



Construction & biodiversité

Rencontres de Natureparif

20 mars 2012 – Paris



Les Rencontres de Natureparif ont pour objet d'identifier, valoriser et diffuser les bonnes pratiques en matière de préservation de la nature et de la biodiversité, par la présentation d'expériences ou d'actions exemplaires ou instructives, dans un temps d'échange à destination des acteurs franciliens.

Pour connaître le programme des Rencontres organisées par Natureparif :
consultez www.natureparif.fr/fr/manifestations/rencontres
ou inscrivez-vous à notre newsletter www.natureparif.fr/fr/publications/newsletters

Retranscription : Laurent Bonnafous | 06 98 51 83 00
Réalisation : Laure Araque-Goy, Roxane Leclerc-Fournier, Gilles Lecuir, Marjorie Millès
Crédits photos : Natureparif, les intervenants et leur structure (sauf mention)
Directrice de la publication : Stéphanie Lux, Directrice de Natureparif
Paris, juillet 2012.

Photo de couverture : © Ville de Lausanne
Réalisation : PPC



Introduction



© Henri Cacchia

Natureparif, agence régionale pour la nature et la biodiversité en Île-de-France, s'appuie sur trois pôles : l'Observatoire de la biodiversité en Île-de-France, le Forum des acteurs, le pôle Communication et Pédagogie. L'agence est organisée autour d'une gouvernance regroupant sept collèges qui rassemblent les acteurs publics et privés. La démarche qui a permis la rédaction du guide *Bâtir en favorisant la biodiversité*, qui a réuni une quarantaine d'acteurs de tous horizons (métiers de la construction, écologues, architectes, collectivités, entreprises, urbanistes, etc.) est emblématique de la mise en commun des savoirs et des compétences qui est la marque de fabrique de l'agence. Ce guide invite à prendre en compte la dimension de la biodiversité depuis la conception des matériaux jusqu'à leur réutilisation en fin de vie.

Liliane PAYS Présidente de Natureparif

Créée en 2008 à l'initiative de la région Île-de-France, Natureparif est une agence entièrement dédiée à l'observation et à la préservation de la biodiversité. Son action s'articule autour de trois pôles :

- le pôle Observatoire, dont la mission consiste à suivre l'état et l'évolution de la biodiversité francilienne, en lien étroit avec les associations naturalistes, les scientifiques et les chercheurs ;
- le pôle Forum des acteurs, qui permet d'échanger sur les actions locales et de les accompagner, de mieux identifier les actions prioritaires, de valoriser les expériences dont l'efficacité a été prouvée et d'élaborer des guides de bonnes pratiques ;
- le pôle Communication et Pédagogie qui vise à sensibiliser le grand public à la préservation de la biodiversité – point auquel je suis très attachée en tant qu'enseignante, car il est primordial de sensibiliser les enfants dès le plus jeune âge.

Association de loi 1901, Natureparif est une structure dont la gouvernance est collégiale. Son Conseil d'administration regroupe ses adhérents en sept collèges : la Région et l'État se partagent la moitié des suffrages, les autres collèges – collectivités locales, associations de protection de la nature et de l'environnement, établissements d'enseignement supérieur et de recherche, chambres consulaires et fédérations professionnelles, entreprises publiques et privées se répartissant à parts égales les autres droits de vote. Tous ces partenaires débattent, échangent, et surtout agissent pour la protection de la biodiversité. L'une des missions de Natureparif consiste à se placer aux côtés des acteurs publics et privés dans un esprit de co-construction, afin que leurs projets d'aménagement intègrent, dès l'amont, les enjeux liés à la biodiversité.

La rencontre « Construction et biodiversité » a notamment pour support notre guide *Bâtir en favorisant la biodiversité*, rédigé par Marc Barra, écologue chargé de mission Entreprises de Natureparif. Cet ouvrage a été construit grâce aux échanges d'une quarantaine d'acteurs – métiers de la construction, écologues, architectes, collectivités, entreprises, carrières, urbanistes – réunis dans des ateliers de travail.

Cette mise en commun des compétences et des expériences est la marque de fabrique de notre agence. La connexion entre les réseaux naturalistes, scientifiques, techniques et institutionnels est la matrice sur laquelle nous nous appuyons pour tous nos travaux : liste rouge francilienne des oiseaux nicheurs et de la flore vasculaire, études sur l'état de santé et la résilience de la nature francilienne, rédaction de guides thématiques, etc.

Toutes ces actions ont un objectif commun : préserver et restaurer la biodiversité. La restauration écologique est, du reste, le thème du colloque organisé par Natureparif et France Nature Environnement (FNE) les 3 et 4 avril 2012. Cette question se pose avec d'autant plus d'acuité que la fragmentation des espaces, l'imperméabilisation des sols et l'épuisement des ressources entraînent une pression toujours plus forte sur la biodiversité régionale. La cause principale – l'urbanisation du territoire – en est bien sûr connue ; nos villes se renouvellent et s'agrandissent, mais, ce faisant, s'étendent jusqu'aux zones agricoles et naturelles. Cette dernière question se situe au cœur du guide *Bâtir en favorisant la biodiversité*, dans lequel les différents acteurs interrogés plaident pour la prise en compte de cette dimension à chacune des étapes de la filière, de la conception des matériaux à leur réutilisation en fin de vie des bâtiments, en passant par la construction et la rénovation. Leurs expressions permettent d'analyser la situation présente, mais aussi – et surtout – d'esquisser des solutions concrètes, sur le terrain.

J'encourage chacun à rejoindre notre réseau de partenaires publics, privés ou associatifs engagés pour la biodiversité. Notre tâche, porteuse d'espoir, est exaltante. Notre agence est fière d'apporter sa contribution en assurant son rôle de plate-forme d'échange entre collectivités, institutions, associations et entreprises.

www.natureparif.fr

Sommaire

INTRODUCTION

Liliane PAYS, Présidente de Natureparif	1
Présentation du guide Natureparif « Bâtir en favorisant la biodiversité »	
Marc BARRA, écologue, chargé de mission Entreprises, Natureparif	3

THÈME 1 – PLANIFIER : LES DÉCISIONS EN AMONT

Le diagnostic écologique : un outil d'aide à la décision avant d'aménager	
Pierre BIEUZEN, chargé du Développement durable, Établissement public d'aménagement du Mantois Seine Aval	6
Éco-conception : l'Analyse de Cycle de Vie appliquée à la construction d'un bâtiment	
Thomas PEVERELLI, ingénieur-conseil responsable du pôle Bâtiment, EVEA	8
L'importance de l'écoconstruction : le point de vue d'un élu local	
Jacques DROUHIN, Maire de Flagy (Seine-et-Marne) et président de l'association des maires ruraux de Seine-et-Marne	10

THÈME 2 – CONSTRUIRE : DES PRATIQUES INNOVANTES

EC046 : un bâtiment bioclimatique avec des matériaux locaux et bio-sourcés	
Yannick JEANNIN, chef du département Logistique du service des Parcs et Domaines de la Ville de Lausanne (Suisse)	14
Construire avec du béton de chanvre en milieu urbain dense	
Richard F. THOMAS, architecte-urbaniste North by Northwest Architectes et Laurent MOULY, ingénieur-architecte, LM Ingénieur	17
Quelles innovations pour accueillir les espèces locales sur les bâtiments ?	
Steeve LEBRIQUIR, ornithologue, Ligue pour la Protection des Oiseaux Isère	19
Végétalisation verticale : œuvre d'art ou écosystème ?	
Agnès KINDT, chargée de mission Biodiversité, Institut du Développement Durable et Responsable, Université Catholique de Lille	21
Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité	
Philippe PEIGER, Paysagiste-Jade, Président de l'association Nature en toit	23

THÈME 3 – EXPLOITER : VIVRE ET GÉRER LES BÂTIMENTS

Le référentiel « biodiversité urbaine » de l'entreprise Élan	
Olivier LEMOINE, écologue à Élan France, filiale de Bâtiments Île-de-France	26
La phyto-épuration : des plantes pour traiter les eaux pluviales urbaines au sein des quartiers	
Marie-Cécile DE CHEZELLE, Direction de la Protection de l'Environnement, Lyonnaise des Eaux.....	28

THÈME 4 - DÉCONSTRUIRE ET RÉNOVER : MAÎTRISER LA FIN DE VIE

Réutiliser les déchets pour construire à nouveau : l'écologie industrielle	
Céline SCHAAR, Département Déchets de Bruxelles Environnement	32
Peut-on construire des bâtiments biodégradables ?	
Françoise-Hélène JOURDA, architecte	35

CLÔTURE

La biodiversité dans les normes et démarches de certification dans la construction ?	
Anne-Sophie PERRISSIN-FABERT, directrice de l'association HQE	38

Présentation du Guide Natureparif « Bâtir en favorisant la biodiversité »



La rédaction du guide *Bâtir en favorisant la biodiversité* est le résultat des réflexions d'une quarantaine de professionnels provenant de tous les corps de métiers depuis l'amont (aménageurs) jusqu'à l'aval (déconstructeurs). Les impacts sur la biodiversité de la fabrication, de l'utilisation, de la déconstruction et du recyclage des bâtiments et de ses composants ont été analysés à travers une approche tenant compte de l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. D'une part, les matériaux de construction tirent leurs matières premières des cinq continents, et leur fabrication affecte de nombreux écosystèmes souvent lointains. D'autre part, la végétalisation installée sur les immeubles peut contribuer à la captation du carbone, à la phyto-épuration et aux usages récréatifs. La consommation énergétique directe et indirecte des bâtiments reste un enjeu majeur aux côtés de l'impact des bâtiments sur les écosystèmes.

Marc BARRA Écologue, chargé de mission Entreprises, Natureparif

La réalisation du guide *Bâtir en préservant la biodiversité* est avant tout le fruit d'un travail collectif de plus d'un an et demi mené avec une quarantaine de professionnels représentant tous les corps de métiers des acteurs du monde du bâtiment depuis l'amont (les aménageurs) jusqu'à l'aval (les déconstructeurs). Il faut par ailleurs préciser qu'en parallèle de notre propre démarche, d'autres acteurs travaillent sur le même thème : Norpac et l'Université Catholique de Lille d'une part, et la LPO Isère d'autre part.

Depuis de longues années, un travail de fond a été développé sur les bâtiments à basse consommation (BBC) et à énergie positive. Mais ces bâtiments sont-ils vraiment des bâtiments écologiques ? Pour fabriquer la quantité de laine de verre nécessaire pour isoler un BBC, il faut en effet consommer une énergie équivalente à celle de son chauffage pendant un an. Réalise-t-on alors de réelles économies d'énergie compte tenu du cycle de vie complet du bâtiment ?

C'est cette même approche intégrative que nous avons adoptée pour analyser les impacts sur la biodiversité, que ce soit en termes de conception architecturale du bâtiment, d'origine et de nature des matières premières, de gestion des espaces extérieurs et de déconstruction. Cette méthodologie tient compte de l'insertion du bâtiment dans les continuités écologiques, de son impact sur les sols et de celui de la conception et des modes de gestion des espaces verts associés. Les impacts de la déconstruction concernent à la fois la réutilisation de matériaux et/ou le traitement des déchets, mais aussi la capacité à reconstruire et à réaménager la ville.

1. <http://www.natureparif.fr/fr/actualites/natureparif-et-partenariat/763-parution-de-louvrage-l-batir-en-favorisant-la-biodiversite-r>

Au-delà de la biodiversité locale, l'impact d'un bâtiment, dans une économie mondialisée, s'étend aux quatre coins du monde. Ainsi, 90 % du granit utilisé par la construction provient de Chine. Les panneaux photovoltaïques mobilisent un silicium tiré des carrières d'Algérie, tout comme le lithium indispensable aux batteries des voitures électriques est produit en Bolivie. Le bois lui-même, matériau renouvelable, est souvent importé d'Europe du Nord ou d'Afrique centrale. Le guide traite donc abondamment de l'impact de la production des matériaux sur la biodiversité hors du territoire où se trouve le bâtiment.

Le guide montre aussi comment la végétation intégrée au bâti peut capter du CO₂ et enrichir la vie du sol, il expose les avantages de la phyto-épuration pour restaurer la qualité de l'eau, mais aussi pour accueillir la faune et la flore, et pour les usages récréatifs.



La rédaction du guide de Natureparif *Bâtir en favorisant la biodiversité* est le fruit du travail collectif de quarante participants issus de tous les corps de métiers concernés par les relations entre la construction et la biodiversité, des fabricants de matériaux aux déconstructeurs en passant par les aménageurs.



Les impacts positifs d'une bonne intégration entre construction et biodiversité sont multiples : renforcement des fonctionnalités écosystémiques et de la biodiversité locale, amélioration du cadre de vie des habitants, lutte contre l'imperméabilisation des sols, etc.

Il aborde aussi des pratiques plus pionnières telles que la construction sur pieux ou pilotis, qui peut présenter des avantages pour la lutte contre l'imperméabilisation des sols, ou des dispositifs construisant des continuums entre les sols et les toits végétalisés.

La consommation énergétique reste l'un des impacts majeurs du bâtiment. C'est pourquoi notre guide évoque des systèmes de production décentralisés – à l'échelle du territoire ou du bâtiment. Il est ainsi possible de produire du biogaz à partir des déchets fermentescibles et des eaux noires : à Lubeck (Allemagne), 350 personnes sont chauffées et approvisionnées en électricité dans 175 logements à partir de cette seule source qui produit aussi du compost utilisé dans les zones agricoles des alentours. C'est un bel exemple de synergie s'appuyant sur le travail des bactéries.



L'utilisation des matériaux biosourcés d'origine locale participe à la protection et au renforcement de la biodiversité. Il faut toutefois conduire des analyses de cycle de vie complète pour évaluer les impacts durant la période d'utilisation et mettre en œuvre une écoconception globale permettant le démontage et le réemploi des matériaux.

Enfin, il faut mentionner un document de référence : le rapport du Centre d'Analyse Stratégique, présidé par Guillaume Sainteny, qui montre qu'il est essentiel de supprimer les aides fiscales qui jouent en défaveur de la biodiversité¹. Il convient de rappeler le rôle des documents d'urbanisme en la matière – comme le montrent les actions engagées par un certain nombre de collectivités². Il faudra enfin faire évoluer les normes et référentiels de construction et généraliser l'écoconditionnalité des aides publiques et pour répondre réellement à l'érosion de la biodiversité opérée par le secteur du BTP.

www.natureparif.fr

1. <http://www.strategie.gouv.fr/content/rapport-les-aides-publiques-dommageables-la-biodiversite>

2. <http://www.natureparif.fr/fr/manifestations/rencontres/863-politiques-urbaines-et-biodiversite-publication>

Thème 1

Planifier : les décisions en amont



Le diagnostic écologique : un outil d'aide à la décision avant d'aménager



L'Établissement public d'aménagement du Mantois Seine Aval (EPAMSA) couvre les 51 communes de l'opération d'intérêt national Seine Aval et est responsable de la direction du projet, de l'aménagement des ZAC et du développement économique. La nature est assez présente sur le territoire et a donné lieu à un premier recensement des études et inventaires menés, qui ont permis de cerner les principaux espaces à enjeux, mais aussi les sites où mener prioritairement les nouveaux inventaires, dont toutes les données sont collectées dans une base publique de données géolocalisées. Le coefficient de biotope développé par la DRIEE Île-de-France est utilisé pour minimiser les impacts des opérations de prétravaux, puis d'aménagement effectuées par les promoteurs. Un suivi de la biodiversité sera effectué sur toutes les opérations menées par l'EPAMSA sur une durée de cinq ans.

Pierre BIEUZEN Chargé du Développement durable, Établissement public d'aménagement du Mantois Seine Aval

Le territoire de l'Établissement public d'aménagement du Mantois Seine Aval (EPAMSA), créé en 2007, comprend 51 communes situées entre Conflans-Sainte-Honorine (Val-d'Oise) et Mantes-la-Jolie (Yvelines). Dans le cadre de l'opération d'intérêt national Seine Aval, son action participe à l'effort public de création d'environ 2 500 logements par an sur le territoire, au soutien à la création d'emplois dans un contexte très industriel, et au développement des transports en commun. L'État a confié à l'EPAMSA la direction du projet de territoire, l'aménagement de ZAC, et le développement économique du territoire, notamment au travers de la filière écoconstruction déjà présente dans la boucle de Chanteloup-les-Vignes (Yvelines).

En tant qu'aménageurs et urbanistes, la biodiversité n'est pas notre spécialité, mais apparaissait déjà très présente sur notre territoire, puisque les boucles de Mousson et de Carrières-sous-Poissy sont notamment classées Natura 2000. Il a fallu évaluer la capacité et les outils de connaissance du territoire en termes de biodiversité. Une étude co-pilotée avec le Département, la Région, Natureparif, le MEDDTL, le PNR du Vexin Français, l'OPIE, le CORIF et le CBNBP a été lancée en 2007 et confiée à un bureau d'études. Le recensement de quelque 80 études naturalistes déjà menées au titre des ZNIEFF ou zones Natura 2000 pour les organismes institutionnels a permis de dresser une première carte, mais il a été plus difficile de prendre connaissance des autres études, et, de façon générale, de disposer d'informations en dehors des zones les plus riches – notamment celles situées au centre du territoire.

La collecte de ces informations a toutefois permis de cerner les enjeux de trames et d'espaces de biodiversité les plus remarquables et de tracer une seconde carte très précieuse

pour les aménageurs. Une base de données a été créée à cette occasion et est mise à jour au fil de la réalisation des nouvelles études afin de disposer en continu de la meilleure information possible. À l'issue de cette première phase de près d'un an, les études directement exploitables sont apparues rares – notamment parce que la localisation des espèces remarquables n'était disponible généralement qu'au travers de documents papier. En outre, les durées d'inventaires le plus souvent réalisés dans le cadre d'études d'impact étaient souvent courtes.

Il fallait donc renforcer la qualité des études à mener (notamment dans le cadre des projets d'aménagement de l'EPAMSA) en s'appuyant systématiquement sur un bureau d'études spécialisé pour conduire des inventaires sur une durée d'au moins un an, afin d'inventorier les espèces présentes au fil des saisons, et en élargissent la prospection élargie à un plus vaste ensemble de groupes taxonomiques (mollusques, par exemple). L'EPAMSA demande aussi que soient menées des analyses systématiques de trames et, surtout, à obtenir les données brutes des bureaux d'études afin de les partager publiquement dans tous les cas.

Dans le cadre des projets que nous menons, il est possible d'inventorier des zones souvent vastes : l'une d'entre elles portait à Poissy en 2011 sur 60 hectares, une autre étude est à présent lancée sur une surface de 170 hectares sur les communes de Bouafle, des Mureaux et de Flins-sur-Seine. Un budget est aussi réservé chaque année pour mener des études sur les zones jusqu'ici non inventoriées en dehors des projets de l'EPAMSA. Dans le contexte de la dizaine d'opérations d'aménagement en cours, 1 000 hectares environ auront été inventoriés fin 2012.



Le territoire d'intervention de l'EPAMSA s'étend de Conflant-Sainte-Honorine (Val-d'Oise) à Blaru (Yvelines) et comprend de nombreuses zones de biodiversité remarquables et ordinaires, dont les zones Natura 2000 des boucles de Seine de Mousson et de Carrières-sous-Poissy (Yvelines). Le soutien à la biodiversité a été intégré à l'action d'aménagement de l'EPAMSA.

Afin de préserver les zones et les activités agricoles, l'EPAMSA concentre ses aménagements dans les zones de friches. Pour anticiper les impacts, les inventaires sont réalisés avant la conception des aménagements et donnent lieu à la création de cartes d'habitats et d'espèces qui permettent de dresser des cartes des enjeux et des sensibilités du territoire en termes de biodiversité. Les bases de données sont systématiquement géolocalisées. Nos équipes d'urbanistes utilisent le coefficient de biotope développé par la DRIEE Île-de-France afin de piloter les aménagements et de faire en sorte que sa valeur après aménagement soit la plus proche possible de la valeur initiale. L'expérience montre que cet outil permet de faire évoluer les mentalités des parties prenantes. Le bureau d'études accompagne l'EPAMSA de la conception du projet à la réalisation des travaux en intervenant auprès des équipes de maîtrise d'œuvre et des promoteurs.

Ces derniers doivent ainsi renseigner des fiches qui sont transmises au bureau d'études qui effectue des préconisations pour améliorer les continuités. Dans les espaces publics, ce dialogue concerne aussi les paysagistes, qui ne travaillent pas toujours à partir des espèces locales. Le bureau d'études propose alors des palettes végétales cohérentes avec la flore francilienne. Durant la phase opérationnelle (prétravaux et travaux), l'EPAMSA travaille pour maîtriser au mieux les impacts. Ainsi, sur le site du futur écoquartier fluvial de Mantes-la-Jolie et Rosny-sur-Seine,

un écologue est intervenu afin que les sondages effectués épargnent les sites les plus sensibles. Un cahier de prescriptions de chantier très complet est ensuite rédigé.

L'EPAMSA s'engage à assurer le suivi de la biodiversité sur l'ensemble de ses opérations, et ce, un an, trois ans et cinq ans après achèvement des travaux. Nous communiquons avec le comité de pilotage qui a participé à la première de nos études menées en 2009 afin d'évaluer les résultats obtenus, d'identifier les pistes d'amélioration et de communiquer auprès des collectivités pour qu'elles adoptent les bonnes pratiques que nous avons développées.

L'EPAMSA a décelé la présence de plusieurs espèces d'oiseaux et d'insectes protégés sur son territoire et plusieurs dossiers de dérogation pour destruction d'espèces protégées vont être présentés dans le cadre de nos aménagements. Nous avons élargi le périmètre de la plupart de nos ZAC pour y inclure des espaces naturels où la biodiversité est aujourd'hui peu élevée et où nous développons une ingénierie écologique pour la favoriser. Dans ces nouvelles ZAC, il sera obligatoire que les toitures accueillent des panneaux solaires et/ou des toitures végétalisées. Avec les paysagistes et des urbanistes, nous prévoyons ainsi de créer une zone dédiée aux oiseaux dans le cadre du projet d'écoquartier fluvial de Mantes-la-Jolie et Rosny-sur-Seine.

www.epamsa.fr

Éco-conception : l'Analyse de Cycle de Vie appliquée à la construction d'un bâtiment



EVEA est spécialisée dans la réalisation d'Analyses de Cycles de Vie (ACV) et dans l'écoconception des matériaux. Pour la communauté de communes du Pays des Herbiers (Vendée), elle a participé à l'étude préalable à la construction d'une maison bioclimatique à très haute performance énergétique et dont le coût devait être maîtrisé. Dans ce cadre, les matériaux et équipements (murs, menuiseries, aménagements extérieurs) ont été choisis après une ACV des différentes options. Dix types d'isolants différents ont ainsi été comparés à partir des informations issues des fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) complétées par des données bibliographiques et par les enseignements de l'expérience d'EVEA, qui engagé un expert en la biodiversité afin d'évaluer les impacts des matériaux et des solutions, puisque les FDES ne prennent pas ce critère en compte. L'assistance à maîtrise d'ouvrage apportée à la collectivité locale a permis de capitaliser les enseignements et d'aboutir à une bonne maîtrise des coûts.

Thomas PEVERELLI Ingénieur-conseil responsable du pôle Bâtiment, EVEA

EVEA est un cabinet-conseil regroupant plus de 25 personnes situées à Nantes, Lyon et Troyes, toutes engagées en faveur de l'écologie mais qui n'abordaient initialement pas la biodiversité. Les Analyses de Cycle de Vie (ACV) constituent son point fort, mais EVEA est aussi leader de l'écoconception en France et intègre ce point aux fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) afin de sensibiliser les fabricants. La prise en compte de la biodiversité concerne principalement les ACV, même s'il serait préférable d'améliorer sur cette thématique les évaluations sur la base de retour d'expériences, notamment en se fondant sur les inventaires réalisés avant et après les opérations. EVEA est aussi agréé en tant qu'organisme de formation et de recherche.

Très volontaire, la communauté de communes du Pays des Herbiers (Vendée) a investi les fonds nécessaires pour construire une maison bioclimatique en ayant le soin d'en faire bénéficier chacun au travers d'une communication portant sur le choix des matériaux. Ce projet collaboratif a rassemblé la collectivité, EVEA, un bureau d'études thermiques et un architecte. Il s'agissait d'atteindre des besoins de chauffage inférieurs à 15 kWh/m²/an tout en maintenant des coûts raisonnables, donc montrer qu'il est possible à tous d'accéder à ce type de logement. Les relations nouées entre les partenaires ont permis d'appliquer les leçons acquises dans le cadre d'opérations de rénovation.

L'étude a été menée en 2008 et 2009. Durant la phase d'identification des enjeux, les objectifs ont été expliqués à toutes les parties prenantes afin de les intégrer pleinement au projet. Le périmètre et la portée initiaux de l'étude ont été définis, puis l'impact environnemental des différents matériaux de construction a été évalué en ACV, afin de le limiter sur la base des

données disponibles (essentiellement bibliographiques). Les indicateurs retenus ont été choisis avec les parties prenantes. Les solutions les plus favorables du point de vue environnemental ont ensuite été présentées, avec évaluation de l'impact global des matériaux de construction.

Les menuiseries, murs, aménagements extérieurs et intérieurs ont fait l'objet de cette évaluation. Des choix alternatifs ont été proposés pour chaque lot principal. Un tableau de synthèse où figurent des smileys a été dressé à partir des différents critères pour chaque matériau : il ne s'agit pas de prétendre à une vérité absolue, mais de rendre les résultats compréhensibles compte tenu des limites de la méthodologie et de justifier les choix retenus.



	Laine de coton	Laine de mouton	Plumes de canard	Chanvre	Ouate de cellulose	Liège expansé	Panneau bois	Laine de verre	Polyuréthane	Polystyrène
Epuisement des ressources	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊
Changement climatique	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊
Acidification atmosphérique	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊
Pollution de l'air	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Pollution de l'eau	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊
Destruction de la couche d'ozone	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Oxydation photochimique	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞
Prix	😊	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😞	😊

Dans le cadre du projet de construction d'une maison bioclimatique à énergie positive, la société EVEA a mené une évaluation des matériaux de construction utilisables selon une démarche d'écoconception intégrant des analyses de cycles de vie. Ce tableau de synthèse résume les comparatifs des dix isolants testés.

Concernant les isolants, le tableau comporte, en ordonnées, les différents indicateurs d'une FDES – épuisement des ressources non renouvelables, changement climatique, acidification atmosphérique, pollutions de l'air et de l'eau, destruction de la couche d'ozone, oxydation photochimique, prix. En abscisse, figurent les différents isolants : laines de coton et de mouton, plumes de canard, laine de chanvre, ouate de cellulose, liège expansé, laines de bois et de verre, polyuréthane, polystyrène. Le chanvre et le panneau de bois en ressortent les mieux classés, même si l'évaluation mériterait d'être précisée sur ce dernier. Le polyuréthane, le polystyrène et le liège expansé ont été écartés, ce dernier, parce que la ressource en liège est devenue rare.

Les comparaisons ont été construites sur la base d'unités fonctionnelles équivalentes et ont été menées, en tenant compte également des circonstances de l'utilisation des isolants (murs, sols, combles, etc.). Nous avons d'abord utilisé les informations des FDES, qui, si elles sont polémiques, ont le mérite d'être disponibles. Elles ont été complétées par des données bibliographiques et par nos propres connaissances afin de construire un avis objectif en ACV. Les FDES proposent des aperçus sanitaires, mais ne prennent pas en compte la biodiversité. En

revanche, le nombre de FDES ayant donné lieu à des vérifications a augmenté depuis 2009 et la méthodologie appliquée a été améliorée. L'étude pourrait donc être réactualisée – ce d'autant plus que l'ACV n'est pas le seul outil permettant d'évaluer l'impact global du bâtiment durant son utilisation.

EVEA souhaiterait améliorer la prise en compte de la biodiversité et a donc intégré à ses équipes un expert en la matière. Celui-ci ne travaille pas seulement dans le cadre du travail effectué sur le bâtiment, qui ne représente aujourd'hui que 20 % de l'activité.

Dans la communauté de commune du Pays des Herbiers, le projet a notamment retenu l'utilisation de laine de bois, du mortier à la chaux, mais aussi l'intégration de panneaux photovoltaïques, de pare-soleil, de fenêtres et d'un bardage en bois. Cet exemple montre qu'il peut être avantageux d'intervenir en assistance en maîtrise d'ouvrage (AMO) pour intégrer la biodiversité dans le choix des matériaux de construction, y compris en ACV, sans pour autant déboucher sur une dérive excessive des coûts.

www.evea-conseil.com

L'importance de l'écoconstruction : le point de vue d'un élu local



La commune de Flagy (Seine-et-Marne) s'est engagée en faveur de la biodiversité à travers de multiples actions, en projet, en cours ou terminées : rachat et remise en état écologique de peupleraies, création de nouveaux sentiers de randonnée, fleurissement écologique et plantation d'une vigne biologique, réduction de l'éclairage nocturne, etc. La commune a aussi soutenu un particulier engagé dans une démarche personnelle d'écoconstruction utilisant exclusivement des matériaux locaux et autosuffisante en eau et en électricité. Flagy participe au programme d'étude CLEVERT mené par le Ministère de l'Écologie et le CNRS, et est engagé dans le projet de restauration du cours de la rivière Orvanne. Toutes ces opérations sont entreprises dans une perspective de cohésion sociale et de reproductivité et ont créé une vitalité qui suscite un grand nombre de visites, y compris internationales.

Jacques DROUHIN Maire de Flagy (Seine-et-Marne) et président de l'association des maires ruraux de Seine-et-Marne

Après une carrière professionnelle en tant qu'ingénieur chargé du développement local, je suis depuis 2008 maire de Flagy, commune rurale du sud de la Seine-et-Marne, et travaille en tant qu'élu avec la satisfaction de faire avancer des projets passionnants. J'ai reçu le 19 mars 2012 une délégation chinoise provenant de la province du Sichuan pour lui présenter des actions de terrain dont bon nombre concernent la biodiversité. Beaucoup peuvent être reproduites ailleurs dans une démarche d'échange qui, seule, permettra aux démarches écologiques de réussir.

Avec le soutien du Conseil général, nous avons souhaité racheter les peupleraies situées dans les zones sensibles humides de la commune, car elles ne formaient jusqu'alors que des plantations industrielles pauvres en biodiversité. Au fil des acquisitions (qui atteignent à présent sept hectares) nous travaillons à la remise en état des fonctionnalités écologiques de ces milieux.

Avec les acteurs agricoles, la commune a créé de nouveaux sentiers de randonnée, car les agriculteurs avaient au fil des ans supprimé les haies et les chemins. Un pigeonnier a été installé dans le cœur du village en faisant intervenir des associations d'insertion, car de nombreux oiseaux fréquentaient le clocher de l'église ou d'autres bâtiments sensibles. Une vigne biologique a aussi été plantée à titre symbolique et un rucher pédagogique est en cours d'installation afin de montrer à la population le degré de sensibilité de l'environnement local.

Notre commune de 650 habitants a supprimé tous les éclairages publics (boules) créant une pollution lumineuse verticale, y compris dans un lotissement dont la commune a

repris la propriété de la voirie. Les ampoules à mercure ont été supprimées et un éclairage à double puissance (100 W, puis 50 W durant la nuit) été mis en place. L'heure d'allumage est recalée tous les jours en fonction du décalage horaire de la luminosité.

La commune s'est engagée aux côtés d'une personne souhaitant disposer d'un terrain afin de bâtir une maison écologique dans une démarche d'autoconstruction. Ce particulier voulait obtenir une parcelle orientée plein sud et proposer un exemple reproductible à ses concitoyens. Il a travaillé son projet durant des années dans une logique de partage et anime le site www.deboisetdepaille.e-monsite.com où sont présentées toutes les phases de son chantier. Tous les matériaux utilisés – paille, bois, tuiles, etc. – sont d'origine locale.

Dans le cadre de la présidence de la communauté de communes du Bocage Gâtinais, je souhaite créer un centre de formation afin que les jeunes intéressés par ces métiers nouveaux puissent s'appuyer sur ce type d'expériences. Car trop souvent, les projets de développement économique reproduisent des schémas classiques alors qu'il faut à présent intéresser l'artisanat local aux nouvelles approches environnementales. Il semble réaliste de créer un centre de formation en ce sens, puisque de nombreux artisans ont déjà visité cette maison, totalement autonome en eau et en électricité : elle n'est raccordée aux réseaux d'eau potable et d'assainissement qu'au titre du respect de la réglementation !

Comme deux autres communes du Morvan et de Vendée, Flagy a été retenu dans le cadre du projet CLEVERT, piloté



La commune de Flagy (Seine-et-Marne) a accordé un permis de construire et soutient la démarche d'autoconstruction d'un particulier, qui bâtit en utilisant des matériaux d'origine locale et renouvelable, notamment le bois et la paille.

par le Ministère de l'Écologie et le CNRS : deux écologues, deux géographes et deux anthropologues travaillent sur notre territoire pour retracer l'évolution du village au cours des 50 dernières années, notamment sur les thématiques de l'habitat, de la biodiversité et de la vie des sols. Flagy travaille sur la restauration écologique de l'Orvanne en supprimant les vannages pour retrouver un tracé proche du cours de la rivière il y a quelques centaines d'années. Ces opérations ont été financées en partenariat avec l'Ademe, le Conseil général et la Région. Les experts des ABF ou du CAUE de Seine-et-Marne accompagnent aussi, entre autres, les collectivités engagées.

www.flagy.fr

Nous tenons à ce que nos expériences parfois expérimentales puissent être reproduites ailleurs, mais, tout autant, à ce qu'elles renforcent la cohésion sociale grâce à l'engagement de toute la population locale ; 17 associations et commissions prennent en charge les projets, afin de redonner vie à notre village et pour que ses habitants soient fiers de leurs réalisations collectives.

Le village de Flagy est aujourd'hui très visité grâce à sa vitalité. Ce type d'initiatives nécessite cependant un fort engagement des élus et la traduction concrète des engagements.

Thème 2

Construire : des pratiques innovantes



ECO46 : un bâtiment bioclimatique avec des matériaux locaux et bio-sourcés



La Ville de Lausanne comprend une vaste superficie d'espaces verts et agricoles gérés par une importante équipe municipale. Depuis les années 2000, elle a développé un Agenda 21 qui a débouché sur la création d'un fonds permettant de financer les projets de développement durable, dont ECO 46. Avec le souci de former les entreprises locales aux techniques utilisées, ce bâtiment bioclimatique a été construit uniquement à partir de matériaux issus des espaces appartenant à la Ville et abrite à présent l'équipe administrative du service des Parcs et Domaines. Le bâtiment a été construit en murs de paille porteurs de forte épaisseur et qui procurent d'excellentes performances thermiques et hygrométriques, puisque le label suisse MINERGIE a été obtenu. Les propriétés antisismiques et la résistance au feu sont aussi excellentes. Les meubles ont pour l'essentiel été fabriqués par le personnel municipal. Le bâtiment a coûté 1,5 million d'euros, son surcoût par rapport à une construction traditionnelle étant principalement liée à la rémunération de l'entreprise chargée des travaux, le coût des matériaux étant très faible.

Yannick JEANNIN Chef du département Logistique du service des Parcs et Domaines de la Ville de Lausanne (Suisse)

Chef-lieu du canton de Vaud, Lausanne compte 130 000 habitants au bord du lac Léman, au sein d'une agglomération de 250 000 habitants environ, et est située à une altitude allant de 370 m à 870 m. Les 330 collaborateurs du service des Parcs et Domaines sont répartis en 40 métiers et gèrent 350 hectares d'espaces verts, 1 800 hectares de forêts, 900 hectares de terres agricoles et 32 hectares de vignes exploités par des agriculteurs.

La ville a développé un Agenda 21 dans les années 2000, et a par la suite créé un fonds alimenté par des taxes sur l'électricité, le chauffage à distance à gaz et la consommation d'eau. Il permet de financer des projets de développement durable, dont ECO 46, un bâtiment bioclimatique réalisé en utilisant uniquement des matériaux locaux et ce, dans des délais usuels, tout en formant des entreprises locales aux techniques utilisées, en respectant l'enveloppe budgétaire et en créant des échanges avec des écoles suisses.



Le bâtiment accueille l'équipe administrative de notre service, qui était jusqu'ici installée dans des préfabriqués énergivores. Il est situé dans un environnement assez vert situé à proximité du centre horticole de la Ville de Lausanne, qui produit les plants végétaux correspondant à ses besoins. En février 2010, il a été décidé de construire l'immeuble en paille. Après formalisation du projet, les fonds ont été demandés à la Ville, qui les a attribués début 2011. Les travaux ont débuté en avril 2011 et les équipes ont pris possession des lieux en décembre – même si les crépis et les aménagements végétaux extérieurs doivent être terminés. Ce délai assez court montre que le projet a bien été porté par les habitants et les responsables politiques.

L'emprise au sol représente environ 13 mètres de côté. Il abrite au rez-de-chaussée une cafétéria, deux salles de conférence, une petite cuisine et des toilettes sèches. Au premier étage se situe un *open space* et trois bureaux individuels. L'épaisseur des murs en paille est de 80 cm, ce qui crée de larges embrasures assez atypiques. L'épaisseur des murs en pisé est de 50 cm et celle des crépis intérieurs de 5 cm.

Afin d'obtenir la granulométrie adéquate, la terre de construction extraite sur place a été mélangée avec celle provenant d'un autre chantier distant à 13 km et à une terre argileuse

Le bâtiment ECO 46, qui accueille depuis décembre 2011 les services des Domaines de Lausanne (Suisse) a été construit en utilisant exclusivement des matériaux provenant des domaines municipaux. Les murs porteurs l'ouvrage, d'une hauteur de plus de six mètres, ont été édifié en pisé. La technique optimise les performances thermiques et hygrométriques et réduit au strict minimum les apports de chauffage.



Les murs extérieurs du bâtiment des services des Domaines de Lausanne ont été construits en utilisant une paille produite localement. Le chantier, largement expérimental, a permis de proposer à des entreprises locales de se former à ces nouvelles techniques.

présente dans une gravière, où elle n'était pas utilisée. Ces 50 tonnes de matériaux fournis gratuitement n'ont occasionné, pour la commune, que des coûts de transport.

La terre de construction peut être utilisée sous plusieurs formes. Le pisé est un mur massif constitué uniquement de terre et d'eau pouvant supporter des charges importantes : il faut pour cela constituer un mélange de terres moyennement granuleux, argileux et humide. Une fois les essais effectués, la mise en œuvre recourt à des coffrages remplis par couches de 15 cm. Le décoffrage peut débuter deux semaines après le coulage de la dernière couche. La technique de la bauge est celle d'un mur massif construit en terre façonnable, alors que le torchis est utilisé dans des ossatures bois. Les enduits et la daube représentent d'autres techniques d'utilisation. Notre bâtiment comprend un mur porteur en pisé situé au centre du bâtiment, un autre mur étant situé sur le côté gauche et supportant la dalle du premier étage. Un second mur latéral monte jusqu'à la toiture et supporte la charpente. Le pisé permet d'édifier des murs très robustes, esthétiques, régulateurs de chaleur et d'hygrométrie.

Nous avons aussi réalisé deux dalles en terre compactée sur lesquelles ont été posées des chapes anhydrites huilées. Le bâtiment a obtenu les labels MINERGIE et Eco, qui certifient en Suisse le respect de critères stricts en termes de performance énergétique et de matériaux écologiques. Le label MINERGIE P (bâtiment à énergie passive) n'a cependant pas été obtenu, même si la performance énergétique correspondante est atteinte, parce que les bâtiments en paille ne peuvent être strictement étanches, comportant de nombreuses failles et trous qui n'occasionnent aucune déperdition énergétique significative. Les enduits atteignent une épaisseur de 5 cm et jouent un rôle structurel. Les revêtements intérieurs en terre ont été teints avec des pigments écologiques.

Les 45 tonnes de paille utilisées ont été produites dans les domaines de la ville, qui se situent dans un rayon de 10 kilomètres autour de celle-ci. Des bottes de 80 cm (murs) et de



Le mobilier de bureau du bâtiment des services des Domaines de Lausanne a été fabriqué en bois de chêne local par les agents de la Ville.

50 cm de largeur (isolation de la toiture) ont été façonnées. Nous avons opté pour la technique de la paille porteuse et non pour le remplissage ou les systèmes mixtes, mais cela suppose de prévoir et de suivre le tassement des murs durant les travaux jusqu'à la pose de la charpente. La paille apporte des qualités bioclimatiques remarquables. C'est un matériau très isolant, abondant en Suisse et recyclable ou réutilisable, comme les autres matériaux de notre édifice. Sa résistance aux séismes et aux incendies est excellente.

Malheureusement, le matériau n'est en Suisse ni homologué ni normé, ce qui pose des problèmes concrets pour la construction, ce d'autant plus qu'il n'existe ni littérature spécifique ni de filière professionnelle, que ce soit pour le façonnage des bottes, leur mise en place ou la réalisation des crépis. En outre, les craintes d'incendie restent dissuasives même si elles sont infondées.

En tout, 46 m³ de bois d'essences locales (hêtre rouge, sapin blanc ou chêne) produits et coupés dans les forêts lausannoises ont été utilisés. Après préfabrication en atelier, une dalle de lames de sapin clouées a été réalisée au premier étage par les agents de la Ville. Les ossatures (piliers et sommiers) ont été réalisées en hêtre rouge, généralement utilisé comme bois de feu en Suisse. Du sapin a aussi été utilisé en charpente et un escalier intérieur a été réalisé en hêtre. Toutes les huisseries, y compris les fenêtres à triple vitrage, ainsi que la cuisine, utilisent du bois local. Tous les meubles du bâtiment – étagères, tables, bureaux – ont été fabriqués en bois de chêne local par les ouvriers de la Ville et sont simplement traités grâce à une huile naturelle. Les chaises ont été récupérées et retapissées.

Un poêle à pellets est utilisé en appoint en période de froid afin de maintenir une température supérieure à 19 °C dans un local tertiaire assez souvent visité. Lorsque la température nocturne est négative, environ 10 kg de pellets sont brûlés chaque semaine, ce qui est très faible. Le poêle fonctionne

environ 30 minutes par jour en matinées. Le bâtiment est équipé de toilettes sèches et d'un composteur ; la toiture plate est végétalisée et accueille des panneaux photovoltaïques. Nous avons dû installer une ventilation à double flux obligatoire pour obtenir le label MINERGIE, mais elle ne fonctionne que rarement, car elle apporte du froid et que le bâtiment est lui-même respirant.

En mars 2012, nos services ont débuté la végétalisation de la façade et de la toiture.

La municipalité a souhaité communiquer et former grâce à cette réalisation. Il a été proposé aux entreprises de travailler gratuitement sur le chantier en échange de la formation aux techniques utilisées. Plusieurs corps de métiers se sont investis, notamment sur la construction des murs en pisé et des crépis en terre. L'intérêt a été moindre pour la paille. Plusieurs écoles techniques ont visité le chantier, dont nous avons profité pour former les apprentis maçons de la Ville. Des groupes et représentants d'autres municipalités, y compris françaises, s'y sont aussi rendus. Cinq journées portes ouvertes ont été organisées à l'attention des Lausannois.

Le bâtiment a coûté 1,8 million de francs suisses (1,5 million d'euros). Ce prix est un peu plus élevé que celui d'une construction traditionnelle bien que les matériaux aient été presque gratuits. À Lausanne, le bois est surabondant et est exploité surtout pour le chauffage, car le bois suisse est trop cher par rapport aux importations, mais l'essentiel de l'excédent de charges provient du coût travail, qui est élevé en Suisse. Le projet a aussi suscité des coûts de communication élevés. Le bâtiment produit une part importante de son électricité, consomme très peu d'eau et de bois de chauffage. La construction semble durable, puisqu'il existe dans le canton de Vaud des bâtiments en paille de plus de 300 ans.

Toutes les informations sur ce bâtiment, ainsi que les six diaporamas réalisés au fil du chantier, sont disponibles sur le site internet de Lausanne.

www.lausanne.ch/eco46



Les murs extérieurs sont en bottes de paille porteuses.



Détail du mur porteur central en pisé.

Construire avec du béton de chanvre en milieu urbain dense



North by Northwest Architectes et LM Ingénieur ont choisi la technique du béton de chanvre à ossature métallique pour construire, pour le compte d'un bailleur social, un immeuble à 5 étages dans le 18^e arrondissement de Paris. Les avantages de cette technique sobre sont multiples : poids réduit de l'édifice, simplicité de mise en œuvre, possibilité de supporter des revêtements multiples en cohérence avec les façades du voisinage. Par ailleurs, la culture du chanvre ne nécessite pas beaucoup d'eau et aucun intrant chimique. Elle peut se coupler intelligemment à une agriculture alimentaire, dans un modèle de polyculture ou de rotation culturales, pratiques connues pour leur apport positif à la biodiversité. L'immeuble comportera un jardin collectif qui sera arrosé grâce à la récupération des eaux de pluie et une partie de sa couverture sera végétalisée. La technique nécessite lors de la conception architecturale d'anticiper très finement le mode de construction, mais permet de créer des parois à isolation répartie qui minimisent les ponts thermiques. Le principal impact positif de la technique réside dans l'origine végétale d'une partie du matériau, qui réduit l'énergie grise et les émissions de CO₂ liées à sa fabrication.

Richard F. THOMAS Architecte-urbaniste North by Northwest Architectes
Laurent MOULY Ingénieur-architecte, LM Ingénieur

Le secteur de Château Rouge est situé dans le 18^e arrondissement de Paris et son aménagement a été placé sous la responsabilité de la SEMAVIP, qui décide de démolir un certain nombre d'immeubles existants afin de reconstruire *in situ*, en confiant dans la plupart des cas les projets à des bailleurs sociaux. La parcelle qui nous a été confiée est située 37 rue Myrha. Nous souhaitons dès le départ construire un bâtiment sobre.

À la suite d'un voyage durant lequel nous avons visité des constructions écologiques à Londres, nous avons découvert la technique du béton de chanvre, que nous avons décidé d'utiliser à Paris. Dans un cadre interdisciplinaire, nous avons adopté le principe de sobriété – tout d'abord dans les modalités d'insertion dans le tissu très dense des bâtiments enduits des faubourgs parisiens. À Paris, les techniques traditionnelles utilisent la pierre, puis les constructions à ossature bois et à remplissage de plâtre et de chaux. Ce n'est qu'au début du XX^e siècle que le béton armé et le métal ont été utilisés en ossature, généralement avec un remplissage de maçonnerie. Les constructions à ossature et remplissage sont particulièrement adaptées au contexte urbain dense. Nous avons cherché à nous inscrire dans cette tradition « faubourienne », et c'est pourquoi nous avons opté pour un enduit qualitatif sur une construction à ossature métallique et remplissage en béton de chanvre. Il conservera un aspect sobre côté rue,

alors que le côté jardin sera traité de façon plus qualitative grâce à un bardage bois et à un habillage de zinc.

Le béton de chanvre supporte des revêtements très variés et présente de multiples avantages. Le matériau est très léger : ainsi, certains des immeubles de 6 étages comparables réalisés en béton nécessitent de creuser des fondations de 50 à 60 mètres de profondeur à Paris, alors que notre bâtiment n'a besoin que de fondations normales. Il comportera 4 niveaux ainsi que des combles.

Les planchers seront construits en béton. Le rez-de-chaussée sera réservé au local commercial exigé par l'aménageur, à l'entrée des logements, aux équipements, aux locaux à vélo et à poubelles et au site de compostage. La création d'un jardin collectif (y compris potager) est aussi un point essentiel du projet, qui prévoit la récupération des eaux de pluie à des fins d'arrosage. Selon le projet actuel, une partie de la couverture ainsi qu'une terrasse commune seront végétalisées. Pour autant, l'essentiel de notre contribution à la biodiversité a consisté à utiliser des matériaux de production agricole renouvelable.

L'ossature métallique structurante est complétée par une ossature bois secondaire supportant les parois de béton de chanvre. Ces matériaux sont légers, tout comme les moyens de leur mise en œuvre, ce qui devrait rendre le chantier assez



Le recours à la technique du béton de chanvre projeté oblige à prendre en compte la logique de construction dans la conception architecturale afin d'optimiser les coûts et la performance thermique.

spectaculaire du fait de la qualité des matériaux, de la rapidité de la construction et de la réduction des nuisances pour le voisinage. L'ossature métallique sera développée avec une grue mobile, celle-ci n'intervenant que pour la pose de la charpente de métal. Les autres opérations seront effectuées depuis un échafaudage.

Le mélange de chaux et de chanvre est projeté horizontalement en utilisant une lance sous pression qui plaque le béton sur le coffrage vertical temporaire. L'épaisseur standard des murs est de 27 cm. Un jet d'eau sous pression humidifie le mélange chaux aérienne-chênevotte à la sortie de la buse de projection. La technique, rapide, ne projette aucun résidu aux alentours, mais elle oblige en revanche à tenir compte des logiques de construction dans la conception architecturale du bâtiment, afin que la construction soit la plus simple et la plus économique possible. Les soutiens des parements en bois ou en zinc nécessitent ainsi le doublement des ossatures. L'ossature métal est en partie noyée dans le béton de chanvre qui est un bon isolant, ce qui permet de réduire les ponts ther-



Préfiguration du jardin du 52 rue Myrha, Paris 18^e. Les concepteurs du bâtiment collectif prévoient la création d'un jardin arrosé grâce à la récupération des eaux pluviales. Le projet prévoit également une végétalisation partielle du toit et l'installation d'une ruche.

miques en adoptant le principe de la paroi à isolation répartie. La performance thermique du béton de chanvre est moindre que celle d'autres isolants, mais ce principe permet, en évitant la superposition du matériau porteur et de la couche isolante, d'atteindre la performance BBC et d'obtenir le label H&E grâce à la cohérence de l'enveloppe et au soin apporté à l'ensemble des détails constructifs pour éviter les ponts thermiques.

Le béton de chanvre apporte aussi un confort intérieur considérable par ses propriétés hygrométriques, puisqu'il absorbe l'humidité et procure les effets thermiques liés aux échanges de chaleur latente. Il procure un très fort déphasage thermique en apportant de la fraîcheur intérieure en période de chaleur grâce à l'évaporation de l'humidité des supports ; l'effet est inverse en période fraîche ou froide. Le béton de chanvre, en outre, absorbe une forte quantité de carbone durant la croissance des plantes. Alors qu'un bâtiment de béton armé respectant la performance BBC produit autant de carbone durant son exploitation qu'au travers de la fabrication de ses matériaux (atteignant donc le facteur 2) un bâtiment BBC en béton de chanvre atteint le facteur 3.

www.semavip.fr

Qualifier la performance des matériaux dans le cadre des marchés publics

Anthony DELALOY – Ingénieur environnement, SYSTRA

Comment intégrer les choix de matériaux d'origine renouvelable dans le cadre des marchés publics, partant du principe que le Code des Marchés publics impose l'impartialité de la concurrence ?

Thomas PEVERELLI – EVEA

Il est impossible de citer un matériau ou un fournisseur plutôt qu'un autre, mais il est possible de spécifier des solutions constructives minimisant les différents impacts écologiques. Cette contrainte légale a pour conséquence que les projets de ce type restent rares.

Anne-Sophie PERRISIN-FABERT – Directrice de l'association HQE

À ces conditions, il n'existe aucune entrave au droit de la concurrence. L'arrêt des bus Concordia rendu par la Cour de justice des Communautés européennes a confirmé que dès lors que les cahiers des charges portent sur des performances techniques objectives, le fait qu'il n'existe qu'un fournisseur capable de répondre à la demande ne constitue pas une infraction.

Quelles innovations pour accueillir les espèces locales sur les bâtiments ?



LPO Isère a publié en 2012 le guide pratique *Biodiversité et bâti : comment concilier nature et habitat ?* qui permet de concevoir et d'adapter les bâtiments neufs et existants pour favoriser les différentes formes de faune et de flore. Au-delà des pratiques de gestion différenciée des espaces verts situés à proximité des immeubles, il propose de multiplier les milieux présents sur les bâtiments (types de substrats, bois morts, espèces végétales locales, mares, etc.) et de disposer, en prenant en compte les situations et les orientations, des nichoirs destinés aux oiseaux, chauves-souris et insectes. Ceux-ci sont désormais très variés et peuvent être intégrés au bâti, ou disposés sur ses surfaces, lors de la construction comme de la rénovation. Il fait également être attentifs aux risques présentés par les surfaces vitrées et par les cavités temporaires ou permanentes, que des dispositifs adaptés permettent de maîtriser.

Steve LEBRIQUIR Ornithologue, Ligue pour la Protection des Oiseaux Isère

Contrairement à ce que pourrait faire penser son nom, la Ligue pour la Protection des Oiseaux ne travaille pas qu'en faveur des oiseaux, mais pour la défense de la biodiversité en général et compte 40 000 adhérents en France. Sur le terrain, nos adhérents et nos salariés travaillent avec les collectivités et les professionnels, notamment pour savoir comment agir pour que la construction et les bâtiments favorisent la biodiversité.

Nous avons mené une réflexion en 2011 pour créer le guide pratique *Biodiversité et bâti : comment concilier nature et habitat ?* proposé tout d'abord en version CD, et qui donnera lieu à une version papier au printemps 2012. Il s'adresse avant tout aux professionnels, dans le cadre de la construction neuve comme de la rénovation. Le guide s'intéresse à la faune vertébrée et invertébrée comme à la flore et a été construit par un groupe de travail formé par la LPO, avec le CAUE de l'Isère et avec des personnes venant d'autres départements.

Contrairement à ce que l'intuition laisserait à penser, le nombre d'espèces d'oiseaux liés au bâti (généralement ordinaires) a tendance à diminuer alors que l'urbanisation se poursuit en France. L'une des causes de relatif déclin est sans doute le fait que les bâtiments actuellement construits sont moins favorables à l'accueil de la biodiversité. À cette échelle, il est possible d'intervenir sur la biodiversité en agissant sur les espaces extérieurs, notamment les espaces verts, dans lesquels les actions de gestion différenciée des espaces verts sont bien connues et peuvent avoir un impact fort y compris en proposant des nichoirs, gîtes divers, voire des points d'eau. Mais notre guide se concentre sur le bâtiment lui-même.

Le premier facteur est celui de la végétalisation du bâti. Il s'agit de complexifier des milieux urbains souvent très simplistes, en favorisant une flore plus riche en biodiversité, mais aussi en travaillant pour diversifier les gîtes et les types de milieux disponibles pour les insectes, les oiseaux, voire les mammifères. Cela suppose de travailler des substrats organiques et minéraux de granulométries variées (terre, sables, graviers, cailloux) et d'y intégrer des éléments de bois morts, des rochers, etc., afin de proposer des milieux différenciés. Il est même possible d'intégrer des mares temporaires qui présentent un réel intérêt, puisque des reinettes fréquentent ces milieux dans de nombreux bâtiments du sud de la France. En favorisant les espèces locales, les végétaux choisis peuvent aussi apporter des ressources alimentaires pour la faune, notamment des espèces de plantes à fleurs productrices de pollens et de nectar favorables aux pollinisateurs.

Lorsque cela est possible, il faut aussi veiller à créer une structuration verticale comprenant des strates muscinales, herbacées, buissonnantes, voire des strates plus élevées. En façade, les plantes grimpantes autochtones peuvent apporter un milieu très favorable aux oiseaux et aux autres animaux en proposant des gîtes et des baies.

Le bâti peut aussi accueillir des nichoirs et autres aménagements tels que les abris pour insectes et mammifères (chauves-souris). Ils peuvent être inclus dans les murs, disposés en surface et/ou à l'extérieur, notamment sur la toiture, surtout si celle-ci est végétalisée. Les nichoirs à installer seront adaptés au type de végétalisation et à la situation des immeubles : un édifice dominant les autres pourra ainsi accueillir des nichoirs pour rapaces. Les bâti-

ments de taille commune accueilleront le plus souvent une faune moins spécifique, sachant qu'il faut tenir compte de l'exposition pour disposer les abris correctement. Plusieurs entreprises sont désormais spécialisées et proposent des nichoirs à moineaux, à hirondelles ou d'autres modèles pouvant accueillir des rouges-queues ou des espèces cavernicoles telles que les mésanges. D'autres gîtes sont réservés aux abeilles solitaires ou à d'autres espèces spécifiques.

Il faut s'associer à un écologue pour tenir compte des réelles capacités d'accueil des bâtiments, notamment pour adapter les espèces aux spécificités des bâtiments et du milieu où ils se trouvent. Des ruches peuvent aussi être installées sur de nombreux sites urbains, mais il faut être prudents et modérer leur nombre en ville, car l'abeille domestique est un concurrent potentiel d'autres insectes pollinisateurs.

Il est préférable d'intégrer ces équipements dans la structure des bâtiments neufs, ce qui rend les systèmes invisibles à l'exception des trous d'ouverture et en veillant à minimiser les ponts thermiques occasionnés par ces équipements dans la structure. Des réserves seront alors pratiquées dans les murs lors de la construction ou à l'occasion des travaux de rénovation thermique. Plus de 150 nichoirs ont ainsi été intégrés de façon très discrète dans certains bâtiments en Allemagne. Selon les lieux, des nichoirs traversants, facilitant le contrôle, peuvent aussi être intégrés. Il est aussi possible d'installer les nichoirs de façon visible sur des bâtiments anciens ou dans une optique pédagogique. Les combles et les bordures de toits peuvent aussi être exploités, les premiers pour les chauves-souris et rapaces nocturnes – le cas échéant en aménageant des chiroptères dans la couverture – les seconds à l'attention des hirondelles et martinets.

Il faut être attentifs aux dangers que présentent les surfaces vitrées. Les oiseaux peuvent les heurter de plein fouet parce qu'ils ne les perçoivent pas ou parce qu'ils y perçoivent le reflet d'un arbre. Des systèmes assez simples de marquage rendent la surface de la vitre visible des oiseaux (par exemple, en les colorant). Il faut aussi éviter de placer des surfaces



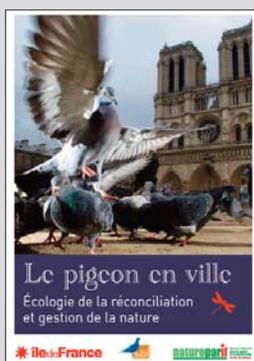
© CFPDL

Les surfaces vitrées sont potentiellement dangereuses pour les oiseaux. Ils peuvent y être attirés par leur propre reflet ou par celui d'un arbre et les frapper de plein fouet, ce qui peut entraîner des mortalités importantes.

vitrées auprès de certains itinéraires empruntés par les oiseaux se rendant dans des arbres. Les sources lumineuses peuvent aussi présenter des inconvénients, notamment en raison de la mortalité induite chez un grand nombre d'insectes. Des communes ont donc déjà pris des initiatives pour éliminer les éclairages tournés vers le ciel et en réduisant les périodes d'éclairage. Les cavités temporaires – tas de parpaings, par exemple – ou permanentes (sommets des poteaux creux, etc.) dans lesquelles les animaux chutent ou nichent puis périssent après avoir été emmurés provoquent des mortalités importantes.

Enfin, notre guide pointe les désagréments que les occupants peuvent craindre – pigeons, goélands ou étourneaux – et précise que les aménagements qu'il préconise n'attirent pas spécifiquement ces espèces. Il propose ainsi 18 fiches portant sur des thèmes aussi variés que l'éclairage, les cavités, les éventuels désagréments liés à la faune sauvage, etc.

www.isere.lpo.fr



Gilles LECUIR, Natureparif

L'agence régionale pour la nature et la biodiversité, Natureparif, a publié un guide réalisé avec le concours d'un groupe d'études multidisciplinaire sur le pigeon en ville. Il montre que cette espèce n'est pas un problème en soi et propose des modes d'action lorsque les relations entre les citoyens et les pigeons créent des tensions.

www.natureparif.fr/manifestations/rencontres/864-le-pigeon-la-ville-les-citadins

Végétalisation verticale : œuvre d'art ou écosystème ?



La végétalisation des milieux verticaux présente de multiples avantages en milieu urbain, puisqu'elle lutte contre les îlots de chaleur tout en étant favorable à la biodiversité. Les murs et autres éléments verticaux (arbres) constituent en effet des écosystèmes proches de ceux des falaises et carrières où un cortège d'espèces spécialisées (lichens, bryophytes, plantes à fleurs herbacées, arbustives et arborées) a développé des stratégies pour retenir l'eau et s'agripper sur les supports. L'aménagement des murs végétaux simples s'appuie sur ces principes, notamment en favorisant les plantes grimpantes dont l'action de détérioration des supports est le plus souvent faible ou inexistante. Des municipalités proposent notamment de creuser gratuitement les fosses nécessaires à leur enracinement. Les murs complexes, eux, utilisent des techniques plus ou moins élaborées pour supporter des jardinières et autres contenants, et font appel à l'irrigation : les résultats obtenus sont donc spectaculaires et immédiats, mais beaucoup plus onéreux.

Agnès KINDT Chargée de mission Biodiversité, Institut du Développement Durable et Responsable, Université Catholique de Lille

La végétalisation verticale des bâtiments favorise la biodiversité. Elle permet aussi de réduire les effets d'îlot thermique dus à la très forte minéralisation des milieux urbains, notamment parce que végétaux apportent ombre et humidité. Elle contribue à l'amélioration de la qualité de l'air en absorbant les poussières, apporte un complément à l'isolation thermique et contribue à l'isolation phonique grâce à l'absorption du son. La végétalisation peut aussi jouer un rôle de production alimentaire pour les animaux vivant en ville.

Les écosystèmes verticaux naturels – falaises et anciennes carrières, principalement – hébergent une flore spécifique spontanée qui est le support d'une vie animale associée, et il en va de même des murs de toutes sortes. Les épiphytes s'installant dans les troncs d'arbres peuvent aussi être considérés comme faisant partie des écosystèmes verticaux. Ces écosystèmes sont dynamiques et marqués par des successions végétales typiques.

Sur les terrains plats, par exemple, un ancien champ évoluera spontanément vers une colonisation par des plantes annuelles, puis est marqué par l'installation de plantes vivaces (de 2 à 4 ans), et, ensuite, par une végétation arbustive à laquelle peuvent succéder des forêts jeunes puis matures. En milieu vertical, et selon un logique évolutive comparable, les lichens sont généralement les organismes pionniers sur les substrats minéraux. Ils sont suivis par les bryophytes (mousses), puis par d'autres plantes adaptées aux fissures plus ou moins importantes (joints détériorés, etc.). À la faveur de l'accumulation de la matière organique, des arbustes et des arbres peuvent même s'implanter dans des murs érodés.

Les écosystèmes verticaux sont caractérisés par les contraintes de fixation et d'alimentation minérale, puisque

l'eau y est très peu stockable. Les plantes spécifiques de ces milieux ont donc adopté des stratégies adéquates. Les plantes grimpantes ont adapté certains de leurs organes à ces contraintes. Certaines racines sont ainsi transformées en crampons chez le Lierre et la Vigne vierge ; les mousses disposent quant à elles de rhizoïdes qui leur permettent de s'accrocher au substrat vertical.

Les bryophytes peuvent absorber l'eau par presque toutes leurs surfaces (surfaces foliaires, suçoirs des rhizoïdes) tout comme grâce à l'endosymbiose qu'elles entretiennent avec certains champignons. Elles peuvent ainsi stocker la moindre quantité d'eau présente sur ces milieux. D'autres plantes disposent d'un système racinaire très développé : les racines de l'Asplénium peuvent ainsi se déployer dans le moindre joint à des fins de suspension et d'absorption d'eau. Ces plantes ont aussi limité leur évapotranspiration grâce à des écailles disposées sur les feuilles (Asplénium), des cuticules très épaisses ou des tissus d'accumulation (Sédums). Les formes végétatives sont aussi adaptées. Les bryophytes se déploient ainsi sous forme sphérique, puisque la sphère est le volume qui minimise la surface en contact avec l'air pour un volume donné.

Les capacités de résistance, de réviviscence et de reproduction sont donc généralisées grâce à ces multiples stratégies. La *Cymbalaria muralis* est très fréquente sur les milieux verticaux et est typique de ces types d'adaptation très spécifique aux milieux verticaux : sa fleur pousse vers le haut, mais la végétation est repoussée par la lumière dès que la fécondation est effectuée, ce qui implante les graines dans le support. Les murs simples font appel aux plantes grimpantes dont les racines s'implantent directement dans le sol. Ces murs sont peu onéreux, car ils nécessitent simplement le creusement d'une



Ancienne carrière regagnée par la végétation spontanée. Les écosystèmes verticaux hébergent une flore et une faune spécifiques adaptées aux effets de la gravitation et à la très faible capacité de ces milieux à retenir l'humidité. Ces espèces ont développé des stratégies d'adaptation multiples et peuvent coloniser murs et arbres en milieu urbain.



Les bryophytes font partie de la flore typique des écosystèmes verticaux. Leur port sphérique permet de minimiser le contact avec l'air, donc l'évapotranspiration

fosse située à leur pied. Au travers de l'opération « Verdissons nos murs », qui rencontre un certain succès, la Ville de Lille propose ainsi à ses habitants de creuser ces

fosses gratuitement. La mise en œuvre est donc aisée, mais la plante exige souvent plusieurs années pour recouvrir le mur, et suscite des craintes, notamment dans le cas du lierre. Les plantes autochtones sont à favoriser puisqu'elles sont adaptées, souvent robustes et intégrées dans les écosystèmes locaux.

Les murs complexes font appel à des techniques plus variées. Les murs à cages comprennent des bacs métalliques contenant le substrat (fibre de coco et perlite ou Sphaigne du Chili). Les murs à poches font quant à eux appel à des structures irriguées, à l'exemple du fameux mur du musée parisien du quai Branly. Le résultat est spectaculaire et immédiat, mais ces murs sont très coûteux et l'irrigation leur est indispensable. La pérennité de ces murs est très discutable, puisque les plantes doivent très souvent être remplacées, ce qui implique de fortes contraintes de gestion. La provenance et la qualité des matériaux de construction utilisés, enfin, pose souvent question. Enfin, les murs complexes sont parfois de réelles

œuvres d'art, mais faut-il les considérer comme des écosystèmes, puisqu'ils dépendent de l'irrigation ?

Les techniques peuvent être combinées, puisque certains murs, à l'exemple de ceux que l'on trouve à Paris (Biopark, 13^e arrondissement), comportent à la fois des plantes grimpances et des jardinières alimentées grâce à la récupération des eaux. Dans l'un des quartiers de Berlin (Adlershof), des tests sont menés pour déterminer si ce type de murs améliore l'ambiance thermique, puisque les plantes perdent leurs feuilles durant l'hiver.

Il est donc essentiel de bien connaître ses objectifs pour déterminer la bonne technique de végétalisation des murs. Il est possible d'imaginer des « murs habitats » combinant les deux techniques en accordant une large place à la végétation spontanée en disposant un mur externe non porteur situé au-delà de la couche isolante. Ce mur pourrait être ensemencé si l'on souhaite obtenir les résultats immédiats, et dans tous les cas comporter des replats et fissures pour que la flore spontanée y prenne place. Il peut aussi comprendre des jardinières où disposer des plantes retombantes. Il est aussi envisageable d'y intégrer des nichoirs à oiseaux et insectes.

www.iddr-lille.fr

Végétalisation verticale et protection des murs

Philippe SZYNKOWSKI

Je m'occupe depuis des années d'un jardin parisien de 110 m² où se trouve un sophora qui atteint aujourd'hui une hauteur de 15 mètres. Le lierre présent au sol a progressivement envahi le tronc de l'arbre, dont seules les branches du houppier dépassent de ses feuilles. Cela procure un habitat privilégié à un grand nombre d'insectes et d'autres animaux et évite de laisser pousser le lierre sur les murs, car ces supports peuvent être endommagés par ce type de plantes à crampons.

Agnès KINDT – IDDR

Les arbres constituent bien une des formes de végétalisation verticale. Je ne suis pas personnellement spécialiste de la résistance des supports en fonction des matériaux, mais des professionnels du bâtiment m'ont rapporté que le lierre ne peut pas détruire un mur bien construit et en bon état. Cette plante ne peut détériorer que les joints qui, du fait d'une mauvaise composition du mortier, commencent à s'effriter. Le lierre ne produit pas de racines sur les supports sains. Il ne peut le faire que si des fissures lui permettent de s'y installer. Pour la plupart des espèces grimpances, les risques d'endommagement sont très limités..

Richard F. THOMAS

Dans les murs de briques très fréquents en Angleterre, l'expérience montre que la détérioration des murs dépend avant tout du fait que le gel accentue la détérioration des joints déjà fissurés.

Alan VERGNES – MNHN

Le Muséum national d'Histoire naturelle a lancé une série de recherches sur la faune des toits et des murs (notamment sur la microfaune) pour comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes et leurs liens avec les autres milieux. Nous prévoyons la publication des résultats début 2013.

Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité



On assiste actuellement au développement d'une mode de la végétalisation des toitures portée par des industriels proposant des solutions le plus souvent médiocres. Or, les techniques de végétalisation des toits doivent tenir compte des types traditionnels de couverture, de leur capacité de portage et du contexte environnemental et paysager afin que le plus grand nombre possible d'espèces locales s'y implantent. Les impacts thermiques et hydrologiques croissent avec l'épaisseur. Les mesures d'entretien sont indispensables, et il faut autant que possible diversifier les substrats – milieux secs, bois morts, voire mares temporaires ou permanentes, etc. – afin que les insectes (voire les oiseaux et mammifères) puissent s'installer. Comme les jardins, ces espaces doivent le plus souvent possible être ouverts à des usages multiples – sociaux, récréatifs, potagers, voire scientifiques.

Philippe PEIGER Paysagiste-Jade, Président de l'association Nature en toit

En tant que paysagiste, je participe depuis plusieurs années à des opérations de végétalisation de toitures respectueuses de l'environnement. En matière d'impact de la construction sur la biodiversité et le paysage, la cinquième façade est très souvent une opportunité, notamment en ville. Mais il faut s'interroger sur les modalités à adopter au regard de l'expérience accumulée.

Les caractéristiques des toits diffèrent selon les lieux. À Paris, les toitures sont peu pentues et en zinc, alors qu'elles sont formées de tuiles canal à Marseille et de petites tuiles situées sur des toits très pentus à Strasbourg. Dans certaines campagnes, les toits traditionnels sont fabriqués en pierres de lauze alors que les toits contemporains proposent de multiples innovations. Cet aspect patrimonial suscite une première polémique : ainsi, dans le contexte actuel de réchauffement, et alors que l'on évoque la possibilité de rehausser les immeubles de Paris, doit-on y maintenir les toits de zinc ? La surface d'un tel toit peut en effet atteindre 112 °C, durant les plus longues journées d'ensoleillement, ce qui oblige à envisager très sérieusement les solutions végétales.

Il existe actuellement une mode des toits végétaux, mais la qualité de réalisations souvent récentes laisse très souvent à désirer en matière de biodiversité ou d'autres fonctions écologiques. Un nouveau marché s'est ouvert et a été investi par des industriels qui y pratiquent des formes de monoculture intensive qui ne fonctionnent pas, car les hauteurs de substrats, comprises entre 3 et 5 cm, sont beaucoup trop faibles.

À l'opposé de cette logique systématique, créer une végétalisation écologique des toits consiste à accorder à la nature sa juste place dans les projets de construction. Les spécificités des milieux installés sur les toits doivent pouvoir accueillir un

nombre suffisant de taxons, avoir un impact sur la gestion des eaux pluviales et sur les performances thermiques du bâtiment. Sur ce point, si l'intérieur du bâtiment bénéficie de l'impact sur le rafraîchissement qui contribue à la lutte contre les îlots de chaleur, les effets thermiques varient selon la saison, l'humidité du substrat, les gelées et l'état de la végétation. C'est pourquoi les industriels ont très vite écarté cet argument et évoquent de plus en plus la biodiversité – ce qui se traduit le plus souvent par une simple augmentation du nombre d'espèces de sedums dans les solutions qu'ils proposent.

Face à cela, j'insiste particulièrement sur l'intégration paysagère et sur la cohérence globale de l'acte de construction dans son environnement, qui doivent être pensées très en amont. Le cas d'une salle de gymnastique créée dans le Tarn est emblématique : il s'agit du premier bâtiment français ouvert au public en paille porteuse, qui plus est situé dans un périmètre à proximité du château classé de Castelnaud (Saint-Céré). L'architecte des Bâtiments de France a donc exigé son intégration paysagère, et notamment la création d'un toit réalisé en bac acier et immédiatement végétalisé.



Les « toits végétaux » proposés par certains industriels sont très souvent faibles en biodiversité et se bornent le plus généralement à proposer des tapis de Sedums installés sur des substrats de très faible épaisseur. Leurs bénéfices écologiques, énergétiques et hydrologiques sont quasi nuls.



Gymnase de Saint-Céré (Tarn). Ce premier bâtiment construit en paille porteuse en France comporte un toit végétal dont la conception reproduit le plus possible les milieux environnants : ce principe de base a notamment permis de répondre à la demande d'intégration paysagère dans ce site classé par les Architectes et bâtiments de France.

L'expérience montre que l'épaisseur du substrat doit dépasser 8 cm pour que la végétalisation fonctionne réellement. En règle générale, il faut avant tout s'inspirer des systèmes spontanés au sol pour les transposer, autant que possible, sur les toits, en favorisant *de facto* les espèces locales – et non en utilisant les caissettes végétales standardisées vendues par les industriels. Si l'on installe par exemple 12 cm de substrat sur une toiture de fibrociment en pente modérée, on peut observer qu'une trentaine de plantes s'y installent. Il est aussi alors possible d'y disposer des bois en décomposition, des bois creux, etc., où les insectes auxiliaires, voire les oiseaux, pourront s'installer.

Quels que soient les projets développés, le principe consiste à réintégrer sur le toit les éléments détruits ou affectés au sol. Selon le principe de bonne intégration paysagère, les matériaux vivants d'origine locale s'imposent lors de la construction comme de la déconstruction. Ainsi, les couches de plastique assurant l'imperméabilité sont en général assez simple à démonter, mais il n'en va pas de même de mélanges de substrats légers incorporant des polymères qui commencent à être développés par certains industriels.

Techniquement, la capacité de portage du toit est la première question à se poser. En Suisse, la norme minimale de charge technique a été portée à 250 kg/m² et permet la végétalisation dans tous les cas. En rénovation, il est indispensable de travailler avec un architecte, voire un bureau de contrôle. Toutes les toitures végétalisées sont équipées d'une surface antiracinaire et les arbustes seront le plus souvent éliminés lors de la première sécheresse : les racines n'occasionnent donc aucun dégât. En revanche, contrairement à ce qui a très souvent été affirmé, les toits végétaux réclament un entretien minimal pour écarter les végétaux non désirés.

Le rôle social des jardins est connu depuis la nuit des temps et les toits végétalisés ne doivent pas le négliger. Des expériences menées dès les années 1930 à New-York ou en Angleterre, mais aussi plus récemment par l'association *Good Planet* ou sur les toits des locaux du WWF, en sont de bons exemples. Une réalisation exemplaire a été récemment réussie à Paris, où un jardin d'insertion a été construit sur le toit d'un gymnase.

Les paysagistes français attentifs à ces multiples aspects se sont rapprochés de leurs collègues suisses ou anglais qui ont accumulé une forte expérience en matière de toits végétalisés. En Suisse et en Allemagne, il est désormais possible de végé-



Afin de proposer des niches écologiques multiples, les substrats disposés sur les toits doivent comporter une couche de terre d'une épaisseur minimale de 12 cm et peuvent accueillir des milieux variés : bois morts, arbustes, etc. Il est aussi possible d'implanter des nichoirs à oiseaux et à insectes.

taliser des hectares entiers de toits industriels situés à plus de 10 mètres de hauteur et parfaitement invisibles du sol. Ces actions sont menées au titre de la compensation de l'emprise au sol et sont articulées à des programmes de recherche, d'observation ou de réintroduction de certaines espèces.

Des expériences montrent qu'il est possible de maîtriser la gestion des eaux pluviales en captant jusqu'à 60 % des eaux de pluie sur le toit végétalisé et en exploitant le surplus dans le jardin situé à un niveau intermédiaire. Les eaux résiduelles passent ensuite à travers une couche de gravillons pour alimenter directement la nappe phréatique : dans ce cas, les réseaux de collecte des eaux pluviales deviennent pour ainsi dire inutiles.

L'association Nature en Toit a été fondée en 2011, et s'est associée avec les services vétérinaires du parc zoologique de Thoiry (Yvelines) et l'Université de Zurich pour mener une étude sur les impacts de la construction de l'*Arche des petites bêtes*. Le projet vise à ce que l'impact de la construction soit minimal, voire positif, sur la biodiversité. Ce bâtiment à ossature bois et en béton de chanvre projeté a été conçu à la fois par les architectes, les futurs utilisateurs et les paysagistes. D'une surface de 600 m², il sera dédié à l'étude de la microfaune (batraciens, amphibiens, mollusques, reptiles, etc.) et comportera des murs bombés. Des zones humides ont été reconstituées aux alentours comme sur le toit où quatre types de substrats différents (secs, humides et aquatiques) seront installés, et un des murs végétaux, garni de plantes grimpantes, servira de jonction écologique entre le sol et le toit, où un grand nombre d'éléments de la biodiversité locale – minéraux, végétaux et animaux – seront implantés. Le paysagiste intervient dans ce contexte pour installer la cinquantaine d'espèces de plantes en fonction des différents microhabitats présents sur le toit.

L'étude qui a été ouverte dans le cadre d'un partenariat entre Nature en Toit, le service vétérinaire de Thoiry et l'université de Zurich s'appuiera sur l'état des lieux réalisés avant construction afin de disposer d'indicateurs d'impact sur la biodiversité. Le principal défi est de déterminer s'il est possible de maintenir des vers de terre en continu dans un substrat d'une épaisseur 15 centimètres. Le suivi sera effectué pendant cinq ans.

www.jardinjade.com

Thème 3

Exploiter : vivre et gérer les bâtiments



Le référentiel « biodiversité urbaine » de l'entreprise Élan



Filiale du groupe Bouygues, Élan France a créé une équipe spécialisée afin d'intégrer la dimension de la biodiversité dans le cadre du développement de projets immobiliers. L'entreprise a développé un référentiel spécifique dont le premier axe porte sur le niveau d'engagement du porteur de projet. Il vise aussi à s'assurer de sa cohérence avec le contexte écologique local, notamment au travers de la prise en compte des trames vertes et bleues à l'échelle du plan-masse, et s'appuie sur le calcul du Potentiel de valeur écologique pour estimer la valeur écologique finale des projets. Le référentiel mesure enfin les aménités que les opérations apportent aux habitants et aux citoyens. Un logiciel de mise en œuvre a été développé et une étiquette Biodiversité a été conçue pour faire connaître les résultats atteints par chaque opération.

Olivier LEMOINE Écologue à Élan France, filiale de Bâtiments Île-de-France

Le groupe BOUYGUES m'a recruté en 2009 en tant qu'écologue et naturaliste afin de contribuer à la prise en compte de la biodiversité dans les métiers du bâtiment.

La filiale Élan France qui m'emploie compte 240 collaborateurs intervenant en ingénierie et AMO. Un quart de l'effectif est dédié à la Construction Durable (HQE), visant à intégrer toute les questions d'écologie dans les activités du groupe, avec désormais une équipe de trois écologues. Nous travaillons essentiellement sur les thématiques de la biodiversité urbaine et dans les domaines de l'immobilier et du bâtiment.

Alors que le plus souvent encore, les développeurs des projets immobiliers ajoutent « la verdure » à la fin de leur conception des projets (la verdure dans de belles images de concours), nous avons conçu avec l'aide de BOUYGUES Construction un outil Biodiversité pour rassembler les critères à prendre en compte en amont et sur toute la durée du projet immobilier, pour garantir une performance dans ce domaine. Il s'agissait de définir et d'intégrer les questionnements d'écologues au développement des projets immobilier, même en zones urbaines dense.

UN OUTIL BIODIVERSITÉ POUR LES OPÉRATIONS IMMOBILIÈRES

Malgré la sensibilité croissante, la prise en compte la biodiversité urbaine reste une question scientifique, architecturale et sociétale nouvelle. Dans l'immobilier et le bâtiment le sujet qui est en général loin des logiques patrimoniales de la protection de la nature n'était pas traité. En France, seules les dernières versions de la démarche HQE évoquent la biodiversité, dans le cadre de la cible 1 (insertion dans le site). En Angleterre, le BREEAM – équivalent anglais de la démarche

HQE – prend spécifiquement en compte la biodiversité (chapitre : *land use and ecology*) et rend obligatoire la participation d'un écologue qualifié aux projets qui veulent marquer des points (crédits) dans ce domaine.

Partant du constat que le monde de la construction est habitué à travailler à partir de normes, de cadres et de certifications, Élan a créé un référentiel spécifique. Le référentiel n'est pas axé sur une logique de performance technique, mais qui vise à caractériser et améliorer la démarche mise en œuvre, notamment en envisageant, à terme, la création d'un label Biodiversité à l'image du label BBC.

Notons que cette approche vient en complément des trames vertes et bleues, de la gestion différenciée (portées souvent par les villes) car elle cible la biodiversité au niveau de l'îlot bâti et de l'opération immobilière.

UN ACCOMPAGNEMENT ET UN QUESTIONNEMENT ENCADRÉ PAR DES ÉCOLOGUES

Dans la démarche le rôle de l'écologue accompagnant est obligatoire : il consiste à proposer des solutions dans une logique d'amélioration continue, mais aussi à évaluer les résultats atteignables ou atteints (logique anglo-saxonne de l'assessor).

Le référentiel établi compte quatre axes, le mode analyse de chaque axe étant proche de la démarche de HQE. Ces axes sont les suivants :

– **axe 1, l'engagement et la connaissance** : le maître d'ouvrage a-t-il mis en place un axe managérial en faveur de la biodiversité ? Quel a été le niveau de l'étude et des éventuels inventaires préalables ? L'engagement s'est-il traduit par la rédaction d'une charte ? A-t-il donné lieu à un partenariat



avec des entreprises et/ou des associations spécialisées? Les équipes ont-elles été sensibilisées et mobilisées pour prendre en compte les objectifs? Un référent a-t-il été désigné sur la durée – y compris durant la vie du bâtiment? Les bâtiments disposent-ils d'un plan de gestion écologique? La communication sur les objectifs visés a-t-elle été pérennisée.... ?

– **axe 2, la cohérence du projet avec le contexte** : elle est indispensable pour adapter le programme aux spécificités et aux opportunités du milieu, au climat local, aux espèces potentiellement présentes dans l'environnement. Elle permet d'adapter les efforts réalisés dans un contexte extrêmement minéral ou péri urbain. Comment le parti architectural intègre le « génie (écologique) du site »? Le projet a-t-il pris en compte les trames vertes et bleues à l'échelle du plan-masse? Quelles continuités écologiques sur la parcelle et avec les parcelles riveraines?

– **axe 3, le potentiel écologique de l'îlot bâti** : l'outil de calcul du Potentiel écologique, inventé par le bureau d'études suisse ECONAT (Guy BERTHOUD) permet d'estimer la valeur écologique finale de l'opération après réalisation. Cet indice

La nature en ville contribue fortement au bien-être des citoyens. C'est pourquoi les aménités apportées par la biodiversité urbaine ont été retenues comme l'un des quatre axes d'évaluation du référentiel Biodiversité élaboré par la société Élan France.

calculé combine la qualité écologique des biotopes préservés ou créés (valeur patrimoniale de la biodiversité locale...), la capacité écologique (surface et diversité structurale...) et la fonctionnalité (fonctions de tranquillité, de refuge, de reproduction, de nourrissage, etc.) ;

– **axe 4 : les aménités et services valorisés**, car la protection de la biodiversité en ville vise au final avant tout à améliorer la relation des citoyens avec la nature (et non à participer à la protection de la biodiversité en soi). L'aménagement de l'ancienne voie de tramway *highline* de New-York en jardin, et la participation du public au renforcement de la biodiversité, est un bon exemple de ces aménités. Le référentiel évalue les possibilités d'accès à la nature (jardins, espaces verts,... etc.), les sens enrichis (odeurs, bruits, potagers...) l'impact éventuel sur la santé (espèces allergènes, etc.), le confort urbain, la qualité et le nombre des vues, les fonctionnalités de captation des poussières, d'épuration, etc.

UNE ÉVALUATION ET UNE COMMUNICATION POSSIBLE

Toutes les préoccupations relevant de chaque axe donnent lieu à plusieurs objectifs évalués au travers d'un certain nombre de critères. Ceux-ci sont ensuite pondérés et agrégés.

Un logiciel de mise en œuvre du référentiel est au point.

Enfin, comme les professionnels de l'immobilier apprécient les labels qui permettent de manifester la qualité des démarches engagées, une étiquette Biodiversité a été conçue : elle représente les quatre axes par quatre carrés colorés cotés de A à D selon les résultats obtenus.

L'outil peut déjà être utilisé pour apporter des améliorations en cours de développement des projets et de les comparer entre eux.

www.elanfrance.com
www.biodiversite-positive.fr

La phyto-épuration : des plantes pour traiter les eaux pluviales urbaines au sein des quartiers



L'eau assure en ville des fonctions sociales et récréatives, mais est aussi un support majeur de la biodiversité – y compris dans une visée pédagogique. La Direction de l'Environnement de la Lyonnaise des Eaux apporte son expertise technique et scientifique dans le cadre du grand cycle de l'eau, notamment dans le contexte de retour à la nature des eaux issues des stations d'épuration. Conçues dans ce cadre, les zones Libellule créent des zones tampons artificielles et permettent d'éliminer les micropolluants présents dans ces eaux grâce à plusieurs compartiments (bassin à microphytes, roselière, méandre, delta et bassin herbier) apportant des fonctions de réaération, de sédimentation, de filtration, de phyto-épuration et d'action lumineuse, en faisant appel à des espèces locales. Cette technique peut aussi être utilisée pour traiter directement les eaux pluviales en zone urbaine. Le suivi scientifique développé depuis 2009 sur le site de Saint-Just (Hérault) a montré une forte élévation de la biodiversité végétale et animale de ces milieux après leur création.

Marie-Cécile DE CHEZELLE Direction de la Protection de l'Environnement, Lyonnaise des Eaux

La Direction de la Protection de l'Environnement de la Lyonnaise des Eaux regroupe une centaine de personnes en France et s'intéresse à la gestion de l'eau saisie dans son grand cycle. Ses collaborateurs apportent une expertise et réalisent des opérations de restauration des milieux aquatiques et des rivières dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau, et de la qualité des eaux de baignade. Elle intervient aussi dans le développement de zones de loisirs et à travers des projets de mise en valeur de la biodiversité en prenant en compte des enjeux de territoire, d'intégration urbaine et de valorisation de l'eau en ville. Il s'agit aussi de réintégrer l'eau dans son grand cycle, donc dans son retour à la nature.

En ville, l'eau contribue au lien social et au bien-être. Elle assure des fonctions récréatives et de ressourcement, notamment au travers des projets de réaménagement des berges et des promenades adjacentes, mais aussi des bassins pluviaux et des milieux aquatiques des parcs urbains. Comme ailleurs, l'eau est aussi en ville un des supports de la biodiversité. C'est pourquoi il faut y assurer la qualité des milieux humides et aquatiques dans le cadre des trames vertes et bleues, des Agendas 21 et des schémas régionaux de cohérence écologique.

Afin de lutter contre l'imperméabilisation et de contribuer grâce aux zones humides aux fonctions épuratives en ville, nous mettons en place des techniques douces de génie écologique. La Lyonnaise des Eaux s'est en premier lieu intéressée à mise en valeur de la biodiversité dans le cadre de ses sites de production d'eau potable. C'est ainsi qu'a été créée la coulée verte, une promenade-découverte en bord de Seine à Croissy-le-Pecq (Yvelines) qui est ouverte à différents publics,

grâce à l'accompagnement de la LPO. Nous expliquons comment l'eau du fleuve permet de produire de l'eau potable, notamment en réalimentant les nappes en géofiltration. Cette démarche de fond se poursuit sur l'ensemble de nos sites.

La zone Libellule est une zone humide artificielle végétalisée expérimentale située à Saint-Just (Hérault), en partenariat avec l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, l'ONEMA, ainsi que des acteurs universitaires et des associations environnementalistes. Elle se situe en aval d'une station d'épuration, le projet visant à recréer une zone tampon entre celle-ci et le rejet dans le milieu naturel de la rivière. Toutes les stations d'épuration sont en effet proches de cours d'eau et doivent y rejeter des rejets d'eau conformes à la réglementation. Il s'agit de renforcer la capacité d'épuration naturelle du milieu grâce aux substrats et aux végétaux sélectionnés, et de compléter l'action de la station en éliminant les micropolluants en suspension dans l'eau à l'issue de celle-ci.

Le traitement s'appuie sur une combinaison d'éléments permettant de jouer sur la vitesse d'écoulement de l'eau dans les compartiments et les interactions entre les milieux terrestres et aquatiques afin de mettre en œuvre des phénomènes de réaération, de sédimentation, de couloirs d'échanges, de filtration, d'oxydation, de phytoépuration et d'action lumineuse. Les végétaux dépolluants ont été choisis parmi les espèces locales en tenant compte de leur impact le plus positif possible sur le développement de la flore et de la faune.

Des zones Libellule ont été implantées en sortie de station dans des contextes urbains comme ruraux, mais aussi afin

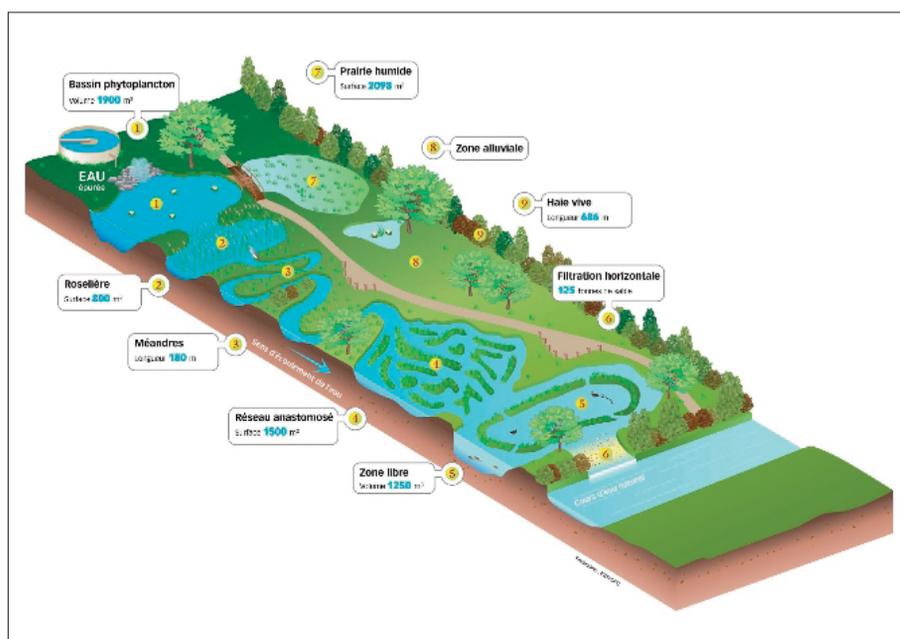


Schéma de principe d'une zone Libellule conçue par la Lyonnaise des Eaux. Plusieurs compartiments – bassin à phytoplancton, prairie humide, roselière, prairie humide, méandre, etc. – permettent d'épurer les eaux issues des stations d'épuration, ou encore les eaux fluviales en zones urbaines, afin de les débarrasser d'un certain nombre de micropolluants avant rejet dans le milieu naturel.



Zone Libellule du site expérimental de Saint-Just (Hérault). Les inventaires effectués ont montré que le nombre d'espèces végétales a été multiplié par trois un an après la mise en eau des différents milieux créés. Douze espèces d'odonates ont aussi été recensées lors de cet inventaire.

Une variété de systèmes de phytoépuration, du plus simple au plus élaboré

Gilles LECUIR – Natureparif

En dehors des dispositifs complexes tels que les zones Libellule, il est parfois possible d'intervenir très simplement. À Toulouse, la cote maximale du bassin d'orage situé dans le parc de la Grande Plaine a été relevée en rehaussant le niveau de la buse d'évacuation. Une zone humide temporaire a ainsi été créée, ce qui a modifié l'écosystème du parc. Dans l'écoquartier du Séqué, à Bayonne, les eaux pluviales sont traitées par un réseau de noues aboutissant à un plan d'eau en assurant la collecte. Des bassins de récupération des eaux pluviales sont présents sur la plupart des sites urbanisés et des réserves foncières sont très souvent disponibles : il est donc très souvent possible d'intervenir en phyto-épuration, non seulement pour traiter les eaux pluviales, mais aussi les eaux usées, y compris via la méthanisation des eaux noires. Ces techniques sont fréquentes dans de nombreux pays.

Olivier LEMOINE – Élan

Les eaux usées du siège de Bouygues, sur le site *Challenger* de Guyancourt (Yvelines) sont traitées par un système de phytoépuration qui produit une eau d'arrosage.

Guillaume LEMOINE – EPF Nord-Pas-de-Calais

La commune de Laullaing, dans le Douaisis, exploite depuis 25 ans une station d'épuration installée sur un terri tabulaire d'une emprise au sol de 120 hectares, qui accueille les bassins à microphytes et à macrophytes qui aboutissent à des taillis irrigués.

Pierre DELBOVE – Naturaliste

La réserve naturelle de Saint-Quentin-en-Yvelines provient d'une zone humide située en milieu urbain dense et assure une gestion des eaux par lagunage. À Grigny, dans des zones de pentes en bordure de Seine, des gravières ont peu à peu été transformées en zones d'intérêt écologique après implantation d'une station d'épuration. Il faut faire intervenir les naturalistes au fur et à mesure de ces interventions pour suivre le déroulement des opérations – y compris pour constater que la nature reprend parfois ses droits d'une façon plus vigoureuse que prévu, faisant montre d'une étonnante capacité de résilience.

d'apporter un traitement des eaux pluviales au niveau d'un quartier urbain après traitement par un dessableur et un déshuileur. Ces zones modifient l'aspect des terrains et peuvent devenir des lieux d'accueil du public et des laboratoires de biodiversité. L'expérience montre toutefois qu'il existe une contrainte foncière, puisqu'il n'est possible de garantir la qualité du traitement qu'à partir d'une surface d'un hectare.

Dans le cadre de la réhabilitation d'un ouvrage historique dédié à la récupération des eaux de pluie, nous avons développé un projet afin de stocker dans des alvéoles les eaux pluviales souterraines qui sont ensuite traitées grâce à une zone Libellule, ce qui permet d'apporter un traitement de phytoépuration dans des contextes très urbains.

Le site de Saint-Just fait l'objet d'un suivi scientifique depuis 2009. Plusieurs milieux artificiels ont été créés : bassins à

microphytes, roselière, méandre, delta et bassin herbier. Les sites évoluent très rapidement, car la nature reprend vite ses droits. Après un an d'étude, 12 espèces d'odonates, 27 espèces d'oiseaux, de nombreux orthoptères et batraciens étaient présents, et le nombre d'espèces végétales avait été multiplié par trois, 110 taxons étant inventoriés. Ces sites jouent un rôle pédagogique, en proposant des sites protégés d'observation de la biodiversité permettant d'accueillir le public scolaire, associatif et scientifique.

Une trentaine de projets Libellule sont aujourd'hui lancés et seront réalisés en complément de station ou en zones urbaines. L'intérêt des aménageurs pour les avantages du génie végétal est sensible, à la fois en raison des fonctionnalités écologiques et sociales de ces procédés.

www.lyonnaise-des-eaux.fr

Thème 4

Déconstruire et rénover : maîtriser la fin de vie



Réutiliser les déchets pour construire à nouveau : l'écologie industrielle



Le principal impact positif de la réutilisation des matériaux de déconstruction sur la biodiversité réside dans le fait qu'elle se substitue à une production de matériaux neufs et évite ainsi les impacts qui y sont liés. Sur 600 000 tonnes de déchets annuels produits par la région Bruxelles Capitale, les ferrailles sont récupérées et recyclées. Mais seule une infime partie des matériaux triés est actuellement réutilisée. Il s'agit des matériaux nobles (marbres, portes anciennes...) et d'autres matériaux plus calibrés : bordures de trottoirs, pierres bleues, briques, poutres de bois, etc. La filière souvent informelle fait appel à des acteurs assez variés et met encore mal en relation offre et demande, mais est potentiellement créatrice d'emplois. C'est pourquoi Bruxelles Environnement s'est inspiré d'exemples anglo-saxons pour concevoir une batterie de mesures visant à activer la filière : publication d'un guide du réemploi, campagne de communication et mise en réseau des acteurs.

Céline SCHAAR Département Déchets de Bruxelles Environnement

Bruelles Environnement est l'organisme public chargé de l'environnement et de l'énergie en région Bruxelles Capitale, et est notamment chargé de la problématique des déchets. La région accueille plus de deux millions de m² de chantiers par an, qui produisent 600 000 tonnes de déchets, dont 75 % à 80 % semblent triés sur les chantiers. C'est un bon résultat, même si plus de 150 000 tonnes restent non triées. Le tri est effectué pour réduire le coût des bennes tout-venant, donc en ôtant les fractions pierreuses les plus lourdes. Les matières les plus valorisables, dont les métaux, sont aussi triées. Ce tri reste assez simple et la part de matériaux réutilisés dans la mise en œuvre de nouveaux bâtiments, après une éventuelle remise en état, reste anecdotique.

Elle doit pourtant être encouragée, car la réutilisation évite le stade du recyclage, donc le passage par le stade du déchet : le principal impact positif de la réutilisation des matériaux de déconstruction en faveur de la biodiversité réside donc dans l'absence d'impact lié à l'exploitation des matières premières ou énergétiques, puis de leur transformation en vue de la création de nouveaux matériaux neufs ou recyclés. Car si les filières de recyclage doivent être promues, il est évident que la réutilisation est plus avantageuse du point de vue environnemental. Ainsi, le recyclage de plâtre, en Belgique, provient essentiellement des chutes des productions et de déchets de chantiers, mais très rarement de la déconstruction, car le plâtre qui en est issu est souillé.

La réutilisation des matériaux de déconstruction est une pratique traditionnelle en forte chute depuis le milieu du XX^e siècle, même si l'on observe actuellement un regain d'intérêt pour la filière. Traditionnellement en effet, les poutres

de bois et la daube utilisée dans les maisons à colombage étaient démantelées avec soin avant d'être réutilisées. C'est pourquoi les maisons étaient considérées comme des biens mobiliers en Alsace.

Une modeste filière s'est cependant maintenue. Elle concerne d'une part la revente des matériaux à haute qualité intrinsèque : escaliers en fer forgé, cheminées en marbre, etc. Les filières de réutilisation des matériaux modernes, sont, elles, plus ou moins formelles. Il en va ainsi de la récupération des carrelages et des pierres bleues, mais aussi des poutres de bois, qui sont dimensionnées et stockées de façon accessible, et de certains tubes en PVC peuvent aussi être réutilisés, même s'ils sont, pour l'essentiel, recyclés.

D'autres démarches peuvent être plus occasionnelles. Les bordures de trottoirs de chantiers publics peuvent par exemple être réutilisées, tout comme les dalles de pierres tombales de concessions funéraires arrivées à terme. Les éléments modulaires de bureau (dalles de moquette, par exemple) pourraient souvent être réutilisés, mais, comme d'autres matériaux, ne trouvent souvent pas de débouchés.

La filière se répartit entre plusieurs types d'acteurs :

- les revendeurs spécialisés : il s'agit des antiquaires, mais aussi de spécialistes de certains matériaux contemporains, tels qu'un négociant spécialisé dans la revente de briques d'occasion récupérées, triées, conditionnées et parfaitement acceptées par les entrepreneurs. Un autre revendeur s'est spécialisé dans les portes anciennes, qui sont le cas échéant renouvelées ;
- les entrepreneurs qui peuvent récupérer certains matériaux



Récupération et stockage de poutres de bois dimensionnées dans le cadre d'opérations de déconstruction en Belgique. Ces poutres, comme certains tubes PVC, seront réemployées dans le cadre de nouveaux chantiers.

de déconstruction et les réutilisent directement sur d'autres chantiers, les donnent à leurs ouvriers ou les cèdent à des collectivités, très souvent de façon informelle ;

- les plateformes généralistes s'adressent plus précisément à un public de brocanteurs et de bricoleurs. Certaines sont gérées par des entreprises d'économie sociale qui bénéficient d'une subvention à la tonne, car le stockage de matériaux divers (chaises, sanitaires, portes, etc.) exige de l'espace, les entrepreneurs effectuant des dons peuvent aussi s'approvisionner par la même occasion ;

- enfin, une expérience de vente par lots (conteneurs) s'avère peu efficace en raison d'un mauvais tri initial des matériaux.

Malgré ses limites, la filière est durable, puisqu'elle abaisse la quantité de déchets à déplacer et à traiter par recyclage, incinération ou enfouissement. Elle est aussi créatrice d'emplois, puisqu'il faut faire appel à de plus nombreuses personnes pour démanteler, remettre les matériaux en état et les revendre que pour les éliminer ou les recycler. Bien qu'elle fasse l'objet d'un certain soutien politique, la filière reste anecdotique. Il est notamment difficile de demander aux architectes et aux maîtres d'ouvrages d'utiliser des matériaux de réutilisation dès lors que des matériaux neufs sont disponibles sur le marché à des coûts faibles, et qu'ils bénéficient de garanties et de certifications, tout en étant attractifs du point de vue esthétique. Réciproquement, l'offre (tri et remise en état) peut

difficilement se structurer en l'absence de demande régulière, au risque que les stocks s'accumulent.

Il apparaît néanmoins au vu des réussites constatées sur le terrain qu'il sera indispensable de professionnaliser les métiers pour proposer des matériaux de réemploi de qualité et pour intéresser les métiers du bâtiment au-delà du milieu du bricolage et de l'économie informelle. Pour cela, il est nécessaire d'agir en utilisant des mesures fiscales, voire réglementaires, mais aussi en sensibilisant les architectes et maîtres d'ouvrages à l'usage des matériaux réutilisés et à la nécessité de concevoir des techniques permettant une bonne déconstruction.

En Californie (État-Unis) l'association ReUse People compte une dizaine de magasins et est très impliquée dans le démantèlement des bâtiments. Cette action est possible car les entreprises peuvent déduire fiscalement la valeur de la donation, ce qui permet de déconstruire les bâtiments qui sont par ailleurs très souvent en bois. Une association anglaise d'économie sociale, le BioRegional, a mené une expérience de construction à partir d'aciers de récupération, et a fait appel dans ce contexte à un bureau d'ingénieurs qui a expertisé et a certifié les éléments réutilisés pour répondre aux craintes des architectes.

L'expérience montre qu'il peut aussi être intéressant d'aménager les permis de construire et de lier leur demande à celle d'un permis de déconstruction qui prend effet pendant l'exécution des permis de construire, ce qui permet de démonter les éléments de façon très précautionneuse.

Bruxelles Environnement prépare actuellement un guide du réemploi fondé sur des expériences réussies, sur des chantiers qui se trouvent sur le point de se lancer dans une démarche de ce type pour le valider ; une campagne de communication est en préparation pour le diffuser et mettre les acteurs en réseau. Un projet d'activation des filières a aussi été lancé à partir des propositions du collectif ROTOR, qui propose de réaliser un annuaire de la centaine de revendeurs des matériaux de construction belges afin de mettre en relation offre et demande, d'effectuer des transactions-tests pour stimuler les échanges, mais aussi une expérience de remise en état des matériaux par les entreprises de travail adapté afin de proposer des produits prévisibles et correctement décrits. Sur cette base, une communication sera adressée aux écoles d'architectes et des articles seront rédigés dans des revues spécialisées destinées aux architectes.

Enfin, quelles que soient les difficultés à surmonter, tous les matériaux ne peuvent pas être réutilisés. Il faut donc rester prudents et sélectionner les matériaux les plus intéressants du point de vue professionnel.

www.bruxellesenvironnement.be

Peut-on construire des bâtiments biodégradables ?



Si toute l'éducation de sa profession est fondée sur la volonté de laisser des traces, pour Françoise-Hélène Jourda, architecte, construire durable signifie construire « biodégradable ». Derrière ce titre provocateur, elle explique vouloir construire de façon provisoire, en utilisant les matériaux renouvelables que les milieux naturels peuvent fournir. Alors que l'essentiel des édifices construits au fil de l'histoire a disparu, il s'agit à la fois de pouvoir revenir à l'état zéro, de laisser vieillir les matériaux et de laisser évoluer les bâtiments au gré des besoins – ce dont les bâtiments haussmanniens fournissent un excellent exemple. Alors que les grandes villes sont malades, ce principe est aussi valable pour l'urbanisme et pour les modes de transports, l'usage des terrains devant être réversible – ce qui remet en cause la notion intangible de propriété. Malgré les initiatives de collectivités courageuses, il reste cependant très difficile, en France, de construire en bois. Enfin, il est indispensable de modifier la réglementation sur le patrimoine, notamment afin de pouvoir rénover et isoler le parc datant des années 1960 et 1970, très dégradé et actuellement très consommateur d'énergie.

Françoise-Hélène JOURDA Architecte

Affirmer qu'il faut construire biodégradable constitue une véritable provocation. Tout d'abord, parce qu'il est presque impossible que tous les matériaux le soient, mais surtout, parce que cela signifie qu'il faut cesser de vouloir à tout prix laisser sa trace sur Terre. Car construire durable, c'est fondamentalement construire provisoirement et se garder la possibilité de revenir à l'état zéro. Cette possibilité ne signifie pas qu'il faille systématiquement laisser se dégrader les bâtiments qui peuvent être entretenus, mais qu'il faut construire avec le souci du temps – à l'exemple des paysagistes, qui, eux, savent que le fruit de leur travail leur échappe le jour même de sa livraison pour évoluer, et qui voient à l'avance leurs jardins évoluer.

Cela n'est pas nouveau. Si globalement, l'homme a massacré son environnement au fil de l'histoire, quelques constructions âgées de quelques siècles restent magnifiques, mais l'essentiel des bâtiments construits au cours des âges a disparu. La part des bâtiments anciens est d'autant plus infime que nos prédécesseurs n'ont pas toujours été de grands bâtisseurs. La disparition des habitations et des aménagements, historiquement, est donc la règle.

Depuis quelques années, de nombreux acteurs des métiers du bâtiment ont investi l'adjectif « durable », à tel point qu'est apparu, pendant quelques mois, un « aggloméré de béton durable » : la publicité est désormais un peu mieux surveillée et ce genre d'abus peut être évité. Le béton est un très beau matériau, mais qu'il n'est en rien renouvelable et est devenu rare, puisqu'il est nécessaire d'importer le sable et le gravier du Maghreb. Face à ces déviations, il faut rappeler que la seule définition du développement durable utilisable est celle de Gro Harlem Brundtland : satisfaire nos besoins tout en laissant aux

générations futures la possibilité de satisfaire les leurs. Pour cela, il faut leur laisser des ressources qui, dans la construction, sont pour la plupart rares ou dont l'utilisation dégrade l'environnement, et construire le plus possible avec des matériaux renouvelables, le plus aisément biodégradables, démontables et réutilisables.

Très souvent, il m'est objecté que les matériaux, donc ces bâtiments, ont une durée de vie limitée. Pourquoi pas ? Fondamentalement, cette nouvelle façon de penser heurte le désir ancré de marquer le territoire, ce qui est une forme de lutte symbolique contre la mort. L'éducation des architectes est entièrement tournée vers ce souci et est essentiellement fondée sur l'étude de l'architecture monumentale et très peu sur celle des formes vernaculaires. Les clients (individus, investisseurs et responsables politiques) partagent ce désir. Dans la plupart des cas, les clients souhaitent que leurs bâtiments restent inchangés durant des décennies, ce qui est impossible, ne serait-ce que parce que les matériaux vieillissent – ceci reflétant une autre angoisse humaine fondamentale. Or vouloir laisser des traces signifie désormais uniquement laisser des cicatrices.

Alors que la loi permet aux architectes d'imposer une absence de modification des édifices durant une période pouvant aller jusqu'à cinquante ans, il faut à présent que les constructions puissent disparaître ou s'adapter très vite : nous vivons une période de profondes et multiples mutations sociales et économiques, et il faut garder la possibilité de défaire demain ce qui est fait aujourd'hui. En matière d'urbanisme également, il faut être modestes et ne pas imposer à l'avenir les solutions actuelles. C'est pourquoi je suis très opposée au métro : le tramway, plus léger et plus modulable, permet que nos villes

malades se remettent à vivre. Il n'est du reste pas certain que les très grandes métropoles comme Paris puissent à terme être sauvées, puisqu'elles ont dépassé leur niveau d'équilibre. C'est pourquoi, lorsque je construis, je n'utilise que des matériaux renouvelables, de façon démontable, réutilisable et recyclable, les plus souvent possible en bois, ce qui reste très difficile du point de vue réglementaire. Je construis ainsi des logements et des bâtiments publics tels que la Halle Pajol dans le 18^e arrondissement de Paris, édifée en bois et en ouate de cellulose. Mais malheureusement, au-delà des démarches d'autoconstruction, il est encore quasiment impossible d'utiliser des matériaux de construction réutilisés ou recyclés dans le cadre de marchés publics en raison de la très grande difficulté à assurer ces bâtiments sans multiplier les coefficients de risques en l'absence d'avis techniques.

J'ai récemment construit un bureau d'immeubles à énergie positive, livré au mois de juin 2012, et j'ai expliqué au client, un investisseur, que j'avais songé dès la conception à sa déconstruction. Celui-ci m'a reproché d'avoir évoqué ce point devant ses collaborateurs, c'est-à-dire des personnes responsables de la constitution d'un patrimoine. Il est à présent convaincu de l'intérêt de pouvoir démonter tout ou partie du bâtiment pour l'adapter au marché. Il est aussi très probable que les taxes sur la mise en déchetterie augmenteront, ce qui représente, du point de vue financier, un autre avantage. Cet exemple montre que les idées progressent, mais qu'il reste beaucoup à faire en raison du mur d'habitudes et de certitudes à abattre.

La possibilité de l'évolution de l'usage des bâtiments et du foncier doit être prévue par les maîtres d'ouvrage et les planificateurs urbains. Mais cela touche le droit sacré de la propriété, source de l'irréversibilité des plans d'urbanisme. Les collectivités les plus avancées en la matière recourent aux baux emphytéotiques, qui permettent de maintenir la mixité sociale et fonctionnelle. Ceux-ci sont très répandus en Angleterre où les

grandes familles aristocratiques sont propriétaires du sol. Cette réversibilité suppose bien entendu celle des bâtiments et de leurs impacts. Je m'efforce de réaliser un bâtiment doté de fondations en bois – qui minimisent les dégradations chimiques du sol – mais il n'est pas certain que je puisse y parvenir dans les années à venir.

La flexibilité d'usage est le point d'exigence minimal, devant la réversibilité, la possibilité de démonter et, enfin, de réutiliser tous les produits issus du démontage. Le recyclage exige des dépenses énergétiques et ne fait pas partie des premières priorités. À cet égard, les bâtiments haussmanniens sont un excellent exemple de bâtiments durables. Les performances thermiques et hygrométriques et la qualité de l'éclairage naturel y sont bien supérieures à celle des bâtiments des années 1990 ou 2000 – bien qu'inférieures à celle des BBC. En outre, l'usage de ces immeubles a été très flexible depuis leur construction grâce à leur structure de base très ouverte et modulable – en particulier du fait de leurs hauteurs sous plafond. Mais ces principes ne peuvent être repris aujourd'hui – ne serait-ce que parce que les éléments industriels standardisés sont calibrés sur des hauteurs sous plafond standard de 2,50 m.

Au-delà de la construction neuve, la rénovation du parc actuel est l'enjeu essentiel pour la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre liées au bâti. Le patrimoine des années 1960 et 1970 est extrêmement dégradé, ce qui a pour conséquence la faillite actuelle ou prochaine de très nombreuses copropriétés dans lesquelles des populations très pauvres font face à des charges énergétiques colossales. La meilleure solution consiste en général à apporter une isolation par l'enveloppe extérieure, ce qui altère la façade. Ce procédé est généralement le moins coûteux et permet de préserver les surfaces habitables. C'est pourquoi l'approche patrimoniale mérite d'être aménagée, car elle empêche parfois de faire évoluer un grand nombre d'immeubles datant du XX^e siècle et extrêmement énergivores.

www.jourda-architectes.com



Réhabilitation de la Halle Pajol.

La biodiversité dans les normes et démarches de certification dans la construction ?



L'association HQE a pour objectif d'améliorer la filière du bâtiment pour atteindre une plus grande durabilité à travers l'anticipation et la prospective, la contribution à l'excellence au travers de la formation et de la certification et la mise en circulation des meilleures pratiques au niveau international. La démarche HQE s'appuie sur les trois piliers du système de management, de son cahier de 14 cibles d'enjeux thématiques (énergie, santé, etc.) et du futur référentiel HQE Performance, qui permettra d'évaluer les résultats atteints. À ce jour, la première cible ne cite pas la biodiversité en tant que telle, mais inclut les critères d'optimisation de la consommation du territoire, de végétalisation et d'amélioration de l'impact sur la faune et la flore. Il serait souhaitable de faire évoluer le référentiel HQE dans le sens d'une meilleure prise en compte de la biodiversité, comme proposé dans le guide *Bâtir en préservant la biodiversité*. Pour cela, l'association HQE entend entrer en dialogue avec les acteurs de la biodiversité et mettre en partage ses outils, tels que les ACV des matériaux, qui permettent souvent de remettre en cause des idées reçues. Elle souhaite enfin progresser vers la mise en place d'un étiquetage HQE Performance qui intégrerait le critère de la biodiversité.

Anne-Sophie PERRISSIN-FABERT Directrice de l'association HQE

L'association HQE fédère l'ensemble des acteurs de la filière de la construction depuis 1996 et a été reconnue d'intérêt public. Elle porte l'utopie selon laquelle il est possible d'améliorer la filière dans une direction plus durable, dans l'intérêt des habitants et de la planète. Son action se décline selon trois grandes missions :

- anticiper et initier la réflexion et la prospective. Ainsi, depuis deux ans, a été développé un référentiel HQE dédié aux aménagements opérationnels ;
- contribuer à l'excellence dans les pratiques et sur les territoires, à travers la formation, la certification, les rencontres entre acteurs et les retours d'expérience ;
- porter l'intérêt du secteur de la construction au niveau international, parce qu'il est important d'améliorer les pratiques des différents pays dans une logique de *benchmark*.

Pour assumer ces missions, la démarche HQE s'appuie d'abord sur le pilier du système de management dans une démarche de qualité qui appelle les acteurs à travailler de concert sous la coordination du maître d'ouvrage. Le deuxième pilier est celui du référentiel, qui s'appuie sur 14 cibles déclinant les enjeux systémiques, de confort, de santé, etc., qui peuvent souvent être contradictoires, ce qui oblige à bien cerner les synergies gagnant/gagnant. Le troisième pilier est celui du référentiel d'évaluation HQE Performance, dont l'élaboration devrait être terminée fin 2012, et qui permettra de définir quels sont les critères d'un bâtiment durable.

Même si elle n'apparaît pas explicitement parmi les 14 cibles identifiées en 1996, la biodiversité est bien l'une des préoccupations effectives de la démarche HQE. Cette priorité est présente dans les textes génériques de la démarche – en l'occurrence, dans la norme NF P 01-010 – tout comme dans les référentiels de certification selon lesquels les auditeurs attestent que la démarche HQE a été respectée. Tout d'abord de façon indirecte, puisque la démarche vise à diminuer l'impact sur l'environnement à travers la maîtrise de l'énergie, la gestion de l'eau et des déchets, le choix des matériaux et des modalités de maintenance.

Mais la cible 1 cite aussi directement l'optimisation de la consommation du territoire, la végétalisation des surfaces (façades, surfaces, stationnements, etc.) et l'amélioration de l'impact sur la diversité de la faune et de la flore, notamment durant la phase chantier. Ces référentiels de certification sont revus presque chaque année et les acteurs de défense de la biodiversité peuvent donc nous adresser leurs recommandations.

Le guide *Bâtir en préservant la biodiversité* publié par Nature-parif propose des pistes structurées visant à remettre l'humain et son bien-être au cœur des projets, tout en soulignant l'importance des Analyses de Cycle de Vie (ACV). Ce sont là des fondamentaux pour l'association HQE. Il reprend aussi une proposition de Jacques Weber en faveur d'un « Label

Haute qualité énergétique et Biodiversité ». Cela montre qu'un certain nombre d'acteurs ne se reconnaissent peut-être pas dans la démarche HQE actuelle et qu'il faut donc travailler ensemble sur la base de leurs propositions. Pour autant, s'il est compréhensible que chaque acteur spécialisé sur une thématique souhaite développer un label correspondant à ses priorités, l'enjeu véritable consiste, pour l'association HQE, à conjuguer les axes de durabilité, en créant en place un label intégré Développement durable du bâtiment – c'est-à-dire un label HQE intégrant pleinement la biodiversité.

L'ACV peut souvent sembler technique, mais permet de penser et de mesurer les impacts dans le temps sur la base d'outils scientifiques validés au niveau international et utilisés, notamment, dans les secteurs de l'aéronautique et de l'automobile, et qui ont permis d'améliorer la conception afin de réduire les impacts environnementaux. Les ACV évitent donc le *greenwashing* en analysant d'emblée les impacts à l'échelle globale et en les objectivant, et en permettant de revenir sur certaines idées reçues – notamment celle qui laisse penser que tout ce qui est d'origine naturelle est bon pour l'environnement.

Les ACV sont utilisés dans le cadre des fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) des produits de construction et Profils Environnementaux Produits des équipements. Elles permettent de lire leur impact environnemental de façon normée, donc de comparer des produits différents sur une base identique. Alors que les travaux du groupe qui se réunit régulièrement dans le cadre du Grenelle de l'Environnement pour concevoir un label pour les matériaux bio-sourcés n'avancent pas, il existe toutefois dans le cadre des FDES et des PEP un indicateur portant sur l'épuisement des ressources : l'aspect renouvelable des matériaux bio-sourcés est donc pris en compte par l'intermédiaire de ce critère. L'association HQE est du reste désormais gestionnaire de la base de données INIES où se trouve l'ensemble des informations sur lesquelles sont fondées les FDES, et qui est présidé par la direction de l'Urbanisme, de l'Habitat et des Paysages (DHUP) du ministère du Logement.

Les ACV commencent aussi à être utilisées au niveau d'un bâtiment, ce qui a donné lieu à la publication très récente de la brochure *HQE Performance : premières tendances pour les bâtiments neufs*, issue d'un premier test mené en 2011 sur 74 bâtiments, et qui porte notamment sur la consommation d'énergie totale, sur le CO₂, la consommation d'eau, les différents déchets inertes et dangereux. Les résultats permettent de dégager des ordres de grandeur et de relativiser certaines certitudes : le plus lourd impact des produits de construction ne porte pas sur la consommation d'énergie, mais sur les émissions de CO₂ induites.

Ces données sont à prendre en compte pour que chaque euro investi permette d'atteindre la plus grande plus-value environnementale possible, et la brochure propose donc des pistes en la matière, ceci en collaboration avec la DHUP et avec l'Ademe. La perspective visée consiste à construire un label réglementaire de performance énergétique et environnementale afin de

rééquilibrer ce qui a été jusqu'ici réalisé en matière de performance énergétique.

Comme la société Élan l'a souligné, la biodiversité est un phénomène complexe qui nécessite une clé de lecture simplifiée permettant de communiquer clairement sur le niveau de performance ou les résultats en termes de biodiversité, à l'aide d'une étiquette lisible, comme l'ambitionne la démarche HQE Performance. Il serait très intéressant que celle-ci comporte un axe, et donc un affichage portant sur la biodiversité. Il faudrait aussi disposer d'un outil de référence sur la biodiversité à l'échelle du bâtiment, puisque l'ACV ne comporte qu'une mesure des impacts négatifs en amont. Enfin, Natureparif peut avoir un fort rôle à jouer en faveur de l'écoconditionnalité, à la suite de la région Île-de-France, qui a appliqué un bonus aux opérations certifiées HQE.

Bien entendu, la certification occasionne des coûts, mais elle prescrit aussi de très nombreuses études commandées aux bureaux spécialisés, et selon les professionnels, le coût de la certification est négligeable à l'échelle du projet dans le cas des constructions neuves. Les certifications garanties par une partie tierce apportent des garanties sur la qualité des patrimoines et tendent à augmenter leur valeur. Au bout du compte, ces certifications, et les prescriptions contenues dans les cibles HQE confortent aussi la qualité du travail de la maîtrise d'œuvre et doivent être considérées dans un contexte qui est, globalement, gagnant/gagnant.

C'est dans cet esprit que cette journée m'apparaît comme un début, puisque la biodiversité est une thématique émergente, et c'est pourquoi l'association HQE serait ravie de collaborer avec Natureparif et ses partenaires sur l'ensemble des thèmes évoqués ci-dessus, en conjuguant nos expertises en matière de construction et de biodiversité.

www.assohqe.org



À l'heure où le secteur de la construction se concentre sur l'efficacité énergétique et la réglementation thermique des bâtiments, la biodiversité fait figure de grande oubliée. Elle connaît pourtant sa 6^e crise d'extinction et notre avenir est lié à son maintien. En Île-de-France plus encore que partout ailleurs, la fragmentation de l'espace et l'imperméabilisation des sols, qui comptent parmi les principales causes d'érosion de la biodiversité, sont en grande partie imputables à l'urbanisme et la construction. Il existe pourtant de nombreuses initiatives qui démontrent que l'on peut construire des bâtiments tout en réduisant leur empreinte écologique et en améliorant la situation des écosystèmes. En choisissant de traiter une à une les étapes d'un projet - la conception, la construction, l'exploitation, la fin de vie et la rénovation - Natureparif propose de croiser les regards de différents acteurs : urbanistes, architectes, entreprises du BTP, paysagistes, écologues et élus pour s'interroger sur la transformation écologique de ce secteur. Matériaux locaux et bio-sourcés, architecture calquée sur l'environnement naturel, bâtiment refuges et support pour les espèces, toitures et façades végétalisées, espaces verts écologiques, traitements biologiques des eaux et des déchets sont autant de pistes pour améliorer notre cadre de vie et créer des emplois !

Natureparif a été créée à l'initiative de la région Île-de-France avec le soutien de l'État français. De statut associatif, elle regroupe à leurs côtés au sein de collèges distincts les collectivités locales, les associations de protection de l'environnement, les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, les chambres consulaires et les fédérations, et les entreprises publiques et privées. Agence pour la nature et la biodiversité en Île-de-France, sa mission est de collecter les connaissances existantes, de les mettre en réseau, d'identifier les priorités d'actions régionales. Elle a également vocation à recenser les bonnes pratiques visant à préserver la biodiversité pour qu'elles soient plus largement mises en œuvre.

Natureparif

Agence régionale pour la nature et la biodiversité
84 rue de Grenelle, 75007 Paris, France
+33 (0)1 75 77 79 00
www.natureparif.fr