substrat de faible épaisseur. ©AQC



La dalle béton couvrant le parking a été isolée par l'extérieur et végétalisée lors de la réhabilitation. La surcharge admissible autorisait 15 cm de substrat. Le paysagiste a créé un relief artificiel au moyen d'une sous-couche en matériaux légers. Des grands sujets en pot ont été positionnés au droit des poteaux. ©AQC



Le paysagiste a collaboré avec l'architecte du bâtiment pour déterminer les zones qui pouvaient admettre une surcharge. Des grands bacs ont été placés sur tout le pourtour et des grands pots installés à l'aplomb des piliers de structure. ©AQC

Références

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - Chapitre 6 et annexe B.
- Intervention sur une toiture-terrace, Fiche rénovation, AQC, 2010.

2 AMÉNAGER UN ACCÈS DIRECT ET ADAPTÉ AUX SURFACES VÉGÉTALISÉES

CONSTAT

- Seule une fenêtre oscillo-battante permet d'accéder à la terrasse. Elle est située en hauteur dans un espace de bureaux.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Difficulté pour acheminer du matériel et des matériaux sur la terrasse lors de l'entretien courant.
- Nécessité d'installer des bâches de protection des revêtements de sol intérieurs pour ne pas les détériorer lors des opérations d'entretien.
- Gêne dans l'utilisation des locaux.

ORIGINE

- Durant la conception du projet, l'accessibilité de la terrasse en phase exploitation a été négligée.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Installer un système d'échelle fixe en façade du bâtiment.
- Utiliser une nacelle élévatrice pour intervenir depuis le pied du bâtiment.
- Utiliser des drones pour les simples inspections visuelles.

BONNES PRATIQUES

- Respecter les conditions de sécurité pour l'accès aux surfaces végétalisées.
- Prévoir un accès dimensionné pour l'acheminement aisé du matériel.
- Prévoir un accès indépendant et direct par l'extérieur (échelles fixes ou amovibles, escaliers) permettant d'intervenir même si le reste du bâtiment est occupé ou non-accessible.

Références

- Normes NF E85015 « Garde-corps de terrasses inaccessibles au public mais accessibles pour l'entretien ».
- Disposition du Code du travail selon les articles R42 11-3 et 14-5 & R45 32-95.



L'accès aux surfaces extérieures n'est pas adapté. ©AQC



Un lanterneau à double vantail ouvrant vers l'extérieur permet un accès direct à la surface végétalisée. L'ouverture est située dans un large couloir de distribution. Les interventions ne perturbent pas les occupants. ©AQC



Lors des travaux de rénovation, la toiture-terrace du R+1 a été végétalisée. Un accès indépendant sécurisé avec une échelle à crinoline a été aménagé. Il n'est plus nécessaire d'emprunter les logements pour accéder à la terrasse. ©AQC

3 SÉCURISER LES ZONES D'INTERVENTIONS

CONSTAT

- Le dispositif d'ancrage pour les interventions en toiture est absent ou incomplet.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Le certificat d'agrément par un bureau de contrôle autorisant les interventions courantes en toiture ne peut pas être délivré.
- Les travaux d'entretien ne sont pas effectués.

ORIGINES

- Des anneaux d'arrimage ont été fixés, mais en nombre insuffisant.
- L'entreprise n'a pas procédé à la demande de certification de son installation.

SOLUTION CORRECTIVE

- Installer des anneaux supplémentaires pour se mettre en conformité.

BONNES PRATIQUES

- Installer une ligne de vie pour les interventions de courte durée (entretien de la végétation et nettoyage des entrées de descentes d'eaux pluviales).
- Installer un garde-corps rabattable ou fixer des potelets qui permettent d'accueillir un garde-corps amovible pour les interventions de longue durée.
- Vérifier visuellement tous les ans le dispositifs d'ancrage.

N.B. : Pour les parois végétalisées, prévoir la possibilité d'accéder à la zone d'intervention au moyen d'une nacelle élévatrice.



L'installation des points d'ancrage n'a pas été inspectée par un organisme notifié. En l'absence de certification l'entretien de la toiture n'est donc pas possible. ©AQC



Point de départ d'une ligne de vie. Cet équipement est nécessaire pour sécuriser les interventions de courte durée. ©AQC



Des potelets servant à accueillir un garde-corps amovible sont fixés le long du retour d'acrotère. ©AQC

Références

- Dispositions du Code du travail selon les articles L42 12-2 et L4531-1.
- Manuel CSFE sur la prévention des risques professionnels sur les chantiers.
- Décret 2004-924 relatif aux travaux en hauteur.

4 PRÉVOIR SYSTÉMATIQUEMENT UNE ARRIVÉE D'EAU

CONSTAT

- La végétation est desséchée et la couche de substrat est craquelée.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Dégradation de l'aspect esthétique.
- Atténuation du phénomène d'évapotranspiration qui contribue au rafraîchissement de l'air en période estivale.

ORIGINES

- En conception, la solution de végétalisation a été présentée comme ne nécessitant pas d'arrosage.
- La possibilité de longues périodes d'ensoleillement sans précipitations n'a pas été prise en compte.
- Aucun système d'arrosage d'appoint n'a été prévu.

SOLUTION CORRECTIVE

- Installer un point d'eau pour permettre un arrosage occasionnel (alimentation par un système de récupération d'eaux pluviales ou par raccordement au réseau).

BONNE PRATIQUE

- Veiller à ce que tout point de la terrasse soit à moins de 30 mètres d'une arrivée d'eau.



Le tapis végétal de sedum non arrosé subit un stress hydrique. ©AQC



L'édicule technique qui logeait la machinerie de l'ancien ascenseur a permis d'installer une cuve souple de récupération d'eaux pluviales de 3 mètres cubes. Ce point d'eau est alimenté directement sans surpresseur via un circuit court de tuyauterie. ©AQC



Lors de la rénovation du réseau de plomberie, des robinets extérieurs ont été installés pour chacune des petites terrasses végétalisées. ©AQC

Références

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Chapitre 11 et Annexe F.1.2.

5 SOIGNER LA PROTECTION DES RELEVÉS D'ÉTANCHÉITÉ ET DES POINTS SINGULIERS

CONSTAT

- Absence de bande stérile au niveau des acrotères, des sorties d'extraction d'air et des gaines techniques.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Difficulté pour accéder aux relevés d'étanchéité.
- Absence de visualisation de l'état du relevé d'étanchéité.

ORIGINE

- Méconnaissance des règles professionnelles relatives à la mise en œuvre d'une végétalisation.

BONNES PRATIQUES

- Aménager des bandes stériles pour visualiser tous les points où se situe un relevé d'étanchéité.
- La bande stérile doit être séparée de la couche végétale par des bandes ajourées pour laisser circuler l'eau de ruissellement.

N.B. : La zone stérile ne doit pas être utilisée comme une zone de circulation.

Pour ne pas risquer de déchirer la couche d'étanchéité, installer des gravillons roulés plutôt que concassés. Des solutions alternatives aux gravillons comme des systèmes plantés amovibles, des noyaux de fruits nettoyés et polis, certains coquillages... peuvent être choisies.



Le mauvais traitement des points singuliers, notamment des sorties en toiture, ne permet pas d'avoir un accès facile à la couche d'étanchéité.

©AQC



Bande stérile aménagée tout autour de l'avaloir d'eaux pluviales. ©AQC



Bande stérile aménagée en utilisant des caissettes à planter modulaires en plastique. Le couvert végétal est maintenu jusqu'en limite d'acrotère. En cas de besoin d'accès à la couche d'étanchéité les caissettes sont facilement amovibles. ©AQC

Références

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Chapitres 8.2 et 5.6.4.
- Toitures-terrasses, le point faible : les relevés, Fiche pathologie bâtiment, AQC, septembre 2013.

6 TENIR COMPTE DES MICROCLIMATS PRÉSENTS À L'ÉCHELLE DU BÂTIMENT

CONSTAT

- Le gazon a totalement disparu sur une surface importante.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Défaut esthétique.
- Atténuation du phénomène d'évapotranspiration qui contribue au rafraîchissement de l'air en période estivale.

ORIGINE

- L'air chaud du dispositif d'extraction situé en toiture est projeté en continu vers le sol végétalisé.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Planter des espèces qui pourront mieux résister à un souffle chaud régulier.
- Proposer, à défaut d'espèces adaptées, d'installer un couvert végétal synthétique sur cette zone afin d'obtenir un rendu homogène.

BONNE PRATIQUE

- Étudier l'espace à végétaliser pour choisir une palette végétale adaptée, en identifiant :
 - les ombres générées par les édicules, les équipements, les gaines techniques, les immeubles avoisinants ;
 - les dégagements d'air chaud provenant des canalisations ou des équipements ;
 - l'exposition aux vents.



Absence de couvert végétal en contrebas de la grille de protection du rejet d'air chaud. ©AQC



La palette végétale choisie pour cette toiture très exposée ne résiste pas. Les plantes se développent uniquement en bordure d'acrotère et dans les zones protégées du vent et du soleil par les bâtiments mitoyens. ©AQC



Pour installer des plantes sensibles au gel comme le jasmin, le paysagiste a tiré profit des calories libérées par ce conduit d'extraction d'air chaud. ©AQC

Références

- Règles professionnelles UNEP, PC2.RO et PC4.RO dans les articles consacrés aux critères de choix des plantes.
- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Annexe B, C et D.

7 SÉLECTIONNER UN SUBSTRAT ADAPTÉ

CONSTAT

- Le couvert végétal est rachitique et très clairsemé.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Atténuation du phénomène d'évapotranspiration qui contribue au rafraîchissement de l'air en période estivale.
- Défaut esthétique.

ORIGINES

- Le substrat est pauvre en matière organique.
- Le substrat ne dispose pas d'éléments fins (argiles, limons...) permettant une rétention des eaux de pluie.
- Les végétaux ne disposent pas assez d'éléments nutritifs.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Enrichir le substrat avec des éléments minéraux fins.
- Ajouter de la matière organique (sous forme de compost de feuilles) et/ou réaliser un arrosage enrichi d'éléments nutritifs en début de printemps ou début d'automne (prendre soin de ne pas épandre sur les bandes stériles).
- Ressemer les zones dévégétalisées.

BONNE PRATIQUE

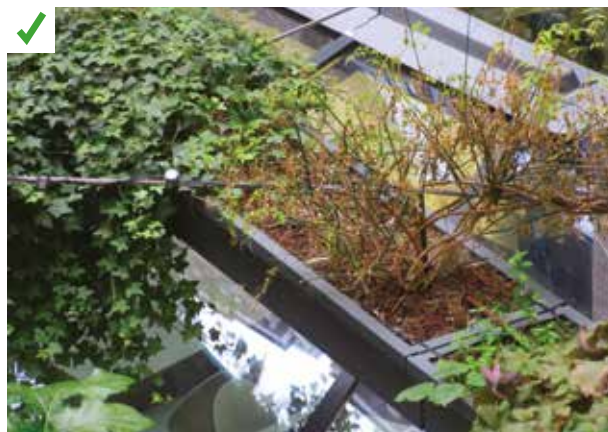
- Choisir le substrat en fonction :
 - de la surcharge admissible par la structure ;
 - de l'épaisseur possible en fonction de la hauteur des relevés d'étanchéité ;
 - de sa capacité de rétention des eaux pluviales ;
 - de la palette végétale qui pourra s'y implanter.



Substrat composé presque uniquement de granulats de pouzzolane. ©AQC



Le mélange de briques concassées contenant 30 % de compost et mis en œuvre avec une épaisseur suffisante, reconstitue les caractéristiques d'un sol propice à l'installation durable du couvert végétal. ©AQC



Pour cette végétalisation en bacs aluminium, le substrat est un mélange de liège, de fibres plastiques recyclées et de sable. Cette composition permet de retenir l'eau et les nutriments contenus dans l'eau pour un bon développement des plantes. Un apport d'engrais dans l'eau d'arrosage est réalisé chaque printemps. ©AQC

Références

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Chapitre 6.2.4 et Annexe H.

8 ANTICIPER LE TASSEMENT ET L'ÉROSION DE LA COUCHE DE SUBSTRAT

CONSTAT

- L'épaisseur de la couche de substrat est très faible voire quasiment inexistante à certains endroits.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Défaut de développement du couvert végétal.
- Défaut de temporisation de l'écoulement des eaux pluviales.
- Défaut esthétique.

ORIGINE

- L'épaisseur de substrat mise en œuvre initialement était correcte. Les actions mécaniques conjuguées du vent, des chocs thermiques, de la pluie et de la circulation de divers intervenants sur la toiture, ont peu à peu érodé certaines zones.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Vérifier la continuité de la couche filtrante permettant de retenir le substrat (la replacer ou la remplacer au besoin).
- Réinstaller du substrat en épaisseur suffisante sur les zones érodées.
- Ressemer en sélectionnant une palette de végétaux adaptée.

BONNES PRATIQUES

- Prendre en compte le tassement naturel du substrat pour définir l'épaisseur suffisante à mettre en œuvre.
- L'épaisseur conseillée et mesurée après tassement devrait être de 8 cm minimum. Avec une couche de substrat inférieure à 4 cm, le végétal sera stressé et aura du mal à s'installer durablement.
- Choisir la résistance à la traction de la couche filtrante en fonction de la pente.
- Varier l'épaisseur du substrat quand cela est possible.

Références

- Règles professionnelles UNEP, PC3.RO dans les articles consacrés à la composition des sols.
- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Chapitre 6.2.



La couche filtrante affleure par endroits. L'épaisseur du substrat devient insuffisante. ©AQC



Sur cette toiture végétalisée en pente forte, la maille d'accroche qui sert à retenir le substrat est déchirée. Le substrat ne résiste plus à l'érosion et le couvert végétal a disparu sur de larges zones. ©AQC



Les variations d'épaisseurs du substrat, de 8 à 15 centimètres selon les zones, permettent une implantation de végétaux plus variés. Le couvert végétal développe un meilleur enracinement. Les plantes se portent bien, même en été, et le substrat n'est pas érodé. ©AQC

9 METTRE EN PLACE UN CONTRAT D'ENTRETIEN RÉGULIER ET ADAPTÉ

CONSTAT

- L'entretien de l'espace végétalisé n'est pas assuré convenablement.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque de dégradation de l'étanchéité à l'eau lié à la pénétration des racines de végétaux non désirés.
- Défaut esthétique.

ORIGINE

- Absence de contrat d'entretien après la réception de l'ouvrage.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Enlever à la main les plants indésirables et tout élément étranger.
- Vérifier la couche d'étanchéité.
- Restaurer le couvert végétal abîmé.
- Mettre en place une prestation d'entretien adaptée.

BONNES PRATIQUES

- Formaliser un contrat d'entretien prévoyant deux passages par an, le maintien d'un taux de couverture végétale, la maîtrise du développement des adventices et l'évacuation des éléments non désirables.
- Tenir un cahier de suivi de l'entretien.
- Sensibiliser les occupants des bâtiments afin qu'ils respectent les espaces communs dont les espaces végétalisés.
- Adapter la palette végétale à son environnement géographique pour faciliter sa gestion et diminuer les actions d'entretien.

Références

- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Chapitre 12.2.



Une végétation invasive non désirée s'est développée. Des ligneux poussent en toiture. ©AQC



Les toitures végétalisées en contrebas d'autres immeubles sont jonchées de débris et matériaux divers empêchant le bon développement des végétaux. ©AQC



La palette végétale a été composée à partir d'essences locales. L'adaptation du couvert végétal à son environnement facilite sa gestion et rend très faible le besoin d'entretien. ©AQC

10 ENTREtenir LES SYSTÈMES D'IRRIGATION

CONSTAT

- Le système d'irrigation ne fonctionne plus comme il devrait. De larges zones de la paroi sont dégarnies.

PRINCIPAUX IMPACTS

- La paroi végétalisée ne remplit plus son rôle de rafraîchissement de l'air ambiant en période estivale.
- Défaut esthétique.

ORIGINE

- Le suivi insuffisant de l'entretien du système d'irrigation n'a pas permis de détecter son dysfonctionnement.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Différencier les cas d'excédent d'eau des cas d'assèchement du substrat : si le substrat est détrempé, les racines pourrissent et la plante meurt. S'il est desséché, les racines sont peu endommagées et la plante pourra généralement repartir si elle est à nouveau irriguée.
- En cas de fuite, vérifier que la paroi opaque n'a pas subi d'infiltration.

BONNES PRATIQUES

- Tester et purger le dispositif d'irrigation lors de son entretien.
- Prévoir le remplacement régulier des pièces pouvant s'oxyder, s'entarter ou éclater sous l'action du gel.
- Protéger les éléments comportant des composants électriques ou électroniques dans des boîtiers étanches.



De nombreuses fuites dans le circuit d'arrosage ont détrempé la sphaigne (substrat). Les racines ont pourri. Ne pouvant plus se nourrir correctement, les plantes sont mortes. ©AQC



Plusieurs bacs de plantes ne sont pas irrigués correctement. Deux électrovannes présentent des dysfonctionnements. Elles sont très exposées aux intempéries et montrent des traces importantes d'oxydation au niveau des composants électriques. ©AQC



Plusieurs gicleurs sont obstrués par des bouchons de calcaire. En plusieurs points de la paroi végétalisée, le substrat est totalement sec. ©AQC

Références

- Recommandations professionnelles UNEP BC5-R0 « conception, réalisation et entretien de solutions de façades par plantes grimpantes » dans les articles consacrés au matériel d'arrosage.
- Règles professionnelles UNEP PC7-R0 « travaux de mise en œuvre des systèmes d'arrosage » dans les articles consacrés aux typologies et aux matériels.
- Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, Annexe F.

11 PRÉSERVER LES SURFACES VÉGÉTALISÉES LORS DE TOUTE INTERVENTION

CONSTAT

- Des matériaux sont déposés sur le couvert végétal. Les bandes stériles en bordure d'acrotère sont également encombrées.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Dégradation du couvert végétal par écrasement, privation de lumière, arrachement.
- Risque de percement de la couche d'étanchéité.
- Allongement des levées de réserves (la végétalisation doit couvrir au moins 80 % des surfaces pour être considérée comme livrée).

ORIGINES

- La coordination des interventions des différents corps d'état n'a pas été satisfaisante.
- Les personnes intervenant sur la toiture n'ont pas tenu compte des instructions ou n'ont pas été sensibilisées au respect de l'intégrité des surfaces végétalisées.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- S'assurer que la couche d'étanchéité n'a pas été percée ou dégradée par les outils ou les matériaux.
- Restaurer les surfaces dégradées.

BONNES PRATIQUES

En phase chantier :

- Veiller à ce qu'il n'y ait aucune utilisation des surfaces plantées en balisant la zone.
- Préciser dans le cahier des charges d'intervention le soin qui doit être apporté.
- Rappeler les consignes en termes de chantier propre.

En phase exploitation :

- Rappeler, dans les cahiers des charges communiqués aux divers corps de métiers, les règles et les obligations à observer concernant l'espace végétalisé.



À la fin de la phase travaux, la zone végétalisée sert de plan de travail.
©AQC



Lors d'une intervention pour déboucher une évacuation d'eau pluviale, les plots et les grilles n'ont pas été remis en place. Le couvert végétal est malmené.
©AQC



À la fin de la phase travaux, un balisage a été mis en place pour limiter l'accès à la surface végétalisée.
©AQC

Références

- Cahier des Clauses Spéciales du Document Technique Unifié 43-1, article 5-2.

12 PROTÉGER LES PLANTES DE LA FAUNE ENVIRONNANTE

CONSTAT

- Les oiseaux ont dégradé les plantations peu après leur mise en place.

PRINCIPAUX IMPACTS

- Dégradation du couvert végétal.
- Défaut esthétique.

ORIGINE

- Les plantes ne sont pas protégées des animaux.

SOLUTIONS CORRECTIVES

- Replanter les végétaux impactés en prenant soin de casser les mottes pour favoriser un meilleur enracinement.
- Protéger les plants le temps de l'enracinement.

BONNES PRATIQUES

- Comprendre les interactions des espèces pour favoriser une implantation équilibrée et anticiper les actions de la faune.
- Utiliser des filets ou des dispositifs sonores de chants de prédateurs pour protéger les plants.



Des plants en micro-motte sont retrouvés au pied du bâtiment. Ces plants ont été cultivés en godets de terre et plantés dans le substrat granuleux et meuble de la toiture végétalisée. Pour manger les vers présents dans les mottes, les oiseaux déchaussent ces plants qui ne sont pas encore bien enracinés. ©AQC



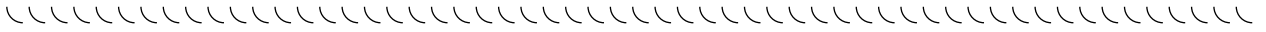
Durant l'enracinement et la croissance des plantations, des filets sur châssis amovibles sont installés pour maintenir les oiseaux à distance. ©AQC



Les plants de légumes nouvellement installés sont protégés par des filets sur des arceaux métalliques. ©AQC

Références

- Conseil d'Architecture d'Urbanisme et d'Environnement de l'Isère - Ligue de Protection des Oiseaux, « Comment concilier nature et habitat ? ».
- Mairie de Paris, « Le vivant dans le bâtiment ».



CONCLUSION

Végétaliser un bâtiment existant permet de répondre à de nombreux enjeux en lien avec les questions de bâtiment et d'aménagement durable.

Les douze enseignements présentés dans ce document montrent que pour que les bénéfices escomptés soient au rendez-vous, il est important de faire appel à des professionnels et d'apporter un soin particulier au respect des règles de l'art et à la coordination des différents intervenants.

Pour avoir un impact environnemental le plus faible possible, les dispositifs à privilégier doivent être économes en consommation d'eau et d'engrais, et favoriser la préservation de la biodiversité existante. Comprendre et favoriser la présence de la faune auxiliaire pollinisatrice est aussi un allié pour l'équilibre, l'entretien et le développement des végétaux dans le temps.

Un couvert végétal doit être considéré comme un équipement vivant pour lequel il faut prévoir un entretien régulier, une sensibilisation des occupants et des futurs intervenants.

À l'instar des travaux portant sur la réhabilitation thermique des bâtiments, un projet de végétalisation est conçu de manière globale et cohérente. Il peut être envisagé de réaliser sa mise en œuvre en plusieurs étapes en fonction notamment des possibilités de financement.

DÉFINITIONS

Îlot de chaleur urbain (ICU) : élévation localisée des températures maximales diurnes et nocturnes enregistrées en milieu urbain.

Palette de végétaux : ensemble d'espèces sélectionnées en fonction de leur capacité à répondre aux critères d'un espace planté (type de sol, de floraison, de feuillage...).

Phénomène d'évapotranspiration : rafraîchissement de l'air ambiant par l'évaporation de l'eau présente dans le sol, les nappes liquides, ou transpirée par les plantes.

Stress hydrique : situation (sécheresse ou salinité du milieu) qui conduit à ce que la quantité d'eau transpirée par la plante soit supérieure à celle absorbée.

Couche drainante : couche de matériaux (agrégats minéraux ou éléments synthétiques) assurant l'évacuation de l'eau en excès pour éviter l'asphyxie des racines.

Couche filtrante : matériau interposé entre la couche drainante et le substrat pour éviter le colmatage de la couche drainante.

Substrat : support de culture léger à dominante minérale, permettant l'ancrage de la couche végétale et son alimentation hydrique et minérale. Il se substitue à la terre végétale des terrasses jardins.

EN SAVOIR PLUS

Cahier technique toitures végétalisées : 15 fiches pratiques, Mairie de Paris, 2012, 15p.

Végétalisation biodiverse & biosolaire des toitures - manuel technique, Philippe Peiger et Nathalie Baumann, Eyrolles, mars 2018.

Toit végétalisé : la nature en toiture, La maison écologique, N° 99, juillet 2017, dossier p31 à 41.

Pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit ? Ville de Lausanne, 2014, 15p.

Impacts du végétal en ville : fiches de synthèse, Plante & Cité, septembre 2014, 61p.

Bâtiment et construction : 15 propositions pour une transition écologique, Natureparif, juillet 2013, 36p.

Étude sur le potentiel de végétalisation des toitures-terrasses à Paris, APUR, avril 2013, 44p.

Comment concilier nature et habitat ? CAUE de l'Isère - Ligue de Protection des Oiseaux, mars 2012, 20p.

Complexes d'étanchéité avec isolant : points de vigilance, AQC, 2016, 22p.

DTU 43.5 - Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.

LES MISSIONS DE L'AQC

OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYstème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction, les journées destinées aux formateurs et la présence active sur des salons comme BePOSITIVE ou BATI'FRAIS sont l'illustration dynamique de la **volonté** permanente de communication de l'AQC avec son environnement.

DANS LA MÊME COLLECTION

Retrouvez nos publications sur :

www.qualiteconstruction.com/nos-ressources



CONSTRUCTION MODULAIRE TRIDIMENSIONNELLE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce Rapport REX, élaboré en partenariat avec Envirobat Occitanie, a pour objectif de faire connaître les points de vigilance et les bonnes pratiques pour favoriser la réussite des futures opérations de construction modulaire tridimensionnelle.



LA RÉHABILITATION EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce Rapport REX, élaboré en partenariat avec le centre de ressources de l'association AQUAA, vise à faire un état des lieux des pratiques locales afin de progresser et de faciliter la réussite des futurs projets.



INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



DU BON USAGE DU BIM - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA CONSTRUCTION BOIS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



BÂTIMENTS ÉQUIPÉS DE SYSTÈMES DE PILOTAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LES MENUISERIES EXTÉRIEURES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



HUMIDITÉ DANS LA CONSTRUCTION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



AMBIANCE LUMINEUSE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



PRÉVENTION ET REMÉDIATION DU RISQUE RADON - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LES MATÉRIAUX BIO-SOURCÉS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

réalisé avec le soutien financier de :

