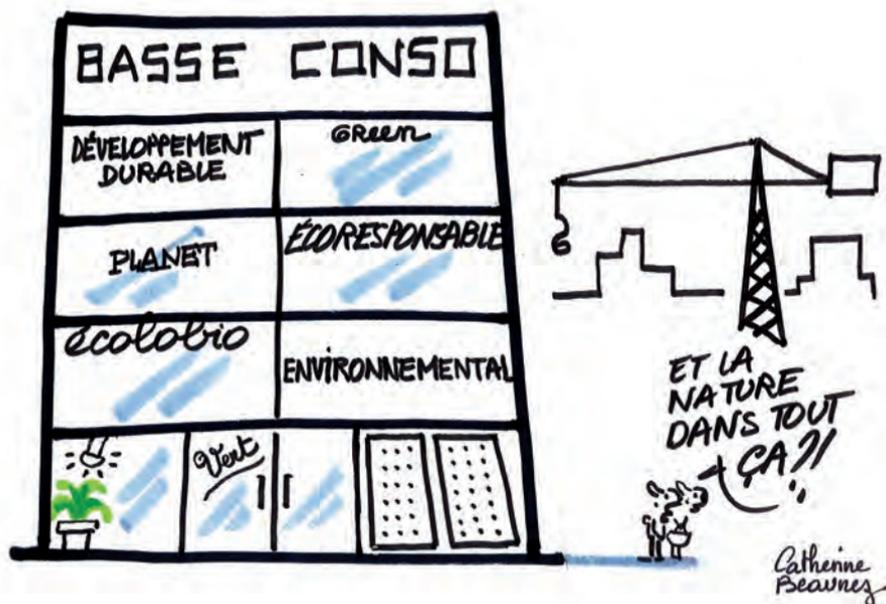


Bâtir

en favorisant la biodiversité

[Un guide collectif à l'usage des professionnels
publics et privés de la filière du bâtiment]



Bâtir en favorisant la biodiversité

Un guide collectif à l'usage des professionnels
publics et privés de la filière du bâtiment

ÉDITORIAL

Liliane Pays, présidente de Natureparif

AVANT-PROPOS

Françoise-Hélène Jourda, architecte

Direction éditoriale :

Stéphanie Lux, Gilles Lecuir (Natureparif)
et Nadia Loury (Émergences)

Rédaction : Marc Barra (Natureparif)

Édition : Dominique Dumand (Aden Arabie Atelier)

Correction, maquette,

mise en page et fabrication : Victoires Éditions

Conception graphique :

Véronique Marmont - Laurence Touati

Couverture et dessins

Catherine Beaunez

©Natureparif 2012

Tous droits réservés ©Victoires Éditions 2012

ISBN : 978-2-35113-087-2

Natureparif

Bâtir en favorisant la biodiversité

Point de vente :

Victoires Éditions, 38, rue Croix-des-Petits-Champs, 75001 Paris

Tél. : 01 53 45 89 00 - Fax : 01 56 45 91 89

vente@victoires-editions.fr - www.victoires-editions.fr

SOMMAIRE

Éditorial par Liliane Pays, présidente de Natureparif	7
Avant-propos par Françoise-Hélène Jourda, architecte	9

CHAPITRE 1 ■ COMPRENDRE LES ENJEUX DE LA CONSTRUCTION

Le panorama de la filière	12
Le secteur et ses acteurs	13
La biodiversité, essentielle à l'économie et au BTP	14
Le BTP, un <i>business model</i> dispendieux	18
Et l'avenir ?	19
En route vers l'écoconception des bâtiments !	20
Vers des bâtiments producteurs... de nature ?	23

CHAPITRE 2 ■ AGIR : LES FICHES TECHNIQUES

Phase 1 : Concevoir	31
■ Fiche n° 1 - Documents d'urbanisme : intégrer les enjeux relatifs à la biodiversité	33
Carrefour des idées : le coefficient de biotope par surface de la ville de Berlin (Allemagne)	42
Carrefour des idées : la ville de Grande-Synthe et l'agglomération de Montpellier	43
Paroles d'acteurs : pour une campagne à la ville ou Saclay, urbanisme HQEB ?	44
■ Fiche n° 2 - Le diagnostic écologique : quand les écologues accompagnent les projets	48
Paroles d'acteurs : la démarche pour la biodiversité de l'établissement public d'aménagement du Mantois Seine-Aval ...	58
Carrefour des idées : le biomimétisme, quand les bâtiments s'inspirent du monde vivant	59
Paroles d'acteurs : vers un référentiel biodiversité urbaine	61
■ Fiche n° 3 - Comment réduire l'empreinte carbone des bâtiments tout en favorisant la biodiversité ?	64
Carrefour des idées : produire de l'énergie grâce aux déchets fermentescibles	70
Paroles d'acteurs : normes de construction, qu'en dit le bilan carbone ?	72

SOMMAIRE

■ Fiche n° 4 - Matériaux de construction : quels choix pour la biodiversité ?	75
Paroles d'acteurs : le projet ECO46 à Lausanne (Canton de Vaud en Suisse)	79
Carrefour des idées : matériaux bio-sourcés et agriculture, un dilemme ?	82
Carrefour des idées : vers l'étiquetage biodiversité des matériaux de construction	84
Paroles d'acteurs : du béton de chanvre en milieu urbain dense	85
■ Fiche n° 5 - Comment concevoir les espaces extérieurs ?	88
Paroles d'acteurs : une station d'épuration écologique intégrée au paysage	95
Phase 2 : Construire	97
■ Fiche n° 6 - Construire en préservant les sols et leurs fonctions	98
Paroles d'acteurs : la construction d'un écoquartier avec logements collectifs sur pieux, dans la ZAC du Séqué, à Bayonne	103
Paroles d'acteurs : le procédé de techno pieux	104
Paroles d'acteurs : en savoir plus sur les sols	105
■ Fiche n° 7 - Construire des bâtiments accueillants pour les espèces locales	107
Paroles d'acteurs : quelques idées pour accueillir la biodiversité et diversifier les milieux	113
■ Fiche n° 8 - Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité	115
Paroles d'acteurs : intégration de la biodiversité dans le programme environnemental type pour les collèges du conseil général de la Seine-Saint-Denis	123
Phase 3 : Vivre et gérer les bâtiments	125
■ Fiche n° 9 - Gérer écologiquement les espaces verts	126
Paroles d'acteurs : espaces verts et nature en ville	132
Paroles d'acteurs : ÉcoJardin, la référence de la gestion écologique des espaces verts	134

SOMMAIRE

■ Fiche n° 10 - La phyto-épuration : des plantes pour traiter les eaux usées	135
Carrefour des idées : la phyto-épuration au service des vacanciers !	139
Paroles d'acteurs : la Zone libellule de Lyonnaise des eaux ...	140
■ Fiche n° 11 - L'agriculture urbaine : biodiversité, production alimentaire et lien social !	142
Paroles d'acteurs : construire des écoquartiers pour la biodiversité ...	150
Phase 4 : Déconstruire et rénover	153
■ Fiche n° 12 - Déconstruire les bâtiments, recycler les matériaux et restaurer les sols	154
Carrefour des idées : les friches au cœur des villes !	159
Paroles d'acteurs : reconstruire des sols artificiels pour réhabiliter des sols dégradés, en s'inspirant de la nature	163
■ Fiche n° 13 - La rénovation : une seconde chance pour la biodiversité ?	165
Paroles d'acteurs : rase pas mon quartier	172
■ Fiche n° 14 - Écoconcevoir les futures constructions	173
Paroles d'acteurs : écoconception et biodiversité	175
Paroles d'acteurs : anticiper les impacts d'un bâtiment dès sa conception ; réalisation d'une maison bioclimatique, écoconçue et à énergie positive dans la communauté de communes du Pays des Herbiers	178
CHAPITRE 3 ■ ACCOMPAGNER LES ACTEURS DU CHANGEMENT	
Changer de regard	184
Former les professionnels	187
Paroles d'acteurs : enseigner les enjeux de la biodiversité et proposer des solutions aux futurs concepteurs de bâtiments	189
Favoriser l'émergence de nouveaux métiers	191
Bâtir une économie favorisant la biodiversité	193
Normes et référentiels de construction : ce qui doit changer	194
Paroles d'acteurs : la conduite de changement	201
Épilogue, par Hélène Mandroux, maire de Montpellier	204

ÉDITORIAL



Sur un territoire aussi peuplé et dynamique que l'Île de France, les villes se renouvellent, s'agrandissent et s'étendent progressivement jusque dans les zones agricoles et naturelles. Conséquence directe de cette urbanisation, la fragmentation de l'espace, l'imperméabilisation des sols, l'épuisement des ressources entraînent une pression de plus en plus importante sur la biodiversité régionale (et au-delà).

Depuis une dizaine d'années la prise de conscience du dérèglement climatique a permis d'engager de nombreuses mesures, liées notamment à la réglementation thermique, aux normes et certification basse consommation... Ces évolutions n'ont néanmoins pas véritablement d'effet positif sur la préservation de la diversité biologique. Dès lors, peut-on parler de construction durable, voire d'écoquartiers ?

Cette question essentielle est au cœur de cet ouvrage coordonné par Natureparif avec le concours d'une quarantaine d'acteurs de la construction : écologues, architectes, collectivités, entreprises du BTP, carriers, urbanistes... Tous plaident aujourd'hui pour une prise en compte de la biodiversité à chacune des étapes, depuis la conception jusqu'à la rénovation ou fin de vie des bâtiments.

À travers des fiches techniques articulées autour de quatre grands thèmes : Concevoir, Construire, Exploiter, Déconstruire et rénover, ce guide nous rappelle qu'une construction écologique passe nécessairement par le maintien de la végétation, de sols fertiles en capacité de stocker du carbone et l'eau, de corridors écologiques garants du déplacement des espèces, de matériaux ne mettant pas en péril les ressources et les milieux locaux comme globaux. C'est donc un nouveau défi qui attend les acteurs de la construction. Confrontés à une crise écologique sans précédent, ils devront inventer d'autres pratiques pour y faire face et la surmonter. Pour ce secteur, l'avenir est prometteur : toitures végétalisées, matériaux biosourcés, espaces verts écologiques, phyto-épuration des eaux usées, déconstruction sélective et écologie industrielle... Cette tâche est exaltante, porteuse d'espoirs, de progrès rapides et Natureparif est fière d'apporter sa contribution, au travers de ce qui la caractérise : être un outil d'échanges entre les collectivités territoriales, les institutions, les associations, les chercheurs et les entreprises.

Liliane Pays, *présidente de Natureparif*

AVANT-PROPOS



Peut-on construire biodégradable ? Non seulement, nous le pouvons (ou presque), mais nous le devons (autant que faire se peut) ! Et ceci pour deux raisons très simples. D'une part, il est urgent de réduire les déchets en général et les déchets de construction en particulier, très importants et qui font l'objet de peu de recyclage. D'autre part, beaucoup de matériaux de construction sont issus de ressources non renouvelables et certaines d'entre elles sont (déjà) rares.

Alors, bien évidemment, une telle déclaration peut choquer. Il y a ceux qui croient que biodégradable signifie fragilité et construction provisoire et de peu de qualité. Pourtant, c'est faux. Chacun connaît, par exemple, les chalets en bois ou tout simplement les charpentes qui supportent des charges importantes depuis des siècles. Constructions solides, bien plus que certains préfabriqués en béton. Les isolants en chanvre ont une durée de vie bien égale à ceux en laine minérale ou à base de produits pétroliers. Puis certains, surtout, prétendent « laisser leur trace » sur cette planète, voulant construire « pour l'éternité » ou presque, prolongeant leur souci d'exprimer leur puissance au-delà de leur propre vie. Marquer son territoire, laisser un héritage bâti, affirmer son pouvoir et son désir d'éternité. Il y aurait beaucoup à dire sur ces ambitions bien humaines, mais tellement primaires... Sur cent constructions, combien pourront enrichir le patrimoine que chacun souhaite s'approprier et conserver ? Combien, au contraire, apparaissent comme des cicatrices et non des traces, riches de notre passé ? Il nous faut de toute urgence renoncer (et c'est là une transformation culturelle de toute évidence très difficile à mettre en œuvre) à marquer de manière indélébile notre environnement et accepter définitivement disparition, transformation pour laisser la part de l'Autre, celle des générations futures.

Mais ce n'est pas encore si facile, pratiquement, de construire biodégradable. Il nous reste à inventer des techniques, des équipements, de nouveaux matériaux qui puissent ainsi retourner, en fin de vie et d'utilisation, à la nature. Et ce sont ces chemins qu'il faudra bien tracer, ces découvertes potentielles avec les espoirs, voire les désillusions, qu'elles vont porter, qui dessineront nos véritables traces.

Françoise-Hélène Jourda,
architecte



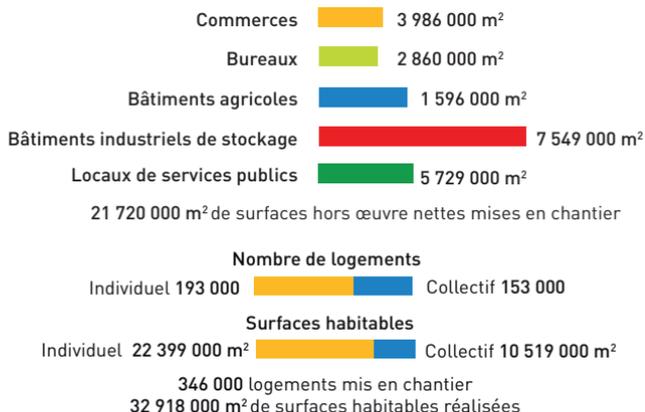


CHAPITRE 1

Comprendre
les enjeux de
la construction

PANORAMA DE LA FILIÈRE

Avec plus de 140 milliards d'euros de chiffre d'affaires et 1 400 000 salariés, la filière du bâtiment et des travaux publics (BTP) occupe une place de premier plan dans l'économie française. À lui seul, le secteur de la construction pèse autant que l'aéronautique, la sidérurgie, l'industrie pharmaceutique et le matériel d'armement réunis.



▲ **La construction neuve est particulièrement dynamique et consomme de l'espace.**

Source : Meedlt, Estimations FFB - Chiffres 2010.

La construction représente un peu plus d'un établissement sur neuf dans l'ensemble du secteur marchand en France¹, dont une grande majorité de PME (85 % ont moins de 5 salariés). Bâtiments administratifs, centres commerciaux, sites industriels, bureaux, habitations individuelles ou collectives, infrastructures : on construit du neuf, on rénove, on réaménage, on déconstruit, pour se loger, s'abriter, travailler, aménager nos villes et organiser nos déplacements. L'augmentation de la population et des besoins expliquent l'ampleur du phénomène.

En Île-de-France, avec plus de 257 000 emplois, le secteur de la construction est particulièrement dynamique. Cette région nous offre un exemple saisissant du rapport paradoxal liant réussite économique et dégâts écologiques. Alors que la demande augmente, les projets franciliens grignotent du foncier (forêts ou terres agricoles), consomment des matériaux en grandes quantités et réduisent la part de nature dans les villes.

1 Source : <http://www.metiers-btp.fr>

19,5 milliards d'euros de valeur ajoutée, ce qui fait de l'Île-de-France la première région de France pour le secteur de la construction	Soit 4,1 % de la valeur ajoutée francilienne, 18 % de la valeur ajoutée du secteur de la construction en France
62 400 établissements	Soit 8,9 % des établissements franciliens, 16,3 % des établissements de construction français
257 000 emplois salariés	Soit 6,2 % de l'emploi salarié en Île-de-France, 8,8 % de l'emploi salarié de la construction française

▲ Le secteur de la construction est très dynamique en Île-de-France. Source : Crocis

Dans un contexte de pression urbaine forte, il ne s'agit plus seulement de préserver le patrimoine naturel existant au sein de quelques réserves, parcs naturels et autres espaces protégés, mais véritablement de **restaurer, réhabiliter et recréer les fonctionnalités écologiques** qui disparaissent depuis plusieurs années déjà. Cela demande de refonder en profondeur les politiques d'urbanisme et d'aménagement du territoire, travail qui a démarré avec la rédaction du schéma directeur de la région Île-de-France (Sdrif) et se poursuit à l'échelle locale avec la révision des plans locaux d'urbanisme (PLU) et des schémas de cohérence territoriale (Scot) par un nombre croissant de communes, conscientes de cet enjeu majeur. Les grands projets d'infrastructures de type opérations d'intérêt national (OIN) comme le plateau de Saclay ou le Grand Paris, devront également s'intégrer dans cette nouvelle vision, indispensable.

LE SECTEUR ET SES ACTEURS

	Le maître d'ouvrage (celui qui décide)		Les fournisseurs d'électricité, de gaz, d'eau, de réseaux et télécommunications
	Le maître d'œuvre (architecte)		Les institutionnels et politiques (qui encadrent les pratiques et définissent la réglementation)
	Les producteurs et fabricants de matériaux		Les écologistes et naturalistes
	Les constructeurs (entreprises du BTP)		Les organismes certificateurs et bureaux de contrôle (normes et attribution des labels)
	Les élus		Les entreprises de traitement des eaux
	Les usagers des bâtiments (locataires, propriétaires)		Les filières de recyclage de matériaux
	Les sociétés de services et d'entretien (techniciens espaces verts, etc.)		

▲ La diversité des acteurs de la construction et de leurs intérêts. © C.Beaunez

C'est le **maître d'ouvrage** (un particulier, une commune, un promoteur privé) qui est à l'origine de la décision de construire. Avant de s'adresser aux entreprises, il recourt à un architecte (le **maître d'œuvre**), par l'intermédiaire d'un programme, d'un concours ou d'un appel d'offres, qui exécutera la commande et dressera les plans. Les **bureaux d'études techniques** (ingénierie, contrôle technique) et les **économistes de la construction** assistent également la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre dans sa tâche. Vient ensuite le tour des **entreprises du BTP**, qui réalisent les travaux et sont tenues de respecter les conditions générales déterminées avec leurs clients. Leurs compétences concernent le chantier à proprement parler : gros œuvre, second œuvre, finitions et rénovation. Pour construire, l'entreprise a besoin de main-d'œuvre, de matériaux, d'outils, d'engins de chantiers, d'équipements de travail et de sécurité. Elle fait appel aux **fournisseurs et fabricants de matériaux** (comme par exemple les carriers) et sous-traite à d'autres **entreprises spécialisées** (menuiserie, ferronnerie, carrelage, peinture, etc.). La construction achevée, les **usagers**, via des entreprises prestataires (paysagistes et espaces verts) ou un syndicat de copropriété, exploitent et entretiennent les bâtiments. Les travaux de **rénovation** sont fréquents et participent du processus de renouvellement urbain. Enfin, les **entreprises de démolition** et de **recyclage** interviennent à la toute fin de vie du bâtiment sur la demande du maître d'ouvrage ou d'un promoteur qui a racheté le terrain. Couramment, les **bureaux d'assistance à maîtrise d'ouvrage** (AMO) offrent une prestation intellectuelle d'assistance et de conseil tout au long du projet ou pour enclencher une démarche de certification. Les **organismes certificateurs** délivrent quant à eux les labels, comme dans le cas des normes énergétiques (BBC, Énergie positive, etc.).

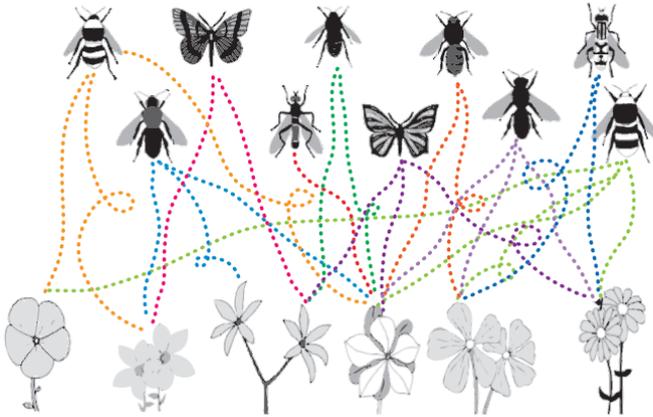
Ces acteurs sont encadrés dans l'exercice de leur métier par un ensemble de règles : règlement d'urbanisme, code des marchés publics, cahiers des charges, permis de construire. Ces outils d'ordre réglementaire ou économique constituent de bons vecteurs de changement : ils peuvent être modifiés de manière à y intégrer les enjeux de biodiversité et amener les opérateurs à changer de pratiques.

LA BIODIVERSITÉ, ESSENTIELLE À L'ÉCONOMIE ET AU BTP

Le terme scientifique biodiversité ne se réduit pas à la seule variété des espèces² (encore moins à celles dites emblématiques ou remarquables sur lesquelles nous focalisons trop souvent notre seule at-

² Pour lesquelles nous ne connaissons d'ailleurs que « la partie émergée de l'iceberg ».

tention). La biodiversité renvoie à **toutes les formes de vie, mêmes les plus ordinaires**³ et, plus important encore, aux **interactions** qui se produisent entre elles, dans des milieux donnés : **les écosystèmes**. Ainsi une mare, une prairie, un sol, un estomac, une forêt, sont autant d'écosystèmes où la vie s'opère.



▲ La diversité et l'abondance des interactions, comme ici entre les pollinisateurs et les plantes à fleurs, caractérisent la biodiversité.

Source : Élixa Thébaud et Colin Fontaine MNHN/CNRS

Résultat de 4 milliards d'années d'évolution par le jeu de l'adaptation, le monde vivant s'est diversifié à trois niveaux interdépendants : les gènes, les espèces et les écosystèmes. Ces derniers produisent d'innombrables **fonctionnalités** dont la plupart nous sont indispensables, puisque les humains sont aussi un des maillons de ce « tissu vivant de la planète » et ne vivent pas détachés de lui :

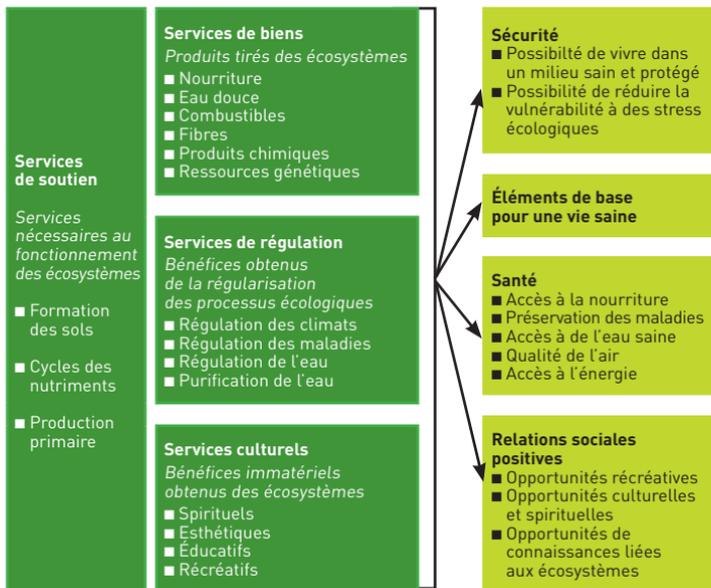
Pour améliorer notre compréhension de l'importance de la biodiversité⁴, le Millenium Ecosystem Assessment⁵ a popularisé en 2004 la notion de **services écosystémiques**, autrement dit les « services » que nous retirons du bon fonctionnement des écosystèmes : l'épuration de l'eau douce, la fertilité des sols, la production d'oxygène, la pollinisation, la capacité à produire des matières premières (bois,

³ À ce titre, les micro-organismes, nettement moins connus et plus difficiles à observer, n'en sont pas moins indispensables au fonctionnement des sols et à leur fertilité, à la régulation des patho-gènes, aux symbioses avec les végétaux, notamment dans les sols urbains.

Voir <http://construirevert.canalblog.com/archives/2011/10/17/22380045.html>

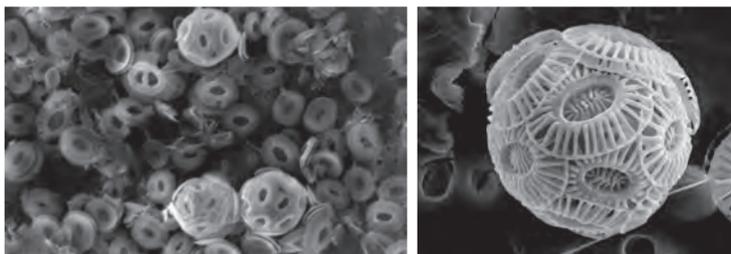
⁴ Toutefois, l'utilité de la biodiversité ne justifie pas à elle seule sa conservation.

⁵ <http://milleniumassessment.org>



▲ Les écosystèmes, où interagissent espèces et milieux, sont à l'origine de nombreuses fonctions et services dont nous dépendons pour notre économie et notre bien-être. Source : Millénium Ecosystem Assessment.

fibres, aliments), la régulation des maladies, etc. Ces attributs indispensables à nos vies n'existeraient pas sans la biodiversité, comme l'explique le tableau ci-dessus. Notre économie (agriculture, industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique, textile, bois/papier, etc.) est dépendante de ce **potentiel naturel** constitué par la biodiversité et les services dont elle est à l'origine.



▲ Lorsqu'ils meurent, les coccolithophores, algues unicellulaires, tombent sur les fonds océaniques où ils finissent par former des sédiments de plus de 100 m d'épaisseur. Les fabricants de matériaux utilisent ces ressources léguées par le vivant du passé. © Niwa

Les métiers de la construction sont également concernés : la filière consomme des matières premières en quantité significative et à un rythme rapide. Ainsi les carrières offrent-elles des granulats, du sable, du gypse, du calcaire, des marnes, de l'argile... Ces matériaux qualifiés d'inertes, comme les calcaires, ont été formés par l'action de communautés vivantes⁶. D'autres, comme l'acier, le verre, le béton, le plâtre, le ciment, sont fabriqués à partir de produits de base extraits puis transformés. Les matériaux renouvelables, comme le bois, la laine de mouton ou le chanvre sont directement issus du monde vivant et disponibles grâce au bon fonctionnement des écosystèmes qui les produisent. Sans compter les innombrables ressources nécessaires aux produits de finition (enduits, peintures, revêtement de sols)!

Outre les matières premières sollicitées en amont, la présence de nature influence positivement la qualité de vie des habitants pendant l'utilisation des bâtiments. Elle offre aussi des services de régulation du climat local par la végétation. Les bâtiments peuvent aussi, pendant leur utilisation, être des refuges pour certaines espèces, ce qui contribue à préserver les qualités esthétiques et récréatives des milieux bâtis.



▲ Les interactions du bâtiment avec la biodiversité se produisent à plusieurs échelles et à plusieurs moments. © Lionel Pagès

⁶ Les pics d'Europe (provinces des Asturies), soit 1500 m d'épaisseur de calcaire, résultent de l'intense activité bactérienne, il y a 320 millions d'années au Carbonifère inférieur, ayant construit une « plateforme carbonatée » de plusieurs centaines de km², *Terre!* Peter Westbroek, Seuil, p. 94.

LE BTP, UN BUSINESS MODEL DISPENDIEUX

Si la filière dépend de la biodiversité, elle est aussi en partie responsable de sa dégradation. Chaque année en Europe, les infrastructures bâties avalent plus de 1 000 km² de terres ou de forêts. La moitié, soit 500 km², est rendue imperméable par des revêtements artificiels (bitume, béton). C'est le constat dressé par la Commission européenne en 2011. Conséquences : l'**imperméabilisation** des sols limite leur capacité à assurer leurs fonctions d'épuration de l'eau, de recyclage de la matière organique, de croissance des plantes, de stockage de carbone et des autres services qui en sont dérivés. La **fragmentation** de l'espace, au détriment des habitats naturels, nuit aux populations animales et végétales qui y vivent et qui s'y déplacent. Enfin, la **perte de couvert végétal** réduit d'autant plus le stockage de carbone, la régulation des températures et du climat ainsi que la production d'oxygène.



▲ Quand elle n'est pas encadrée, la construction transforme les paysages, remanie les sols et consomme de l'espace. © GFDL

Et ce n'est pas tout ! Les impacts indirects, tels que la fabrication des matériaux et les consommations d'énergies engagent aussi une responsabilité plus large de la filière. Économie mondialisée oblige, les matériaux de construction sont le plus souvent issus de matières premières exploitées aux quatre coins du monde, dans des

conditions plus ou moins néfastes pour l'environnement. Rappelons également que le bâtiment, le plus gros consommateur d'énergie parmi l'ensemble des secteurs économiques, est responsable de près de 28 % des émissions de gaz à effet de serre (GES). Enfin, la déconstruction génère chaque année des masses importantes de déchets qu'il faudra traiter, ainsi que des pollutions de plus en plus complexes et diffuses, comme celles liées aux composants chimiques des matériaux composites dont la dispersion dans la nature entraîne aussi son lot des conséquences. Ce qui se passe pour un seul bâtiment est démultiplié dans une ville entière, qui porte ainsi une **empreinte écologique globale**.

ET L'AVENIR ?

En dégradant la nature (ses composantes et ses fonctions) avec excès et de façon permanente, les acteurs économiques scient la branche sur laquelle ils sont assis⁷. Si le secteur de la construction ne se met pas directement en péril, il **pénalise les autres acteurs du territoire**, car c'est avant tout la société qui pâtit de la dégradation des écosystèmes. Risques liés à l'imperméabilisation des sols (surcoûts de



▲ L'imperméabilisation excessive des sols entraîne la perte de fonctions utiles, comme la rétention des eaux, la régulation des crues et l'épuration de l'eau par filtration. © GFDL

⁷ Voir *Entreprises, relevez le défi de la biodiversité*, Natureparif, Victoires Éditions, octobre 2011.

gestion de l'eau, inondations), effets d'îlots de chaleur urbains dus à l'absence de couvert végétal (canicules, pollutions urbaines), risques liés à la pollution par les matériaux (santé, déplacements polluants), cadre de vie altéré (disparition de la verdure, des jardins, des chants d'oiseaux), mais aussi à distance, sur les populations subissant les conséquences de l'exploitation des matériaux (mines et carrières du tiers-monde)... C'est également la **société qui en supporte les (sur) coûts**, notamment dans le domaine de la santé et de l'eau potable.

À long terme, cette voie de développement n'est tout simplement pas durable. Cela confère à la filière la **responsabilité** de réduire fortement son empreinte écologique, mais aussi de **rembourser sa dette** envers la biodiversité. Ceci pour maintenir la fonctionnalité et la disponibilité des services écosystémiques nécessaires à son activité et à celle de tous les autres acteurs du territoire.

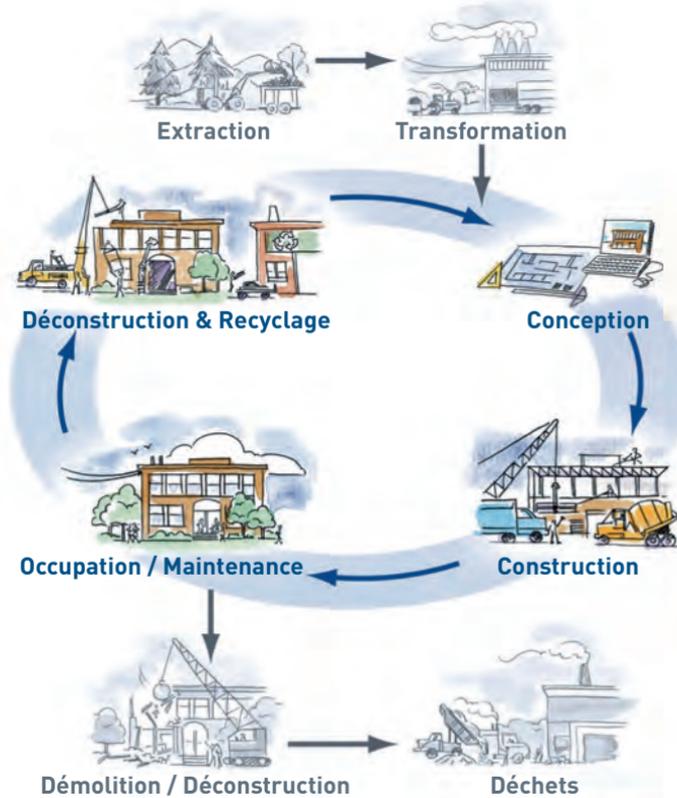
Une réflexion de fond sur le modèle économique de la filière s'impose : prix des matériaux, normes de construction, principes architecturaux, documents d'urbanisme, investissement dans la recherche et développement de nouveaux procédés. Par ailleurs, l'émergence de nouveaux métiers, comme l'ingénierie écologique, et l'ouverture des savoir-faire traditionnels à l'écologie scientifique sera indispensable. **La filière peut-elle se réorganiser pour répondre au défi posé par l'érosion de la biodiversité ?**

EN ROUTE VERS L'ÉCOCONCEPTION DES BÂTIMENTS !

■ L'importance d'une approche en cycle de vie

La prise en compte de la biodiversité dans l'écoconstruction ne peut pas se réduire à des traitements « palliatifs » du type « installer un nichoir à oiseaux ou ajouter quelques plantes vertes ». Elle nous impose d'analyser **toutes les étapes de la vie d'un bâtiment** : avant, pendant et après (soit la conception, la construction, l'utilisation et la fin de vie). Déjà utilisée pour éclairer les décideurs sur les consommations d'énergies de la conception des matériaux à leur fin de vie (on parle d'**énergie grise**⁸), l'**analyse de cycle de vie (ACV)** mérite d'être appliquée à la biodiversité, c'est-à-dire à l'impact direct et indirect de la fabrication d'un bâtiment sur la biodiversité. Cette

⁸ En 2008, le bureau d'études Utopie avait réalisé une approche en cycle de vie de la construction durable selon un axe « énergie ». <http://www.constructiondurable.com/docs/RapportConstruction2007.pdf>



▲ L'écoconception des bâtiments vise à améliorer les interactions entre un bâtiment et la biodiversité tout au long de sa vie et à toutes les échelles. © Usepa

approche permet de réaliser que « les impacts d'un projet ne sont pas forcément là où on les attend⁹ ».

■ Remettre l'humain et son bien-être au cœur des projets

Les discours sur la construction opposent souvent le social à l'écologique, sous prétexte qu'il faut d'abord penser aux gens avant de s'intéresser à la nature. C'est vrai, les bâtiments sont avant tout destinés aux humains. Notre bien-être et notre qualité de vie sont en jeu dans ces espaces urbanisés où l'on passe le plus clair de notre temps. Mais

⁹ Citation extraite du groupe de travail du WWF France sur l'écoconception des produits et services.



▲ Des bâtiments construits avant tout pour le bonheur et le bien-être de leurs occupants. © Lionel Pagès

l'un sans l'autre est-il seulement possible ? Quel cadre de vie sans espaces verts nombreux et diversifiés ? Quelle santé sans oxygène produit par la végétation, nous protégeant aussi des îlots de chaleur ? Quel avenir pour l'agriculture périurbaine sans insectes régulant de nombreux parasites et assurant la pollinisation ? Quel cadre de vie sans parcs urbains et sans milieux humides où oiseaux et papillons évoluent aussi pour notre plaisir ? Restaurer et préserver la nature

dans les projets immobiliers, c'est aussi améliorer le cadre de vie des humains qui y vivent. Il faut le rappeler : nous sommes un des maillons du monde vivant et ne vivons pas détachés du reste de la nature dont nous avons besoin.

Inutile de chercher à développer une végétation tropicale luxuriante ou à réintroduire des espèces à l'image d'un arboretum ou d'un zoo ! Les villes-nature et les bâtiments-nature favorisent le vivant « sauvage » et spontané et facilitent son implantation dans les rues, sur les toits, dans les parcs, les jardins, les sols, les haies, sans intervenir de façon trop lourde. Les mousses et les lichens sont typiques des milieux minéralisés, et conviennent très bien aux bâtiments (murs et façades), c'est aussi cela la biodiversité. Ils s'inspirent d'écosystèmes naturels pour les activités urbaines, comme les bassins pour traiter les eaux usées et le compostage pour enrichir les sols. Enfin, ils limitent leur empreinte sur les autres territoires, en pratiquant une agriculture urbaine et périurbaine, en recyclant leurs matériaux de construction, en économisant leur eau. C'est une autre manière d'éviter d'impacter les sociétés d'ailleurs.

La reconquête de la biodiversité dans la ville impose d'abord de revoir notre rapport à la nature, dont nous retirons toute sorte de bénéfices, ou aménités, qu'ils soient culturels, alimentaires, ou de support et régulations et sans lesquels il ne ferait pas si bon vivre. La démarche proposée dans cet ouvrage s'inscrit dans un objectif d'amélioration sociale en répondant aux besoins réels des citoyens qui plaident pour un retour de la nature en ville, mais aussi dans une logique économique à long terme, en réduisant les coûts futurs que les collectivités auront à supporter (et à répercuter sur leurs habitants).

VERS DES BÂTIMENTS PRODUCTEURS... DE NATURE ?

Les projets d'écoquartiers se multiplient, connaissent un véritable engouement, s'inspirant souvent d'exemples étrangers (Suisse, Belgique, Allemagne, Danemark, Suède), et deviennent un objectif politique affiché en France, à la suite du Grenelle de l'environnement. Conséquence d'une prise de conscience ou d'une opportunité commerciale ? Sûrement un peu des deux ! Pourtant, l'appellation « écoquartier » ne doit pas être prise à la légère. Essentiellement focalisée sur les aspects énergétiques, de gestion des eaux et des déchets, la nature est souvent oubliée...

Ainsi, peu de quartiers peuvent se targuer de préserver la qualité et l'intégrité des sols. L'architecture, quant à elle, se tourne davantage



▲ **Sans attention portée à leur cycle de vie et sans nature, les bâtiments « basse consommation » peuvent-ils être considérés comme des bâtiments écologiques ?**

© Schüco International KG

vers l'isolation maximale que l'intégration paysagère. Les matériaux, choisis pour leurs propriétés thermiques sont rarement locaux, ni nécessairement recyclables et valorisables en fin de vie. Quant à la conception des espaces extérieurs, peu de projets s'insèrent dans une démarche d'écologie urbaine, qui fait sens vis-à-vis des continuités écologiques, du choix des espèces dans les espaces verts et sur les éventuelles toitures végétalisées¹⁰.

Premiers visés, la réglementation et le modèle économique qui ne laissent pas une grande marge de manœuvre aux projets innovants et ne facilitent pas le recours aux alternatives. Outre une évolution

¹⁰ En 2011, le ministère de l'Écologie a lancé un groupe de travail sur les écoquartiers auquel participe Natureparif.



▲ Vers des bâtiments producteurs de nature ? © GFDL

de la réglementation et des normes de construction¹¹, ces enjeux nécessitent, sans aucun doute, l'ouverture des savoir-faire du bâtiment aux compétences naturalistes, écologiques et scientifiques. Enfin, la restauration de la biodiversité requiert l'émergence de nouveaux métiers comme ceux de l'ingénierie écologique destinée à restaurer, réhabiliter ou recréer les écosystèmes.

Sans nous risquer à statuer sur ce qui serait « bon » ou « mauvais », ni à prétendre apporter toutes les réponses, nous vous proposons, dans les **fiches techniques** qui suivent, d'englober toutes les étapes de l'amont à l'aval, en vous ouvrant des pistes d'amélioration des pratiques. Rien ne remplace l'expérimentation, la recherche et le suivi sur le long terme, mais un ensemble de **mesures « sans regrets »** peuvent d'ores et déjà être appliquées.

¹¹ Voir chapitre 3 : bâtir une économie favorable à la biodiversité.

Vie du bâtiment	Étapes	Exemples d'actions possibles
CONCEVOIR, PLANIFIER	Choix du site	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rénover des bâtiments anciens ou inoccupés ; ■ Densifier des bâtiments existants (extension, élévation, jonction de deux bâtiments proches) ; ■ Choisir le site en fonction des continuités écologiques existantes à échelle territoriale et locale (préalablement matérialisées par cartographie) ; ■ Opter pour des sources d'énergie locales, si possible renouvelables, combinées dans un mix énergétique. Rechercher l'autosuffisance du bâtiment et l'affranchissement aux énergies fossiles.
	Diagnostic écologique	<ul style="list-style-type: none"> ■ Avant un projet, réaliser des inventaires de la faune, de la flore, des habitats naturels, de l'hydrologie, des sols, du climat, de l'opinion des futurs occupants et synthétiser les enjeux en vue d'élaborer le plan-masse.
	Conception architecturale	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faciliter l'intégration paysagère du ou des futur(s) bâtiment(s) par la forme, la disposition et le principe constructif en fonction des diagnostics écologiques, des relevés de terrain et de la connaissance de l'environnement naturel ; ■ Se fixer un objectif de « zéro perte nette » de couvert végétal, ce qui implique de réduire l'emprise au sol et d'augmenter la part de surfaces végétalisées ou végétalisables (murs via les plantes grimpantes, toitures et espaces verts compris) ; ■ Minimiser l'altération et la perméabilisation du sol (faible emprise emprise, construction sur pieux, espaces extérieurs perméables) ; ■ Créer des corridors écologiques : réouverture des milieux, connexion des espaces verts entre eux ; création de haies, passages à faune ; ■ Créer des milieux et habitats naturels variés et diversifiés : jardins, mares, nichoirs, abris, zones d'évolution naturelle, accueil des espèces locales.
CONSTRUIRE	Terrassement et fondations	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regrouper les réseaux et infrastructures linéaires dans une seule servitude ; ■ Limiter le tassement du sol par les engins lors du chantier ; ■ Éviter l'étanchéisation systématique des espaces extérieurs et des éléments de voirie : utiliser des revêtements perméables ; ■ Conserver la terre locale comme substrat d'une éventuelle toiture végétalisée (éviter l'importation et les transferts de terre).
	Gros œuvre et matériaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Utiliser en priorité des matériaux issus des filières de recyclage (granulats recyclés ; acier, verre, etc.) ; ■ Choisir des matériaux écoconçus à partir de matières premières peu transformées, si possible locales ; ■ Intégrer des matériaux d'origine biologique dans les constructions (isolants en fibres végétales, bois-construction, béton de chanvre) en se référant si possible à des productions locales (circuits courts) ;

Vie du bâtiment	Étapes	Exemples d'actions possibles (suite)
CONSTRUIRE	Gros œuvre et matériaux (suite)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Réaliser des toitures végétalisées avec un substrat épais proche d'un sol naturel et des végétaux locaux ; ■ Privilégier les plantes grimpantes aux murs végétalisés « clés en main ».
	Second œuvre et finition	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prévoir des façades et enveloppes non lisses permettant le développement des plantes grimpantes et l'intégration de structures d'accueil pour les espèces (nichoirs par ex.) ; ■ Être attentifs en termes d'achats de produits et fournitures (peintures, décoration d'intérieur) ;
EXPLOITER, VIVRE ET GÉRER	Gestion des espaces extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prévoir zéro produit phytosanitaire dans la gestion des espaces verts et de la voirie ; ■ Appliquer les principes de la gestion différenciée des espaces verts.
	Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimiser le cycle de l'eau, en facilitant son écoulement dans les sols, via des revêtements perméables et en étudiant la possibilité de valoriser les eaux de ruissellement dans des bassins de rétention (mares ou lagunes) ; ■ Étudier la possibilité de créer des zones humides pour traiter les eaux usées par la technique de phyto-épuration.
	Gestion des déchets	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prévoir le compostage/méthanisation des déchets fermentescibles issus de l'activité (cantines, déchets alimentaires, autres sources) en récupérant le biogaz (énergie) et le digestat (valorisation du compost vers l'agriculture locale).
	Usage social	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intégrer des jardins partagés ou des zones dédiées à l'agriculture urbaine.
DÉCONSTRUIRE	Déconstruction du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prévoir la démontabilité des éléments bâtis et la séparation « facile » des matériaux dès la conception ; ■ Organiser la déconstruction sélective du bâtiment : séparation optimale des éléments et flux de matériaux ; ■ Réaffecter les sous-produits et déchets à des filières de recyclage (recyclabilité, dégradabilité, réutilisation).
	Biodégradabilité et fin de vie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prévoir l'évolutivité (rénovation et densification) ■ Restaurer les sols après déconstruction des bâtiments.
RÉNOVER ET RECONSTRUIRE	Écologie urbaine	<ul style="list-style-type: none"> ■ Renaturer la ville et ses espaces, atténuer voire effacer les discontinuités écologiques et rouvrir les sols préalablement étanchésés ; ■ Rénover les bâtiments en tenant compte des espèces présentes et protégées (oiseaux, chiroptères, lichens) ; ■ Réutiliser les matériaux issus de la déconstruction des bâtiments pour les futures constructions ; ■ Préserver des friches urbaines.





CHAPITRE 2

Agir : les fiches techniques

Fiche n° 12
Déconstruire les bâtiments,
recycler les matériaux
et restaurer les sols

Fiche n° 13
La rénovation :
une seconde chance
pour la biodiversité ?

Fiche n° 14
Écoconcevoir les futures
constructions

Concevoir

Fiche n° 1

Documents d'urbanisme :
intégrer les enjeux relatifs
à la biodiversité

Fiche n° 2

Le diagnostic écologique :
quand les écologues
accompagnent les projets

Fiche n° 3

Comment réduire
l'empreinte carbone
des bâtiments tout en
favorisant la biodiversité ?

Fiche n° 4

Matériaux de construc-
tion : quels choix pour
la biodiversité ?

Fiche n° 5

Comment concevoir
les espaces extérieurs ?

**Déconstruire
et rénover**

Construire

Exploiter

Fiche n° 9
Gérer écologiquement
les espaces verts

Fiche n° 10
La phyto-épuration :
des plantes pour traiter
les eaux usées

Fiche n° 11
L'agriculture urbaine :
biodiversité, production
alimentaire et lien social !

Fiche n° 6

Construire en préservant
les sols et leurs fonctions

Fiche n° 7

Construire des bâtiments
accueillants pour
les espèces locales

Fiche n° 8

Réaliser des toitures
végétalisées favorables
à la biodiversité

PHASE 1 - CONCEVOIR

L'intégration de la biodiversité dans la conception d'un projet impose à la maîtrise d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre de se faire aider et de répondre à plusieurs questions **en amont** : où et comment construire pour préserver la nature existante ? Quelles études et diagnostics réaliser avant le projet ? Quelle conception architecturale sera-t-elle la plus neutre ou contribuera-elle le mieux à restaurer la biodiversité ? Quels sont les matériaux et les sources d'énergie à privilégier pour limiter l'empreinte écologique du ou des futur(s) bâtiment(s) ? Les cinq premières fiches tentent de répondre à ces questions cruciales.



Échelle
du territoireÉchelle de
la parcelleÉchelle
du bâti

Fiche n° 1 - Documents d'urbanisme : intégrer les enjeux relatifs à la biodiversité

■ Pour qui ?



▲ Les documents d'urbanisme sont des outils efficaces pour intégrer la biodiversité dans l'aménagement du territoire. © Ville de Ris-Orangis

■ Quel intérêt ?

Qu'il s'agisse de réalisations privées ou publiques, la biodiversité demeure un paramètre souvent ignoré dans les opérations de construction. Or, il existe des outils qui régissent l'aménagement du territoire et orientent le comportement des acteurs : il s'agit des **documents d'urbanisme**. Le plan local d'urbanisme (PLU)¹², document opposable aux tiers, fixe les règles d'aménagement à

¹² Pour une information complète, téléchargez le document : *Intégrer la nature en ville dans le plan local d'urbanisme - Observation, analyse, recommandations*, ETD, novembre 2011 sur www.projetdeterritoire.com

l'échelle de la ville ou de l'agglomération tandis que le schéma de cohérence territoriale (**Scot**) fixe les principes généraux à l'échelle intercommunale. La **révision** de ces documents d'urbanisme est devenue inévitable afin de freiner l'étalement urbain, de préserver la nature existante et d'inciter les aménageurs à verdir leurs projets. Cela dans le but d'améliorer la qualité de vie urbaine et le cadre de vie des citoyens.

Enjeu 1 - Freiner l'étalement urbain

■ Pourquoi ?

Le grignotage permanent des terres agricoles ou des espaces naturels intensifie à la fois les conflits d'usage et l'érosion de la biodiversité, tout en déplaçant dans d'autres régions les activités liées au foncier comme l'agriculture et la sylviculture et en les développant de manière plus intensive.

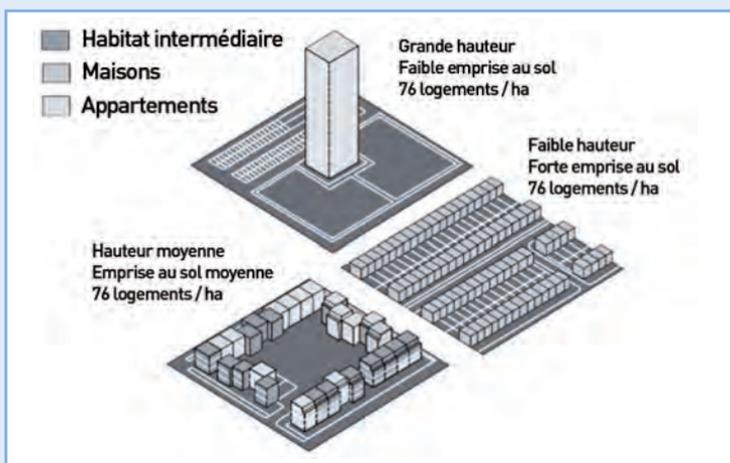


▲ Un exemple de densification : l'extension en hauteur préserve l'espace, l'utilisation de bois et la toiture végétalisée favorisent la biodiversité. © Salon maison bois

■ Comment agir ?

La densification (rénovation, extension, réhabilitation) est une réponse préférable à l'étalement urbain, parce qu'elle ménage l'usage du sol et réduit fortement les besoins en matières premières et en énergie grâce à l'utilisation des structures porteuses existantes. La densification peut être encouragée et inscrite aux documents d'urbanisme de plusieurs manières :

- En favorisant l'utilisation de bâtiments inoccupés, par des politiques fiscales qui pénalisent la sous-densité¹³ : taxe sur les logements vacants, bonus de densité. En Belgique, ce type de taxe est un succès¹⁴ ;
- En incitant à la rénovation plutôt qu'à la construction neuve ;
- En privilégiant l'extension en hauteur (jusqu'à un certain niveau de consommation d'énergie¹⁵) ou la jonction de deux bâtiments proches, sans toutefois supprimer les espaces verts (pouvant faire office de continuité écologique). À ce propos, le modèle d'habitations collectives de type « écoquartier », avec une hauteur et une emprise au sol moyenne et des espaces verts en quantité est intéressant ;



▲ **Modulations morphologiques de la densité : le modèle d'habitations collectives de type « écoquartier », avec une hauteur et une emprise au sol moyenne et des espaces verts en quantité, est intéressant.** Source : Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France (IAU).

- En encadrant les opérations foncières privées, en limitant l'achat de terres agricoles ou de friches urbaines et la pratique systématique du terrassement et la « mise au propre » des terrains ;
- En supprimant les aides publiques favorisant l'étalement urbain, par exemple la possibilité qu'ont les collectivités territoriales

¹³ Les nouveaux outils de la densification – Document de travail (avril 2011) – IAU.

¹⁴ En France, la taxe sur les logements vacants (TLV) concerne certaines communes de plus de 200 000 habitants.

¹⁵ http://www.apump.org/fileadmin/fichiers_pdf/Travaux-propositions-comite-experts.pdf

d'exonérer de 50 % de la taxe d'aménagement les maisons individuelles en diffus financées à l'aide du prêt à taux zéro +¹⁶ ;

Enjeu 2 - Insérer les projets dans la trame verte et bleue

■ Pourquoi ?

Pour se nourrir, se reproduire, migrer et s'adapter au changement climatique, les êtres vivants doivent se déplacer. Or, les bâtiments, les routes, les grillages et les infrastructures lourdes font office de barrières infranchissables. Les populations animales et végétales isolées, n'étant plus en interaction, sont les premières touchées par cette **fragmentation du territoire**. L'Europe a fait de la préservation des **continuités écologiques** (trames, corridors) une priorité.

■ Comment agir ?

À la suite d'une directive européenne, les régions françaises doivent élaborer un schéma régional de cohérence écologique (SRCE), c'est-à-dire une cartographie de leur territoire qui répertorie les liaisons à préserver ou à recréer entre les habitats naturels. Ce travail implique l'aide d'un écologue sigiste¹⁷, afin de **mettre en évidence les discontinuités du territoire** dans les différentes trames : arborée, arbustive, herbacée, aquatique. Les futurs projets d'aménagement peuvent d'ores et déjà anticiper la réglementation en suivant les objectifs suivants :

■ Préserver les corridors existants

- Réaliser un plan de zonage dans le PLU en prévoyant de **rendre non constructibles les espaces bénéficiant d'un statut de protection**¹⁸ mais aussi les **espaces sensibles** : zones humides, parcelles agricoles, prairies et forêts, ripisylves dont la destruction serait irréversible ;
- Préserver aussi certaines **friches urbaines**, notamment quand elles font office de relais entre les espaces verts au sein d'une ville ;
- Interdire la construction sur des corridors écologiques existants (qui devront être matérialisées clairement dans le PLU) ;

¹⁶ Les aides publiques dommageables à la biodiversité - Centre d'analyses stratégiques.

¹⁷ Nous recommandons aux aménageurs de prévoir la réalisation de plusieurs cartes sous système d'information géographique (SIG), au format interprétable et réutilisable par d'autres acteurs. En Île-de-France, l'institut d'aménagement et d'urbanisme (IAU) dispose d'une cartographie détaillée des milieux en Île-de-France appelée Ecomos, mise à disposition gratuite par Natureparif. D'autres bases de données, comme le Corine Land Cover, sont disponibles en Europe.

¹⁸ Arrêté de protection de biotope, Natura 2000, directive Habitats, directive Oiseaux, zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique, zone humide Ramsar, zone d'importance pour la conservation des oiseaux, etc.

- Éviter de perturber ou d'altérer l'écoulement naturel de l'eau (rivières, rus, bassins, mares, zones humides) et son infiltration dans le sol ;
- Préserver systématiquement la **perméabilité des sols (notion de trame brune)**, ce qui contribue à rétablir les échanges entre le sol, la végétation et l'atmosphère.



▲ Les trames existantes devraient être inscrites comme zones protégées dans le PLU.
© Ville de Montpellier

■ Créer de nouveaux corridors

- Matérialiser les jonctions possibles entre deux espaces discontinus dans les zones urbanisées et imposer l'obligation de restaurer ces continuités lors de projets immobiliers ;
- Concevoir judicieusement les bâtiments, privilégiant des espaces verts, des haies et zones de nature, éventuellement des toitures et murs végétalisés (voir fiche n° 8) ;
- Orienter les bâtiments en respectant les continuités du paysage (visibles sur cartographie) ;

- Introduire une **surface minimale horizontale d'espace vert par habitant** en pleine terre ou en substrat d'épaisseur supérieure à 80 cm ;
- En milieu rural et à relief, privilégier les bâtiments semi-enterrés, dans le cas d'édifices ne nécessitant pas d'étages, qui s'intègrent bien dans le paysage de même que les bâtiments sur pieux (assiette horizontale) et éviter les remblais (coûteux) ;
- Dans les milieux urbains denses, où l'intégration paysagère n'a pas vraiment de sens, un projet de construction peut en lui-même servir de continuité, via les espaces extérieurs ou les surfaces végétalisées qui le compose ;
- Dans certains cas, il est possible de réaliser un **continuum écologique entre les espaces verts au sol et sur le toit** (par le design du bâtiment via des plantes grimpantes ou des toits incurvés faisant office de structure-relais) ;
- Assurer la jonction entre les espaces verts de différentes habitations, ce qui suppose le retrait des barrières infranchissables et des murets mitoyens. Les barrières de type « **haies végétales** » constituent une alternative intéressante et peu coûteuse ;
- Conserver des espaces en pleine terre et retirer les dalles bétonnées obsolètes, empêchant la dispersion de certaines espèces ;
- Prévoir éventuellement des aménagements de type « passage à faune » ou écoducs (batracoducs par exemple) en fonction des espèces identifiées dans la zone.

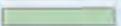
■ **Limiter la multiplication des infrastructures de transport**

La construction d'un bâtiment peut induire la réalisation d'infrastructures de transport et de voies d'accès tout aussi gourmandes en espace et également responsables de la fragmentation des milieux. Afin d'éviter cette pression supplémentaire sur le milieu naturel, l'aménagement de nouvelles infrastructures devra se réaliser sous conditions :

- Utiliser en priorité les **voies de transport existantes** ;
- Donner la priorité aux **modes de transport doux**, à pied, en vélo, en transports en commun et aux alternatives à l'automobile, le tout sur **revêtements perméables** ;

- **Optimiser les échanges humains** pour limiter les déplacements : identifier et cartographier les besoins des populations en matière d'espaces ouverts pour organiser leur environnement direct et répondre, en proximité, à l'ensemble des besoins exprimés¹⁹ ;
- Au cas où la création de nouvelles voies s'avérerait incontournable il conviendra de prévoir une largeur maximale qui ne dépasse pas 2 voies, sans barrière physique infranchissable pour la faune, des passages à faune de largeur suffisante en cas de populations



	Ancien parking à convertir en milieu naturel
	Cours d'eau
	Futur bassin de phyto-épuration ou de rétention des eaux de ruissellement
	Future parcelle à construire et désaménager
	Passage à faune
	Toiture à végétaliser

▲ À une échelle plus locale, le projet immobilier peut participer à la restauration des continuités écologiques. Ici, quelques pistes imaginées sur une zone du territoire des lacs de l'Essonne (91). © Natureparif 2011

Source : IAU/InterAtlas 2008

¹⁹ Une méthode intéressante pour identifier les besoins et les cartographier : les sociotopes [sociotopes.eklablog.com].

migratrices ; si plus d'une voie dans chaque sens devaient être réa-
lisées, il faudra prévoir un **viaduc ou tunnel**.

Enjeu 3 - Inciter les aménageurs et promoteurs à verdir leurs projets

■ Pourquoi ?

La dette écologique contractée par le secteur du bâtiment ces dernières années, alourdie par l'augmentation des besoins de la population, impose de ne pas seulement préserver, mais véritablement de restaurer la biodiversité quand cela est possible. C'est pourquoi la densification urbaine doit s'accompagner de mesures incitant les opérateurs à concevoir des bâtiments à **biodiversité positive**²⁰.



▲ Dans ce bâtiment collectif autrichien, le continuum sol-toit permet de conserver les continuités écologiques et offre une intégration paysagère optimale. © GFDL

²⁰ Norpac, filiale de Bouygues Construction, en partenariat avec l'université de Lille (IDDR), propose le guide *Ensemble, construisons la biodiversité positive* téléchargeable sur : www.biodiversite-positive.fr.

■ Comment agir ?

L'État et les collectivités territoriales peuvent imposer le respect de certaines conditions pour toute construction neuve. Au niveau régalién, il est possible de jouer sur la fiscalité (taxe sur l'imperméabilisation du sol) ou sur les subventions (prêts à taux zéro, aides). Du côté des départements et des régions, il existe des subventions associées ou non à des écoconditionnalités²¹. De leur côté, les communes, compétentes en matière d'urbanisme, ont également la capacité à délivrer des permis de construire soumis à certaines conditions. Ci-dessous quelques préconisations qui gagneraient à apparaître dans ces instruments incitatifs :

- Apporter la preuve de la réalisation d'études visant à éviter l'étalement urbain et à s'insérer dans le schéma des continuités écologiques, en maximisant l'intégration paysagère ;
- Accroître les surfaces végétalisées ou végétalisables en quantité et en qualité : plantes grimpantes sur les murs, toitures et espaces verts autour du bâti, pour atteindre l'objectif de zéro perte nette de couvert végétal dans le cadre de la **compensation** ; un minimum d'espaces végétalisés doivent être laissés à leur évolution naturelle, sans entretien²² ; cela peut se réaliser de différentes façons : haies, jardins, lisières, prairies, zones humides, massifs fleuris, bosquets, si le contexte le permet ;
- Utiliser des matériaux locaux, des couleurs identiques, une végétation similaire et adaptée au climat et patrimoine local, respecter les traits du paysage et de la forme du terrain, utiliser des savoir-faire et des cultures locales ;
- Privilégier le choix de bâtiments dont la forme, la couleur et la structure de l'enveloppe s'inspirent des caractéristiques du paysage²³, afin de limiter les déperditions d'énergie et de les intégrer le mieux possible dans l'environnement immédiat ;

De telles mesures auraient un fort impact sur le comportement de la maîtrise d'ouvrage. En jouant sur la fiscalité, les subventions, le code de l'urbanisme et l'attribution des permis de construire, les collectivités territoriales et l'État peuvent mettre en œuvre ce changement.

²¹ Il s'agit de subventions accordées sous conditions.

²² D'après Emmanuel Boutefeu (Certu) - Contribution au groupe Eco-Quartiers du Meddelt.

²³ http://caue25.archi.fr/IMG/pdf/4p-Bats_agri.pdf

◀◀ Carrefour des idées : le coefficient de biotope par surface de la ville de Berlin (Allemagne)

En Allemagne, la ville de Berlin souhaite inciter les opérateurs à restaurer la végétation et la perméabilité des sols dans les zones densément urbanisées. Pour cela, elle détermine, pour chaque opération de construction neuve, un **coefficient de biotope par surface**, équivalent au rapport entre les surfaces favorisant la biodiversité et la superficie totale de la parcelle. Pour obtenir l'autorisation de construire, ce coefficient doit être suffisamment élevé, ce qui oblige l'opérateur à compenser les surfaces en pleine terre et végétalisées perdues par un équivalent sur le toit, sur les murs, dans les jardins. Le calcul est simple :

$$\text{CBS} = \frac{\text{Surfaces écoaménageables}}{\text{Surface de la parcelle}}$$

■ Exemple :

Surface de parcelle	479 m ²
Surface écoaménageable	200 m ²
Emprise au sol	279 m ²
Coefficient emprise au sol	0,59

Parmi les surfaces écoaménageable se trouvent une cours principalement asphaltée et une pelouse avec des graviers. Il y a également un arbre planté dans un carré de sol naturel.

Calcul du CBS (en se reportant aux coefficients par type de surface dans le tableau ci-dessous).

140 m ² asphalté	x 0,0 = 0 m ²
59 m ² cailloux et pelouse	x 0,5 = 30 m ²
1 m ² sol ouvert	x 1,0 = 1 m ²

$$\text{CBS} = \frac{31}{479} = 0,06$$

CBS nécessaire (réglementation) = 0,3

L'opérateur doit végétaliser les parcelles écoaménageables pour atteindre le CBS réglementaire et pour obtenir son permis. Cette démarche donne l'exemple, en favorisant le **désaménagement** des surfaces inutilement imperméabilisées et la végétalisation cohé-

rente du bâti (plantes grimpantes, toits végétalisées avec substrat épais, etc.).

Coefficient écologique par m ² de type de surface	Description des types de surface
Surfaces imperméables 0,0	Revêtement imperméable pour l'air et l'eau, sans végétation (par ex. béton, bitume, dallage avec une couche de mortier)
Surfaces semi-perméables 0,3	Revêtement perméable pour l'air et l'eau, normalement pas de végétation (par ex. clinker, dallage mosaïque, dallage avec une couche de gravier/sable)
Surfaces semi-ouvertes 0,5	Revêtement perméable à l'air et l'eau, infiltration d'eau de pluie, avec végétation (par ex. dallage de bois, pierres de treillis de pelouse)
Espaces verts sur dalle 0,5	Espaces verts sur les dalles de rez-de-chaussée et garages souterrains avec une épaisseur de terre végétale jusqu'à 80 cm.
Espaces verts sur dalle 0,7	Espaces verts sans corrélation en pleine terre avec une épaisseur de terre végétale d'au moins 80 cm.
Espaces verts en pleine terre 1,0	Continuité avec la terre naturelle, permettant le développement de la flore et de la faune
Infiltration d'eau de pluie par m ² de surface de toit 0,2	Infiltration d'eau de pluie pour enrichir la nappe phréatique, infiltration dans des surfaces plantées
Verdissement vertical, jusqu'à la hauteur de 10 m 0,5	Végétalisation de murs aveugles jusqu'à 10 m
Toiture végétalisée 0,7	Plantation sur les toits de manière extensive ou intensive

▲ La ville de Berlin a introduit un coefficient de surface écoaménageable pour inciter à réintégrer la nature dans la ville.



Carrefour des idées : la ville de Grande-Synthe et l'agglomération de Montpellier

La ville de Grande-Synthe Nord est devenue en quelques décennies une ville exemplaire en matière de gestion écologique des espaces verts. Lauréate du concours « capitale française de la biodiversité 2010 » organisé par Natureparif, elle a entrepris la création d'un grand poumon vert en son centre (entre une zone industrielle et une zone urbaine) et la plantation de 170 000 végétaux entre pipelines,

lignes à haute tension, hydrogénéoducs. L'aménagement commencé en 2003 vise à recréer les conditions favorables à une biodiversité périurbaine et à améliorer le cadre de vie des habitants (barrière naturelle contre le vent, les pollutions, les bruits d'usine ; encerclement de l'urbain par une ceinture verte).

De son côté, l'agglomération de Montpellier (Hérault), dont la ville centre est lauréate 2011 du même concours, doit faire face à la consommation rapide d'espaces naturels, due aux besoins en foncier destiné au logement (usage résidentiel) et aux fonctionnalités qui en découlent (infrastructures pour se déplacer, commerce, zones d'activités pourvoyeuses d'emplois, aménagements de loisir et de culture...). Pour y remédier, le Scot intercommunal prévoit de compenser la perte des espaces naturels par une densification urbaine capable d'accueillir 100 000 habitants supplémentaires et de leur offrir les « qualités de l'habitat villageois associant maisons groupées et petits collectifs ».

Le Scot de Montpellier adopte un regard à la fois paysager, naturaliste et fonctionnel qui structure le projet autour de trois éléments :

- La valorisation du littoral, paysages et biodiversité contribuant à l'attractivité touristique ;
- Une plaine vouée à une agriculture périurbaine autour d'une démarche innovante où ville et agriculture devraient s'enrichir mutuellement ;
- La valorisation des couloirs rivulaires des cours d'eau, source d'aménités.



Paroles d'acteurs : pour une campagne à la ville ou Saclay, urbanisme HQEB ? »

Par Jacques Weber, économiste et anthropologue, professeur à l'EHESS²⁴

Le projet du plateau de Saclay (opération d'intérêt national) vise à réunir sur un vaste espace à cheval sur les Yvelines et l'Essonne, une forte concentration d'activités de très haute technologie et de haut niveau de connaissances. Ce projet fait partie des « grands travaux du quinquennat » du président Sarkozy. Il est mentionné en tant que tel

²⁴ Extrait de l'article *Projet d'opération d'intérêt national Massy, Palaiseau, Saclay, Versailles, Saint-Quentin. Pour une campagne à la ville ou Saclay, urbanisme HQEB ?* Jacques Weber, 2008.

dans la lettre de mission de Madame Valérie Pécresse, ex-ministre de la Recherche et de l'Enseignement supérieur.

La présente note voudrait contribuer à la réussite et à l'exemplarité de l'opération d'intérêt national, en allant au-delà de la seule exigence de HQE, essentiellement énergétique, pour penser un projet qui s'appuie sur les connaissances actuelles en gestion des écosystèmes. Elle considère la ville elle-même comme un écosystème, dont les humains font partie, et qu'il s'agit d'intégrer dans le tissu vivant, dans la biodiversité.

L'enjeu de ce grand projet est de créer un espace urbanisé du type « Silicone Valley », qui puisse offrir une exemplarité internationale, et répondre aux exigences du label HQE. Ce devra être une ville dite « écologique » où se regrouperont les activités de pointe valorisant le fantastique potentiel intellectuel disponible à proximité, avec des grandes écoles (dont Polytechnique, AgroParisTech), des universités (université de Versailles-Saint-Quentin et Paris-Sud XI), l'École nationale du paysage, des centres de recherche, outre le potentiel parisien.

Le plateau de Saclay devra être la vitrine de la recherche et de la haute technologie à la française, et, dans un contexte d'après Grenelle, être exemplaire du point de vue écologique.

I. HQEB et réserve de biosphère urbaine

Le label Haute qualité environnementale, s'il se préoccupe de l'énergie et de l'économie d'énergie, ne se soucie par contre pas de l'impact de l'urbanisme sur le « tissu vivant », sur la biodiversité. Le projet de réserve de biosphère urbaine serait l'occasion de définir des labels, urbain d'une part, architectural d'autre part, de Haute qualité énergétique et de biodiversité, ou HQEB. Un tel label HQEB impliquerait en outre une non-imperméabilisation des sols.

II. Vers une réserve de biosphère urbaine

Une réflexion est engagée au sein du programme MAB de l'Unesco par des mégapoles désireuses de faire évoluer leur urbanisme vers la possibilité d'obtenir un statut de réserves de biosphère urbaines²⁵. Généralement, ces mégapoles envisagent le maintien d'une biodiversité :

- « Enfermée » à l'intérieur des villes dans des parcs et jardins ;
- En périphérie de la ville, sous forme de ceinture verte ;
- Sous forme de corridors verts reliant la diversité extérieure et le tissu urbain.

Les enjeux de conservation permettant de construire un projet de réserve de biosphère urbaine sont :

- L'absence de perte de couvert végétal, d'imperméabilisation et de discontinuité du vivant dans l'ensemble de la ville à créer ;
- Le maintien d'une agriculture dans la ville elle-même, sous une forme rentable ;
- La réhabilitation et la mise en valeur hydraulique, paysagère et écologique des canaux et étangs du plateau ;
- La promotion d'un nouveau type d'urbanisme et d'architecture fondée sur la biodiversité et son maintien (le B de HQEB), voire la possibilité de définir un nouveau label.

La réserve de biosphère urbaine du plateau de Saclay serait dans la continuité du parc naturel régional de la Vallée de Chevreuse, lequel est également engagé dans une démarche de réserve de biosphère. Les deux pourraient n'en constituer qu'une seule.

III. Modifier les plans locaux d'urbanisme

La délivrance de permis de construire serait soumise aux contraintes suivantes :

- Pas de maison individuelle, pas de mitage de l'espace ;
- Zéro perte de couvert végétal : toits végétalisés, sols en matériaux perméables et végétalisables ;
- Zéro discontinuité du vivant : murs végétaux ou rampes végétales du sol au toit pas de clôture mais de la surveillance électronique ; pas de barrières infranchissables, surveillance électronique ;
- Pas d'imperméabilisation des sols, qu'ils soient privés ou publics.

IV. Infrastructures

Le projet urbain implique la construction de voies de circulation, pour les automobiles comme pour les trains. Les propositions ci-après résultent de discussions avec des entreprises de travaux publics pour lesquelles le passage de voies en tunnel est marginalement plus coûteux qu'un passage en surface ; selon ces entretiens, le passage en tunnel devient moins coûteux que l'alternative de surface dès lors que l'on prend en compte le coût des impacts sur l'environnement.

- Routes : si plus d'une voie dans chaque sens, viaduc ou tunnel ;
- Route à une voie dans chaque sens, matériaux perméables et antibruit ;
- RER : en tunnel, avec gares dans le sous-sol d'immeubles prévus ;
- Tunnel de servitudes pour le passage des tubes et câbles divers.

V. Canaux et étangs

Les étangs et canaux du plateau seraient remis en valeur à finalités paysagère et récréative, de fourniture d'eau et de filtration (objectif de ville à zéro effluent).

VI. Agriculture

Maintien de plusieurs fermes productives et rentables avec rémunération des agriculteurs pour création et entretien d'espaces verts, ainsi que pour une fonction pédagogique des élevages.

- Contrats de création et d'entretien d'espaces verts en cultures de rente paysagées et de parterres de légumes. L'agriculteur est rémunéré au tarif des entreprises d'espaces verts, et en outre, vend sa production.
- Contrats pédagogiques pour les activités d'élevage, avec rémunération de ce service pédagogique, et aide à l'amélioration architecturale des fermes pour pouvoir remplir cette tâche.

Échelle
du territoireÉchelle de
la parcelleÉchelle
du bâti

Fiche n° 2 - Le diagnostic écologique : quand les écologues accompagnent les projets

■ Pour qui ?



▲ Le diagnostic écologique réalisé par des écologues et des naturalistes est utile pour minimiser les impacts du projet sur la biodiversité. © Luanne Johnson/VCS

■ Quel intérêt ?

Réalisé en amont de tout projet de construction, le **diagnostic écologique** vise à appréhender l'écologie d'une parcelle urbanisable, voire simplement à améliorer la connaissance d'un territoire et à disposer d'un outil d'aide à la décision. Plus complet qu'une étude d'impact, le diagnostic écologique comprend des inventaires naturalistes, des analyses et des observations du sol, du climat, de l'eau et des espèces effectuées par des écologues et des experts de l'environnement, à leur compte ou en bureaux d'études. Véritable état des lieux, il intègre une **synthèse et des préconisations** destinées à la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre afin d'**améliorer le potentiel de biodiversité** du projet, réno-

vation ou construction neuve. Pour ce faire il préconise des prestations réalisables en totalité ou en partie selon les caractéristiques du site et le budget prévu²⁶ ; il peut prendre la forme ci-dessous :

Collecter les données existantes sur le territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de données territoriales • Etudes d'impacts existantes • Rapports, études et inventaires existants auprès des associations naturalistes
Inventorier la faune, la flore et les habitats	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaires taxonomiques • Cartographie des habitats
Étudier les sols	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de la pollution • Mesure des contraintes de tassement • Evaluation de la fertilité
Identifier les continuités écologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie des continuités existantes • Proposition de création/restauration de continuités écologiques
Analyser les conditions environnementales	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie du réseau hydrique • Pluviométrie, ensoleillement, force et direction des vents • Diagnostic énergétique
Conduire une enquête sociologique	<ul style="list-style-type: none"> • Sondages, enquête d'opinion, entretiens • Patrimoine culturel et historique ou archéologique

Enjeu 1 - Connaître son territoire

■ Pourquoi ?

Le premier réflexe d'un maître d'ouvrage doit être de passer en revue l'ensemble des **études existantes sur son territoire** (études d'impact, inventaires naturalistes déjà réalisés, chartes signées, mesures en vigueur de protection et de gestion, Agendas 21 locaux, bases de données et indicateurs régionaux ou locaux disponibles, présence ou non d'espaces désignés comme les Znieff, ENS, RNR, RNN...).

■ Comment agir ?

- En consultant les bases de données de votre région : en Île-de-France, Natureparif pilote le volet nature du Système d'informa-

²⁶ En Île-de-France, plusieurs communes et intercommunalités ont diagnostiqué l'ensemble de leur territoire. Elles disposent de données leur permettant de prendre des décisions éclairées.

tion sur la nature et les paysages et met à disposition une base de métadonnées regroupant les études, les inventaires, les diagnostics, les suivis et bases de données concernant la biodiversité. Il est utile de les consulter pour tout projet d'aménagement ;

- En indiquant les statuts de protection et de conservation (Znieff, réserves, arrêtés de biotope, ENS) au cas où cela n'aurait pas été fait auparavant lors du choix du site ;
- En récoltant des données sur le territoire, via les bases de références des conservatoires botaniques ou des associations naturalistes locales, pour éviter les déconvenues administratives dans le cas de la présence d'une espèce protégée ou d'un milieu particulier auquel les structures citées précédemment sont attentives. Cela permet d'initier un dialogue pour ne pas dégrader les écosystèmes présentant de l'intérêt ;
- En utilisant les bases de données géographiques disponibles sur le territoire sur l'occupation du sol, le relief, l'hydrographie (ex : MOS) ;

Cette phase va permettre de faire la synthèse de l'existant en termes de connaissances sur la biodiversité et d'identifier les manques. Les inventaires choisis dans la phase suivante découlent directement de cette synthèse qui évite de réaliser deux fois la même étude.

Enjeu 2 - Inventorier les espèces

■ Pourquoi ?

Ces inventaires des habitats, de la flore et de la faune vont permettre d'informer précisément l'aménageur sur l'état des populations et éventuellement leur statut juridique (si elles sont protégées) de manière à les préserver ou à reproduire leur milieu par des aménagements adaptés. Ces inventaires doivent aller au-delà du recensement des seules **espèces protégées** en s'attachant également à caractériser les espèces plus « ordinaires », et autant importantes. Ils couvrent généralement toutes les saisons actives, soit de février à octobre, ce qui demande de planifier le temps nécessaire à une couverture globale.

■ Comment agir ?

- En inventoriant les habitats littoraux, aquatiques, landes, fruticées et prairies, forêts, tourbières et marais, rochers, sables, terres agricoles, boisements, zones marécageuses ;



▲ Le diagnostic écologique prévoit, entre autres, des inventaires de la faune et de la flore. © GRTgaz/GFDL/Ophélie Alloitteau

- En inventoriant les espèces végétales (strates muscinales²⁷, herbacée, arbustive et arborée), en distinguant les grands types de formations ;
- En inventoriant les espèces animales, tous taxons confondus (mammifères, oiseaux, amphibiens, entomofaune : papillons diurnes, libellules, insectes pollinisateurs, etc.) ;
- En cartographiant précisément les modes d'occupation des sols (sols nus, terres agricoles, forêt, bâti) ;
- En caractérisant les déplacements des espèces (oiseaux, batraciens, mammifères), afin de préserver ou de restaurer certains corridors écologiques. Cette opération peut se réaliser à l'aide d'une photographie aérienne de la parcelle et des observations de terrain et en traçant sur une carte les aménagements nécessaires (plantations, création de haies, d'espaces verts) ;

27 La strate muscinale (0 à 5 cm) est composée des mousses, des lichens terrestres et de diverses plantes naines.

- En caractérisant le réseau hydrographique ; fonctionnement de la nappe alluviale, niveau hydrique et caractère inondable des terrains, éléments de la trame bleue ;
- En reportant ces informations sur une base de donnée regroupant les inventaires ainsi qu'une **carte des enjeux accompagnée de préconisations**.

Le périmètre d'analyse ne se limite pas aux simples contours du projet et pourra s'élargir en fonction de la sensibilité des écologues/naturalistes en charge du diagnostic, afin de prendre en compte l'insertion du site dans son environnement et son contexte local.

Enjeu 3 - La pédologie, l'autre vision des sols

■ Pourquoi ?

Si les sols sont généralement étudiés pour leurs particularités mécaniques (tassement, structure, affaissement, mouvements de terrain, gonflement, sismicité), leurs **caractéristiques biologiques** (fertilité, capacité d'épuration et de filtration de l'eau, présence de micro-organismes, stockage du carbone) sont quasi systématiquement ignorées. Or, le bon état des sols est crucial : ils sont à la fois supports de culture et de production pour l'agriculture, ils assurent l'infiltration de l'eau vers les nappes en la traitant et limitent le ruissellement grâce aux systèmes racinaires. Ils sont aussi des puits de carbone. Il est important de mieux connaître ces paramètres pour conserver des sols en bonne santé et bénéficier de leurs atouts. Plusieurs analyses peuvent être effectuées pour améliorer notre connaissance des sols.

■ Comment agir ?

- En effectuant une étude des mesures d'activité biologique et des profils de sol ;
- En mesurant la perméabilité en surface comme en profondeur ;
- En cartographiant la fertilité du sol au moyen de l'étude des plantes bio-indicatrices²⁸ et de l'analyse, en laboratoire, d'échantillonnages (carottes) prélevés (activité microbienne, teneur en matière organique) ;

²⁸ Les plantes bio-indicatrices, guide de diagnostic des sols, Gérard Ducerf, Camille Thiry, Éd. Promonature



▲ L'étude physico-chimique et écologique des sols par un pédologue permet d'élaborer le plan-masse en tenant compte de leur potentiel écologique. © Agrooft

- En mesurant les éventuelles pollutions : pesticides / métaux lourds en cas d'opérations de restauration des sols ;
- En déterminant les caractéristiques physico-chimiques des sols (texture, structure, granulométrie, tassement, humidité, composition, rapport carbone/azote) ;
- En distinguant sur une carte les sols à fort **potentiel de productivité écologique** (qui seront réservés aux espaces verts, au jardinage, à l'agriculture) de ceux qui présenteraient moins d'intérêt pour le couvert végétal, comme les sols très minéraux ou rocheux, pollués ou déjà urbanisés.

Enjeu 4 - Étudier les conditions environnementales et climatiques

■ Pourquoi ?

Direction et force des vents, pluviométrie, ensoleillement, température, topologie, pente : d'une part la connaissance de ces données permet de déterminer l'orientation et la forme optimale du bâti afin de limiter les déperditions d'énergie, mais aussi de faciliter l'intégration



▲ **Le climat et la biodiversité sont deux phénomènes interconnectés. Bien en connaître les paramètres permet d'adapter les aménagements en conséquence.**

© Nadia Loury

du projet dans le paysage. D'autre part elle informe sur les conditions d'adaptation locales des espèces autochtones et oriente les choix en vue de les protéger ou de concevoir des aménagements comme les espaces verts ou les refuges à faune.

■ Comment agir ?

- En modélisant la direction et l'intensité des vents majoritaires de façon à orienter convenablement le bâti ;
- En mesurant la pluviométrie de façon à déterminer la course de l'eau, faciliter son infiltration naturelle dans les sols et éventuellement réaliser les aménagements nécessaires pour orienter son circuit (noues, mares et bassins, toitures végétalisées épaisses) ;
- En étudiant la course du soleil pour favoriser l'éclairage et le chauffage naturels grâce à une orientation étudiée pour optimiser la captation solaire ;
- En adaptant la forme, la structure et l'orientation du bâti par rapport à la topologie ;
- En dressant si possible une liste d'espèces ou de groupements végétaux adaptés aux conditions du milieu grâce aux inventaires botaniques (qui serviront pour la conception des espaces extérieurs).

Enjeu 5 - Recueillir les besoins des riverains par le biais d'une enquête sociologique

■ Pourquoi ?

Les bâtiments sont avant tout conçus pour des humains. À ce titre, il est bien évidemment légitime de faire participer les riverains ou futurs utilisateurs de ces ouvrages à l'élaboration des projets qui les concernent. Les concertations locales et débats aident à faire émerger leurs besoins, notamment en termes de nature, d'espace et de cadre de vie et d'y répondre en phase de réalisation.



▲ Dans tout projet d'urbanisme et de construction, l'avis des populations concernées est essentiel : leurs besoins, notamment ceux relatifs à la nature, doivent être exprimés et pris en compte à ce stade. © Lionel Pagès

■ Comment agir ?

- Les responsables du projet pourront conduire des sondages et enquêtes d'opinion parmi les habitants et organiser des concertations régulières en présence d'un écologue et d'un sociologue de manière à informer et dialoguer sur les besoins en espaces verts, jardins partagés, lieux de loisir, espaces à ne pas détruire, etc. ;
- En recueillant des informations sur le patrimoine culturel, historique et archéologique de la zone de projet et du territoire ;
- En utilisant la méthode des **sociotopes**, qui consiste à évaluer les besoins exprimés par la population en matière d'espaces et d'usages : proximité d'espaces verts, de terrains de sport, etc....

Enjeu 6 - La synthèse et les préconisations pour la maîtrise d'œuvre

■ Pourquoi ?

Parce qu'il n'existe pas de réponse universelle sur la façon de réaliser des bâtiments favorisant la biodiversité, le **diagnostic écologique** est là pour éclairer la maîtrise d'œuvre au cas par cas. Outre l'utilité des documents d'urbanisme, la **cartographie des enjeux et les préconisations d'aménagement** en matière de biodiversité contribueront à la réalisation du **plan-masse**²⁹. L'apport d'un écologue, par son appréciation et ses préconisations circonstanciées après une visite des lieux sera indispensable pour réussir le projet ! Enfin précisons que l'utilisation particulièrement adaptée de logiciels de modélisation géographique de type SIG requiert une formation adéquate. Nous invitons les aménageurs publics et privés à s'entourer de l'ensemble de ces compétences, soit en recourant à des prestataires extérieurs, soit en embauchant des écologues, gages de continuité et de cohérence dans le suivi.

■ Comment agir ?

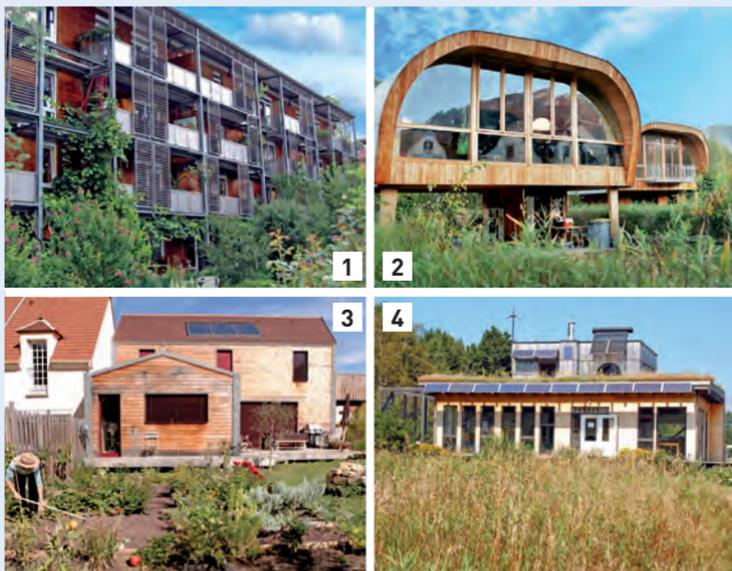
La conception architecturale favorisant la biodiversité s'appuie sur quelques principes généraux :

- **Adapter la forme**, la disposition et le principe constructif du bâti à l'environnement naturel (topologie, sols, végétation, ensoleillement, pluviométrie, matériaux, etc....) ;
- **Minimiser l'emprise au sol** (pour réduire l'imperméabilisation) ;
- Minimiser le nombre de barrières et grillages par souci de limiter la **fragmentation** ;
- **Végétaliser le bâti**, en retenant des espèces de plantes locales et bien adaptées aux conditions du milieu comme à leur nouveau support ;
- Entretien du **cycle de l'eau**, en facilitant son écoulement dans les sols, via des revêtements perméables ;
- Perpétuer les **continuités écologiques** par la connexion des espaces verts entre eux, l'alignement du bâti en fonction des couloirs

²⁹ Les données accumulées seront réutilisables *a posteriori* par d'autres maîtres d'ouvrage, ce qui réduit les coûts et les efforts ultérieurs. En Île-de-France, le volet nature du SINP, piloté par Natureparif, contient actuellement 2000 études consultables sur : www.natureparif.fr

existants, la conservation ou la création de haies larges qui constituent de bons corridors ;

- Favoriser la présence des espèces locales en prévoyant des refuges intégrés au bâti (nichoirs, abris et création d'habitats favorables) et à l'extérieur du bâti selon les populations observées lors du diagnostic ;
- Choisir des matériaux locaux, peu transformés, non polluants, de préférence recyclables/réutilisables/biodégradables en fin de vie, ce qui demande de maîtriser l'écoconception ;
- Proposer si le site s'y prête, un traitement des eaux usées de type phyto-épuration dans des bassins de rétention (mares ou lagunes) ;
- Prévoir des jardins à usages variés : agriculture urbaine, jardins partagés, compostage des déchets verts et alimentaires.



▲ La conception architecturale doit refléter les préconisations des écologues et des naturalistes. (1) Un bâtiment collectif facilitant la colonisation spontanée de la végétation – (2) Une maison construite sur pilotis pour préserver le sol – (3) Une maison en bois, avec des espaces extérieurs réservés au jardinage et à l'agriculture urbaine dans la ville dense – (4) Une maison faite de matériaux locaux, avec une toiture végétalisée et un mix énergétique autosuffisant.

© J.C Gautier / GFDL

◀◀ Paroles d'acteurs : la démarche pour
la biodiversité de l'établissement public
d'aménagement du Mantois Seine-Aval »

Par Pierre Bieuzen, chargé du développement durable

En tant qu'aménageur public de l'opération d'intérêt national Seine-Aval, l'Epamsa a souhaité mettre la problématique de la biodiversité au cœur de sa stratégie de développement.

Pour répondre à cette exigence environnementale, un diagnostic écologique a été réalisé entre 2009 et 2010 avec un bureau d'étude spécialisé sur les 51 communes qui composent le territoire. Plusieurs éléments de réflexion sont ressortis de cette étude mettent en avant la nécessité :

- D'améliorer les connaissances écologiques inexistantes ou anciennes sur certains secteurs ;
- D'améliorer la qualité des données écologiques recensées dans le cadre des projets d'aménagement ;
- D'échanger les données écologiques avec l'ensemble des partenaires qui agissent pour le développement de la biodiversité.

Pour faire progresser les connaissances environnementales, l'Epamsa s'est donné deux priorités : réaliser des inventaires écologiques sur des secteurs à enjeux du territoire de Seine-Aval et promouvoir des études poussées sur l'ensemble de ses opérations d'aménagement.

La qualité des inventaires se traduit par la réalisation d'un cahier des charges qui inclut une période de prospection d'une année complète. Des prospections sont réalisées sur l'ensemble des espèces susceptibles d'être présentes sur les secteurs étudiés (faune, flore et habitats).

Pour les opérations d'aménagement ces inventaires entrent dans le cadre de la réalisation des études d'impact. Au-delà des simples mesures compensatoires, l'Epamsa a souhaité développer le suivi et l'accompagnement du projet par un écologue tout au long du processus d'aménagement. Des experts écologues accompagnent désormais les équipes de maîtrise d'œuvre ainsi que les promoteurs sur l'ensemble des opérations de l'Epamsa. D'un point de vue plus technique, l'écologue a pour mission de transmettre un avis sur

l'avant-projet de chaque ZAC, sur les fiches de lots, sur le cahier des prescriptions environnementales de la ZAC. Il a aussi un rôle de conseil auprès des services techniques des collectivités en charge des futurs espaces de nature.

L'ensemble de ces éléments font l'objet d'un reporting auprès d'un comité de suivi de la biodiversité en Seine-Aval, piloté par l'Epamsa, qui se tient une à deux fois par an et qui regroupe notamment les associations naturalistes et les partenaires publics en charge de l'environnement (Diren, Région Île-de-France, conseil général des Yvelines, l'Opie, le Corif, le CBNBP, Natureparif, le PNR du Vexin).



▲ Le plan-masse doit synthétiser les enjeux identifiés par les écologues et optimiser le potentiel de biodiversité du projet : espaces verts, corridors écologiques, orientation optimale des bâtiments, toitures végétalisées, mares et bassins de traitement des eaux usées. © Architectes Associés SARL



Carrefour des idées : le biomimétisme, quand les bâtiments s'inspirent du monde vivant

« *Le biomimétisme propose aux ingénieurs et aux architectes de travailler avec les biologistes pour, face à un problème, se poser la question suivante : comment les organismes vivants l'ont-ils résolu ?* », confie Gauthier Chapelle³⁰, ingénieur agronome formé à l'école de la biologiste américaine Janine Benyus, qui a formalisé le concept

³⁰ <http://www.references.be/carriere/dossier-b%C3%batiment-quand-les-architectes-sinspirent-de-la-nature>

du biomimétisme. Le biomimétisme repose sur l'observation des formes, des composants, de la chimie et des modes d'organisation du monde vivant : dans la nature, rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme, selon la célèbre formule de Lavoisier. L'application de ce principe à l'architecture ouvre la voie vers des constructions durables. Aujourd'hui, seuls quelques prototypes ont vu le jour, mais les perspectives d'innovation peuvent et doivent intéresser les aménageurs et les architectes. En voici quelques exemples :

- Dans sa conception architecturale, l'**Eastgate Building de Harare** (Zimbabwe), un immeuble de bureaux de 26 000 m², imite l'**habitat des termites** : il développe un système de ventilation hors normes permettant de réduire de 90 % la consommation énergétique du bâtiment ;
- En France, le laboratoire de recherche des Monuments historiques applique aux façades des produits organiques, développés à l'aide de bactéries qui favorisent la sécrétion d'une sorte de calcaire, pour durcir les matériaux altérés en surface ;
- En Grande-Bretagne, l'architecte et biomiméticien Michael Pawlyn a mis au point un système de ventilation qui s'est inspiré du **scara-bée de Namibie**, dont la structure très particulière de la carapace permet de récupérer, en plein désert, des microgouttes d'eau sur son dos ;
- Aujourd'hui, des chercheurs s'intéressent au **fil de l'araignée**, plus résistant que l'acier, pour les toitures, comme dans le cas du **stade de Munich**. Ce dernier reprend aussi la configuration des ailes de libellules, très fines mais très résistantes pour la fabrication de la voilure ;
- Les feuilles autonettoyantes du Lotus sont source d'inspiration pour créer des **peintures hydrophobes** et développer de nouveaux matériaux aux propriétés étonnantes ;
- Les coraux peuvent filtrer l'air pollué et certains calcaires, à l'image des coquilles permettent de fixer le CO₂, une propriété non négligeable dans le contexte de la lutte contre le changement climatique ; le Bambou s'avère un modèle idéal de gratte-ciel, en raison de ses capacités d'adaptation au vent ; L'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble vient de mettre au point une maison reproduisant la morphologie du Tatou, baptisée « Armadillo box ». Autosuffisante énergétiquement, la maison maintient toute l'année une température intérieure comprise entre 22 et 24 °C.



▲ La structure très particulière de sa carapace permet au scarabée de Namibie de récupérer, en plein désert, des microgouttes d'eau sur son dos. Cette innovation de la nature inspire les systèmes de ventilation des bâtiments. © GFDL



Paroles d'acteurs : vers un référentiel biodiversité urbaine »

Par Olivier Lemoine – Élan

En complément du travail sur les trames vertes et bleues (urbanisme) et la gestion différenciée (espaces verts), il fallait aux professionnels de la construction durable un outil méthodologique pour intégrer la biodiversité dans les bâtiments, les programmes immobiliers, les quartiers durables. Le projet de référentiel que Bouygues Construction a mis au point s'adresse aux acteurs de l'immobilier : aménageurs, architectes, promoteurs et gestionnaires d'immeubles, entreprises du bâtiment.

Il vise à :

- Accompagner la conception d'opérations immobilières qui prennent en compte la biodiversité, voire d'opérations à « biodiversité positive » ;
- Aider à construire et exploiter des bâtiments et des écoquartiers qui prennent en compte la nature ordinaire ;

- Exposer et donner de la valeur ajoutée à certains produits immobiliers par la mise en exergue des résultats et des services rendus par la biodiversité dans les villes.

La démarche va jusqu'à esquisser une approche « d'étiquetage biodiversité » des opérations immobilières, à l'instar de l'étiquetage énergie. Cet outil testé actuellement avec des clients de Bouygues Construction, est destiné à accompagner et compléter divers guides techniques qui sont en préparation sur le sujet « bâti et biodiversité ». L'outil s'inspire en effet des certifications en construction durable (HQE, Breeam, Leed...), en renforçant le traitement des différentes facettes. La philosophie retenue est plutôt proche du Breeam puisqu'elle incite fortement à l'accompagnement par des écologues. Le référentiel se structure autour de la prise en compte de quatre cibles :

- L'intégration optimisée du projet dans le contexte écologique local ;
- La connaissance et l'engagement pour préserver le patrimoine naturel du site ;
- L'optimisation du potentiel biologique intrinsèque de l'opération immobilière ;
- La mise en évidence des utilités, services et aménités offertes par la nature et leur valorisation.

C'est également un référentiel pour évaluer et améliorer la qualité écologique du produit :

- Valeur écologique de l'opération, respect des critères ;
- Comparaison avant/après : impacts positifs et négatifs du projet ;
- Un cadre pour orienter les préconisations de l'écologie sur les sujets clés (scientifique, sociaux...) ;
- Une grille pour améliorer la prise en compte globale de la biodiversité dans le projet ;
- Affichage de l'offre.

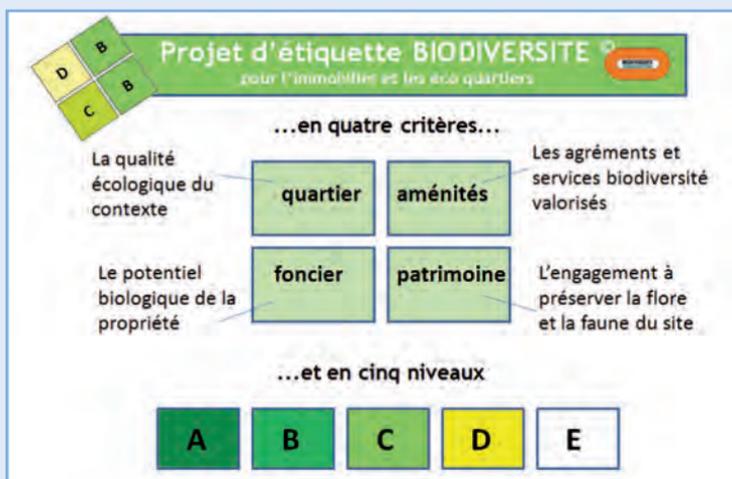
Enfin il va permettre d'afficher : le principe de cotation retenu s'appuie sur une notation à cinq niveaux pour chacune des quatre cibles éva-

luées. A : excellent ; B : bon ; C moyen ; D : assez faible ; E : minimum voire nul.

Les quatre axes ont aussi été pensés pour pouvoir être valorisés :

- Contexte : en valorisant le contexte écologique de qualité, qui aura été mis en valeur ;
- Connaissance : avec la possibilité de découvrir une nature désormais bien étudiée au cours du projet et sur laquelle sera portée une attention ;
- Potentiel biologique : l'intérêt de connaître la valeur et les caractéristiques écologiques de sa propriété ;
- Et surtout la valorisation des aménités et des services rendus par la biodiversité.

La cotation à cinq niveaux ainsi que ses modes de représentation ont été pensés pour être pédagogiques pour les clients, les utilisateurs, les élus et le public. La performance en matière de biodiversité doit en effet se comprendre en dehors des cercles de spécialistes, elle doit se voir sur les sites : la cotation doit paraître logique à la lecture du projet. La mise en œuvre est actuellement en phase de test.



▲ Le projet de référentiel de Bouygues Construction s'accompagne d'une « étiquette biodiversité ». © Elan France



Échelle
du territoire



Échelle de
la parcelle



Échelle
du bâti

Fiche n°3 - Comment réduire l'empreinte carbone des bâtiments tout en favorisant la biodiversité ?

■ Pour qui ?



▲ La construction écologique doit viser en même temps à limiter la dépendance aux énergies fossiles et à maximiser la biodiversité. © GFDL

■ Quel intérêt ?

Responsable de plus d'un tiers des émissions de gaz à effet de serre, la question du changement climatique est devenue centrale dans le secteur du bâtiment. C'est la raison pour laquelle le Grenelle de l'environnement prévoit à l'horizon 2015 des bâtiments peu consommateurs, voire producteurs d'énergie³¹ lors de leur exploitation. Or, une grande partie des gaz à effet de serre d'origine fossile est émise à d'autres moments du cycle de vie. Étonnement, même les bâtiments basse consommation se révèlent énergivores en amont pour fabriquer les

31 Bâtiments à énergie positive.

matériaux et en aval pour traiter les déchets. Le bilan carbone nous éclaire sur ces impacts « cachés » et nous invite à faire de nouveaux choix en matière de conception (voir paroles d'acteurs page 70).

Par ailleurs, le **changement climatique et l'érosion de la biodiversité**, généralement perçus comme deux phénomènes distincts, sont en réalité étroitement corrélés. La biodiversité est affectée par l'évolution du climat (déplacements d'espèces, disparitions d'autres, etc.) et la dégradation des écosystèmes aggrave aussi les effets du changement climatique (déforestation, imperméabilisation des sols). Par voie de conséquence, la lutte contre le changement climatique ne peut se faire sans préserver et restaurer la biodiversité et ses fonctionnalités, gage de résilience et d'adaptation sur le long terme. La construction doit viser en même temps à **réduire sa dépendance aux énergies fossiles** tout en **maximisant la biodiversité**.

Enjeu 1 - Réduire la dépendance des bâtiments aux énergies fossiles

■ Pourquoi ?

Pour lutter efficacement contre le changement climatique, le volume global des émissions de CO₂ généré par le bâtiment doit être réduit à la fois lors de l'extraction et la fabrication des matériaux, lors de la construction, lors de l'utilisation et enfin, lors de sa fin de vie. À chacune de ces étapes, l'utilisation d'énergies d'origine fossile doit progressivement être évitée.

► **Rarement mise en avant par les opérateurs d'énergie, l'autosuffisance des bâtiments est une manière de s'affranchir des énergies fossiles et de mixer différents types d'énergies locales et renouvelables.** © Lionel Pagès



■ Comment agir ?

- En utilisant des matériaux locaux (voir fiche suivante) pour éviter d'émettre des GES lors du transport ;
- En préférant les matériaux biosourcés aux produits fabriqués à partir du pétrole et d'origine fossile. Par exemple, le **polyuréthane extrudé**, principal isolant utilisé dans les bâtiments basse consommation, est

très consommateur d'énergie, à la fois lors de sa production (produit dérivé du pétrole) et de sa fin de vie (incinération ou enfouissement) ;

- En évitant les produits difficilement recyclables, ce qui induit un traitement lourd en fin de vie. À ce titre, les panneaux solaires, symboles des énergies renouvelables, ne sont pas exempts de tout reproche : ils contiennent du silicium (exploité en mines) et ne sont pas, à l'heure actuelle, intégralement recyclables. La recherche doit être encouragée afin d'en faire des produits durables ;

- En recherchant des solutions pour atteindre l'**autosuffisance** des ensembles de bâtiments et des quartiers, en fonction des énergies disponibles à proximité. L'autosuffisance énergétique n'est, aujourd'hui, pas profitable aux opérateurs d'énergie ce qui ne les incite pas à en faire la promotion³² ;

- En adoptant l'échelle du quartier pour la mutualisation des équipements nécessaires (échanges d'énergie entre bâtiments plus ou moins producteurs) ;

- En **optimisant l'orientation** du bâti, sa forme en fonction de la direction des vents et du soleil qui conditionnent largement les pertes ou les économies d'énergie et permettent l'éclairage naturel des bâtiments ;

- En visant une **isolation** « intelligente » des bâtiments, ce qui implique de tenir compte de l'impact de la production des isolants. Mieux vaut perdre un peu en efficacité et préférer un isolant de type laine, chanvre, lin, textile recyclé qu'utiliser des isolants dérivés du pétrole (ex. mousse de polyuréthane) ;

- Notons qu'un bâtiment basse consommation n'autorise aucun « pont thermique », ce qui crée une difficulté réelle pour l'aménagement des façades lorsque l'on souhaite installer des plantes grimpantes, des nichoirs à oiseaux, ce qui constitue un handicap de plus pour la biodiversité ;

- Par exemple, l'isolation en paille permet d'atteindre une température de 20 à 22 degrés toute l'année, sans apport continu de chauffage et d'énergie, seulement avec un appoint de type chaudière à granulés pour les jours de grand froid.

³² À ce titre, Natureparif invite les fournisseurs d'énergie à se placer en tant que prestataire d'énergies de transition, en développant notamment les énergies renouvelables, mais aussi en investissant dans de nouveaux marchés (biogaz, eaux usées, etc.) et à anticiper la rareté et la cherté des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon). Les politiques énergétiques et la fiscalité peuvent orienter le comportement de ces acteurs.

Enjeu 2 - Utiliser un mix d'énergies locales, variées et renouvelables pour alimenter les bâtiments

■ Pourquoi ?

Le danger de toute situation monopolistique (nucléaire, pétrolier, gazier ou même renouvelable comme le bois-énergie) réside dans la forte demande exprimée sur une seule ressource, donc dans la pression exercée sur les milieux où elle est exploitée (carrières, mines, forêts, forages pétroliers). Concevons des bâtiments capables de produire leur énergie à partir de ressources locales, quand c'est possible, ou alimentés d'un mix énergétique, solution crédible pour diminuer progressivement notre dépendance au pétrole.



▲ Éolienne petite ou moyenne puissance, bois-énergie, lumière naturelle et appoint photovoltaïque, biogaz issu des déchets fermentescibles. Les énergies alternatives au nucléaire et au pétrole ne manquent pas ! © GFDL, © Paul Clark

■ Comment agir ?

Avant d'opter pour une solution énergétique conventionnelle, le maître d'ouvrage recensera et détaillera les possibilités de production d'énergies renouvelables à proximité³³.

■ En développant la géothermie : avant tout forage il convient d'envisager opportunité et faisabilité sur le site (débit, température, profondeur) ;

³³ Extrait du cahier des charges de l'établissement public d'aménagement du Mantois Seine-Aval (Epamsa) pour la réalisation de lotissements.

- En récupérant de la chaleur issue des eaux usées (étude d'opportunité et de faisabilité) ;
 - En utilisant la biomasse³⁴, ou le chauffage au bois (granulés), si la ressource est suffisamment proche et utilisée de manière durable (prélèvement des chutes de bois, coupe respectant la capacité de régénération de la ressource) ;
 - En étudiant les caractéristiques d'ensoleillement du site pour le solaire photovoltaïque et thermique ;
 - En mesurant la vitesse et la direction du vent pour développer de l'éolien urbain intégré au bâtiment ;
 - En développant la production de gaz de stations d'épuration et de déchets fermentescibles (voir Carrefour des idées ci-après).
- **Pour chaque ressource, le fournisseur d'énergie devra présenter :**
- La technologie utilisée et la surface nécessaire à l'implantation des équipements ;
 - La consommation prévisionnelle par rapport à la quantité de ressource disponible ;
 - Les aides potentiellement mobilisables ;
 - La réglementation qui encadre la mise en œuvre du système ;
 - Les échanges possibles entre ceux qui disposent d'énergie en surplus, à proximité, pouvant bénéficier à ceux qui ne peuvent en produire (notion d'écologie industrielle).

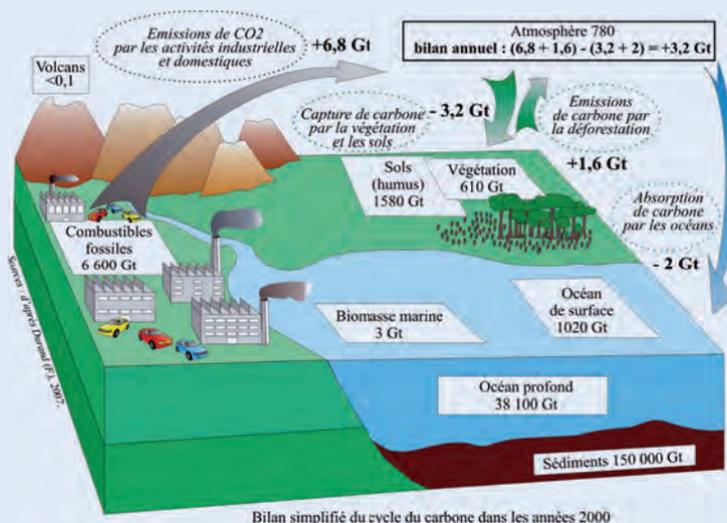
Enjeu 3 - Stocker du CO₂ supplémentaire en accroissant la végétation

■ Pourquoi ?

En parallèle des mesures de réductions d'émissions, il est souhaitable de mettre en œuvre des mesures palliatives pour diminuer les effets du changement climatique. Rappelons que les végétaux (feuilles, branches, mais aussi racines) et les sols (litière et humus) assurent l'essentiel du stockage du CO₂ terrestre, comme l'illustre le

³⁴ La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

schéma ci-dessous. L'appauvrissement continu de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes réduisent leur capacité à capter la masse de CO₂ et donc à réguler le changement climatique. Les deux phénomènes se renforcent, c'est pourquoi il est nécessaire de les considérer ensemble. Concrètement, cela signifie qu'il est possible de stocker davantage de carbone en renaturant les villes et en favorisant la diversification des espèces et des milieux, et donc d'atténuer l'ampleur des changements climatiques, tout en conservant la diversité génétique nécessaire à l'adaptation à ce changement.



▲ Le climat, directement lié à la quantité de CO₂ dans l'atmosphère, est en grande partie régulé par les systèmes vivants. Source : d'après Durand, 2007.

■ Comment agir ?

- En préservant la perméabilité des sols qui stockent naturellement du carbone et qui permettent à la végétation de pousser ;
- En accroissant les surfaces d'espaces verts, notamment en plantant des arbres, qui stockent beaucoup de carbone pendant leur croissance. Cela bien sûr en choisissant des essences locales et en variant les espèces ;
- En privilégiant les semences et les jeunes plants plutôt que les arbres adultes ; à maturité l'absorption est moindre.

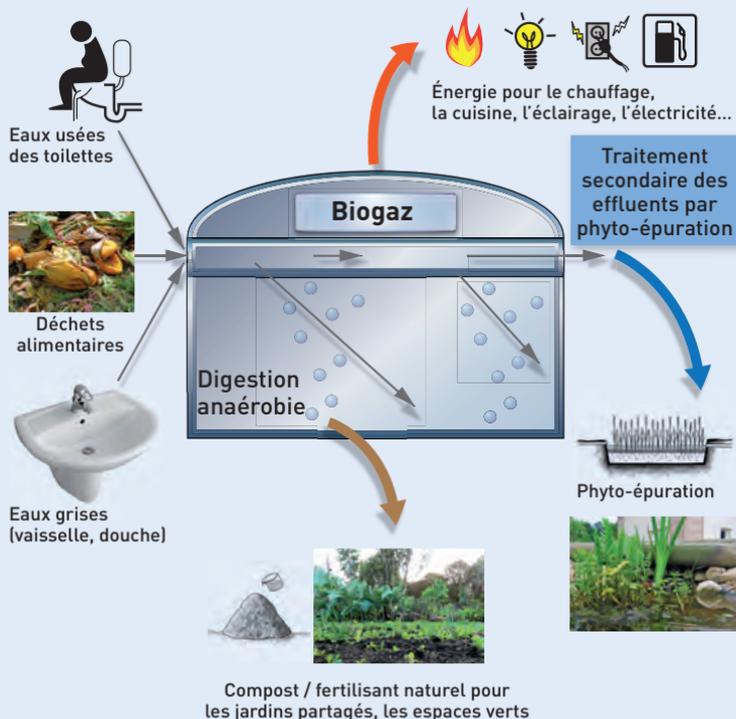
◀◀ Carrefour des idées : produire de l'énergie grâce aux déchets fermentescibles

Les déchets fermentescibles constituent une ressource considérable pour produire de l'énergie. Depuis les déchets agricoles et alimentaires en passant par les eaux usées des toilettes, ils sont disponibles en quantités quasi inépuisables et sont valorisables en énergie. Nous engageons les aménageurs à concevoir des postes de **méthanisation des déchets** à l'échelle des quartiers : c'est la transformation de la matière organique par des bactéries dans un digesteur (voir illustration ci-contre). Largement développé en milieu agricole (lisiers, boues, fumier), ce procédé produit non seulement du **biogaz** (CH_4), mais aussi du **digestat**, une sorte de compost réutilisable dans l'agriculture locale. Toute matière organique est susceptible d'être méthanisée (excepté des composés très stables comme la lignine), ce qui offre des possibilités d'applications locales variées :

- Déchets agro-industriels : restes issus d'abattoirs, d'exploitations viticoles, de laiteries, de fromageries, ou d'autres industries agro-alimentaires, effluents liquides des industries chimiques et pharmaceutiques chargés en essences végétales ;
- Déchets agricoles : déjections animales, résidus de récolte (pailles, spathes de maïs ...), eaux de salle de traite, lisiers, purins ;
- Déchets municipaux : tontes de gazon, déchets verts de la gestion des parcs urbains, fraction fermentescible des ordures ménagères, boues de graisses de station d'épuration ;
- Ordures ménagères brutes qui nécessitent un tri avant la méthanisation par traitement mécano-biologique³⁵ ;
- Eaux noires issues des toilettes et récupérées à l'échelle des bâtiments.

Si une application à grande échelle demande indiscutablement de l'innovation (technique mais surtout culturelle !), en revanche cette solution présente des atouts non négligeables pour réduire notre dépendance aux énergies fossiles et nucléaire et réduire les coûts d'ex-

³⁵ Les traitements mécano-biologiques des déchets ménagers en Europe - Marc Barra - Rapport de stage - Veolia Propreté.



▲ La production de biogaz à partir des déchets fermentescibles (alimentaires, eaux usées) dans des méthaniseurs à l'échelle des bâtiments ou des quartiers, présente des atouts considérables pour réduire notre dépendance aux énergies fossiles.

Source : adapté de www.sswm.info

exploitation³⁶, étant donné la disponibilité de la ressource à proximité et en grande quantité. Le procédé a déjà fait ses preuves à Lille, où une usine de méthanisation alimente le réseau de bus de la communauté urbaine³⁷. À Eva-Lanxmeer, au Danemark, la récupération des déchets fermentescibles et des eaux noires produit du biogaz pour le chauffage.

36 Plusieurs exploitants agricoles ont décidé d'investir dans la méthanisation pour augmenter leur revenu. C'est le cas des frères Guérin, en créant la SAS Clottes Biogaz en Dordogne. Après 1 250 000 € d'investissement dont 482 000 € d'aides, ils ont aujourd'hui doublé leur revenu, car la méthanisation leur offrant du digestat comme intrants agricoles, l'énergie produite permet de chauffer cinq maisons et les exploitations. Le surplus est revendu sur le marché de l'électricité.

37 Le Centre de valorisation organique (CVO) de Sequedin traite 108 600 tonnes de biodéchets préalablement triés par les habitants et produit du biogaz réinjecté dans le réseau de distribution de GrDF ou utilisé comme carburant pour les bus du réseau de transport public.

Dès la conception du projet le maître d'ouvrage peut étudier la possibilité d'installer un digesteur (enterré, aérien) de capacité variable en calculant au préalable les flux de déchets susceptibles d'être traités et l'emplacement adéquat. Si le volume d'énergie fourni ne suffit pas, un complément peut être apporté par des sources alternatives : éolien petite ou moyenne puissance à l'échelle des immeubles ou habitations photovoltaïque ou encore géothermie. Souvent, le biogaz est produit en surplus.



Paroles d'acteurs : normes de construction, qu'en dit le bilan carbone ? »

Par Rémi Serrus, auditeur bilan carbone, Optimétrie

La méthode bilan carbone permet d'évaluer, en ordre de grandeur, les émissions de gaz à effet de serre engendrées par l'ensemble des processus physiques nécessaires à une activité. L'un des points fondamentaux de la méthode consiste à mettre sur un pied d'égalité :

- Les émissions de gaz à effet de serre qui sont générées au sein de l'entité (c'est-à-dire qui sont, d'une certaine manière, de sa responsabilité juridique ou territoriale directe) ;
- Les émissions qui sont générées à l'extérieur de cette entité, mais qui sont la contrepartie de processus nécessaires à l'existence de l'activité sous sa forme actuelle.

Les émissions qui figurent dans un bilan carbone ne sont donc pas uniquement celles dont l'entité est ou se sent responsable, mais avant tout celles dont elle dépend.

En appliquant la méthode à l'intégralité du cycle de vie des bâtiments, c'est-à-dire depuis la production des matériaux, très en amont jusqu'à la déconstruction de la structure en fin de vie, en passant par l'exploitation et la construction *stricto sensu* du bâtiment, voici une liste de facteurs nouveaux à prendre en compte :

- Le site de construction : impact du défrichement et du terrassement nécessaire à la construction du bâtiment ;
- Les matériaux composant le bâtiment : leurs impacts au moment de leur fabrication, mais aussi leur provenance (transports et émissions associées), leur capacité de recyclage au moment de la déconstruction du bâtiment et enfin leur empreinte carbone en fin de vie ;

- La construction du bâtiment : acheminement des matériaux depuis les centres de distribution, déplacement des ouvriers sur le site, consommation énergétique nécessaire au gros œuvre, au second œuvre et aux finitions ;
- La vie du bâtiment : consommations énergétiques par les usagers, entretien du bâtiment et des espaces verts ;
- La déconstruction du bâtiment : acheminement des matériaux vers les centres de recyclage, traitement des matériaux non recyclable, déplacements connexes, consommation énergétique nécessaire à la déconstruction.

Ainsi, élargir le périmètre de la méthode bilan carbone s'avérerait fort utile pour mettre à jour les impacts « cachés »³⁸ d'un projet. De fait, si les démarches pour développer les maisons passives et autres normes HQE, BBC, PassivHaus, Minergie, Leed, illustrent une réelle prise de conscience des acteurs de la construction, cet engouement doit être relativisé et mis en perspective au regard, par exemple, du peu d'information sur la provenance, le mode de production et le traitement en fin de vie des matériaux. Pour se prononcer sur le caractère durable d'un bâtiment, les concepteurs doivent désormais élargir le périmètre d'étude et s'intéresser à d'autres critères que la seule attention au CO₂, tels que la biodiversité.

À terme, nous encourageons les maîtres d'ouvrage à se procurer des matériaux de proximité, peu transformés. L'isolation doit être optimisée dans un second temps, après que l'orientation, la forme et la structure des bâtiments aient été optimisées pour limiter les déperditions d'énergie. En fin de vie, l'écoconception des matériaux est un gage de réduction des émissions liées au traitement des déchets. Côté énergie, l'une des solutions pour diminuer son empreinte consiste à utiliser un mix énergétique composé d'énergies renouvelables (éolien, solaire, biogaz) et à tendre vers l'autosuffisance énergétique, assurance de ne dépendre d'aucune ressource fossile en amont.

Enfin, précisons que le bilan carbone ne s'intéresse qu'à l'aspect carbone. Que dire de la biodiversité (déclin de la pollinisation, dégradation de l'état des sols, surexploitation de matières premières,

38 Ce que l'on appelle l'énergie grise dans le cas des émissions énergétiques. Par extension, on peut parler de perte de « biodiversité grise » pour désigner les impacts indirects d'un bâtiment sur la biodiversité.

disparition des espèces, etc.) ? Ici encore, l'approche en cycle de vie doit nous permettre d'envisager plus attentivement certaines solutions écologiques. C'est le cas des panneaux solaires, aujourd'hui peu recyclables et également des isolants couramment utilisés dans les maisons passives, comme le polyuréthane expansé. Étant donné qu'il est produit à partir du pétrole, sa production comme sa fin de vie sont lourdes énergétiquement...

Échelle
du territoireÉchelle de
la parcelleÉchelle
du bâti

Fiche N° 4 - Matériaux de construction : quels choix pour la biodiversité ?

■ Pour qui ?



▲ Il est important de comprendre le cycle de vie des matériaux pour appréhender leur impact sur la biodiversité. © GFDL

■ Quel intérêt ?

Les matériaux de construction représentent des centaines de millions de tonnes de matières premières sollicitées chaque année pour la réalisation des infrastructures et des bâtiments. Extraites et exploitées aux quatre coins du monde, transformées et acheminées, immobilisées puis retraitées, ces ressources renouvelables et non renouvelables témoignent des impacts **globaux d'un bâtiment** sur la biodiversité.

L'exploitation des matières premières : elles sont, soit directement issues du vivant (bois, fibres végétales, isolants naturels), soit prélevées dans des carrières de granulats ou des gisements qui donneront acier, ciment et plâtre. Les conditions d'exploitation ne sont pas toujours favorables à la biodiversité (pollutions, destructions d'habitats).

La transformation et l'immobilisation des matériaux dans le bâti : les propriétés physiques et chimiques des matériaux (bruts, traités ou non, composites, agglomérés, reconstitués, lisses, rugueux, etc.)

et leur agencement dans l'ouvrage une fois bâti (matériaux d'extérieur ; anfractuosités pour les oiseaux, points d'ancrage pour les végétaux, refuges pour la microfaune, etc.) vont largement conditionner la présence des espèces. En outre, certains matériaux émettent des pollutions sur tout ou partie de leur cycle de vie, ce qui incite à rechercher les matières premières les plus brutes possibles.

La fin de vie des matériaux : devenus déchets, les matériaux vont suivre des voies de traitement différentes (décharge, recyclage, etc.) aux conséquences différentes sur les milieux (pollutions, impacts sur les espèces). En optant de préférence pour des éléments recyclables, réutilisables voire biodégradables, notre objectif est d'écoconcevoir la structure (voir fiche n° 14).

Enjeu 1 - Augmenter la part de matériaux recyclés

■ Pourquoi ?

Face à l'augmentation des besoins, notre premier réflexe doit être de réduire notre consommation de matières premières. En mars 2011, le Programme des Nations unies pour l'environnement (Pnue) publiait un rapport sur l'exploitation des métaux industriels, des matériaux de construction, des énergies fossiles et de la biomasse : il nous rappelle qu'entre le début et la fin du siècle dernier, la population mondiale a multiplié par 8 sa consommation de matériaux, passant de 7 milliards de tonnes en 1900 à 55 milliards en 2000. Compte tenu de ces chiffres et afin d'anticiper sur la hausse des prix de nombreuses ressources, de plus en plus de filières choisissent de **recupérer, de trier et de vendre des matériaux issus de la déconstruction** des bâtiments ou d'utiliser des matériaux recyclés³⁹. Le taux de renouvellement de bâtiments construits/déconstruits devrait permettre de répondre ainsi à une bonne partie des besoins en matériaux dans les villes denses. En Île-de-France, l'Unicem⁴⁰ souhaite développer le recyclage des matériaux de chantier et des déchets du BTP, en incitant notamment à la déconstruction et au tri à la source, mais aussi en développant les plates-formes de recyclage dans les zones urbaines⁴¹.

³⁹ En Belgique, le projet RecyHouse (www.recyhouse.be) a permis de réaliser une maison entièrement conçue à partir de matériaux recyclés.

⁴⁰ L'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction est la fédération qui regroupe la quasi-totalité des industries extractives de minéraux ainsi que les fabricants de divers matériaux de construction (bétons, mortiers, plâtre...). La plupart de ces activités alimentent le secteur du BTP.

⁴¹ Pour plus d'informations, UNPG, 2011, Livre blanc - *Carrières et granulats, pour un approvisionnement durable des territoires*, 132 pages.

■ Comment agir ?

Parmi les priorités à inclure dans le cahier des charges :

- Récupérer en priorité les matériaux issus de la déconstruction des bâtiments (bétons concassés), si possible à proximité (voir fiche n° 12) ;
- Identifier les démarches locales d'écologie industrielle et s'informer sur les matériaux et ressources récupérables ;
- Choisir de préférence des matériaux écoconçus pour faciliter leur réutilisation et leur valorisation une fois la déconstruction effective, recyclables à leur tour, voire biodégradables, en évitant l'usage du prêt-à-construire comme les panneaux sandwich ou les agglomérats contenant plusieurs matières combinées, des colles et des solvants (voir fiche n° 14 sur l'écoconception) ;
- Faire des choix architecturaux moins gourmands en matériaux et en artifices de décoration superfétatoires.

Enjeu 2 - Utiliser des ressources locales

■ Pourquoi ?

Alors que l'architecture et les matériaux utilisés ont longtemps reflété les savoirs locaux, la filière connaît depuis plusieurs années une **standardisation** et une **uniformisation** : les bâtiments se ressemblent de plus en plus et les matériaux utilisés répondent à des standards communs. Aussi étonnant que cela puisse paraître une maison en bois dans la région Centre a plus de chance d'être fabriquée avec du bois scandinave ou d'Afrique centrale qu'avec du bois local ! Comme le soulignent les urbanistes, les matériaux devraient refléter la géographie locale⁴² et favoriser l'emploi local. L'importance des circuits courts est double : ils évitent les transports énergivores et encouragent une gestion beaucoup plus rigoureuse des ressources (phénomène Nimby). Enfin, le coût des constructions en matériaux locaux est souvent bien inférieur à celui des constructions analogues en matériaux d'origine plus lointaine.

■ Comment agir ?

Comme pour l'énergie, la solution ne semble pas résider dans l'exploitation d'une seule ressource mais bien dans la **diversification**

⁴² D'après un dialogue avec Bernard Cauchetier, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France.



▲ **Les matériaux de construction devraient refléter les savoir-faire locaux et la disponibilité des ressources à proximité. Ici, un toit de roseaux dense en Lettonie et des briques de torchis en Roumanie, des pratiques insuffisamment exploitées.**

© Tolga Coskun/GFDL

des ressources en fonction des contextes locaux. Malgré l'absence de politiques fiscales (ex. taxe carbone) et de normes favorisant l'usage de matériaux locaux (vers un AOC pour les produits de la construction ?), les maîtres d'ouvrage et d'œuvre peuvent d'ores et déjà adopter la démarche suivante :

- Identifier les matériaux éventuellement disponibles et exploitables dans des conditions de production contrôlées et durables à proximité ;
- Privilégier les matériaux bruts et/ou peu transformés comme le bois (non traité), les fibres végétales, la pierre ;
- **Encourager les savoir-faire locaux** : l'artisanat et les savoir-faire associés à un territoire (matériaux, techniques) ; encourager les filières d'agromatériaux (subventions par ex.) ;
- Se référer à des labels d'exploitation durable (comme les labels FSC ou PEFC pour le bois) ou en s'assurant que les carrières soient réhabilitées après exploitation des granulats ;
- Associer plusieurs matériaux dans un même bâtiment (terre cuite, pierres taillées, ardoise, bois, fibres végétales, paille, agromatériaux), en veillant à éviter les matériaux composites qui, sous forme de déchets, sont difficiles à traiter ;
- Éviter les approvisionnements lointains car en exploitant certaines matières premières (bois tropical, granite exploité en chine et de terres

rares), notre responsabilité s'étend au-delà de nos frontières, et s'exerce sur les milieux et populations qui y vivent ;

■ Adapter le marché et les réalisations aux ressources locales selon leur disponibilité : maisons en pierre près des carrières, en paille dans les régions agricoles, en bois dans les contrées forestières, en pisé là où la terre abonde, en matériaux recyclés là où la déconstruction offre ces ressources.

En Île-de-France, à Flagy (77), Gérard et Françoise Batut⁴³ ont entrepris la construction de leur maison selon le même principe : des matériaux locaux et écologiques avec la paille comme isolant. Le chantier, qui a débuté fin juin 2011, peut être visité et sert de vitrine aux nouvelles pratiques et aux nouveaux métiers du bâtiment. Nous devons actionner un certain nombre de leviers économiques et réglementaires pour permettre à ces initiatives d'être plus fréquentes et de faciliter leur mise en œuvre. L'investissement dans la création de filières courtes, dans la formation des producteurs de matériaux et le contrôle de leur qualité est primordial.



Paroles d'acteurs : le projet ECO46 à Lausanne
(Canton de Vaud, en Suisse) »

Par Yannick Jeannin, chef de la division logistique du service des parcs
et domaines de la ville de Lausanne

ECO46, bâtiment public administratif, accueille depuis le mois de décembre 2011 une partie du service des parcs et domaines de la ville de Lausanne, en Suisse. Ce projet pilote, conçu selon des principes bioclimatiques, fait partie des actions de développement durable que la ville promeut depuis de nombreuses années. Réalisé en bottes de paille porteuses, le bâtiment est composé de deux niveaux, comprenant bureaux, salles de réunion, cafétéria et toilettes sèches. ECO46 se veut exemplaire du point de vue de son impact environnemental. Ainsi, les qualités isolantes de la paille, associées notamment à la fonction thermique du mur en pisé central, permettent d'atteindre le standard Minergie®-Eco en garantissent un confort thermique régulé tout au long de la journée. Seul un chauffage d'appoint, assuré par un poêle à pellets, est nécessaire durant l'hiver. Le caractère atypique de ce chantier se situe également dans la provenance des matériaux. En effet, les bottes de paille sont issues d'une ferme de la ville de Lausanne, la terre de l'excavation du chantier et d'une gravière avoi-

43 Visitez leur blog sur <http://deboisetdepaille.e-monsite.com/>

sinante, le bois des forêts lausannoises. Autre particularité de cette construction novatrice, l'utilisation des compétences et ressources internes à la ville, puisque le service des parcs et domaines a réalisé le mobilier intérieur et végétalisera, en printemps 2012, la toiture et les façades du bâtiment. Dans le but de promouvoir ce type de construction auprès des professionnels et du grand public, plusieurs démarches pédagogiques ont également été mises en place, sous forme de chantiers-formation, visites guidées et portes ouvertes. Renseignements complémentaires : www.lausanne.ch/eco46



▲ Le bâtiment lausannois Eco46 est entièrement conçu à partir de matériaux locaux, minimisant son empreinte écologique. © Marc Barra

Enjeu 3 - Augmenter la part de matériaux bio-sourcés

■ Pourquoi ?

Nous devons réduire notre dépendance aux énergies fossiles, aux produits miniers, aux terres rares et aux produits dérivés du pétrole, nombreux dans le domaine de la construction. Les agromatériaux ou matériaux biosourcés (conçus à partir de matière végétale pour l'essentiel) répondent à cette nécessité⁴⁴. Grâce aux efforts de la recherche, ces derniers affichent des propriétés physiques (isolation, résistance à la pression, à l'étirement, au feu) proches des produits analogues traditionnellement utilisés.

⁴⁴ Pour plus d'informations sur les matériaux biosourcés : <http://ascalpro.com/uploads/media/Les-materiaux-bio-sources.pdf>



▲ Utilisées comme isolants, la paille (à gauche) ou la fibre de lin (à droite) constituent une alternative écologique (et économique) aux isolants produits à partir de pétrole, polluants durant leur cycle de vie. © Lionel Pagès/Steene

■ Comment agir ?

- Privilégier les agromatériaux (bétons de chanvre, bois, fibres végétales, résines et peintures naturelles), plutôt que leurs homologues bétonnés et bitumeux ou fabriqués à partir du pétrole ;
- Utiliser des isolants conçus à partir de fibres végétales comme le chanvre, la laine de bois, les textiles recyclés, qui constituent d'excellentes alternatives à la laine de verre ou de roche et aux mousses de polyuréthane et impactent moins l'environnement lors de leur production et leur traitement en fin de vie ;
- Opter pour du bois-construction d'origine locale et issu de forêts gérées écologiquement (label FSC et PEFC notamment)⁴⁵ ;
- Utiliser les bottes de paille comme matériau de construction : elles connaissent une popularité croissante pour leur qualité d'isolation, leur recyclabilité et leur faible coût. Ressource de proximité, facilement transportable, elles permettent de réaliser des constructions qui, contrairement à l'idée reçue, ne brûlent pas facilement, car elles sont très comprimées.

⁴⁵ Pour plus d'informations sur le choix du bois, lire le guide à l'usage des collectivités territoriales réalisé par les amis de la Terre et la région Île-de-France.



Carrefour des idées : matériaux bio-sourcés et agriculture, un dilemme ?

Une pression accrue sur les matériaux biosourcés pourrait produire l'effet inverse à celui désiré : surexploitation de la forêt, culture intensive de fibres végétales en lieu et place de l'agriculture alimentaire. Cette question a déjà été soulevée pour les agrocarburants, suscitant un certain scepticisme. Pour que la demande en fibres végétales pour la confection des matériaux ne s'exerce pas au détriment des surfaces destinées à l'alimentation, une révision de la Politique agricole commune est inévitable. Entre autres mesures nécessaires, citons la nécessité d'encourager des systèmes comme la polyculture et les rotations qui offrent la possibilité de **regrouper** les productions différentes sur une même surface, mais aussi celui de **soutenir l'agriculture urbaine et périurbaine** pour palier le besoin croissant en surfaces. Le jeu des **écoconditionnalités** rend cela possible, lors de l'attribution des financements.

Pour l'heure, seul le modèle céréalier de monoculture est encouragé par les autorités, sous la pression des lobbies de ce secteur, ainsi que l'exportation, au détriment de l'utilisation des ressources locales et de la diversification des systèmes de production.

Les matériaux biosourcés offrent en outre des débouchés en termes d'emploi et laissent entrevoir de belles perspectives aux entreprises : fabrication de fibres végétales en lin et chanvre ; paille, coproduits de céréales ; production de plastiques biodégradables (amidons, cellulose)⁴⁶. D'après une étude prospective de l'Arene Île-de-France sur la filière agromatériaux en Seine-et-Marne (77), les résultats montrent qu'une filière de production de chanvre serait rentable dès la 3^e année, à partir de 100 hectares. Les risques à considérer concernent les produits pour lesquels il n'existe pas encore de marché et de labels ; dans ce cas il va falloir sensibiliser et convaincre artisans, autoconstructeurs et assureurs.

Enjeu 4 - Inventer des matériaux support pour les espèces

■ Pourquoi ?

Une fois les matériaux choisis, les architectes pourront les utiliser à leur gré dans le but de favoriser la présence des espèces. Par

⁴⁶ Blezat consulting – Arene Île-de-France – mars 2009 http://www.areneidf.org/medias/publications/Etude_strategique_pour_le_developpement_dune_filie.pdf

exemple, la surface extérieure du bâti ainsi que le type de revêtement utilisé va conditionner la présence future des espèces résidentes et de passage. La qualité des matériaux revêt donc une grande importance car c'est elle qui permettra la colonisation spontanée par les espèces végétales et animales.



▲ Il existe de nombreux moyens simples permettant de rendre les bâtiments accueillants pour les espèces sauvages. © David Ramsden

■ Comment agir ?

En se référant au diagnostic écologique préalable et aux conseils des écologues, les maîtres d'œuvre sélectionneront les matériaux en intégrant les contraintes suivantes :

- Prévoir des façades pouvant accueillir des plantes grimpantes ;
- Intégrer des structures nidoirs dans les charpentes en fonction des oiseaux observés sur site ;
- Éviter les surfaces trop lisses ou à effet « miroir », responsables de collisions ;
- Créer sur les surfaces extérieures (crépis) de la porosité et des anfractuosités pour favoriser la présence de certaines espèces (mousses, lichens, insectes, oiseaux) ; les murs recouverts de végétaux réduisent l'effet îlot de chaleur urbain et l'albédo ; les murs creux permettent aux oiseaux de nicher ;

- Recréer, après une expertise écologique, des habitats naturels aquatiques : fossés, mares, ruisseaux, zones humides, noues aux abords des bâtiments (voir fiche n° 5).

◀◀ Carrefour des idées : vers l'étiquetage biodiversité des matériaux de construction ?

La réglementation ne permet pas aux entreprises et collectivités de comparer les matériaux sur une base écologique. La création d'un étiquetage biodiversité, à l'image de l'affichage environnemental des produits de grande consommation, permettrait d'informer les acheteurs. Les pouvoirs publics doivent obliger les producteurs, transformateurs et revendeurs à gagner en transparence : préciser le mode de production, les lieux de production, la composition exacte, la quantité de ressources consommées, les émissions de CO₂ associées au cycle de vie, les effets de la production sur les écosystèmes associés, le taux de recyclabilité en fin de vie, etc., soit un **indicateur multicritère**.

Un étiquetage renseignant sur l'influence des matériaux de construction sur la biodiversité devrait comporter plusieurs critères, à commencer par l'origine des matières premières, leur mode de production (bois issu de forêt gérée ou non, de forêt plantée en monoculture, granulats issus de carrière réhabilitée, de carrière impactante, etc.),

Bois de construction

- **Origine** : Centrafrique (Teq CO₂) / forêt gérée FSC et contrôlée
- **Effet du mode de production sur la biodiversité locale** : forêt en monoculture replantée
- **Composition** : bois non traité (pas d'intrants)
- **Transformation** : transformé en France par xx
- **Fin de vie** : bois recyclable ou réutilisable sous forme de granulés

Granulats

- **Origine** : France
- **Effet du mode de production sur la biodiversité locale** : carrière réhabilitée (suivis ornithologiques)
- **Composition** : x % de granulats neufs + x % de granulats recyclés issus de déchets
- **Transformation** : x litres d'eau consommée
- **Fin de vie** : réutilisable sous réserve de concassage et non incorporation de colles et liants.

◀ Même avec des labels, comme pour le bois, il est aujourd'hui difficile de connaître l'origine, le mode de production et la composition exacte des matériaux. Les décideurs doivent imposer un étiquetage transparent et donnant des informations sur plusieurs critères écologiques.

les conditions d'exploitation des matières premières (ce qui requiert de l'information auprès des fournisseurs), le caractère recyclable du produit en fin de vie, etc.

À plus long terme, un tel étiquetage peut être accompagné d'un système de régulation des prix très efficace pour faire évoluer les comportements : pénaliser les matériaux gourmands en énergie (taxe carbone) et produits dans des conditions défavorables à la biodiversité (taxe sur la dégradation des écosystèmes). Cela dissuaderait, par le prix, d'utiliser des matériaux néfastes, et en plus cela encouragerait la mise sur le marché de matériaux produits dans des conditions favorables et de proximité relative.

◀ Paroles d'acteurs : du béton de chanvre en milieu urbain dense ▶

par North by Northwest Architectes & LM Ingénieur⁴⁷



◀ L'immeuble du 37, rue Myrha s'insère en plein cœur du secteur dit « Château rouge », à Paris dans le XVIII^e arrondissement.
© Martin Etienne



⁴⁷ Pour plus d'informations : www.nxnw.fr. Le Samavip, aménageur du secteur, souhaite faire de ce quartier renouvelé un quartier exemplaire du point de vue du développement durable. Balthazard et Cotte Bâtiment ont été étroitement associés aux équipes de concepteurs pour accompagner le développement des techniques de construction en béton de chanvre.

Contrairement à ce que laisse supposer son appellation, le béton de chanvre n'a rien à voir avec le béton traditionnel. Non structurel, c'est un matériau de remplissage isolant et écologique. Sa pose sur ossature porteuse (généralement en bois) l'apparente aux principes constructifs historiques des milieux urbains denses : les constructions à pan de bois et à pan de fer. Conjuguant les qualités du chanvre et de la chaux, il est projeté horizontalement sur un fond de coffrage provisoire ou définitif. Il assure ainsi une isolation répartie de la construction, réduisant significativement les ponts thermiques. La nature hygroscopique⁴⁸ du chanvre dote les parois d'une respiration saine et naturelle, évitant l'effet « boîte étanche ». Son caractère inerte améliore le confort d'été et d'hiver. Enfin, l'utilisation du béton de chanvre n'est pas limitée et s'adapte à tous types de façade (bardages bois, zinc, enduits...).



▲ La production agricole du béton de chanvre ne nécessite pas d'intrants phytosanitaires (insecticides, fongicides, désherbants). Ses propriétés pour la construction sont saluées par les architectes. © 2011 Ariège Chaux Chanvre

Le béton de chanvre permet d'atteindre les objectifs énergétiques ambitieux du plan climat de la Ville de Paris, sans surenchère particulière au niveau de l'épaisseur des parois. Seul problème persistant à l'heure actuelle : les qualités du béton de chanvre dépassent les critères réglementaires d'évaluation des performances thermiques. Alors que le caractère hygroscopique du béton de chanvre lui permet des gains de performance énergétique de l'ordre de 20 %, ces

⁴⁸ Tendence à absorber l'humidité de l'air.

chiffres ne sont actuellement pas pris en compte par les modes de calcul actuel⁴⁹.

La légèreté du matériau et la simplicité de sa mise en œuvre le rendent particulièrement bien adapté aux situations urbaines denses et notamment aux problématiques de *dent creuse* ou de parcelle exiguë. Projeté, le béton de chanvre induit un chantier propre, silencieux, ne nécessitant ni intervention de machines de construction lourde, ni mise en place de fondations surdimensionnées.

Ressource à 75 % renouvelable (en volume), le béton de chanvre est issu d'une production agricole annuelle à rendement important et ne nécessitant pas d'intrants phytosanitaires (insecticides, fongicides, désherbants). Matériau exempt de polluants toxiques et faiblement inflammable, il ne nuit pas à la santé des habitants et réduit les risques en cas d'incendie. Production à faible énergie grise incorporée, elle présente également un bilan carbone positif, notamment par la quantité de CO₂ captée lors de la culture du chanvre. Pour toutes ces raisons, le béton de chanvre s'avère indiscutablement un matériau parfaitement sain et écologique permettant, en outre, de réduire les consommations énergétiques du bâtiment tant au niveau de son exploitation que de sa construction.

Si de plus en plus de réalisations en béton de chanvre apparaissent en milieu rural, les conditions actuelles d'accès à la certification des nouveaux produits et à la couverture par les assurances demeurent un frein important à l'émergence des écomatériaux et écoproduits dans le secteur de la construction. Ainsi, à l'inverse d'autres pays européens, en France le béton de chanvre ne dispose pas aujourd'hui de DTU (documents techniques unifiés), d'avis technique ni de classement au feu ce qui complique considérablement son utilisation, notamment dans le cadre très contraint des marchés publics. Malgré vingt ans de retours d'expérience positifs, ce matériau reste considéré, à tort, comme expérimental et son emploi encore confidentiel rend plus complexe le travail des maîtres d'œuvre et effarouche encore souvent les maîtres d'ouvrage.

⁴⁹ Pour y remédier, des laboratoires français et britanniques mènent actuellement des recherches destinées à caractériser scientifiquement cette propriété.

Échelle
du territoire

Échelle de
la parcelle

Échelle
du bâti

Fiche n° 5 - Comment concevoir les espaces extérieurs ?

■ Pour qui ?



▲ **Quelle biodiversité pour les espaces non bâtis ? Ici un gazon synthétique.**

© Reva Nova

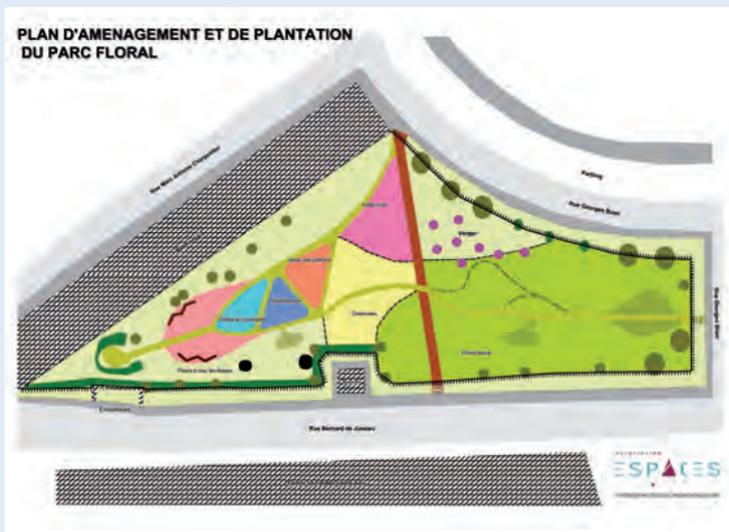
■ Quel intérêt ?

La réponse à la question « *quelle nature voulons-nous en ville ?* » met en évidence la différence entre partisans d'une nature domestiquée par et pour les humains et ceux d'une nature plus sauvage qui s'invite spontanément. C'est vers cette dernière que les démarches **d'écologie urbaine** se dirigent, à l'opposé d'une vision symétrique, épurée et maîtrisée de la nature. Jardins, espaces verts, chemins et voies d'accès, terrains de jeux, squares et parkings : la conception, et de fait la gestion de ces espaces extérieurs, s'avère tout aussi essentielle que le bâti lui-même quand il s'agit de restaurer et d'accroître la biodiversité.

Enjeu 1 - Création d'espaces verts, changer de cap !

■ Pourquoi ?

Encore trop d'espaces verts, en périphérie des villes, le long des routes, dans les parcs d'activités sont uniquement conçus pour peindre



▲ La conception, et de fait la gestion des espaces extérieurs, est essentielle quand il s'agit de restaurer et d'accroître la biodiversité. © Association Espaces

le décor en vert et faire nature ! Les plantations de cultivars, variétés obtenues par sélection, réjouissent le pépiniériste mais banalisent nos rues et jardins. Nous devons nous inspirer de nos voisins anglais, qui ont emprunté des idées à la nature pour concevoir leurs jardins.

■ Comment agir ?

- En conservant la **végétation existante** avant un chantier, en évitant de tout raser et de « faire propre » ;
- Dans le cas où il faut replanter, en prévoyant des **végétaux adaptés aux conditions locales**, sur les conseils d'un naturaliste en plus de celui du paysagiste ;
- En **diversifiant les strates végétales** (muscinale, herbacée, arbustive et arborescente) et les variétés au sein de chacune d'elles ; en recherchant des **complémentarités entre plantes** : les botanistes connaissent bien les phénomènes de facilitation et de complémentarité entre les végétaux, il convient donc de les associer à cette étape du projet. En effet, il ne s'agit pas de viser la multiplicité des espèces ou des variétés comme dans un arboretum ou une collection horticole, mais la fonctionnalité de l'écosystème nouvellement créé ;

- **En variant les hauteurs, les formes et les milieux** (prairie, bosquet, haie, mare, talus, pierraille etc.), ce qui offre aux espèces différentes conditions d'adaptation. L'hétérogénéité spatiale⁵⁰ doit primer sur l'uniformité ;
- **En jouant sur la variété des usages** : espace dédié au sport, massif fleuri pour la pollinisation, herbe pour la détente, zone sauvage intouchée, zone humide, zone de pâturage, etc. ;
- En se fixant un objectif de principe de zéro perte nette de couvert végétal grâce à des surfaces végétalisées ou végétalisables (qui comprennent les murs via les plantes grimpances, les toitures et les espaces verts autour du bâti). Tout plan-masse doit comporter un minimum d'espaces végétalisés pour déclencher un effet levier sur la biodiversité⁵¹. Enfin il conviendra de laisser ces espaces évoluer naturellement, en privilégiant un entretien sélectif.

La végétation nous procure des bénéfices⁵² : le couvert végétal prévient l'érosion des sols grâce aux systèmes racinaires, maintient l'humidité dans le sol (donc le vivant) ; enrichi par la décomposition végétale, il fait de l'ombre et augmente l'humidité (évapotranspiration) ce qui a pour effet de limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain et améliore, en retour, nettement la qualité du paysage. Un bel exemple de cercle vertueux !

Enjeu 3 - Préserver les sols de l'imperméabilisation

■ Pourquoi ?

La multiplicité des zones imperméables et des voies de circulation représente une contrainte de plus pour le vivant. S'il est difficile d'éviter l'étanchéisation du sol au niveau du bâti⁵³, en revanche les espaces extérieurs peuvent plus aisément rester perméables et assurer l'ensemble des services écologiques que nous leur attribuons, moyennant quelques astuces. Les sols absorbent l'eau, la filtrent de ses impuretés et la renvoient vers les nappes ou la végétation : un cycle naturel bien plus économe que le traitement des eaux de ruissellement. Les propositions ci-après résultent d'échanges avec des entreprises de travaux publics pour améliorer la perméabilité des villes au vivant :

⁵⁰ Comment augmenter la durabilité des agroécosystèmes en augmentant l'hétérogénéité spatiale et la biodiversité ? Sébastien Barot, IRD, BioSol-Bioemco.

⁵¹ D'après Emmanuel Boutefeu (Certu) - Contribution au groupe Eco-Quartiers du Meddtl.

⁵² Francis Hallé ; *Du bon usage des arbres, un plaidoyer à l'attention des élus et des énarques*, Actes Sud, 2011, 14 €.

⁵³ Quoique les techniques de montage des bâtiments sur pieux le permettent (voir fiche n° 10).



▲ La multiplicité des zones imperméabilisées et des infrastructures est un obstacle au déplacement d'un grand nombre d'espèces. © GFDL

■ Comment agir ?

- En conservant les espaces extérieurs perméables à l'eau de pluie, censée percoler vers le sous-sol, voire vers des nappes phréatiques ou encore vers des cours d'eau⁵⁴ ;
- En limitant l'extension des réseaux souterrains ou aériens : canalisations d'eau, de gaz, réseaux de communication, infrastructures linéaires ;
- En regroupant les tunnels de servitude pour le passage des réseaux de câbles, ce qui diminuerait considérablement le besoin de foncier, tout en facilitant l'accès à la maintenance ;
- En privilégiant pour les routes, voies piétonnes et allées nouvellement aménagées les revêtements poreux ou semi-poreux (dallages et pavages à joints ouverts, dalles végétales), ainsi que les surfaces semi-perméables sablées et stabilisés ou des revêtements semi-perméables (copeaux de bois, graviers) ;

54 D'après Bruxelles Environnement, plateforme écoconstruction sur www.bruxellesenvironnement.be



▲ Les revêtements drainants constituent de bonnes solutions alternatives aux dalles étanches : ils sont esthétiques, permettent l'infiltration de l'eau et n'empêchent pas la végétation de pousser. (1) et (4) Dans une allée entre bâtiments – (2) Sur un parking – (3) Les noues permettent de retenir les eaux de ruissellement et de les traiter. © Jonathan Flandin-Natureparif / GFDL / Lionel Pagès

- En prévoyant la création de noues (ravines recueillant le trop-plein d'eau en cas de ruissellement⁵⁵ et facilitant son infiltration dans les sols) ;
- En privilégiant dans les espaces piétinés des chemins herbacés ou des passages bois de type caillebotis (en choisissant du bois local non traité).

La lutte contre l'artificialisation des sols ne vise pas seulement à permettre l'infiltration de l'eau. Elle rétablit les échanges entre l'eau, la végétation, le sol et l'atmosphère, une des propriétés majeures des écosystèmes. Ceci implique :

⁵⁵ Les noues urbaines : recensement et analyse des expériences - Étude de faisabilité dans le cadre de la ZAC Nauzal Chaudron à Saint-Denis – DEA, conseil général Saint-Denis (193).



▲ La végétation tamponne les effets de la chaleur, absorbe certaines pollutions et offre un cadre de vie agréable. Elle est utile autour, sur et dans les bâtiments.

© GFDL

- D'éviter les contraintes de tassement et de stopper l'étanchéisation systématique ;
- De conserver les espaces attenants au bâti (bordures, voiries, espaces verts) en pleine terre ou en revêtements drainants et avec présence de végétation ;
- De placer les parkings de préférence en sous-sol ou en silos, sinon de les prévoir extérieurs et perméables ;
- D'étudier la possibilité de surélever le bâtiment, par le biais de pieux/pilotis (voir fiche n° 6), notamment en zone de fortes pluies ou afin de maintenir le déplacement d'espèces au sol.

Enjeu 4 - Pour une gestion intelligente des espèces invasives en milieu urbain ?

■ Pourquoi ?

Le cas des espèces invasives fait couler beaucoup d'encre. Elles sont identifiées comme une cause de perte de biodiversité à l'échelle mondiale, pour leur impact sur les milieux insulaires, foyers de nom-

breuses espèces endémiques. À l'échelle continentale, leur impact sur la biodiversité est en revanche discutable et discuté⁵⁶. Natives ou introduites, des espèces prolifèrent généralement lorsque les écosystèmes sont dégradés ou perturbés et que les interactions biologiques sont altérées. Par exemple, dans l'enceinte de certains sites industriels des populations de lapins se sont activement reproduites, à l'abri des prédateurs. En ville : Renouée du Japon, Buddleia, Sénéçon, Ailante, sont bien connues pour leur caractère envahissant dans certains contextes (lieux clos ou grillagés, terres de chantiers et de remblais, talus et bords de routes). Dans bien des villes d'aujourd'hui, bétonnées, asphaltées, les poches de vie, îlots rigides, milieux uniformes entre les immeubles ou entre deux barrières ne profitent qu'à quelques espèces ! Les opérations d'éradication, solution radicale dont les résultats à long terme, sont pour le moins incertains, sont donc la conséquence de ces **problèmes apparus plus en amont**.



▲ Le remplacement des murets et barrières par des haies végétales contribue à améliorer la biodiversité en permettant aux espèces de se déplacer sans encombre.
© GFDL

Dans un écosystème en bonne santé, diversifié et riche d'interactions complexes, aux fonctions intactes, les proliférations sont rares, brèves ou font partie du cycle de l'écosystème. Les surcoûts de telles opérations pour les collectivités ou les entreprises qui ont à gérer ces phénomènes pourraient dans la plupart des cas être évités.

⁵⁶ Voir actes de la rencontre technique de Natureparif : « Espèces envahissantes, questions d'écologie et de gestion », décembre 2011. www.natureparif.fr

■ Comment agir ?

- En anticipant la formation de milieux clos : en supprimant les barrières infranchissables (murs, grillages, dalles) existantes et, au besoin, en les remplaçant par des haies végétales ;
- En renaturant les espaces tout en renforçant la diversité génétique et spécifique des espèces.



Paroles d'acteurs : une station d'épuration écologique intégrée au paysage »

Par Ruba Alabed, agence AR Architectes

La station des Plantains de Beynes (78) se situe au cœur d'un site remarquable, bordé par une station d'épuration écologique intégrée au paysage avec, d'une part des fouilles archéologiques au sud et, d'autre part, des terrains agricoles au nord. Le pari architectural a consisté à respecter la dynamique écologique des lieux en intégrant le bâtiment au paysage : volumes, hauteurs et revêtements permettent d'harmoniser la construction avec son environnement proche.

La conception des locaux a intégré les principes HQE pour la structure, l'isolation, la biofiltration, et les consommations énergétiques. Le bâtiment est ainsi habillé d'un bardage en bois et paré d'un revêtement en gabions. Bioclimatique, la conception de la station d'épuration porte une attention particulière à la faune et la flore présente sur les lieux : des prairies sont prévues dans l'aménagement paysager, incluant différentes variétés d'arbres et de fleurs sauvages. Le bois non-traité est omniprésent dans cette construction : le système constructif se compose de murs, de planchers et d'une charpente en bois. Le bois provient de France, le bilan carbone de la construction est ainsi optimisé et l'isolation est réalisée en agromatériaux.

Un bassin de rétention recueille les eaux pluviales et de ruissellement permettant ainsi la création d'habitats pour les espèces tout en garantissant une réserve d'eau disponible. Les zones de circulation sont équipées de dalles alvéolées *evergreen* augmentant ainsi les espaces enherbés tout en drainant les eaux de pluie dans le sol. Ce procédé stable simple et rapide à poser ne nécessite pas de terrassement pour sa mise en place, ce qui ne dénature pas les fonctions du sol. Enfin, des macrophytes (plantes aquatiques), traitent les boues de la station d'épuration.

PHASE 2 - CONSTRUIRE

Avec la construction, nous abordons l'exécution : l'entreprise en charge des travaux applique les prescriptions de l'architecte et du maître d'ouvrage, même si elle intervient parfois à titre de conseil dans la conception du projet, notamment dans le cas des grands groupes de BTP. Cela souligne l'importance d'une prise de décision, en amont, des options à retenir pour le volet biodiversité du projet et d'instaurer un dialogue constructif entre les acteurs afin d'intégrer ces nouvelles données.

Cette deuxième partie de notre guide s'appuie sur les propositions de la précédente et dresse un panorama des techniques et procédés innovants offrant aux entreprises la possibilité de développer de nouvelles compétences, de se différencier de la concurrence et de se saisir de nouveaux marchés prometteurs, à valeur ajoutée immobilière et leur permettant de renforcer leur image de marque.



Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 6 - Construire en préservant les sols et leurs fonctions

■ Pour qui ? :



▲ Est-il possible de construire sans systématiquement terrasser, aplanir et recouvrir les sols ? © Lionel Pagès

■ Quel intérêt ?

D'un point de vue **pédologique**⁵⁷, les sols assurent des fonctions indispensables mais méconnues des utilisateurs : ils abritent l'humus et son complexe argilo-humique, réservoir de fertilité chimique formant une couche superficielle sensible, siège d'une activité organique intense ; les sols stockent, filtrent et épurent l'eau grâce aux micro-organismes abondamment présents ; ils servent de support physique aux plantes, constituent une réserve d'eau, de nutriments et de minéraux permettant à ces dernières de s'alimenter ; enfin ils stockent une très grande quantité de carbone sous forme de matière organique morte issue des résidus végétaux et de leur transformation (les sols renferment à l'échelle mondiale plus de carbone que les organismes vivants et l'atmosphère réunis)⁵⁸.

⁵⁷ La pédologie est la science des sols, de leur formation et de leur évolution.

⁵⁸ D'après Sébastien Barot, laboratoire Bioemco.

Enjeu 1 - Réussir la préparation du chantier et préserver la nature existante

■ Pourquoi ?

Les zones de friche, les parcelles désaffectées ou les terrains laissés sans activité en vue d'un chantier recèlent souvent une diversité biologique insoupçonnée, refuge de nombreuses espèces : la nature s'est



▲ Construire tout en conservant la nature existante ? © Régis Debert

installée spontanément et a constitué une réserve de vie fonctionnelle à préserver le mieux possible.

■ Comment agir ?

- En pensant à limiter la zone de chantier au strict minimum, à éviter les aires de stockage inutiles (dans le cas de chantiers mobiles, attention à l'entreposage de produits toxiques, etc.) ;
- En protégeant les arbres remarquables des aléas du chantier⁵⁹ et en conservant le maximum de végétation existante ;
- En conservant la terre et la banque de graines si un creusement s'impose ;
- En se référant à un éventuel diagnostic écologique pour apprécier la nature du sol sur une carte, en évitant de dégrader les sols profonds.

Enjeu 2 - Limiter le tassement et la déstructuration du sol

■ Pourquoi ?

La déstructuration des sols (perte des qualités physiques et chimiques), lors des travaux (terrassement, fondations, linéaires de transport, passage des engins, etc.) tout comme leur minéralisation croissante (dalles, routes et parkings étanches), impacte directement la biodiversité. Pour y remédier, les maîtres d'ouvrage devront inciter les entreprises du BTP à développer de nouvelles pratiques :

■ Comment agir ?

- En prévoyant, à l'aide d'une étude pédologique, un plan-masse qui privilégie le bâti sur les zones a priori moins intéressantes (les terres plus fertiles ou moins dégradées pouvant être réservées en priorité à d'autres usages comme les espaces verts ou les jardins partagés, voire l'agriculture urbaine) ;
- En veillant tout particulièrement à limiter aux abords du chantier le passage des engins pour minimiser les contraintes de tassement ;
- En organisant le chantier de manière à éviter le tassement excessif et le souillage du sol par les matériaux pouvant lessiver ;

59 Plus d'information dans les fiches du Caue de Gironde (www.cauegironde.com)

- En conservant la terre en excédent pour l'aménagement des espaces verts et la création éventuelle d'une toiture végétalisée en terre locale.

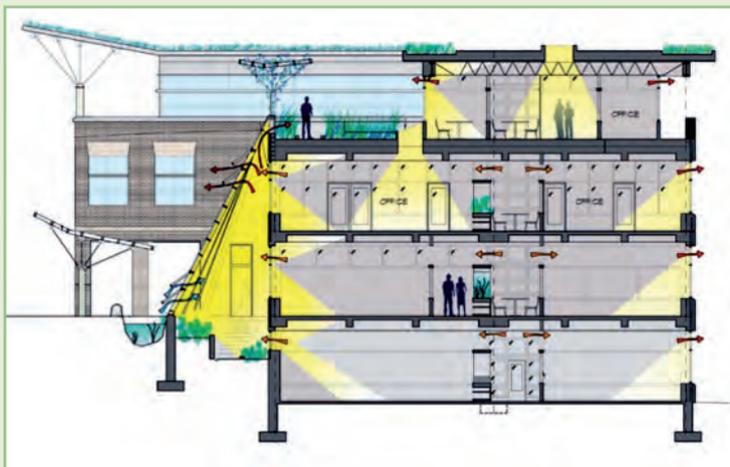


▲ « Faire propre », première étape d'un chantier. Cette habitude peut-elle changer afin de conserver les sols en état, de préserver la végétation existante et d'organiser au mieux son chantier ? © Lionel Pagès

Enjeu 3 - Si l'on construisait les bâtiments sur pieux ?

■ Pourquoi ?

Peu de techniques de construction évitent la dégradation des sols. Comment construire sans aplanir, creuser ou terrasser ? Il existe pourtant des alternatives, notamment dans les zones de relief lorsqu'il est difficile de terrasser. Il s'agit de la **construction sur pieux ou pilotis**. Peu fréquents en France, les pieux garantissent pourtant une emprise foncière minimale et permettent d'éviter la dégradation des différentes



▲ La construction sur pieux présente un double avantage : elle évite le tassement et l'imperméabilisation excessive des sols. En outre, elle se prête à la déclivité des terrains tout en préservant les continuités écologiques. © GFDL

couches du sol. Leur installation est aussi parfaitement réversible. Selon plusieurs sources⁶⁰, la construction sur pilotis est économe en comparaison des travaux de terrassement conventionnels avec fouille. De plus, l'espace entre le sol et le bâti sert de refuge à de nombreuses espèces (plantes ombrophiles, insectes et petits mammifères)⁶¹. Les opérateurs peuvent également utiliser cette technique pour des bâtiments collectifs, à plusieurs étages⁶².

■ Comment agir ?

- En étudiant le relief des terrains ; dans le cas de dénivelés, cette technique protège des remontées d'humidité, assure une ventilation sous le bâtiment, facilite l'écoulement de l'eau et réduit le risque d'inondations.
- En déterminant la hauteur nécessaire pour permettre le déplacement des espèces sous les pieux : il existe des systèmes de pieux vissés pour une réversibilité optimale ;
- En prévoyant d'éventuelles remontées d'humidité.

⁶⁰ <http://www.maisonboissurpilotis.com/PAGES/CONCEPTION07.html>

⁶¹ http://www.habiter-autrement.org/11.construction/15_cons.htm

⁶² <http://www.capital.fr/immobilier/actualites/les-logements-sociaux-de-demain-immeubles-sur-pilotis-appartements-avec-terrasses-et-cabanes-en-bois-397207>

◀◀ Paroles d'acteurs : la construction d'un écoquartier avec logements collectifs sur pieux, dans la ZAC du Séqué, à Bayonne »

Par François Gouffrant, adjoint au maire de la ville de Bayonne

Pour répondre à une forte demande de logements, tout en étant exemplaire d'un point de vue environnemental, la ville de Bayonne a réalisé un écoquartier structuré autour du paysage et de la biodiversité, véritables ossatures du projet. Sur les 14 ha que compte le site, seuls 6,8 ha vont être urbanisés. Le bois (espace boisé classé) et le lac (zone N du PLU) sont conservés et s'intègrent pleinement dans l'aménagement. Un corridor Nord/Sud est maintenu et permet une continuité entre les espaces naturels. Le lac est utilisé comme bassin de rétention et des noues végétales y acheminent les eaux pluviales. Malgré la participation de dix promoteurs à la réalisation du site, la concertation des acteurs a permis de garantir la cohérence architecturale et paysagère des projets immobiliers en contrôlant le respect du cahier de prescriptions.

Ainsi des toitures végétalisées seront installées sur plusieurs des bâtiments. La majorité d'entre eux sont construits sur pieux (voir photo page 104). Cela confère à cet écoquartier deux avantages : d'une part le sol reste en capacité d'assurer ses fonctions de filtration et rétention d'eau, d'autre part cela maintient les continuités écologiques de la parcelle, à l'échelle du quartier. Les toits végétalisés font office de zone relais pour les insectes et l'avifaune tandis que les pilotis permettent de dégager des couloirs pour le passage de la microfaune et des mammifères. Enfin, ce système est moins impactant pour les arbres existants et plus réversible que les fondations en radier.

Une partie des haies existantes est conservée et l'ensemble des essences utilisées pour les plantations sont des espèces indigènes. L'harmonisation dans l'utilisation des végétaux par les différents opérateurs permettra d'obtenir une continuité paysagère. Les arbres remarquables sont conservés dans chacune des parcelles du projet et protégés durant les travaux. La création d'un verger est également prévue. L'objectif est de faire participer les habitants à son entretien et de créer un circuit court au sein du quartier. Au pied de chacun des immeubles, des composteurs sont prévus pour une réutilisation directe dans le verger et les espaces verts collectifs.



▲ L'écoquartier du Séqué, à Bayonne, a choisi de surélever plusieurs de ses bâtiments collectifs afin de préserver l'état des sols et les continuités écologiques.

© Jonathan Flandin



Paroles d'acteurs : le procédé de techno pieux »

Par Ruba Alabed, agence AR Architectes

Pour une stabilité optimale, une maison peut être construite directement sur des pieux. AR Architectes a choisi un procédé importé du Canada⁶³ pour sa maison écologique en ossature bois à Thomery [77]. Cette technique porte sur un choix de pieux en acier allant jusqu'à 8 m de profondeur pour reposer sur le bon sol (la moitié du terrain étant inondable). La dalle du rez-de-chaussée est optimisée en tenant compte des éventuels ponts thermiques. Cette technique à l'avantage d'être **totale**ment réversible, étant donné la faible emprise foncière des pieux, même s'ils sont nombreux, et le caractère totalement recyclable de l'acier ce qui permet de ne générer aucun déchet. L'élévation de l'habitation offre un nouvel écosystème ombragé aux espèces vivantes (chiroptères, petits mammifères, reptiles qui y trouveront des conditions de vie agréables). En cas de mouvement du sol, une gaine très résistante a été spécialement conçue pour recouvrir le pieu. De dimension variable selon le pieu choisi, elle glisse le long du pieu et permet une parfaite stabilité lors des périodes de gel/dégel ou de sécheresse. La fondation demeure stable et solide.

63 Sources complémentaires : www.technopieux.com



Paroles d'acteurs : en savoir plus sur les sols »

Par Sébastien Barot, IRD-Laboratoire Bioemco (UMR 7 618)

La biodiversité des sols est extrêmement riche mais reste encore largement inconnue. Plus de six mille espèces de vers de terre et environ un million d'espèces d'acariens habitent le sol et pourtant très peu ont été décrites ! La diversité des micro-organismes est encore plus élevée : il y aurait mille espèces de bactéries et de champignons par gramme de sol. En interagissant avec le milieu physico-chimique, ces organismes vivants sont en grande partie à l'origine des services écosystémiques fournis par les sols. C'est la macrofaune (vers de terre, cloportes, fourmis etc.) qui incorpore et fragmente les débris végétaux. D'autres, les coprophages, transforment ces débris en une matière organique complexe et diversifiée qui lui confère une stabilité qui dépasse le millénaire.



▲ La mise au point de véritables techniques d'évitement de la dégradation des sols et de restauration des sols urbains devient nécessaire dans le domaine de la construction. © Lionel Pagès

Les sols urbains sont soumis à de nombreuses contraintes. Les zones urbaines se singularisent notamment par la diversité des milieux qui les composent, leurs multiples spécificités physico-chimiques (émissions diverses, îlot de chaleur urbain, imperméabilisation des sols, augmentation de la teneur en CO₂ atmosphérique) et la particularité de cycles biogéochimiques très ouverts. On sait aussi que les espaces verts urbains sont soumis à des pratiques de gestion souvent radicales. Par exemple, la matière organique végétale est généralement exportée

(tonte des pelouses, récolte des feuilles mortes). Enfin, de nombreux sols urbains sont entièrement artificiels (construits sur des remblais, privés d'apports de matière organique fraîche, etc.).

Le fonctionnement des sols urbains a très peu été étudié. Cependant, une série d'expériences originales s'inscrivant dans le programme Urban-Rural Gradient Experiment (Urge) a analysé un gradient urbain-rural (territoire s'étendant du centre-ville dense au rural, sur 130 km) dans la région de New York. Cette étude a montré que les sols urbains comparés aux sols non urbains présentent :

- Une biomasse microbienne inférieure, surtout concernant la biomasse fongique ;
- Une litière plus récalcitrante, notamment à cause d'un haut rapport lignine/azote ;
- Une matière organique des sols plus difficilement minéralisable ;
- Un plus grand stock de carbone passif.

Ces résultats ne sont probablement pas généralisables, mais constituent une première preuve du fonctionnement original des sols urbains et confirment l'intérêt de lancer des programmes de recherche sur le sujet, et notamment en Île-de-France.

Du fait de l'influence prépondérante des activités humaines sur les sols urbains, il semble aussi possible, en changeant la gestion de ces sols et la végétation qu'ils supportent, d'augmenter les services écosystémiques qu'ils fournissent gratuitement, localement pour les habitants des villes (production agricole urbaine et périurbaine) ou globalement (stockage de carbone). D'une manière générale la gestion des sols, de leur biodiversité et de la matière organique morte qu'ils renferment est fondamentale pour le développement de pratiques novatrices. Par exemple, le premier problème inhérent à la création de toits verts est la constitution d'un sol artificiel, fonctionnant bien et durablement. Le même problème se pose pour l'agriculture urbaine (sur les toits ou non) avec la contrainte supplémentaire que le sol ne doit pas être pollué (par des métaux lourds par exemple). Enfin, la gestion différenciée des espaces verts passe inmanquablement par une prise en compte des sols et de leur biodiversité, qui sont trop souvent oubliés dans les plans de gestion. Tout cela nécessite la mise au point de véritables techniques d'ingénierie écologique pour les sols urbains.

Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 7 - Construire des bâtiments accueillants pour les espèces locales

■ Pour qui ?



▲ En jouant sur leur forme, les bâtiments pourraient devenir de véritables habitats-support pour les espèces locales, comme ici à Dietikon (Suisse). © Earth houses

■ Quel intérêt ?

La présence de nature constitue, sans conteste, un atout pour le cadre de vie, le bien-être et la santé des occupants (élimination des pollutions par les végétaux, régulation des pathogènes par les insectes). La verdure, le chant des oiseaux, une belle perspective arborée, une prairie naturelle en fleurs nous apaisent. Selon une étude de Plante & Cité⁶⁴, sur les lieux de travail, les espaces verts contribuent à l'amélioration du bien-être des travailleurs. Des aménagements simples peuvent être réalisés sur le bâti et dans les espaces extérieurs pour favoriser différentes communautés vivantes (oiseaux, chauves-

64 <http://www.plante-et-cite.fr>

souris⁶⁵, fleurs, insectes, batraciens, micro-organismes, reptiles). En s'appuyant sur les diagnostics écologiques réalisés précédemment et sur l'expertise d'un écologue, il va s'agir d'assurer aux espèces un cadre de vie favorable. Intégrer la biodiversité dans le bâti, ce n'est pas réintroduire de nouvelles espèces, c'est avant tout conserver ou recréer des conditions favorables aux espèces locales.

Enjeu 1 - Protéger les oiseaux, ces indicateurs de l'état de santé de la nature

■ Pourquoi ?

Largement observés et étudiés, les oiseaux sont de très bons indicateurs de l'état de santé de la biodiversité : les scientifiques constatent que la modification de leur environnement entraîne une régression de



▲ Quelques aménagements simples permettraient d'héberger des oiseaux.

© AR Architectes / Stephanie Clancy / GFDL

⁶⁵ Un guide très complet sur les chauves-souris dans le bâti est disponible sur : http://www.refugechauves-souris.com/Pdf/GuideTechnique_RefugeChS.pdf

leurs effectifs. La construction des bâtiments participe de ce déclin alors que quelques aménagements simples, prévus à l'avance, permettraient de leur offrir le logis⁶⁶. Si ces actions visent en premier lieu les oiseaux, elles favoriseront également tout un cortège d'espèces qui dépendent d'eux. En s'appuyant sur les inventaires et les conseils des associations naturalistes ou des écologues, les architectes pourront prévoir les structures adaptées :

■ Comment agir ?

- En intégrant des nichoirs directement dans la structure de la charpente, sur les façades ou sur les toits, pour offrir un gîte aux espèces qui nichent et se déplacent à proximité (hirondelles par exemple) ;
- En privilégiant les murs poreux, munis d'anfractuosités, de cavités et de recoins, propices à plusieurs oiseaux ;
- En développant de nouveaux matériaux de surface (espaces creux dans le mur, parpaings munis de cavités) ou en créant des gabarits dans les murs.
- En évitant la multiplication de bâtiments modernes, lisses, de type buildings en verre, qui n'offrent pas (ou trop peu) de sites potentiels de nidification (ni cavités, ni fissures)⁶⁷ et qui sont responsables de collisions⁶⁸ : des oiseaux⁶⁹ meurent par millions chaque année ; des lignes blanches espacées de 10 centimètres, permettent de diminuer de 80 % les chocs contre les murs antibruit bordant les autoroutes ;
- En prévoyant des surfaces accessibles aux plantes, mousses et lichens, donc aux insectes qui s'y abritent et aux oiseaux qui s'en nourrissent ;
- En évitant les traitements nocifs (peinture, insecticides, fongicides) et en utilisant des bois non traités et naturellement résistants ;
- En identifiant les endroits stratégiques où installer des nichoirs supplémentaires⁷⁰ : greniers, combles, dépendances (tuiles, chatière, œils-de-bœuf non-vitrés ou toute ouverture réalisée sous le toit).

⁶⁶ La Ligue de protection des oiseaux met à disposition des nichoirs adaptés à certaines espèces.

⁶⁷ D'après une étude comparative entre habitations neuves et anciennes menée en 2006 à Marne-la-Vallée (77), par l'ornithologue Julien Birard sur les habitudes de 40 espèces d'oiseaux.

⁶⁸ Au Canada, la ville de Toronto a édité des guidelines pour éviter les collisions récurrentes entre oiseaux et bâtiments. Télécharger ici : http://www.toronto.ca/lightout/pdf/development_guidelines.pdf

⁶⁹ <http://cor-ge.ch/docu/DgBaiesVitreesHalteAuxPiegesInvisibles.pdf>

⁷⁰ Voir le site www.nosoiseaux.ch pour une information plus détaillée sur les nichoirs.

Enjeu 2 - Favoriser les insectes, la pollinisation et la lutte biologique

■ Pourquoi ?

Les insectes jouent un rôle crucial dans le déclenchement des maladies en régulant d'autres populations d'insectes : c'est ce que l'on appelle la « lutte biologique »⁷¹ (comme dans le cas des coccinelles qui dévorent les pucerons ou du trichogramme, prédateur des pyrales) ; ils assurent la pollinisation, indispensable à la reproduction des plantes (70 à 80 % des plantes à fleurs sont pollinisées par les insectes en Île-de-France ; environ 30 % de la production agricole dépend aussi de cette pollinisation). La variété des habitats urbains offre aux insectes, très adaptatifs, des milieux de vie intéressants. En revanche, les pratiques liées à l'utilisation de pesticides, la disparition des prairies naturelles fleuries, le traitement des façades de bâtiments, ou les tontes excessives dans les espaces verts ne leur sont pas favorables.



▲ Les revêtements et façades poreuses, munies d'anfractuosités, (à droite), permettent aux plantes grimpantes de s'y accrocher et aux insectes de trouver refuge, à la différence des façades lisses et vitrées (à gauche). © GFDL

■ Comment agir ?

■ En conservant les cavités existantes, fissures stables, joints non bouchés⁷² ; les poteaux creux, les façades poreuses permettent d'abriter ces espèces sans intervention supplémentaire et sans gêne pour les usagers des lieux ;

⁷¹ La définition officielle (de l'Oiib-Srop) stipule que la lutte biologique est « l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs ».

⁷² Voir fiche technique : http://www.farre.org/fileadmin/medias/pdf/fiche_techique_01.pdf

- En ne traitant pas les surfaces des bâtiments ;
- En concevant des **abris à insectes**⁷³ (fagots de bois mort, tiges creuses, briques et bûches percées de trous de différents diamètres, pots remplis de paille posés ou suspendus dans les arbres fruitiers) ;
- En favorisant l'habitat des pollinisateurs sauvages, comme la prairie fleurie. Si l'abeille domestique est un excellent vecteur de sensibilisation à l'importance de la biodiversité (pollinisation), il convient de ne pas en saturer l'espace urbain⁷⁴.

Enjeu 3 - Privilégier les plantes grimpantes plutôt que les murs végétalisés

■ Pourquoi ?

À l'instar des toitures (voir fiche n° 18), les murs végétalisés se développent dans les régions urbanisées. Atout esthétique et visuel incontestable, leur mise en œuvre présente plusieurs inconvénients techniques : une structure porteuse particulière (bardage en acier) et une irrigation importante.

L'idée de verdir les murs, au-delà de l'effet de mode, doit rester cohérente avec une vision écologique globale que ce soit par rapport aux espèces choisies, mais aussi aux impacts indirects (consommations d'eau, production et provenance des plantes, structure porteuse). Les **plantes grimpantes**⁷⁵ (clématites, chèvrefeuilles...) offrent une alternative écologique, décorative et économique. Leur encombrement au sol est réduit et elles colonisent les surfaces stériles telles que les murs et les clôtures. À terme, elles deviennent un écosystème à part entière que l'on n'a pas besoin d'entretenir avec excès.

■ Comment agir ?

- En conservant une ouverture au sol au pied des façades pour accueillir des plantes grimpantes, associées ou non à des herbacées, vivaces ou graminées ;
- En prévoyant un travail du sol sur 40 à 50 centimètres de profondeur et, quelle que soit la plante concernée, 1 m² de surface ;

⁷³ <http://alsace.lpo.fr/docLPO/Hotel-Insectes.pdf>

⁷⁴ Gadoum et al. ; Jachères apicoles et jachères fleuries : la biodiversité au menu de quelles abeilles ? Courrier de l'environnement de l'Inra n° 54, septembre 2007.

⁷⁵ Pour une information complète sur les plantes grimpantes, consultez le rapport d'Anne-Marie Bernier pour le Centre d'écologie urbaine de Montréal : <http://www.ecologieurbaine.net/plantes-grimpantes>



▲ Les plantes grimpantes (à gauche) ne nécessitent pas de structure porteuse spécifique, un faible entretien et moins d'eau que les murs végétalisés (à droite).

© J.P Gautier/Lionel Pagès

- En prévoyant une façade poreuse et munie d'anfractuosités pour permettre aux plantes grimpantes de s'y accrocher et en utilisant des matériaux non traités ;
- En choisissant des espèces adaptées⁷⁶ ne nécessitant que peu d'entretien et en tenant compte des spécificités du climat, de l'orientation du bâti, de l'ensoleillement⁷⁷ ;
- En conservant autant que possible les mousses et les lichens⁷⁸, généralement éliminés sur le crépi par des traitements antifongiques, parce que « ça fait sale », car ces organismes vivants sont de véritables indicateurs de la qualité de l'air. Ils sont sensibles à la pollution atmosphérique et participent à son épuration en accumulant les polluants. Ainsi les mousses sont tuées par le cuivre, même à très faible dose et les lichens ne supportent pas le dioxyde de soufre. Si les murs en sont couverts, c'est le signe d'un air préservé !

⁷⁶ Le choix des espèces à favoriser et à accueillir sur la parcelle sera facilité en se rapprochant d'une association de protection de la nature locale.

⁷⁷ <http://www.rustica.fr/articles-jardin/arbres-et-arbustes/planter-plant-grimpante-a-bonne-orientation,3250.html>

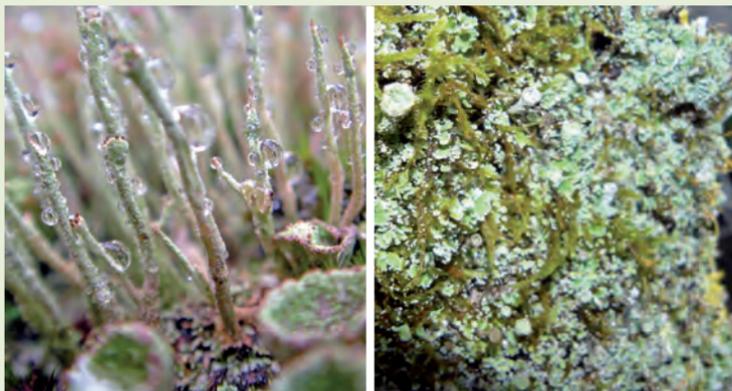
⁷⁸ Source : http://inflorescences.blog4ever.com/blog/photos-cat-96171-1948601686-mousses_et_lichens.html



Paroles d'acteurs : quelques idées pour accueillir la biodiversité et diversifier les milieux »

Par Olivier Lemoine, Élan France⁷⁹

Dans l'enceinte des bâtiments ou aux alentours, le gestionnaire peut laisser ou créer un espace enherbé de type prairie, servant de zone de refuge et d'alimentation pour les insectes pollinisateurs. Plutôt que d'ériger des murets en parpaings, l'idéal est de monter un mur de pierres sèches pour diversifier l'habitat. De nombreux animaux viendront le coloniser : escargots, lézards, etc. S'ensuivra tout le cortège d'insectes et d'oiseaux qui s'en nourriront ! Pensez également à varier les strates végétales : arbres et arbustes à fleurs et à baies, fourniront un excellent garde-manger pour les oiseaux et les insectes butineurs, ainsi qu'un formidable abri. Au sol, il est important de laisser ou de déposer du bois mort qui, en plus de sa valeur décorative, sert d'aire de développement à la microfaune du sol, larves, champignons, lichens⁸⁰. Collectez et rassemblez en un tas la matière organique végétale lors de l'entretien de l'espace vert pour produire du compost, refuge de petits animaux tels que cloportes, lombrics. Réservez des tas de feuilles ou de bois pour de petits mammifères, comme le hérisson, le mulot. Creusez des mares et des bassins avec des pentes douces, plantez-y des végétaux aquatiques pour accueillir



▲ Les mousses et les lichens présents sur les murs sont de véritables indicateurs de la qualité de l'air. © GFDL

⁷⁹ <http://construirevert.canalblog.com/tag/biodiversit%C3%A9>

⁸⁰ Pour maximiser la biodiversité dans les bâtiments, les lecteurs trouveront de précieuses informations auprès de Bruxelles Environnement : [http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/\[S\(pnmngc452sate5455zza3bv\)\]/docs/TER05_FR.pdf](http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/[S(pnmngc452sate5455zza3bv)]/docs/TER05_FR.pdf)



▲ Cette gueule-de-loup est arrivée spontanément, transportée par le vent ou les oiseaux. Laisser se produire des éléments spontanés, une jolie façon de favoriser la biodiversité ! © Nadia Loury

des batraciens, comme les grenouilles et salamandres, voire des tritons, mais aussi des insectes comme les libellules. Favorisez la présence de l'avifaune et des chauves-souris, en plaçant des nichoirs le long des murs, sous les toits et en conservant les arbres creux. Bannissez totalement les pesticides, fongicides, herbicides, insecticides, engrais.

Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 8 - Réaliser des toitures végétalisées favorisant la biodiversité⁸¹

■ Pour qui ?



▲ Les écologues recommandent de réaliser des toitures végétalisées avec une végétation locale et diversifiée et un substrat proche d'un sol naturel.

© Breaking Ground Green Roof

■ Quel intérêt ?

La végétalisation des toitures connaît un succès grandissant. Au-delà de l'effet de mode, elle contribue à améliorer les fonctionnalités écologiques dégradées par l'urbanisation à condition qu'elle soit réalisée selon une méthodologie rigoureuse et qu'elle s'inscrive dans un ensemble d'actions cohérentes et globales (gestion écologique des

⁸¹ L'Observatoire départemental de la biodiversité urbaine de la Seine-Saint-Denis (Odbu) et Natureparif, l'agence régionale pour la nature et la biodiversité en Île-de-France, en appui technique avec Plante & Cité et du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) se sont associés pour élaborer cette fiche-technique, afin de contribuer à une évolution positive des pratiques.

espaces verts, restauration de la qualité des sols urbains, réflexion sur les continuités écologiques), évoquées par ailleurs dans ce guide.

À l'heure actuelle, la majorité des toitures végétalisées construites en France (95 %), sont faites sur de la pouzzolane de faible épaisseur avec des espèces de *Sedum*, principalement en raison de leur faible coût, de leur légèreté et de leur faible entretien, ce qui les rend adaptables à de nombreux bâtiments existants ou en projet⁸². Or, l'intérêt de ce type de toitures pour la biodiversité n'est pas avéré, au même titre que ne le sont pas d'autres avantages souvent évoqués, comme la protection mécanique, l'isolation thermique, la rétention des eaux pluviales, l'action sur la qualité de l'air, la capture du CO₂, la qualité du cadre de vie. Peu d'expérimentations et de publications scientifiques permettent encore de statuer de manière fiable et consensuelle sur les bénéfices supposés qui semblent fortement varier en fonction du type de toiture végétalisée.

Selon le contexte et la portance du toit, les écologues recommandent de reproduire sur la toiture le type de milieu qu'ils observent à proximité, en tenant compte des objectifs suivants :

- Une végétation adaptée aux conditions locales et variée ;
- Un substrat de hauteur suffisante et de qualité proche d'un sol naturel.

Enjeu 1 - Prévoir une végétation diversifiée et adaptée aux conditions locales

■ Pourquoi ?

Les toitures extensives aujourd'hui plantées sont presque exclusivement du genre *Sedum*, de la famille des *Crassulaceae*, en raison de leur capacité de résistance à la sécheresse (photosynthèse de type CAM)⁸³ et de leur important pouvoir couvrant. Bien adaptés aux toits supportant un faible poids, les « tapis » de sédums sont généralement trop peu diversifiés et le substrat trop fin pour être qualifiés de favorable à une diversité végétale. Aussi, nous vous recommandons de rompre avec la monoculture de sédum pour adopter une plus grande diversification des plantes (entre 20 et 30 espèces).

⁸² Pour des informations détaillées sur les toitures extensives (hors biodiversité), consultez la fiche qui leur est consacrée sur le site de l'Arene Île-de-France.

⁸³ CAM=Crassulacean Acid Metabolism - Métabolisme découvert chez des plantes appartenant à la famille des *Crassulaceae* (comme les *Sedums*) qui, à la différence d'autres plantes, ont la capacité de fixer le CO₂ dans l'obscurité ; un phénomène adaptatif pour limiter, entre autre, les pertes d'eau par transpiration.



▲ Sur cette toiture berlinoise, plus de 55 espèces de plantes ont été observées, essentiellement spontanées et locales. © Urban Habitats 2010

■ Comment agir ?

- En prenant en compte le climat local (pluviométrie, température, direction et force des vents) dès la conception de la toiture, pour choisir le type de végétation à planter. La hauteur du bâtiment joue également un rôle, notamment compte tenu de l'intensité des vents ;
- En s'appuyant sur un inventaire botanique des milieux alentour pour choisir la végétation à favoriser sur la toiture, ou encore en consultant les études naturalistes déjà réalisées dans le secteur ;
- En diversifiant les plantes⁸⁴, en privilégiant les vivaces dont certaines mellifères, pour contribuer à attirer insectes pollinisateurs et oiseaux⁸⁵ ;
- En prenant en compte les caractéristiques de développement des plantes, comme la profondeur des racines, le rythme de croissance et en identifiant les déchets végétaux qui peuvent boucher les évacuations ;
- Pour les toitures peu porteuses, en sélectionnant des plantes moins imposantes, comme les graminées, des plantes à bulbes ou encore des légumineuses ;

⁸⁴ Certaines pépinières, encore rares, se tournent aujourd'hui vers la production d'essences adaptées aux conditions locales. Afin d'aider ces filières à se développer, exigez de vos fournisseurs des garanties de provenance et de mode de production.

⁸⁵ Lundholm J, MacIvor JS, MacDougall Z, Ranalli M, 2010, Plant Species and Functional Group Combinations Affect Green Roof Ecosystem Functions, PLoS ONE.

- Pour les toits suffisamment porteurs, en plantant aussi bien des graminées que des arbustes et des arbres (certains toits présentent jusqu'à 2 mètres de substrat et une végétation de chênes et hêtres⁸⁶). Plus les espèces sont nombreuses, plus elles utilisent efficacement les ressources disponibles à proximité (eau, lumière, nutriments) et résistent aux contraintes extérieures (climat, pollutions, prédation). La diversité végétale favorise la présence des micro-organismes et de la microfaune du sol, dont le rôle, souvent négligé, est crucial dans le bon fonctionnement du complexe végétation-substrat ;
- En aménageant des refuges pour la faune : nichoirs à oiseaux et chauves-souris, abris à insectes comme le bois mort, en diversifiant les micromilieus : la forme, les strates, la hauteur du substrat, les typologies de plantes.

Enjeu 3 - Utiliser un substrat de composition proche d'un sol naturel

■ Pourquoi ?

Le sol est le support de la croissance des plantes. Grâce à la biodiversité qu'il accueille, il assure sans que nous le voyions, des fonctions vitales. La composition et les propriétés physico-chimiques du substrat ont donc un impact très important sur les végétaux qui pousseront sur le toit. Sur des toitures en sédums, ce dernier est souvent très minéral et peu épais, ce qui ne laisse que peu de chance à une végétation diversifiée. Il conviendra donc de le faire évoluer pour accueillir une palette végétale plus variée et permettre le développement de la biodiversité.

Attention ! Les substrats du marché ne répondent que partiellement à cet idéal. 70 % à 90 % sont des graviers, pouzzolane, briques concassées, sable, auxquels on peut rajouter 10 à 30 % de matière organique.

■ Comment agir ?

- En privilégiant une épaisseur moyenne de substrat d'au moins 10 cm, avec des hauteurs variables (de 5 cm à 25 cm, voire 1 mètre⁸⁷) pour créer différents habitats ;

⁸⁶ Projet ZAC Rives de Seine, Lot A4 Est, Boulogne-Billancourt [92] - <http://chartier-dalix.com/index.php?education/boulogne-2010/>

⁸⁷ Dans son PLU, la ville de Montreuil (Seine-Saint-Denis) attribue une bonification pour les toitures végétalisées dont le substrat est supérieur à 80 cm (le coefficient est alors de 0,6 contre 1 pour des espaces verts en pleine terre ; ce coefficient passe à 0,2 lorsque le substrat est inférieur à 80 cm).



▲ **Plutôt que de la pouzzolane, le choix d'une terre locale amendée ou non de compost est plus judicieux pour la biodiversité.** © Pascal Gréboval/Jade

- En évitant d'utiliser des matériaux artificiels ou non renouvelables (tourbe) et en privilégiant les approvisionnements en circuit court ;
- En utilisant si possible de la terre prélevée *in situ* lors des travaux de terrassement, enrichie de compost issu de déchets verts (prévoir un espace de stockage de la terre) ; en effet, un sol naturel est riche en biodiversité (bactéries, acariens, champignons, vers de terre, cloportes, fourmis, etc.) qui transforme les débris végétaux en une matière organique complexe et diversifiée qui profite à la fertilité ;
- En conservant la banque de graines déjà présente dans la terre prélevée (donc adaptée au substrat) pour limiter les apports en végétaux ;
- Dans certains cas, l'inoculation de lombriciens (vers de terre) et de micro-organismes présents dans du compost permet de dynamiser la faune du sol, et donc retrouver un sol fertile et stimuler la croissance des végétaux.

Enjeu 4 - Un toit suffisamment porteur

■ Pourquoi ?

La portance et la pente conditionnent le type et l'épaisseur du complexe de végétalisation. Dans le cas des toitures extensives et semi-intensives,

la pente ne doit pas dépasser 20 % et la charge admissible se situe entre 30 et 350 kg/m². Pour les toitures intensives, la pente ne doit pas dépasser 5 % pour une charge admissible supérieure à 350 kg/m².

Si la diversification végétale et l'augmentation de l'épaisseur et de la qualité du substrat sont indispensables, en revanche elles impliquent une portance⁸⁸ plus grande, donc un coût supérieur.

■ Comment agir ?



▲ Les toits faiblement porteurs peuvent accueillir des milieux de type « prairie » (à gauche), plutôt que des tapis de sedum (à l'extrême droite). © Rémi Serrus

- En définissant très en amont le projet, afin que la structure soit conçue, dimensionnée et budgétée en conséquence ;
- En adaptant, dans le cas d'un bâtiment existant, l'épaisseur de la végétalisation à la structure et à la portance du bâtiment. Il est possible de travailler sur des épaisseurs différentes selon le positionnement des piliers et des structures porteuses, certains toits pouvant supporter des charges plus importantes, du moins localement, notamment au-dessus des murs porteurs. Un diagnostic du bâtiment pour connaître la charge réelle de portance au m² s'avérera utile ;
- En privilégiant les toitures dont la charge est supérieure à 150 kg/m² ;

88 Charge maximale admissible.

- En utilisant, dans la mesure du possible, les gardes corps, obligatoires pour garantir l'accessibilité, comme supports au développement de plantes grimpantes (on peut aussi créer des liaisons sol-toit à l'aide de filins) ;
- En recherchant des alternatives (revêtements à base d'huiles et résines végétales⁸⁹, biomembranes ; résidus recyclés) aux revêtements d'étanchéité fabriqués à partir du pétrole, ressource naturelle non renouvelable. Leur production tout comme leur traitement en fin de vie sont énergivores et émetteurs de pollutions ;
- En prévoyant dès la phase de conception du projet le devenir de la végétation lors de la rénovation future⁹⁰, voire de la déconstruction du bâtiment.

Enjeu 5 - Consacrer les toitures à d'autres usages

■ Pourquoi ?

Dans le centre comme en périphérie des villes, densité humaine et architecture favorisent l'émergence d'une nouvelle forme de culture pour des citadins en quête d'espace : les toitures offrent des espaces inattendus propices au jardinage d'agrément (horticulture et jardinage plaisir), à l'agriculture urbaine (jardins potagers, jardinage en bacs) privée, semi-privée, communautaire ou publique.

Le jardinage ornemental, l'entretien d'un potager peuvent favoriser la diversité du vivant si elles respectent les techniques de gestion écologique.

■ Comment agir ?

- En encourageant une technique horticole appelée « compagnonnage »⁹¹, qui consiste à planter ensemble des espèces, pour leur influence bénéfique et réciproque (fertilisation, action répulsive, attractivité ou toxicité sur des insectes spécifiques et/ou des herbes indésirables)⁹². Cette technique favorise la lutte biologique et permet ainsi l'arrêt de l'utilisation de pesticides et d'intrants chimiques ;
- En installant à l'échelle de l'immeuble, de la résidence, du quartier ou de la ville, des jardins de pluie⁹³. Les toitures et terrasses végé-

⁸⁹ http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/environnement-securite-energie-thematique_191/premier-revetement-d-etancheite-de-toiture-100-vegetal-article_7772/

⁹⁰ À l'instar du « Jardin sur le toit » réalisé par TOA Architectes pour le compte de la Ville de Paris et de Paris Habitat sur le toit d'un gymnase.

⁹¹ <http://www.jardin-a-manger.com/travauxdumoais/compagnonnage.htm>

⁹² [http://fr.wikipedia.org/wiki/Compagnonnage_\(botanique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Compagnonnage_(botanique))

⁹³ <http://www.snhf.org/cultivez-vous/la-plante-et-son-milieu/833-jardins-de-pluie.html>



▲ L'agriculture sur toit se développe de plus en plus et offre des réponses en matière d'alimentation et de nature en ville. © GFDL

talisées des immeubles agissent comme des éponges, elles retardent l'arrivée de l'eau dans les égouts et les stations d'épuration, qui parfois débordent lors des orages ;

- En favorisant les rotations culturales et en respectant les principes de l'agriculture biologique : polyculture et/ou usage de variétés anciennes. Les toitures peuvent permettre de tester de nouveaux types de composts (issus de la lombriculture et/ou des déchets fermentescibles alimentaires) ;
- En promouvant les pratiques favorisant les pollinisateurs sauvages, par le choix de plantations appropriées (fleurs sauvages, semences mellifères), l'installation éventuelle dans les milieux très urbains d'abris à insectes et surtout, le renoncement à l'usage des pesticides.

◀◀ Paroles d'acteurs : intégration de la biodiversité dans le programme environnemental type pour les collèges du conseil général de la Seine-Saint-Denis »

Par Anne Laure-Benoît, Observatoire départemental de la biodiversité urbaine

En 2011, le conseil général a engagé un vaste programme de construction, rénovation et restructuration de 21 collèges. Un programme environnemental type a été réalisé, en complément indissociable d'un programme fonctionnel et technique type réalisé pour l'ensemble des collèges concernés. L'objectif était de mettre en œuvre une démarche environnementale ambitieuse sur ces opérations. Basé sur la démarche HQE mais sans certification, on retrouve dans ce programme environnemental type la volonté de préserver et améliorer la qualité écologique et paysagère des sites :

- Réaliser un diagnostic écologique ;
- Conserver les arbres remarquables ;
- Réaliser un travail de concertation sur la mise en œuvre de la trame verte et bleue avec tous les acteurs concernés par le projet (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architectes, écologues, entreprise sous-traitantes, collectivités...) ;
- Privilégier une architecture favorable à la biodiversité (limiter l'imperméabilisation des sols, installer des toitures végétalisées, renforcer la présence des communautés animales et végétales sur le site...) ;
- Développer des projets pédagogiques autour des thèmes espaces verts et biodiversité...

Une étude bibliographique et une enquête de terrain ont également été menées en 2010 par l'Observatoire départemental de la biodiversité urbaine sur les toitures végétalisées en Seine-Saint-Denis (voir fiche n° 8). Le conseil général a, par ailleurs, élaboré en 2011 un guide méthodologique pour une construction durable qui définit les modalités de mise en œuvre concrète d'une démarche de qualité environnementale au cours d'une opération de construction ou de rénovation⁹⁴.

⁹⁴ Consultable à l'adresse suivante : <http://cooperation-territoriale.seine-saint-denis.fr/-Construction-durable-.html>

PHASE 3 - VIVRE ET GÉRER LES BÂTIMENTS

Le bâtiment peut maintenant prendre vie. Dans une situation idéale, les aménagements prévus pour favoriser la biodiversité ont été pensés **avant sa construction**. En effet, les retouches de dernière minute sur le patrimoine bâti existant font souvent dire aux gestionnaires que la biodiversité « coûte cher ». C'est pourquoi nous soulignons dans ce guide l'importance **d'anticiper** et de prévoir les investissements nécessaires dans le budget initial, ce qui permettra d'éviter des surcoûts à l'avenir.

Une bonne partie de notre vie se déroule à l'intérieur de bâtiments ou d'espaces construits, qu'il s'agisse de nos habitations, de nos quartiers ou des sites administratifs ou industriels sur lesquels nous travaillons, des lieux publics qui nous accueillent. D'ores et déjà, il est possible de travailler sur le comportement des usagers et des entreprises de gestion des espaces. De la gestion écologique des espaces verts aux traitements biologiques de l'eau en passant par le développement de l'agriculture urbaine et le compostage au pied des immeubles, voilà autant d'activités propices à la biodiversité, au lien social, à la qualité de vie et à la santé et qui, en somme, joignent l'utile à l'agréable.



Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 9 - Gérer écologiquement les espaces verts

■ Pour qui ?



▲ **Les espaces trop gérés et maîtrisés ne favorisent pas la diversité biologique.**
© Chamoux-Vidonne.

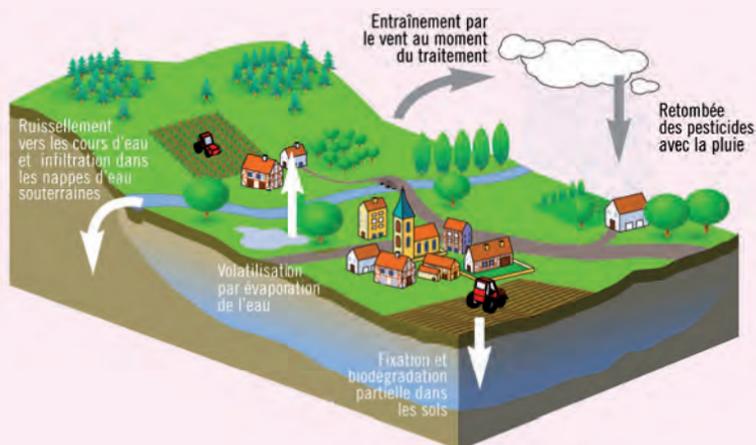
■ Quel intérêt ?

La gestion d'un espace vert dépend en grande partie de la façon dont il a été conçu au départ (cf. fiche n° 5) mais aussi, évidemment, des pratiques quotidiennes de celles et ceux qui en assument la responsabilité. La gestion traditionnelle fait un usage fréquent de produits phytosanitaires, utilise des plantes horticoles et ornementales nécessitant un entretien important, et pratique des tontes et coupes fréquentes. De son côté, la gestion écologique est moins lourde, parce qu'elle prône une tolérance de plus en plus grande de la végétation spontanée, l'arrêt des produits phytosanitaires et une organisation intelligente de l'espace. Cette **gestion différenciée des espaces verts** offre une alternative efficace en termes de préservation de la biodiversité.

Enjeu 1 - Zéro pesticide et engrais chimiques !

■ Pourquoi ?

En Île-de-France comme partout ailleurs, l'utilisation de pesticides est trop fréquente, en ville comme à la campagne et les conséquences de ces excès ont été abondamment décrites : contamination du sol, des eaux et accumulation dans les organismes vivants⁹⁵. Le coût moyen de la dépollution des seuls pesticides pour l'eau potable représente désormais en France 1/3 du chiffre d'affaires réalisé par la



▲ À l'instar de ce qui se passe dans les terres agricoles, les pesticides utilisés dans la gestion des espaces verts en milieu urbain s'infiltrent dans les sols, ruissellent dans les cours d'eau et perturbent les écosystèmes. © GFDL

vente de ces mêmes produits⁹⁶. De leur côté, les engrais ne sont pas en reste : leur utilisation génère des excès de nitrates, donc des risques pour la santé des écosystèmes (eutrophisation, accumulation d'azote vers les nappes et cours d'eau) et humaine. Pour couronner le tout, la production d'engrais chimiques nécessite des phosphates (produits miniers, donc destructeurs de milieux naturels) et de l'ammoniac, donc du gaz naturel, autant de ressources non renouvelables dont l'utilisation contribue à l'effet de serre... Un certain nombre d'enga-

⁹⁵ Selon un rapport de 2006 de l'Institut français de l'environnement (Ifen), le glyphosate et sa molécule de dégradation, l'Ampa, sont les contaminants les plus fréquemment retrouvés dans les eaux de surface en France.

⁹⁶ Financement de la gestion des ressources en eau en France - Étude de cas pour un rapport de l'OCDE - Commissariat général au développement durable - N°33, avril 2011, et site de l'UIPP.

gements politiques ont été pris pour réduire leur utilisation⁹⁷. **Natureparif soutient qu'il est possible de s'en passer totalement⁹⁸.**

■ Comment agir ?

- En substituant des moyens mécaniques (brosses, arrachage manuel) aux pesticides là où le désherbage est considéré comme indispensable ; même dans les espaces à contraintes (cimetières, jardins historiques), il existe des alternatives aux traitements chimiques et aux pesticides⁹⁹ ;
- En améliorant les fertilités, chimique (présence de minéraux et d'oligoéléments dans le sol disponible ou non pour les plantes), biologique (la vie dans le sol) et physique (stabilité structurale, porosité, perméabilité) ;
- En utilisant du compost avec parcimonie en lieu et place d'engrais chimique. Produit sur place (entretien des espaces verts et déchets fermentescibles des usagers), cela permettra également de réduire les coûts ;
- En accompagnant et en sensibilisant les usagers pour modifier les comportements et l'usage de produits.

La gestion écologique et différenciée des espaces verts n'est pas plus coûteuse, elle peut même être plus économe qu'une gestion classique, si toutefois l'espace vert est **pensé différemment**. C'est une opportunité pour les entreprises du paysage qui pourront faire évoluer leurs pratiques et pour les prestataires de service qui trouveront là un gisement d'emploi en s'appuyant notamment sur **l'activité d'insertion par l'économie¹⁰⁰**.

Enjeu 2 - Laisser la nature s'exprimer

■ Pourquoi ?

Peut-on laisser la nature se développer, sans forcément intervenir ? Si l'idée fait son chemin dans la gestion des réserves et parcs naturels, son application en ville peut sembler difficile, au regard des

⁹⁷ Le Grenelle de l'environnement prévoit la réduction de 50 % du volume des phytosanitaires d'ici à 2018 si possible, dans le cadre du plan Ecophyto 2018.

⁹⁸ Un certain nombre de collectivités franciliennes en apportent la preuve : elles ont atteint le « zéro pesticide ». Pour en savoir plus : consultez la cartographie des pratiques réalisée par Natureparif sur www.natureparif.fr/agir/acteurs-bio.

⁹⁹ Pour plus d'information, consultez les actes de la rencontre « L'objectif zéro pesticide dans les espaces à contraintes » organisée par Natureparif en 2011 sur www.natureparif.fr

¹⁰⁰ En Île-de-France, des associations d'insertion comme Halage et Espaces sont des prestataires reconnus pour la gestion différenciée.



▲ L'acceptation de la flore spontanée n'est pas encore acquise, mais de nombreuses initiatives, comme ici à Lausanne en Suisse, émergent pour faire connaître et accepter ces « sauvages ». © Marc Barra - Natureparif

contraintes de sécurité, d'accessibilité et de perception des citoyens. Pour autant, certains espaces construits nécessiteraient moins de gestion : accepter, dans un premier temps, le retour d'une nature spontanée fait partie des objectifs de lutte contre l'érosion de la biodiversité. Le passage par cette étape ne se fera pas sans réticences culturelles (gêne des friches, peur du sauvage), car il remet en cause nos perceptions, nos codes esthétiques, nos habitudes¹⁰¹...

■ Comment agir ?

- Laisser, selon l'état du sol et le lieu, la banque de graine qu'il contient et **les espèces pionnières s'exprimer spontanément**¹⁰² ;
- Limiter la fréquence des tontes, voire dans certains cas ne pas tondre du tout ! Le simple fait d'élever la hauteur de coupe d'une herbe ou d'un gazon augmente la présence d'insectes utiles à la dégradation de la litière du sol ;
- **Faucher une fois par an**, sans forcément exporter le produit de fauche qui sera laissé en décomposition pour fertiliser le sol ou en l'exportant si l'on souhaite conserver une prairie pauvre. Dans ce cas, la récupération des déchets verts peut servir à faire du compost qui sera réutilisé par ailleurs ;

¹⁰¹ Jean-Claude Génot, *La nature malade de la gestion*, 2008, Editions Ellebore.

¹⁰² Plante & Cité, centre technique national d'études et d'expérimentations sur les espaces verts et le paysage, coordonne le programme de recherche et d'expérimentation Acceptaflore sur l'acceptation de la flore spontanée.

- Pour l'entretien, il est recommandé de faucher en juin après la floraison de printemps et en octobre lorsque tout est fané, afin de favoriser le semis spontané ;
- Laisser **des espaces sans aucun entretien** afin de préserver des refuges pour la faune sauvage.

Enjeu 3 - Le pâturage pour entretenir certains espaces verts



▲ **L'écopâturage stimule la croissance des végétaux (herbivorie), fertilise (fèces) et aère le sol (piétinement), un plus pour la biodiversité.** © Jonathan Flandin - Natureparif

■ Pourquoi ?

Le pâturage est une des alternatives à la tonte et à la fauche dans la gestion des espaces. Certaines communes ont décidé de mettre en pâture leurs espaces verts, parfois même certains espaces privés. Les études scientifiques montrent que le pâturage augmente significativement le nombre d'espèces végétales et très fortement le nombre et la biomasse de lombrics¹⁰³. Ces derniers sont favorisés par le piétinement qui incorpore la litière au sol et par les fèces des animaux.

Par ailleurs, les herbivores ont des effets bénéfiques sur la compétition floristique (baisse de la hauteur de la strate herbacée, augmentation de la richesse minérale par intégration de la litière au sol, consommation d'espèces envahissantes). Certains professionnels proposent

¹⁰³ O. Chandioix, M. Vennetier, R. Esteve, Ch. Ripert, 2005, *Étude de la végétation des digues du Rhône : rapport final*, Cemagref / CNR, Aix en Provence, 74p.

aujourd'hui de mettre à disposition un ou plusieurs animaux en fonction de la surface à traiter. Ce type de programmes présente de multiples avantages : attractif pour les riverains et les promeneurs, charmés par la présence d'animaux paiseurs à proximité, ils participent aussi à la conservation du patrimoine génétique (variétés rares) des animaux d'élevage (ex. de la Chèvre des fossés)¹⁰⁴.

Enjeu 4 - Promouvoir les sciences participatives au jardin

■ Pourquoi ?

Pour être réussie, la gestion écologique doit être expliquée aux usagers. Des panneaux de communication explicatifs [« pourquoi cette pelouse n'est pas traitée ? » ou encore « ici zéro pesticide ! »] constituent des outils simples et indispensables pour faire passer un message mais suffisent rarement. Le jardin et les espaces verts sont aussi des endroits privilégiés pour pratiquer **l'éducation à l'environnement** afin de contribuer à changer de regard sur la nature des espaces verts. Les associations naturalistes, notamment, peuvent nous y aider.



▲ Parmi les programmes de sciences participatives, le **Spipoll (suivi photographique des insectes pollinisateurs)**, est facile à mettre en œuvre en ville.

© Antoine Lagneau - Natureparif

Parmi les activités ludiques et pédagogiques nous aidant à faire évoluer les mentalités, les **sciences participatives**, programmes de recherche associant des scientifiques (qui réalisent les protocoles et les analyses) et le grand public (qui collecte des données) ont un rôle à jouer. En France, le programme Vigie-Nature, piloté par le Muséum national d'histoire naturelle, regroupe différents protocoles axés sur des groupes d'espèces particuliers (escargots, papillons, coléoptères, oiseaux...) ou sur des thématiques comme la pollinisation (Spipoll). L'Observatoire des saisons se consacre lui à la phénologie. Faciles à mettre en œuvre, les démarches de sciences participatives en ville constituent d'excellents outils de sensibilisation et de découverte. Aucune connaissance particulière n'est requise pour participer à la plupart de ces programmes, tous gratuits¹⁰⁵. Ce type d'action permet aussi aux scientifiques d'obtenir un grand nombre de données sur la faune et la flore sur de larges espaces et sur une longue durée. Nous recommandons de les mettre en place au sein des espaces verts de quartier.



Paroles d'acteurs : espaces verts et nature en ville »

Par Hortense Serret, Muséum national d'histoire naturelle/Astrance

Si certaines villes entreprennent de valoriser leurs délaissés (pieds d'arbres, bords de route...) en « prairie naturelle », beaucoup n'y voient que le retour des mauvaises herbes qu'on s'était pourtant acharné à combattre à coup de désherbant. L'acceptation de la flore spontanée n'est pas encore acquise, mais de nombreuses initiatives émergent çà et là pour tenter de faire connaître ces *sauvages* et de les apprivoiser. Devant ces enjeux, la question de la « nature en ville » se pose de manière plus précise aujourd'hui et implique une approche pluridisciplinaire appliquée à de nombreux champs scientifiques (écologues, géographes, sociologues...) et concernant tous les acteurs de la ville (urbanistes, paysagistes, architectes, élus locaux, habitants...). Les études se multiplient qui révèlent les aspirations des citoyens à avoir plus de contact avec une certaine nature¹⁰⁶ et mettent en avant les nombreux services écosystémiques que les espaces verts procurent en milieu urbain (lutte contre les îlots de chaleur, bien-être et santé, espaces de rencontre, de convivialité...)

Il en va de même pour les espaces verts et jardins privés d'entreprises, moins bien connus et gérés de manière volontaire. Ces espaces

¹⁰⁵ Source : *Le Monde* : Des entomologues citoyens épinglent les insectes sur www.spipoll.org. Voir également vigenature.mnhn.fr

¹⁰⁶ Études du Certu 2005, 2009 ; Boutefeu 2009, Clergeau 2007.

(notamment dans les parcs d'activités), souvent grands et situés dans des zones artificialisées, pourraient jouer un rôle non négligeable en termes d'écologie urbaine. L'un des objectifs du travail que nous menons est de montrer aux entreprises qu'une gestion écologique est possible. Le second sera d'approfondir notre connaissance des relations entre les décideurs, les jardins et les individus les fréquentant. En effet, les espaces verts portent différentes valeurs : esthétique, zone de détente, de rencontre.

Quels objectifs poursuivons-nous à travers la création de ces jardins ? Souvent le symptôme d'une réification de la nature (les jardins sont alors considérés comme du « matériel d'entreprise »), ils peuvent aussi répondre à des enjeux de société (en développant les usages qu'on peut



▲ Un exemple d'espace vert géré de manière écologique, sans engrais ni pesticides, avec une intervention limitée à la tonte du chemin de passage.

© Nord Nature Chico Mendès, www.gestiondifferenciee.org

avoir de ces sites : espaces de rencontre entre collègues, pédagogie autour du fonctionnement écologique des espaces verts et de la biodiversité, appropriation de l'espace...) et développer du lien social.



Paroles d'acteurs : ÉcoJardin, la référence de gestion écologique des espaces verts »

Par François Colson, Plante & Cité

Plante & Cité et ses partenaires ont lancé en juin 2011 ÉcoJardin¹⁰⁷, le nouveau label partagé de gestion écologique des espaces verts, avec la mise à disposition des professionnels du référentiel technique associé.

Ce projet, initié en 2010, s'est fixé pour objectif de mettre à disposition des gestionnaires un outil d'accompagnement dans l'amélioration de leurs pratiques de gestion pour un entretien des espaces verts plus respectueux de l'environnement, et d'aide à la valorisation de ces nouvelles approches tant auprès de leurs équipes que du grand public.

Couvrant de multiples thématiques telles que la gestion de l'eau et des sols, ou la suppression des produits phytosanitaires, le label est soutenu par les ministères de l'Agriculture et du Développement durable, dans le cadre du plan Ecophyto 2018.

Le référentiel et les grilles d'évaluation du label ÉcoJardin, validés par un conseil scientifique, prennent en compte les huit domaines relevant de la gestion d'un espace vert : planification et intégration du site (intégration du site dans le réseau des espaces verts), sol (connaissance, préservation), eau (économie de la ressource), faune & flore (favoriser la biodiversité, choix des essences, proscription des produits phytosanitaires, réduction de la production de déchets verts), équipements et matériaux (limitation de l'éclairage), matériels et engins (gestion des carburants), formations des agents, public (information).

Le référentiel et le label concernent tous les types d'espaces verts ouverts au public (publics ou privés) gérés en régie ou par prestation : parcs et jardins, espaces naturels, cimetières, espaces d'accompagnement d'habitat, espaces verts d'entreprises, campings et site d'hébergement de vacances...

Les audits commenceront dès le printemps 2012 et Natureparif sera chargée de l'animation du label.

¹⁰⁷ www.label-ecojardin.fr - Référentiel et label de gestion écologique des espaces verts. © Plante & Cité.

Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 10 – La phyto-épuration : des plantes pour traiter les eaux usées

■ Pour qui ?



▲ Les mares et les bassins sont des milieux humides propices à la biodiversité. Ils sont aussi sources d'aménités pour les riverains. Ici, le parc des impressionnistes à Clichy (92). © Bertrand Renaudin

■ Quel intérêt ?

Les zones humides sont généralement considérées comme des hauts lieux de biodiversité, notamment grâce à la présence d'un grand nombre d'espèces, mais aussi parce que ces milieux assurent d'innombrables fonctions écologiques : ils épurent l'eau de ses impuretés, facilitent son infiltration dans les sols, dégradent la matière organique (ce qui contribue à fertiliser le sol), servent de refuge à la faune et offrent une bonne intégration paysagère, le tout à moindre coût ! À l'opposé, les systèmes de traitement classiques concentrent les eaux vers des stations d'épuration au prix d'infrastructures nombreuses et de procédés de traitement coûteux pour la collectivité (donc les

particuliers et les entreprises, via les impôts dont ils s'acquittent). Le traitement biologique de l'eau apparaît donc comme une alternative positive pour la biodiversité et pour réduire les coûts du traitement des eaux. Elle gagnerait à être généralisée lors de la conception des bâtiments, notamment à l'échelle des quartiers.



Enjeu 1 - Récupérer les eaux de pluie et de ruissellement

■ Pourquoi ?

Le milieu urbain comprend un réseau complexe de canalisations pour la gestion des eaux pluviales et l'assainissement. La multiplication de ces infrastructures linéaires, accompagnée de l'étanchéisation excessive des parcelles, augmente les phénomènes de ruissellement et d'inondations, tout en privant le sol d'eau de pluie. De plus, les réseaux sont de plus en plus fréquemment saturés, ce qui conduit les collectivités à prendre des mesures coûteuses. Parmi les alternatives écologiques figure la création de mares et de bassins de rétention, alimentés par des noues et des ruisseaux, pour permettre de récolter les eaux, de les dépolluer grâce à la végétation et de la laisser s'infiltrer dans le sol. Ces écosystèmes aquatiques serviront de refuge aux espèces, tout en présentant un aspect récréatif pour les riverains.



▲ En milieu urbain, les mares peuvent recueillir les eaux de pluie et de ruissellement. © GFDL

■ Comment agir ?

- Prévoir des **bassins de rétention** à l'échelle des quartiers, en fonction de la pluviométrie, du terrain, de la nature du sol, avec l'espace nécessaire et la pente suffisante pour faciliter l'écoulement ;
- Prévoir des **bassins construits en réseaux**, ce qui permet de lutter contre les phénomènes d'inondation et de restaurer les continuités écologiques aquatiques ;
- Installer des **noues** pour récupérer les eaux de ruissellement et les traiter, notamment au niveau des parkings extérieurs et des abords de bâtiments ;
- Créer des **mares**, avec des berges en pente douce (10 à 20 %) pour favoriser l'implantation spontanée de plantes adaptées aux rives et une profondeur minimale comprise entre 80 cm et 1 m ;
- Utiliser les **toitures végétalisées** comme système d'épuration des eaux de pluie, en installant un bac de récupération à l'aval de la toiture,

laquelle aura préalablement filtré et apuré l'eau de ses éventuels polluants atmosphériques grâce à un substrat épais.

Enjeu 2 - Traiter les eaux usées par phyto-épuration

■ Pourquoi ?

La phyto-épuration (à l'aide de bassins plantés de roseaux, de phragmites) est un système très efficace pour éliminer la pollution microbologique des eaux usées. Sa mise en œuvre nécessite de



▲ Dans cet écoquartier en Suède, les eaux usées et pluviales sont collectées et traitées dans cette zone humide, entre les bâtiments.

© GFDL

faibles coûts d'investissement. Plusieurs professionnels se tournent actuellement vers cette technique pour traiter les eaux grises (vaisselle, douches) et noires (toilettes). Dans ces systèmes, ce sont les micro-organismes et les plantes qui dégradent la matière organique contenue dans les eaux : les premiers s'attaquent aux produits à base de carbone et les secondes aux composés azotés par les fonctions oxydante et réductrice. Ces écosystèmes nécessitent de la place, mais peuvent aisément être intégrés à l'échelle des îlots ou des quartiers dans les villes, par une configuration judicieuse des bâtiments. Ils existent également à l'échelle des habitations individuelles en milieu rural.

■ Comment agir ?

- En sensibilisant les usagers à l'utilisation de savons et produits de nettoyage biodégradables et sans phosphates et en recherchant des solutions pour éviter les rejets de perturbateurs endocriniens (hormones, médicaments) dans les eaux ;
- En estimant les quantités d'eaux usées rejetées par bâtiment pour déterminer la surface idéale du bassin de traitement. Si l'on y rejette uniquement les eaux grises, 1 m² par personne suffit, sinon 10 m² sont conseillés pour les eaux noires. Si l'espace le permet, il faudrait prévoir une succession de bassins (de 3 à 5) de 0,40 à 1,20 m de profondeur où l'eau s'écoule par gravité avec différents types de végétaux ;
- En utilisant (pour les installations importantes) des bassins de prétraitement : dégraisseurs, déshuileurs, dessableurs, chargés d'éliminer les particules solides et les graisses.

◀◀ Carrefour des idées : la phyto-épuration au service des vacanciers ! ▶▶

Une étude de l'Onema et du Cemagref¹⁰⁸ (devenu Irstea) a suivi durant trois ans quatre campings équipés de stations de traitement des eaux de type **filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (FPRv)**. Cette étude démontre l'efficacité de ces systèmes mêmes avec des eaux très chargées : la zone humide tolère une charge de pollution journalière d'environ 100 l d'eau consommée, 90 g de DCO, 35 g de DBO₅, 40 g de MES, 11 g de NK et 1,4 g de Pt. Quelques préconisations à suivre :

108 C. Boutin, S. Prost-Boucle et M. Boucher, *Étude des filtres plantés de roseaux dimensionnés pour des campings*, 2009.

- Privilégier certaines combinaisons de plantes particulièrement efficaces : les phragmites (roseaux), le plus souvent utilisés, ont la capacité à la fois de transformer la matière organique et de fixer les métaux lourds et produits dérivés des détergents. Les lentilles d'eau sont aussi efficaces pour l'épuration ;
- Réaliser une sélection d'espèces cohérente avec les conditions climatiques du milieu, des végétaux d'origine locale¹⁰⁹ étant souvent plus recommandables ; certains essaient de développer des filières de production¹¹⁰ ;
- Traiter si possible les eaux noires (toilettes) par phyto-épuración, ce qui impose d'autres contraintes en termes de traitement des odeurs et de sécurité sanitaire. Une des alternatives écologiques consiste à traiter ces flux par **méthanisation pour produire de l'énergie** (voir fiche n° 3), ce qui offre une quantité de ressource non négligeable à l'échelle des logements collectifs.

Attention ! Le manque de place en milieu urbain est un argument régulièrement avancé par les entreprises et les collectivités lorsqu'il est question de créer des bassins pour la phyto-épuración. Pourtant, il existe de nombreuses surfaces inexploitées, même dans les villes à forte densité, au sein des espaces verts et des parcs urbains par exemple, qui pourraient cumuler des fonctions récréatives et de service public¹¹¹ ; entre les immeubles, dans une portion des friches, voire même sur les toits où des expérimentations sont en cours¹¹². Encore une fois nous devons savoir ce que nous voulons pour nos villes et nos espaces et ensuite prévoir ces aménagements suffisamment en amont pour qu'ils puissent être discutés, compris et acceptés.



Paroles d'acteurs : la Zone libellule
de Lyonnaise des eaux »

Par **Éric Blin** et **Pascale Rault**, Lyonnaise des eaux.

La Zone libellule, zone de liberté biologique et de lutte contre les polluants émergents, est une zone humide imaginée par les chercheurs de Lyonnaise des eaux, avec le concours d'acteurs régionaux (universités,

¹⁰⁹ Source : nenuphars.com et <http://fr.ekopedia.org/Lagunage> - Consultez les associations naturalistes.

¹¹⁰ L'association Zoom réfléchit actuellement à la production de végétaux d'origine locale nécessaires au traitement des eaux usées par phyto-épuración.

¹¹¹ <http://www.servirlepublic.fr/developpement-durable/780/boulogne-billancourt--un-parc-urbain-au-service-de-la-gestion-de-leau>

¹¹² Green Roof Water Recycling System, GRÖW, developed by WWUK.

entreprises spécialisées dans la biodiversité...). Elle a pour objectif de développer la biodiversité locale, de créer un paysage écologique tout en réduisant l'impact des eaux usées traitées sur le milieu récepteur en agissant notamment sur les micropolluants résiduels.

En effet, les stations d'épuration sont efficaces pour lutter contre l'azote, le carbone et le phosphore, mais une marge de progrès subsiste pour éliminer certains micropolluants (pesticides, métaux, sous-produits de cosmétiques et résidus pharmaceutiques en particulier). La Zone libellule est une solution complémentaire de traitement des eaux usées, basée sur la capacité épuratoire de la nature. Il s'agit d'un ensemble de bassins en eau, regroupant successivement différentes espèces de plantes, choisies pour leurs capacités naturelles à absorber certains polluants. Ainsi, la menthe aquatique présente la capacité d'absorber le zinc, présent par exemple dans les shampoings, et les massettes, de la famille des Typhacées proche des roseaux, captent certains antileptiques.

La zone est conçue pour abriter une succession de milieux humides (bassin à microphytes, roselière, méandre, delta, prairie humide...) qui permettent de varier les écosystèmes aquatiques, les vitesses d'écoulement, les profondeurs d'eau, etc. afin d'améliorer le traitement. La richesse de cette biodiversité retrouvée permet également d'assurer un ensemble de services écologiques et sociaux dont la valeur n'est plus à démontrer.

Lyonnaise des eaux développe également des Zone libellule adaptées aux milieux urbains, une configuration idéale pour les ensembles de bâtiments ou écoquartiers. Ce format permettrait de traiter une partie des eaux urbaines tout en favorisant la nature en ville.

Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 11 – L'agriculture urbaine : biodiversité, production alimentaire et lien social !

■ Pour qui ?



▲ Les jardins partagés offrent un avantage social et écologique aux habitants des villes. © Ville de Montreuil

■ Quel intérêt ?

L'augmentation frappante, cette dernière décennie, du nombre de jardins en ville (jardins familiaux, partagés ou d'insertion¹¹³), que ce soit pour y planter quelques fleurs ou pour pratiquer l'agriculture, témoigne du besoin que ressentent les citadins de renouer contact avec la nature. Dans les résidences, au pied des voies de chemins de fer ou dans les friches urbaines, dans les écoles, les parcs privés, les terrasses et les parterres en pied d'immeuble, sur les toits. L'espace disponible pour renaturer les milieux urbains ne manque pas.

¹¹³ Voir la Fédération nationale des jardins familiaux et collectifs (FNJFC), le réseau Graine de jardins ainsi que le Collectif des jardins d'insertion d'Île-de-France.

Enjeu 1 - Agriculture urbaine, jardins familiaux et partagés : le défi des villes

■ Pourquoi ?

Avec l'urbanisation croissante et l'augmentation de la population, combinées à la volonté de sortir d'une agriculture trop intensive, la part de l'agriculture en ville augmente progressivement¹¹⁴. Elle se pratique dans tous les espaces pour peu qu'il y ait suffisamment de terre pour y faire pousser des végétaux. Sur le plan international, des villes comme Zurich, Londres, Montréal et Chicago pratiquent depuis longtemps l'agriculture urbaine, en réponse à différents besoins (subsistance alimentaire notamment). De telles initiatives n'ont pas tardé à se développer en France et leurs effets positifs s'étendent, comme à Rennes ou à Lille. Les produits issus de ces parcelles sont destinés à l'alimentation individuelle, échangés ou commercialisés localement dans des marchés urbains ou via des Amap (associations pour le maintien d'une agriculture paysanne). La production mondiale issue de l'agriculture urbaine augmente chaque année et s'impose peu à peu comme une **voie de production alimentaire crédible** face aux autres modes de productions plus industrialisés¹¹⁵. L'agriculture urbaine présente de multiples bénéfices tant du point de vue culturel et social qu'écologique.

De leur côté, les **jardins partagés**, forme de jardins de proximité, souvent limités en surface s'insèrent idéalement dans le tissu urbain. La gestion du terrain est assurée en commun par un groupe d'habitants et on y cultive autant les liens avec ses voisins que des salades ou des tomates. Les jardins partagés accueillent en effet des manifestations conviviales, repas de quartier ou trocs aux plantes pour n'en citer que quelques-unes. Ils constituent un support d'activités pédagogiques, culturelles (projection de film, spectacles, lecture...) et artistiques (réalisation de fresque, sculpture, photo...) gratuites et ouvertes à tous. Le plus souvent gérés par des associations de quartier ces jardins se sont beaucoup développés en Île-de-France, notamment dans Paris depuis la création du programme Main verte en 2003. Bénéfiques tout à la fois sur un plan social et écologique, ces espaces pourraient-ils systématiquement être prévus dans les projets de construction neuve ou de renouvellement urbain ?

¹¹⁴ Aubry et al., 2010.

¹¹⁵ Selon la revue *VertigO*, 800 millions de personnes pratiqueraient l'agriculture urbaine et produiraient environ 15 % de la production mondiale de nourriture. Ce pourcentage pourrait doubler dans la prochaine génération.



▲ Au Québec ou à Cuba, les projets d'agriculture urbaine fleurissent à la demande des populations. © 2004 John M. Morgan Cuba Power Garden

■ Comment agir ?

- En réservant du foncier dans le PLU (calculé par construction ou par habitant) à un usage agricole ou pour le jardin ;
- En accroissant les surfaces potentiellement cultivables dans les espaces urbains¹¹⁶, les résidences, avec la possibilité d'utiliser les toits, pourvu que la structure soit suffisamment porteuse (jusqu'à 1 mètre de substrat) ; des systèmes en bacs sont aussi possibles ;
- En restaurant les sols urbains dégradés (grâce aux amendements, à l'ajout de compost, de microfaune et de vers de terre ou en effectuant des rotations avec des plantes accumulatrices) ;

L'agriculture urbaine présente de multiples avantages :

- Elle favorise la pollinisation et peut participer à la fixation du carbone grâce à la réouverture des sols et à la croissance des végétaux ;
- Elle permet la conservation des variétés ancestrales ou rustiques, un patrimoine génétique aujourd'hui mis à mal par la sélection et l'uniformisation pratiquées pour les grandes cultures industrielles. De nombreuses associations pour la sauvegarde de variétés génétiques dis-

¹¹⁶ Pour plus d'information, voir les actes de la conférence de la FAO : Agriculture biologique et sécurité alimentaire téléchargeable sur http://www.fao.org/organicag/ofs/docs_fr.htm

posent d'une banque de graines¹¹⁷. À Orsay (91), le potager de Nozeran cultive près de 54 variétés de pommes qui sont suivies de près par les scientifiques. Le Centre d'études et de recherches sur l'environnement de Savigny-le-Temple (Cérès) travaille également sur la valorisation des ressources génétiques. Rappelons que la diversité génétique est gage d'adaptation et d'assurance face aux aléas de la nature (changement climatique, arrivée de pathogènes, etc.). La diversification végétale est aussi un gage de rendement, dans le cas de la polyculture ;

- Elle favorise et renforce le lien social entre habitants d'un même quartier en mettant à contribution les riverains et le voisinage ;
- Elle permet à certaines catégories de population de s'autosuffire ou de palier un manque de nourriture (c'est le cas dans plusieurs villes américaines après la crise de 2008)¹¹⁸.



▲ L'agriculture urbaine et périurbaine offre des surfaces considérables, aujourd'hui inexploitées. © Ophélie Alloitteau - Natureparif

¹¹⁷ Associations des croqueurs de pommes et Kokopelli sur www.croqueurs-idf.fr et www.kokopelli.asso.fr

¹¹⁸ Le Pades (programme autoproduction et développement social) a été créé en 1996 pour favoriser l'émergence de nouveaux opérateurs et faire en sorte que l'accompagnement à l'autoproduction devienne un outil ordinaire des politiques de développement social. (www.padesautoproduction.net)

Enjeu 2 - Concevoir des bâtiments propices à l'agriculture urbaine

■ Pourquoi ?

Une idée fausse circule selon laquelle il n'y aurait pas assez de terre pour nourrir la planète. Défendu par les partisans d'une agriculture intensive génératrice de très hauts revenus, cet argument sert à justifier que seule la monoculture céréalière intensive serait la solution. C'est ignorer d'une part qu'il existe plusieurs types d'agricultures



▲ L'agriculture urbaine dans la ville dense, nécessité ou utopie ? Ici, un dessin d'artiste. © Scottabercrombie87

adaptées à des conditions bien différentes (maraîchage, systèmes de polyculture élevage, agroforesterie, bocages, etc.) et, d'autre part, que les espaces urbains et périurbains offrent des surfaces considérables aujourd'hui inexploitées.

En 2050, 80 % de la population mondiale sera urbaine. Une nouvelle relation à la nature est en train de naître dans les villes. En Suisse, la *Food Urbanism Initiative* (FUI)¹¹⁹ souhaite développer des stratégies architecturales et d'aménagement du paysage pouvant mieux intégrer la production, la transformation et la distribution de denrées alimentaires dans les villes suisses. D'autres villes réfléchissent à la configuration des quartiers et des bâtiments pour faciliter la mise en œuvre de ce type d'agriculture.

■ Comment agir ?

- En adaptant le design des bâtiments et des quartiers pour qu'ils accueillent au mieux les jardins partagés ;
- En optimisant les espaces destinés à l'agriculture urbaine : plantations sur le toit (pleine terre ou bacs) ; au pied des immeubles et dans les jardins publics ; dans les jardinières ; sur les balcons et terrasses ; en se servant des murs comme support aux plantes grimpantes agricoles ;
- En réfléchissant sur les circuits de distribution de proximité ;
- En respectant les mêmes principes que ceux de l'agriculture biologique (zéro pesticide et engrais chimiques) ;
- En s'assurant de la récupération d'une partie de l'eau de pluie et de ruissellement pour l'irrigation.

Enjeu 3 - Favoriser les circuits courts et mettre en synergie les quartiers

■ Pourquoi ?

L'un des impacts les plus significatifs de l'agriculture et des entreprises agroalimentaires vient de leur caractère mondialisé. Sans forcément nous en rendre compte, nous importons des produits de l'autre bout de la planète, sans tenir compte du mode de production et de ses conséquences sur la biodiversité. Même pour les produits



▲ **L'agriculture urbaine est, par essence, une agriculture de consommation locale et de circuits courts** © Lionel Pagès

biologiques, certifiés, les impacts en termes de carbone sont lourds (agneau de Nouvelle Zélande, quinoa d'Argentine...) car ils sont devenus des produits consommés fréquemment. Organisée au sein des quartiers ou des villes, l'agriculture urbaine qui est par essence une agriculture de consommation locale, est l'occasion de mettre à profit des synergies locales et des circuits courts.

■ Comment agir ?

- En créant des Amap locales pour vendre, échanger, distribuer les produits (légumes, fruits, fleurs, volaille, produits laitiers) issus de cette agriculture. Certains écoquartiers comme à Eva Lanxmeer, au Danemark, ont intégré une ferme urbaine dans leur périmètre (environ 250 maisons et bureaux) afin de relocaliser la production et de raccourcir les circuits de distribution ;

- En montant une microfilière de récupération des déchets organiques (fermentescibles des ménages et déchets verts) pour qu'ils servent d'amendement (compost, lombricompost, digestat, paillage) aux parcelles ;

- En suscitant l'intérêt des clients potentiels et en s'appuyant sur les associations qui maîtrisent la pédagogie et l'animation collectives pour encadrer et accompagner l'activité sur le long terme.

Enjeu 4 - Composter les déchets fermentescibles et améliorer les sols

■ Pourquoi ?

Le compost est produit à partir des **déchets fermentescibles** : sous-produits alimentaires, déchets du jardin, papiers, textiles, boues de stations, purin, tout y passe ! Ce sont les micro-organismes (bactéries, protozoaires) et la microfaune (insectes décomposeurs, vers de terre) qui transforment cette matière organique en compost, comme ce qui se passe à l'état naturel dans un sol.

Amendement utile qui **améliore les qualités du sol cultivé**, les composts contribuent à sa fertilité en apportant des éléments tels que l'azote, le phosphore et le potassium disponibles pour les végétaux. De plus, en se combinant à l'argile du sol, ils jouent un rôle prépondérant dans la stabilité des agrégats, l'adsorption¹²⁰ des éléments nutritifs de la plante, les capacités de rétention en eau et la porosité. Véritable produit fini de qualité, il devient un **substitut aux engrais chimiques** pour le jardinage, méritant d'être valorisé auprès des agriculteurs locaux ou même utilisé comme amendement sur les toitures végétalisées.

■ Comment agir ?

- À l'échelle des bâtiments et des écoquartiers, récupérer les déchets issus de l'alimentation des usagers dans des bacs en commun ;
- Composter en bacs ou dans des parcelles réservées, en mélangeant déchets carbonés (déchets alimentaires) et azotés (déchets des espaces verts) ;
- Utiliser le compost produit localement, dans les jardins partagés ou les parcelles agricoles des agriculteurs locaux ;
- Suivre les quantités de déchets traités et valorisés : la production et l'utilisation du compost encouragent le tri donc réduisent le volume des déchets et les besoins en énergie nécessaire pour les traiter

¹²⁰ L'adsorption, à ne pas confondre avec l'absorption, est un phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquides (adsorbats) se fixent sur une surface solide (adsorbant). D'après Wikipédia.



▲ **Le compostage à l'échelle des quartiers permet de disposer d'un amendement écologique pour les sols et l'agriculture urbaine. Il réduit également la quantité de déchets.** © Antoine Lagneau - Natureparif

et les stocker. C'est donc une véritable piste de diminution des charges dues à la gestion des déchets.



Paroles d'acteurs : construire des écoquartiers
pour la biodiversité »

Par Alexandre Henry, AgroParisTech

L'augmentation de la population mondiale corrélée à la volonté des habitants à vivre en ville rend l'urbanisation inévitable. Or, cette dernière, par la destruction des sols et la fragmentation des habitats, provoque des déséquilibres dans les processus biologiques pouvant aller jusqu'à la destruction des écosystèmes et la disparition des espèces. La mise en œuvre d'un nouveau modèle de développement du territoire est indispensable : les écoquartiers peuvent-ils être une réponse à ces problèmes ?

La chaire Écoconception des ensembles bâtis et des infrastructures a été créée en 2008 par Vinci et trois écoles de ParisTech, dans le but de produire des outils de mesure et de simulation qui intègrent toutes les dimensions de l'écoconception et deviennent de véritables instruments d'aide à la décision pour les acteurs de la ville (concepteurs, constructeurs et utilisateurs).

Actuellement, les architectes et urbanistes manquent d'outils pour aborder la question de la biodiversité en ville. Elle est traitée au second plan, lorsqu'elle l'est, à cause du manque d'informations et de méthodologies. Face à une réglementation encore floue sur les écoquartiers, c'est au bon vouloir des communes et des constructeurs qu'est soumise la question de la biodiversité. Ce travail, qui s'inscrit dans le cadre d'une thèse en cours, doit permettre d'apporter des informations, de répondre à leurs interrogations et de leur fournir des éléments afin qu'ils puissent améliorer leurs pratiques et faire de la ville un système écologique durable et fonctionnel.

La première question est de déterminer quelle biodiversité est nécessaire ou désirée en ville et comment la mesurer. Il existe de nombreux indicateurs de biodiversité, pouvant donner toute sorte de résultats, parfois contradictoires selon le type de biodiversité étudiée.

Une grande partie de cette thèse est consacrée à étudier les aménagements mis en place en faveur de la biodiversité dans les écoquartiers existants ou en projet. Cet état des lieux permettra de rendre compte de la manière dont est traitée la biodiversité en ville et de voir, selon le contexte, quels aménagements sont proposés.

PHASE 4 - DÉCONSTRUIRE ET RÉNOVER



© B. Renaudin

Cette dernière étape, la déconstruction, est aussi la première de plusieurs projets : il faut souvent déconstruire l'existant pour bâtir l'avenir. Et la question du **renouvellement urbain** est primordiale : comment améliorer la situation de la biodiversité dans les villes existantes avant d'imaginer les villes nouvelles ? La déconstruction pose la question du devenir des matériaux devenus déchets : mélangés, parfois souillés, comment les valoriser et les réutiliser pour freiner l'exploitation de nouvelles matières premières ? La déconstruction offre également l'opportunité de réaménager la ville, de rénover, de réhabiliter, en s'interrogeant sur l'utilité de conserver les friches et des espaces utiles à la trame verte et bleue, de créer de nouveaux espaces naturels et de restaurer les sols dégradés. À plus long terme, cette étape amène les aménageurs à se demander comment **écoconcevoir** les futurs bâtiments, afin de faciliter leur recyclage et éviter les coûts supplémentaires et les imprévus de la fin de vie du parc immobilier.

Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 12 - Déconstruire les bâtiments, recycler les matériaux et restaurer les sols

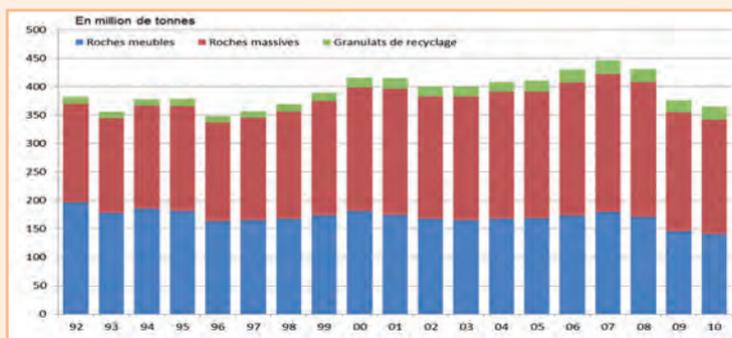
■ Pourquoi ?



▲ La déconstruction permet de recycler les déchets et de les réutiliser. Elle permet également de remodeler la ville et de la renaturer. © Sennebogen

■ Quel intérêt ?

La déconstruction du patrimoine bâti existant génère des déchets¹²¹. Selon l'enquête sur les déchets produits par l'activité de construction en France en 2008 par le Soes (Service de l'observation et des statistiques), les établissements du bâtiment génèrent 38,2 millions de tonnes de déchets au total par an (dont 28,1 millions de tonnes pour le gros œuvre). Afin de les administrer correctement sans impact supplémentaire sur la biodiversité, la démarche proposée ici consiste à développer des filières de récupération et à valoriser au mieux ces déchets, si possible en les réutilisant pour le secteur du BTP. Dans un second temps, nous suggérons aux aménageurs de s'interroger sur l'utilité de reconstruire après démolition, et sur l'importance de restaurer et de renaturer les milieux urbains suite à la déconstruction, qu'il s'agisse de la restauration des sols endommagés ou pollués, de la création d'espaces verts ou de la réhabilitation des berges et cours d'eau.



▲ La production de granulats en France (en millions de tonnes). La part des granulats recyclés ne représente qu'une faible part. Source : Unicem, 2008

Enjeu 1 - L'écologie industrielle, quand les déchets deviennent ressources

■ Pourquoi ?

Le déchet « satisfaisant » est celui qui n'est pas produit. En attendant l'avènement des bâtiments écoconçus, facilement démontables et recyclables, que faire du parc existant ? Comment employer les matières premières existantes pour reconstruire la ville sur elle-même ? En

¹²¹ Fiche réalisée en partenariat avec l'Ordif (Observatoire régional des déchets d'Île-de-France) par Florian Lacombe, chef de projets déchets d'activités économiques.



▲ Réutiliser les déchets de construction pour confectionner de nouveaux matériaux.
© Lionel Pagès

milieu urbain, la déconstruction fréquente génère une quantité de déchets importante. Les entreprises utilisent partiellement cette nouvelle ressource pour la réalisation de nouveaux ouvrages (remblais pour les routes, matériaux de comblement) et parfois pour confectionner de nouveaux matériaux de construction. Le recyclage des matériaux est bien l'une des solutions pour pallier la rareté, la finitude et la cherté des matières premières nouvellement extraites. C'est aussi une source d'économies (métaux ayant de la valeur, limitation des déplacements, surcoût à l'élimination). Les filières de récupération des déchets du BTP¹²² s'organisent afin de proposer des solutions de valorisation-matière diversifiées à l'avenir. Si les bétons concassés et les ferrailles sont facilement recyclables, les matériaux plus complexes, comme les bois agglomérés, le sont plus difficilement (bois traités). Il en découle l'importance de proscrire un certain nombre de matériaux lors de la conception, en amont ;

■ Comment agir ?

- En demandant un diagnostic déchets ainsi que la recherche de filières de valorisation des matériaux dès l'appel d'offres¹²³ ;
- En triant de façon optimale et systématique les flux de déchets et en recherchant une voie de valorisation, si possible locale ;

¹²² Recyclage des matériaux de construction : les nouvelles filières pour préserver l'environnement M. Rubaud, J.F Pasquet, F. Bourgeois in *Géosciences* n° 1 édité par le BRGM, janvier 2006.

¹²³ Voir *Environnement Magazine* n° 1695, mars 2011.

- En séparant les éléments qui pourraient polluer la source de granulats : plâtres, bois, plastiques, caoutchouc ;
- En organisant la concertation entre les concepteurs de bâtiments et les fournisseurs de matériaux pour élaborer ensemble des produits réemployables : certains déchets comme le béton peuvent être, selon leur qualité, **reconditionnés** dans des plateformes prévues à cet effet (ou sur place), et **réemployés** à d'autres fins (rénovation sur place, nouvelles constructions, autres activités)¹²⁴. Ceci pose par ailleurs le problème de la place pour le stockage ;
- En récupérant les **métaux** de valeur marchande élevée, ces déchets seront triés en fonction de la prédominance de fer (métaux ferreux) ou autres métaux (métaux non ferreux), en deux bennes distinctes si l'espace le permet. Les métaux non ferreux se vendent aujourd'hui à bon prix, l'aluminium (menuiserie) à 1 000 € la tonne, le cuivre à 5 000 € la tonne soit 5 € le kilo de câbles électriques (tarifs indicatifs hors fluctuation des cours) ;
- En réemployant le bois pour la fabrication de panneaux de particules ou sous forme de bois-énergie par des entreprises de préparation de combustibles qui réaliseront un broyage et une compression pour former des « granulats » (35 € la tonne) ;
- En évacuant les plastiques et autres déchets mélangés vers un centre de tri. Certains déchets plastiques (dalles PVC, canalisations...) trouvent parfois, encore timidement, des filières de recyclage.

Le recyclage et la valorisation des matériaux inertes du BTP constituent des solutions d'avenir, pouvant fournir une partie importante des ressources nécessaires aux nouvelles constructions. En termes d'emploi, ces filières ouvrent des perspectives intéressantes de transition vers de nouveaux marchés. Par exemple, les professionnels des carrières pourraient s'orienter vers la récupération et le reconditionnement des déchets issus de la déconstruction, en complément de leur cœur de métier, l'exploration de nouveaux gisements de granulats. En parallèle la transition vers le développement d'agromatériaux à échelle plus locale gagnerait à se développer plus sérieusement.

¹²⁴ Guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Île-de-France : Les bétons et produits de démolition recyclés (version révisée de 2003).
http://www.Île-de-France.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/g_bet_rec_cle0e6a79.pdf

Enjeu 2 - Déconstruire sans reconstruire

■ Pourquoi ?

La mise en place de la trame verte et bleue dans les espaces urbains demande aux maîtres d'ouvrage de respecter trois étapes cohérentes :

- Choisir judicieusement l'emplacement des bâtiments nouvellement construits, de manière à ne pas entraver les trames existantes ;
- Intégrer la nature dans le projet immobilier pour, le cas échéant, qu'il contribue à favoriser les continuités écologiques (absence de barrières, surfaces végétalisées) ;
- Prévoir de **désaménager, de déconstruire** des ouvrages pour rouvrir des corridors, des lieux de passage pour les espèces.



▲ À Roubaix, les friches issues de la désindustrialisation sont mises à profit pour l'enrichissement de la trame verte et bleue urbaine. © Ville de Roubaix

■ Comment agir ?

Dans le cadre de la révision de leur PLU, les communes pourraient prévoir les opérations suivantes :

- Zoner les espaces construits potentiellement déconstructibles ;
- Zoner des espaces potentiellement végétalisables en ville, pouvant faire office de continuités ;

- Repérer sur le terrain des zones pouvant être désaménagées ;
- Préserver les continuités écologiques entre sols (trame brune) en désaménageant certains sols perméabilisés et en évitant la multiplication des infrastructures souterraines (réseaux de communications, canalisations et transports via infrastructures linéaires). Le regroupement des servitudes permet d'économiser l'usage du sol ;
- Identifier et zoner les friches urbaines existantes, en prévoyant d'en conserver une partie.

« Carrefour des idées : les friches au cœur des villes ! »

Les friches urbaines sont généralement négligées dans les villes, considérées seulement comme des espaces « en attente d'aménagement ». Pourtant, les scientifiques démontrent l'importance de ces « délaissés » pour la biodiversité urbaine, que ce soit comme refuge pour de nombreuses espèces, ou comme relais entre espaces verts existants au sein des villes. Du point de vue des usages humains, ces friches, dont la durée de vie varie, servent essentiellement de lieux de refuge pour les personnes en situation d'exclusion.

Selon Audrey Muratet, chercheur au Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), la friche abrite une nature ordinaire riche en espèces. Les friches sont partout (différentes occupations du sol) et offrent un refuge important pour la flore. De plus, elles jouent un rôle dans les connectivités (échelle locale). Selon Assaf Schwartz, chercheur au MNHN, les friches abritent une plus grande biodiversité que des espaces de type squares ou jardins publics¹²⁵. Enfin, une étude allemande recommande de conserver 50 à 60 % de friches dans les villes et de les aménager temporairement tous les quinze ans, ce renouvellement augmenterait la présence des espèces¹²⁶. Ils proposent, indirectement, une gestion différenciée des friches urbaines.

En France, la ville de Montpellier a entrepris un état des lieux de tous les délaissés urbains quelle que soit leur taille ou leur nature. Elle souhaite ensuite en protéger une partie, inscrites comme « zones d'intérêt écologiques » dans le PLU et éléments du réseau vert, et en aménager d'autres en tenant compte des richesses biologiques présentes.

¹²⁵ Propos issus de la rencontre « Fiches urbaines et biodiversité », de Natureparif, le 18 novembre 2011, dont les actes sont téléchargeables sur www.natureparif.fr

¹²⁶ http://www.science20.com/anthrophysis/temporary_building_could_permanently_improve_urban_areas_wildlife-84276



▲ Montpellier recense, cartographie et étudie ses délaissés urbains.

© Ville de Montpellier

À Roubaix, dans le Nord-Pas-de-Calais, la municipalité a entrepris une politique de valorisation de ses friches, transformant le lourd héritage de la désindustrialisation en une chance pour la trame verte et bleue urbaine, avec la définition de zones tampons et de liaisons douces entre ces espaces.

Enjeu 3 - Restaurer les sols urbains par la phyto-remédiation

■ Pourquoi ?

La démolition des bâtiments existants ou l'acquisition de foncier par les aménageurs publics ou privés nous amène à réfléchir sur la problématique des sols urbains : comment éviter de consommer des sols fertiles et vivants, comment restaurer les sols dégradés après le retrait des fondations ou comment réhabiliter des sols pollués à la suite d'un héritage industriel lourd (sidérurgie, métallurgie, chimie) ?

En France, on dénombre près de 300 000 sites pollués dont plus de trois mille sévèrement contaminés : substances organiques (hydrocarbures...), métaux lourds (plomb, mercure, nickel, cadmium, zinc...), activités agricoles (engrais, produits phytosanitaires, lisiers, composts urbains, etc.), activités industrielles (rejets atmosphériques à proximité d'axes routiers ou sites industriels anciens, accidents industriels, dépôts illégaux de déchets ou de produits chimiques), activités urbaines (transferts latéraux par ruissellement en bordure des routes, boues de station d'épuration)¹²⁷. Le nombre de technologies disponibles pour réhabiliter les terrains contaminés par les métaux lourds est limité¹²⁸ : parmi celles couramment pratiquées, le lavage et le lessivage des sols sont relativement coûteux, énergivores et requièrent le déploiement de moyens importants. Or, il existe des

¹²⁷ D'après une note de synthèse de l'association environnement de Sciences Po.

¹²⁸ Voir sur le sujet les fiches Réhabilitation de sites du centre d'excellence de Montréal en réhabilitation des sites : cemrs.qc.ca

protocoles de dépollution efficaces utilisant les propriétés des plantes et des micro-organismes : c'est le cas de la phytoremédiation.



▲ La phytoremédiation utilise les capacités de quelques plantes, dites hyper-accumulatrices, à capter les éléments contaminants du sol, principalement en les absorbant par les racines et en les accumulant dans les tiges et les feuilles. © GFDL

■ Comment agir ?

- En stoppant le déversement de polluants en amont par une législation adaptée ;
- En utilisant la capacité des plantes (**génie végétal**) à absorber les métaux lourds, à aérer le sol et à rétablir les échanges au niveau des systèmes racinaires (nutriments du sol, gaz, minéraux)¹²⁹. Plusieurs types de plantes peuvent être utilisés pour cela :
 - les *Buxaceae* agissent préférentiellement sur le nickel ;
 - les tournesols sur le césium, le strontium et l'uranium ;
 - les plantes du genre *Arabidopsis* sur le mercure ;
 - le tabac et la moutarde sur le zinc, le cadmium et le plomb ;
 - le *Thlaspi caerulescens* sur le zinc et le cadmium ;
 - le saule *Salix viminalis*, arbuste à fort développement racinaire, est capable d'emmagasiner une grande quantité de métaux ;

¹²⁹ Society for Ecological Restoration International (S.E.R., 2002).

- la *Brassica juncea* (Moutarde indienne), herbacée annuelle est reconnue pour sa capacité à séquestrer plusieurs métaux, dont le plomb, et croît très rapidement (permet deux à trois récoltes par an) ;

- la *Festuca arundinacea* (Fétuque) est une herbacée vivace qui jouit d'un système racinaire très développé et peut servir de support à la flore microbienne responsable de la biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)¹³⁰.

■ En utilisant les bactéries, dans les **procédés de dépollution** notamment pour traiter les exhaures de mines avec des métaux lourds (bactéries chimiolithotrophes) ou les marées noires (bactéries organorophes) ;

■ En réhabilitant les sols érodés, les talus et les berges, par l'utilisation de techniques de fascinage, suivis de semis de végétaux adaptés¹³¹.

Attention ! La lenteur de cette méthode limite son utilisation à grande échelle. Nous recommandons cependant aux aménageurs et collectivités territoriales de déployer autant que possible cette technique sur leurs sites pollués.



▲ Les espèces du genre *Thlaspi* ou *Buxaceae* sont utiles pour dépolluer les sols contenant respectivement du zinc, du cadmium et du nickel. © Jiří Kameníček

¹³⁰ Christophe Schwartz, 1994, thèse *Phytoextraction des métaux pollués par la plante hyperaccumulatrice Thlaspi caerulescens*, institut national polytechnique de Lorraine (INPL).

¹³¹ En France, l'Irstea (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, ex-Cemagref), conduit de multiples recherches et expérimentations sur la protection et la reconstitution des sols. Pour plus d'information, consultez le site de l'Agébio : association française de génie biologique pour le contrôle de l'érosion des sols sur <http://www.agebio.org>



Paroles d'acteurs : reconstruire des sols artificiels pour réhabiliter des sols dégradés, en s'inspirant de la nature... »

par **Christophe Schwartz et Geoffroy Séré**¹³²

En réponse aux besoins croissants de refunctionalisation écologique des sites dégradés, le laboratoire sols et environnement (INPL-Inra, Nancy) et la société Valterra Environnement développent depuis plusieurs années au sein du Groupement d'intérêt scientifique sur les friches industrielles, un génie pédologique fondé sur des connaissances scientifiques du fonctionnement et de l'évolution des sols construits. Le procédé de construction de sols a pour objectif d'assurer la réhabilitation de sites dégradés (friches industrielles, friches urbaines, zones de démolition, lagunes, décharges, carrières, etc.) en rendant au substrat ses propriétés agronomiques, afin de permettre une implantation pérenne d'un couvert végétal.

Ce procédé qui a fait l'objet d'un dépôt de brevet au niveau national consiste en l'utilisation de matières premières secondaires, c'est-à-dire de déchets et sous-produits (par exemple compost, sous-produits de papeterie, terre industrielle traitée) en lieu et place de terre végétale pour construire un sol fertile sur des substrats dégradés présentant des déficits de fertilité. Son originalité est d'associer ces matériaux pour constituer différentes couches de sol qui vont permettre une implantation optimale de la végétation. Une fois mis en place, le sol construit permet la requalification du site en assurant une intégration paysagère simple de la zone, voire même en permettant son exploitation pour produire de la biomasse à vocation non alimentaire.

L'originalité de ce procédé, en termes de mise en œuvre, repose sur le fait qu'il combine la réhabilitation du site avec la valorisation de déchets et sous-produits. En effet, selon la nature des matériaux utilisés, le producteur du déchet a pour contrainte de financer sa valorisation, ce qui permet de réduire significativement le coût global de l'opération de réhabilitation. Les gisements exploités sont essentiellement locaux.

De plus, la construction de sol permet d'intégrer dans la formulation du sol, outre des sous-produits (par exemple : compost urbain, déchets de brique), des matériaux présents sur le site dégradé (par

¹³² Laboratoire sols et environnement UMR 1120 INPL-INRA, Vandœuvre-lès-Nancy.

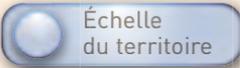
exemple : matériaux de démolition, terre de déblais, gravats de carrière) ce qui permet de limiter la fourniture de matériaux extérieurs. Cette *écotechnologie* innovante combine :

- Une technique efficace et pérenne de réhabilitation de sites dégradés ;
- L'économie de ressources naturelles (terre végétale) ;
- Le développement d'une filière alternative pour la valorisation de déchets et sous-produits ;
- Des coûts de mise en œuvre significativement plus faibles que les techniques traditionnelles.

À ce titre, elle constitue un procédé économiquement avantageux, qui se situe clairement dans une optique de développement durable.

Le projet de recherche Siterre a débuté début 2011 pour une durée de quatre ans, avec le soutien financier de l'Ademe et sous la coordination de *Plante & Cité* afin de trouver des substituts aux plus de 3 millions de mètres cubes de terre végétale et de granulats utilisés annuellement en aménagement paysager urbain. Les recherches s'attachent à valoriser des sous-produits de l'activité urbaine (par exemple : compost, boue de stations d'épuration, déchets de briques) pour construire des sols pérennes, tout en évaluant l'acceptation sociale de ces pratiques et en mesurant le bilan environnemental.



Échelle
du territoireÉchelle
de l'îlotÉchelle
du bâti

Fiche n° 13 - La rénovation : une seconde chance pour la biodiversité ?

■ Pour qui ?



▲ La rénovation concerne aussi bien un bâtiment isolé que des quartiers.

© Lionel Pagès

■ Quel intérêt ?

Aujourd'hui essentiellement tournée vers la modernisation des infrastructures, la mise aux normes de sécurité et d'isolation, l'accessibilité aux personnes handicapées, la rénovation offre également une deuxième chance à la biodiversité et invite à recomposer avec la nature, en oxygénant les quartiers avec de la végétation supplémentaire,

en créant de nouveaux aménagements pour les espèces locales et en offrant aux riverains des espaces verts abondants et diversifiés. Bref, à mettre en œuvre une vraie **démarche d'écologie urbaine**.

Enjeu 1 - Rénover le parc immobilier existant

■ Pourquoi ?

La rénovation requiert moins de matériaux, d'espace et de moyens qu'une construction neuve¹³³, ce qui réduit son empreinte écologique. La nécessité de rénover le parc de bâtiments existants est l'occasion d'améliorer non seulement sa performance énergétique mais aussi son potentiel d'accueil de la biodiversité. En outre, comment protéger les espèces installées dans les bâtiments existants ? Une opération de rénovation s'accompagne souvent de la découverte d'une couvée, d'une nichée ou d'abris d'espèces. Pour des conseils précis, consultez les associations naturalistes de votre région.



▲ Les travaux de rénovation offrent l'occasion de réaliser des aménagements simples, favorisant l'accueil de la faune et de la flore. © GFDL

■ Comment agir¹³⁴ ?

- En saisissant l'opportunité de réaliser de nouveaux aménagements propices au développement de la biodiversité tels que nous les avons passés en revue dans les fiches précédentes : toitures et façades végétalisées, nouveaux espaces verts, création de mares, de roselières, installation de refuges pour les oiseaux ou les insectes ;
- En favorisant l'installation ou la réinstallation des éléments naturels et équilibrés de l'écosystème urbain (flore, faune, prédateurs), tout en évitant l'implantation des espèces opportunistes (pigeons bisets) ;
- En installant en série, sur les façades, intégrées au projet architectural grâce à l'aide de professionnels du bâtiment, des nichoirs à chauve-souris et même des nichoirs à insectes. Il existe chez les producteurs spécialisés étrangers des nichoirs à chauves-souris, à oiseaux des façades (ex : hirondelles de fenêtre) ;
- En agrémentant ce type de façades écologiques de structures pour plantes grimpantes ou de support pour plantes rustiques de falaises. Attention, cela peut aller à l'encontre des normes et réglementation de basse consommation (lesquelles imposent d'éviter les ponts thermiques) ;
- L'objectif est d'implanter rapidement sur le bâtiment une biodiversité locale, adaptée aux conditions du milieu. Cette biodiversité sur substrat minéral (l'immeuble, la façade, les toits terrasses) va naturellement évoluer dans le temps ;
- En formant les ouvriers à identifier, au moment des travaux, nids, abris, susceptibles de nécessiter une intervention d'un naturaliste.

Enjeu 2 - Rénovation et écologie urbaine

■ Pourquoi ?

La rénovation urbaine concerne les opérations de démolition, de reconstruction, de construction de nouveaux logements, de réhabilitation et de résidentialisation ainsi que des projets liés au réaménagement des voiries et des espaces. Certaines villes ont également entrepris de renaturer leurs espaces minéralisés. Pour être efficaces

134 Extrait de <http://construirevert.canalblog.com>, par Olivier Lemoine, société Elan.



▲ La végétation reprend facilement le dessus lorsqu'on réouvre les sols minéralisés : ici, l'exemple d'une ancienne piste d'aéroport en Allemagne. © GFDL

et durables, ces opérations requièrent les compétences des écologues et des naturalistes.

■ Comment agir ?

- En évitant toute imperméabilisation additionnelle des sols par un excès de dalles ou de revêtements ; en limitant la fragmentation du paysage par la construction de nouvelles routes¹³⁵ ;
- En supprimant les éléments artificiels inutiles (poutres et dalles obsolètes, infrastructures bétonnées, chenaux et endiguements, etc.) ; en retirant le bitume, les dalles et autres éléments étanches sans utilité ; en rouvrant les sols étanches pour laisser s'exprimer à nouveau les banques de graines et la végétation spontanée ;
- En reconnectant les espaces verts entre eux : plantation de haies, suppression des barrières infranchissables (grillages, murets, dalles) et prévision de passages à faune et corridors écologiques dans la ville ;

¹³⁵ Selon l'Agence européenne pour l'environnement, les tunnels, passages et ponts devraient s'inscrire dans les priorités de construction des développeurs afin de permettre aux animaux de continuer à se déplacer librement. L'agence préconise aussi d'améliorer les anciennes routes, voire de les détruire lorsque le volume de trafic est en baisse, plutôt que d'en construire de nouvelles, et de planifier des contournements à proximité des colonies d'espèces plutôt que d'installer routes et voies ferrées les unes à côté des autres.

- En **déminéralisant les berges** et en les **renaturant par des techniques de génie végétal**, ce qui permet de lutter contre l'érosion, de retenir les nitrates présents dans les eaux de ruissellement et de créer un espace récréatif et de loisirs ;
- En **accroissant la surface d'espaces verts** dans les jardins, en bordure des voies, sur les toits, tout en respectant des principes de gestion écologique de ces espaces ;
- En favorisant la colonisation par les espèces pionnières (dispersion des graines, déplacement des espèces) ;
- En diversifiant les milieux de vie et les ambiances paysagères ;
- En restaurant des **prairies urbaines**, des bandes enherbées et des noues ; ce qui permet notamment d'améliorer et de traiter les eaux de ruissellement, de piéger les nitrates et de faciliter l'infiltration de l'eau dans le sol et de plus, d'offrir un gîte aux insectes pollinisateurs ;
- En introduisant des herbivores tels que chevaux, ânes, ovins ou bovins qui pourraient restaurer les milieux ouverts de type « prairie » et fertiliser des sols pauvres.



▲ Les parcs d'activités représentent des surfaces importantes qui pourraient facilement être mises à profit pour la biodiversité. © GRTgaz

Enjeu 3 - Renaturer les sites industriels et les parcs d'activités

■ Pourquoi ?

Par mesure de sécurité, pour optimiser les coûts d'investissement et de fonctionnement ou par désintérêt, les sites industriels et les parcs d'activités priorisent les logiques de fonctionnement sans accorder d'attention à la gestion qualitative de l'espace. De nouvelles générations de parcs, soignant leur intégration tout autant que le confort de leurs salariés, se développent. Les parcs d'activités, un par commune en France en moyenne, représentent des surfaces considérables qu'il serait possible de valoriser et qui pourraient devenir des sites privilégiés pour les opérations de restauration. La création de prairies, de mares ou de haies concourrait non seulement au maintien de la diversité mais créerait également des continuités entre des habitats adjacents. La présence d'une nature s'épanouissant dans une diversité riche et festive, changeant au rythme des saisons offrirait aux salariés un cadre de vie et de travail plus harmonieux.¹³⁶

■ Comment agir ?

- En créant une synergie entre les entreprises ou en créant une structure (GIE, association, syndicat, club, etc.) porteuse des projets ; des démarches de sensibilisation, d'information et de concertation, dans la conception, la réalisation et la gestion des zones d'activités doivent permettre d'impliquer tous les acteurs ;¹³⁷
- En procédant à un **diagnostic** complet sur l'environnement, le social et l'économie, les besoins des entreprises, des employés et des usagers, les projets de développement et d'amélioration ;
- En appréhendant l'**offre foncière et immobilière** : les tendances et l'adéquation avec la demande, en réalisant une **analyse fonctionnelle** : accessibilité, transports en commun, gestion des franges, mitage... Les interrelations avec son territoire d'implantation : voisinage, villes, autres zones ou parcs d'activités ;
- En **partageant** avec les autres entreprises des projets de renaturation ;
- En **végétalisant les toitures des bâtiments industriels**, même sans

¹³⁶ Extrait du guide *Entreprises & biodiversité, l'exemple de GRTgaz - GRTgaz et Natureparif*, septembre 2011.

¹³⁷ http://areneidf.org/medias/fichiers/gestion_durable_zs.pdf

renforcer les structures existantes (ou en retirant les graviers) qui peuvent généralement supporter un substrat de 8 à 10 cm (plus si possible) en terre et en compost. La conservation d'espèces pionnières ou la plantation de mélanges de fleurs attireront les pollinisateurs ; en revanche éviter les tapis de gazon précultivé (gourmands en produits phytosanitaires et peu attractifs pour la faune) de même que les sédums monoclonaux¹³⁸ ;

- En utilisant pour les parkings et les voies d'accès piétons ou pompiers, des systèmes de **pavés drainants ou de revêtements enherbés**, en délimitant les emplacements par des rangées d'arbres, d'arbustes, des haies. Les effets sont multiples : action contre la chaleur (évapotranspiration et ombre des arbres), traitement des eaux par filtration dans les sols, effet décoratif et paysager des végétaux. Des noues peuvent s'avérer utiles pour récupérer et traiter les eaux de ruissellement ;
- En supprimant les barrières grillagées de sécurité (remplacement par des haies végétales tressées ou des systèmes électroniques) ;
- En assurant une jonction entre les espaces verts interentreprises (trame verte) ;
- En créant un ou des passages à faune ;
- En récupérant les eaux usées dans un bassin commun pour les traiter (avec prétraitement nécessaire s'il y a présence de polluants industriels).

L'écologie urbaine fait appel au génie écologique (renaturation, création d'écosystèmes, restauration) et offre aux entreprises et aux pouvoirs publics un vivier d'emploi extraordinaire, notamment auprès des fournisseurs de matériel végétal en pépinières, de concepteurs de toitures végétalisées, d'experts en restauration des écosystèmes, en dépollution des sols, en aménagement paysager¹³⁹.

¹³⁸ Individus génétiquement proches.

¹³⁹ Pour plus d'information sur les emplois liés à la biodiversité et au génie écologique : www.metiers-biodiversite.fr et www.natureparif.fr



Paroles d'acteurs : rase pas mon quartier »

Par Marguerite Parent, association

« Ma maison c'est ma vie, mon quartier aussi »¹⁴⁰

En 2000, Lille-Métropole crée l'Union, un des plus grands projets de reconquête urbaine en France. À la jonction de Roubaix-Tourcoing et Wattrelos, ce projet d'écoquartier doit s'étendre sur 80 ha. Seulement voilà, au centre se dresse un îlot de cinquante-quatre maisons, toutes de même style, en brique rouge, témoin d'un passé glorieux des années 1910 : l'îlot Stephenson. La situation économique s'était détériorée depuis les années 1980, les fabriques ont fermé leurs portes, les maisons se vident. Alors, souhaitant redonner vie à ce quartier, élus et administratifs décident sur une carte que les deux rues doivent être rasées, en oubliant qu'il y a là des habitants avec leurs souvenirs, leur fierté. Les habitants entrent en lutte et créent une association *Rase pas mon quartier* présidée par Marguerite Parent, 77 ans. Soixante familles y adhèrent, le bras de fer commence, et le mot d'ordre est « Nous ne baisserons pas les bras ».

La lutte porte ses fruits. Fin 2003 le maire de Tourcoing décide qu'il n'y aura pas de démolition et les cinquante-quatre maisons seront préservées. Patrick Bouchain, spécialisé dans la reconversion de friches en lieux culturels et les architectes de son agence Construire, proposent une démarche innovante de réinterprétation de la ville basée sur le lien entre les générations.

Dix ans après la création de l'association, le quartier entame une renaissance contemporaine par l'ouverture d'une maison-témoin. Les matériaux des maisons ayant trop souffert d'avoir été inhabitées, sont récupérés et réutilisés (carrelages, portes, tuiles, fenêtres) ; l'habitat est amélioré par l'introduction de chaudière à gaz à condensation, doubles vitrages, VMC, isolation renforcée, friche transformée en potager urbain. La réhabilitation de cet endroit qui s'appuie sur la transmission des traditions et des expériences sera terminée en 2012. L'acte de bâtir la ville qui semble uniquement affaire de spécialistes implique, à l'évidence, d'abord les premiers concernés, ses habitants.

Échelle
du territoire

Échelle
de l'îlot

Échelle
du bâti

Fiche n° 14 - Écoconcevoir les futures constructions

■ Pour qui ?



▲ L'écoconception des bâtiments futurs vise à diminuer leur empreinte sur la biodiversité, en anticipant notamment leur fin de vie. © Isonat by Buitex

■ Quel intérêt ?

Qu'est-ce que l'écoconception ? C'est une approche qui vise à réduire la pression d'un produit, service ou entité sur l'environnement, à chaque étape de son développement (de l'extraction des matières premières jusqu'à son traitement en fin de vie). Tel est l'objectif fondamental de ce processus qui se situe dans la logique de l'*analyse du cycle de vie*. Pour l'heure, ce concept n'a pas dépassé le stade de l'expérimentation mais des outils comme l'analyse de cycle de vie et des programmes informatiques vont permettre à des bâtiments écoconçus de voir le jour rapidement. Nous allons aborder dans cette dernière fiche la conception de bâtiments générant le moins d'impacts possibles, tout au long de leur cycle de vie. C'est tout l'enjeu de l'**écoconception** qui vise à limiter les impacts locaux, régionaux mais aussi planétaires, que peut avoir un bâtiment sur la biodiversité.

Pour y parvenir, les préconisations évoquées dans les fiches précédentes devront être suivies, notamment en ce qui concerne le choix des **matériaux, de préférence locaux, facilement séparables, recyclables et valorisables** en fin de vie. Il conviendra également de les assembler judicieusement dans le bâti de façon à les **séparer plus facilement** une fois la déconstruction réalisée.

Enjeu 1 - Mieux vaut prévenir que...

■ Pourquoi ?

Limiter la consommation de matériaux et de produits, c'est répondre à un double objectif : d'une part de **minimiser la production de déchets**, donc les impacts de leur traitement (enfouissement en centre de stockage, incinération, décharge sauvage, traitements chimiques lourds, etc.) et de **polluants** qui aboutissent dans les sols, l'air, l'eau, ou les organismes vivants (humains compris) ; et d'autre part de **réduire l'exploitation de nouveaux gisements** de matières premières (granulats, fer, pétrole).

■ Comment agir ?

- En demandant dès l'appel d'offres un comparatif des matériaux par une **analyse de cycle de vie**, à l'aide de logiciels prévus à cet effet¹⁴¹ ;

¹⁴¹ L'association Bourgogne bâtiment durable a réalisé une bibliographie de tous les logiciels utiles pour l'écoconception : http://www.bourgogne-batiment-durable.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/fichiers_telechargeables/Outils-Logiciels_eco-conception.pdf

- En évitant l'utilisation de matériaux énergivores et responsables de pollutions¹⁴² ;
- En combinant des matériaux faiblement impactants et facilement réutilisables.



Paroles d'acteurs : écoconception et biodiversité ?»

Par Gaël Gonzalez, association Orée

L'écoconception vise à minimiser les impacts environnementaux des futurs produits ou services tout au long de leur cycle de vie, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur recyclage ou réemploi, cela tout en conservant leur qualité d'usage, c'est-à-dire leur fonctionnalité et leur performance. Facteur de compétitivité et d'innovation, l'écoconception présente un intérêt grandissant pour les entreprises. Outre l'amélioration de leur performance environnementale, voire sociale, cette démarche permet d'améliorer la qualité des produits et services proposés (notamment leur durée de vie), de mieux maîtriser et parfois réduire les coûts, et de faire apparaître de nouvelles opportunités commerciales.

Depuis 2006, Orée a mis en place un groupe de travail « écoconception des produits et services » qui réunit les principaux experts et acteurs français du domaine pour mener une réflexion sur l'intégration de l'écoconception dans la stratégie des organisations (entreprises et collectivités). Le fruit de cette réflexion collective est la création d'une plateforme interactive¹⁴³ qui présente la démarche et propose des fiches pratiques répondant aux questions fréquemment posées (freins, facteurs de réussite, coût, etc.). L'outil permet, de plus, d'approcher le sujet selon le point de vue de différentes fonctions de l'entreprise (achats, marketing, finance, ressources humaines...).

Pour être pertinente, l'écoconception d'un produit ou d'un service devrait intégrer l'impact sur la biodiversité. Toutefois, certaines pressions, telles que la fragmentation des milieux ou l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, sont encore rarement prises en compte. En outre, au-delà de l'ajout de nouveaux critères dans l'analyse du cycle de vie, l'enjeu est surtout d'adopter une approche plus écosystémique, c'est-à-dire prenant mieux en compte le dynamisme des interactions au cœur du fonction-

142 Bruno Peuportier, *Écoconception des bâtiments : bâtir en préservant l'environnement* ; Les presses de l'École des mines, 2003. 276 p.

143 Retrouvez l'ensemble des travaux d'Orée sur le site www.oree.org, la plateforme écoconception : <http://ecoconception.oree.org>, ainsi que le guide interactif des risques environnementaux : <http://risques-environnementaux.oree.org>, et la plateforme écologie industrielle www.comethe.org

nement des écosystèmes constituant notre environnement. En effet, les conséquences environnementales du produit ou service dépendent largement du milieu et des populations affectées.

Enjeu 2 - Prévoir des bâtiments démontables et recyclables, une utopie ?

■ Pourquoi ?

Aujourd'hui le frein au recyclage des bâtiments provient de la difficulté à séparer les matériaux, en particulier lorsque des éléments composites ont été utilisés (agrégats, agglomérés, colles, préfabriqués, matériaux composites de plus en plus fréquents). La complexité des déchets produits par les constructions actuelles et la difficulté de les séparer rendent le recyclage total quasiment irréalisable. Écoconcevoir aujourd'hui les nouveaux bâtiments, c'est le rendre possible pour les générations d'après.



▲ Prévoir des bâtiments démontables et recyclables, sans effet irréversible sur le milieu dans lequel ils s'insèrent : une utopie ? © GFDL

■ Comment agir ?

■ En exigeant dans le cahier des charges le recours à des **matériaux recyclables**, voire déjà recyclés (voir fiche n°4 sur les matériaux). Cela nécessite un plan de recyclage des déchets et de valorisation prévu à l'avance, donc les filières *ad hoc* en aval, et la formation adéquate du personnel ;

- En prévoyant des **matériaux facilement séparables**, en évitant les agrégats ;
- En préférant les matériaux métalliques, la pierre, le bois, la terre, les fibres végétales, dans le cadre du recyclage, plutôt que les plastiques et matériaux composites plus difficilement triables et recyclables ;
- En **réduisant la quantité globale** de matériaux utilisés, par une conception architecturale limitant les artifices décoratifs superflus.

Limiter la consommation de matériaux et de produits, c'est réduire la consommation de ressources naturelles et la production de déchets (chutes, matériaux en surplus ou non utilisables). Dans le bâtiment comme ailleurs, l'objectif est de :

- Calculer le nombre d'éléments strictement nécessaires et les dimensions optimales (tailles standards, préfabriqués, volumes...) ;
- Réutiliser sur un même chantier certains matériaux (ex : bétons de démolition concassés réutilisés en remblais). Les volumes de terres extraits peuvent être, par exemple, utilisés sur le chantier même, avec déblais et remblais ou entre plusieurs chantiers proches : question de bon sens mais surtout d'organisation et de planification ;
- Choisir des produits de haute qualité environnementale : l'impact des produits est évalué par des démarches d'analyse du cycle de vie (ACV), qui couvrent les impacts sur tous les compartiments de l'environnement et à toutes les étapes de la vie du produit.

Attention ! Quelques **références produits** sont disponibles auprès des fournisseurs et/ou grâce aux outils de référencement suivants : fiche de déclaration environnementale et sanitaire (FDES)¹⁴⁴, profil environnemental produit (PEP). L'écolabel européen (peintures, vernis) ou la marque NF Environnement sont des certifications qui distinguent les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit (pour des peintures : taux de COV¹⁴⁵, produits toxiques, etc.). Les labels et normes constituent des attributs incontestables et non discriminatoires vis-à-

144 Les FDES sont disponibles sur ww.inies.fr (près de 600 fiches pour 5000 produits).

145 Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille de produits très large qui se trouvent à l'état de gaz ou s'évaporent facilement, comme le benzène, l'acétone, le perchloroéthylène... Ce sont des polluants précurseurs de l'ozone, et certains d'entre eux sont considérés comme cancérogènes pour l'homme.

vis des opérateurs économiques. Ils sont donc acceptés dans le cadre des marchés publics et permettent au maître d'œuvre de manifester ainsi ses exigences environnementales. **Ils sont néanmoins appelés à évoluer pour encore plus de transparence et de traçabilité dans leur fabrication, leur composition et leur recyclabilité de ces produits.**

Enjeu 3 - Vers des villes réversibles, évolutives ?

Selon Françoise-Hélène Jourda, architecte engagée en faveur des bâtiments *non durables*, l'un des enjeux majeurs de notre époque consiste à « *créer des villes flexibles c'est-à-dire transformables facilement, et prévoir leurs aménagements réversibles pour s'adapter aux besoins inconnus des générations futures* »¹⁴⁶. En d'autres termes, elle conçoit la ville comme un ensemble d'édifices facilement déconstructibles et réaménageables, permettant un *renouvellement urbain* entre bâtiments construits et déconstruits plus rapide. Cela impose le recours aux matériaux recyclés et/ou renouvelables, plus facilement réutilisables et moins polluants que leurs homologues traditionnels. La complexité des matériaux est telle aujourd'hui, que leur production et leur traitement en fin de vie ont de lourdes conséquences sur les écosystèmes : pollutions aériennes et aquatiques, consommation d'énergie et de terres rares. L'utilisation du bois, des matériaux biosourcés et de la pierre est propice à ce type de constructions. La construction réversible demande aussi de s'attacher à préserver les composantes écologiques des territoires : sol, couvert végétal, espèces animales et végétales, et les interactions entre ces composantes. La réversibilité des bâtiments passe par la préservation des sols, en minimisant la surface au sol des bâtiments et en employant des techniques comme la construction sur pieux. La réversibilité impose d'éviter l'imperméabilisation systématique des sols, tout comme la création d'infrastructures trop lourdes (réseaux de canalisation multiples, voies de circulation et routes nombreuses). En outre, cette approche vise la conservation du patrimoine naturel existant, la densification urbaine et l'adaptation des ouvrages bâtis à leur environnement naturel.



Paroles d'acteurs : anticiper les impacts d'un bâtiment dès sa conception ; réalisation d'une maison bioclimatique, écoconçue et à énergie positive dans la communauté de communes du Pays des Herbiers »

Par Thomas Peverelli, Evea

¹⁴⁶ Voir les actes du colloque de Cerisy, en septembre 2010, sur les villes et territoires réversibles <http://www.village.tm.fr/acteur-rural/share/villesreversible.pdf>

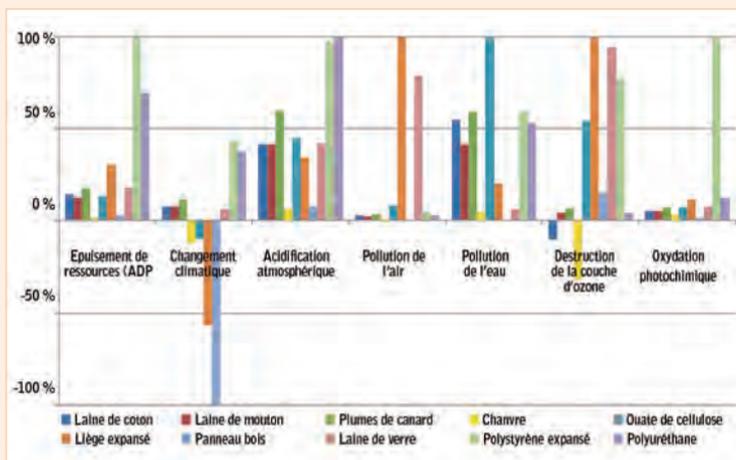
L'analyse du cycle de vie (ACV) permet l'évaluation environnementale globale d'un système (produit, service, entreprise) en tenant compte des impacts potentiels des différentes étapes de la vie. L'ACV constitue un outil idéal pour comparer des matériaux entre eux, et définir des choix de construction prenant en considération l'environnement.

La comparaison des matériaux s'effectue sur la base de différentes sources, aussi bien génériques (comme la base de données Ecoinvent), que spécifiques (obtenues auprès des fabricants) ou suivant un référentiel de calcul (fiches de déclaration environnementale et sanitaire-FDES). Dans le cadre de l'accompagnement de la communauté de communes dans la réalisation d'une habitation à faible impact environnemental, les matériaux suivants furent comparés :

Liste des matériaux comparés par éléments du chantier

	Élément concerné	Matériaux comparés
Mur extérieur	Double mur	Brique de terre cuite creuse, parpaing creux
	Mortier	À base de chaux, à base de ciment
	Enduit	Chaux-chanvre, argile, ciment
	Isolant	Fibres textiles recyclées, laine de mouton, chanvre, plumes de canard, laine de coton, laine de verre, ouate de cellulose, liège expansé, mousse de polyuréthane, polystyrène, panneaux bois
Aménagement intérieur	Dalle	Chaux-chanvre, béton + isolant polyuréthane
	Mur	Brique de terre crue, parpaing creux
	Escalier et son entretien	Bois de pays, béton + rampe bois
	Système de chauffage	Poêle à granulés de bois, pompe à chaleur
Menuiseries	Fenêtre et son entretien	Bois, PVC, aluminium, bois-aluminium
	Type fenêtre	Double vitrage, triple vitrage
Aménagement extérieur	Cuve de récupération d'eau de pluie	Cuve PEHD, cuve béton
	Tuiles	Terre cuite, béton

Confronté à des choix multiples comme celui de l'isolant, le maître d'ouvrage peut avoir du mal à sélectionner le matériau :



▲ Indicateurs d'impacts de différents isolants.

La réalisation de tableaux comparatifs permet d'écartier rapidement certains matériaux et d'en sélectionner un nombre restreint. Ici, le chanvre et le panneau de bois ont été choisis :

	Laine de coton	Laine mouton	Plumes canard	Chanvre	Ouate de cellulose	Liège expansé	Panneau de 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	😊	😊	😊	😊	😊	☹️	😊	😊	☹️	😊

▲ Sélection des isolants les plus performants en termes environnementaux.

Une étroite collaboration entre trois acteurs (architecte, bureau d'étude thermique et consultant en écoconception) a permis de définir un projet accordant architecture bioclimatique, performances thermiques et faible impact environnemental.

Le choix de matériaux moins impactants ainsi que des consommations optimisées ont permis une consommation énergétique domestique trois fois moindre que dans le cas d'une habitation de référence RT 2005 construite à partir de matériaux traditionnels.

Il nous paraît cependant utile d'ouvrir le débat sur la biodiversité, peu prise en compte au niveau de l'analyse environnementale des produits de construction ou de la conception du bâtiment.

Outre l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables et les consommations énergétiques liées à leur transformation, le choix des matières premières joue un rôle majeur dans la limitation ou le développement de la biodiversité. Il s'agit de pouvoir mesurer l'impact sur les milieux d'extraction des matières premières dans les deux cas de figure, matériaux classiques/écomatériaux.

Sur le site du projet, s'il n'est pas possible de quantifier les impacts, on peut les qualifier par un comparatif d'inventaires faunistique et floristique avant/après, pour la construction en général, et un comparatif d'inventaires *a posteriori* sur deux projets classique/éco fortement similaires, en termes de géographie, d'occupation de l'espace, etc.

Le manque de méthodologie pour l'évaluation de ces impacts est malheureusement patent ; il est sujet à développement.

De manière plus globale et institutionnelle, une approche écosystémique dédiée, en respectant les « Principes du Malawi » développés par la convention sur la diversité biologique¹⁴⁷, peut également permettre l'apport de la dimension biodiversité.





CHAPITRE 3

Accompagner les acteurs du changement

Parce que la technologie ne peut remplacer la biodiversité, nous devons restaurer et préserver cette dernière pour assurer notre prospérité et laisser à nos descendants plusieurs options de développement. L'approche développement durable implique de **limiter les irréversibilités** associées à la dégradation de ce potentiel naturel et, corollaire, des fonctions qu'il induit. La **filière construction, certes essentielle pour l'emploi et le dynamisme économique du pays**, fait face à un défi de taille qui appelle de profonds changements. Repenser la manière de concevoir, de construire, de vivre et de rénover nos bâtiments implique de dépasser certaines idées reçues, certains modes de pensée, certaines habitudes de faire. La réalisation de ces changements passe par une évolution culturelle, préalable indispensable à la formation des professionnels, à la création et au développement de nouvelles compétences et de nouveaux emplois. Elle passe également par l'évolution des normes et des mécanismes économiques de ce secteur.

CHANGER DE REGARD

« L'écologie nous apprend que toute forme de vie est l'expression d'échanges au sein d'un réseau. La terre elle-même ne fonctionne que comme un réseau où tout interagit avec presque tout en permanence. Là aussi, ces interactions génèrent des propriétés émergentes qui constituent "l'intelligence de la terre". C'est cette intelligence que nous sabordons quand nous violons délibérément les équilibres naturels¹⁴⁸ », a écrit David Servan-Schreiber

Imaginons un collège, une maison, un immeuble qui se construit. Tout démarre par une excavation, telle une dent creuse, qui occupe l'espace tandis que les excédents de terre sont déblayés. Il faut « faire propre » tout autour, comme dans une salle d'opération avant une intervention chirurgicale. Autour des futures fondations, des tranchées sont creusées pour les raccordements aux réseaux locaux, à l'eau et à l'électricité. Les fondations se préparent, les maçons coulent un béton de propreté, installent le ferrailage et préparent les futurs systèmes d'évacuations et de drainages. Sols éventrés, arbres centenaires qui servaient d'habitats à une multitude d'insectes et d'oiseaux, gisant au milieu des gravats déjà débités pour être évacués. Triste spectacle. Pourquoi ? Ils entravaient les travaux et l'on a fait au plus rapide !

¹⁴⁸ On peut se dire au revoir plusieurs fois, David Servan-Schreiber, Laffont, page 50 et 148.



▲ **L'écoconstruction est un challenge humain : elle implique de dépasser certaines idées reçues, certains modes de pensée, certaines habitudes de faire.**

© Lionel Pagès

Combien de fois cette scène se répète-t-elle ? Qui pense à conserver ces poches de nature, aussi modestes soient-elles qui, parties d'un système qui nous fait vivre, nous offrent leurs fonctionnalités et embellissent notre ordinaire par leur simple présence ? Quand prendrons-nous conscience du fait que nous ne sommes qu'une espèce parmi les autres et que nous ne tirerons pas seuls notre épingle du jeu ? Qui se soucie, en permanence, de la beauté des choses ?

L'industriel, l'architecte, le maître d'ouvrage, l'ingénieur, le chef de chantier, l'ouvrier ignorent largement les fonctions de cette nature qu'ils dénaturent et dégradent. Et pour cause ! Aucune formation ne les a aidés à comprendre les effets de leurs activités, aucun accompagnement ne leur permet de changer leurs modes de fonctionnement habituels. Pas non plus d'enseignement sur ce « tissu vivant de la planète¹⁴⁹ » dont les mailles sautent, une à une. La disparition ou la dégradation des services écosystémiques localement et globalement, met en danger le système global, qui encaisse, supporte les chocs jusqu'à un certain seuil, point de rupture du système :

149 Selon l'expression du chercheur et professeur Robert Barbault.

la perte de fertilité des sols, la recrudescence des parasites, la dérégulation du cycle des eaux, les modifications brutales dues aux dérèglements climatiques en sont les signes avant-coureurs. **Resynchroniser l'économie avec la biosphère, c'est construire un monde résilient.**

Envisageons le cas du pétrole : chacun sait que les réserves s'épuisent et que nous avons atteint la *pic oil*. Le considérant comme très rentable, les experts encouragent pourtant encore son exploitation jusqu'à la dernière goutte, tant les paris sur les futures flambées attisent la spéculation. Or, les métiers du bâtiment comme toute notre économie en général dépendent à 80 % du pétrole. Quelle sera la capacité de la filière à résister aux chocs pétroliers qui surviendront dès que l'or noir viendra à manquer ? La résilience, c'est la capacité d'un système à ne pas s'effondrer quand une de ses parties est détruite et à revenir à un fonctionnement normal. Ceci est valable pour la biodiversité comme pour nos économies. De nombreuses études scientifiques en témoignent : plus la diversité fonctionnelle des espèces est importante, plus l'écosystème résiste aux perturbations¹⁵⁰.

Autre exemple : notre développement conduit à un maillage inconsidéré des espaces, à un gaspillage foncier ; une quantité d'espaces indéterminés indécis, de dimensions modestes, dispersés au milieu d'un bâti, ou dans les zones perdues d'un rond-point, d'un ancien champ, fragmentent à l'infini les territoires. Nous pourrions utiliser ces fragments de nature, ces délaissés pour reprendre les termes de Gilles Clément, pour accroître la diversité fonctionnelle de la nature. Ne peut-on pas, par un **urbanisme résilient** stopper cette fragmentation ? Pourquoi ne pas proposer des formes de bâtis adaptées et des espaces verts en quantité, reliés et diversifiés ?

Appliquer les principes de l'écologie à la filière du bâtiment représente un défi de taille. Mais la filière du BTP gagnera à assumer une remise en question de ses pratiques et de sa culture : favoriser une nouvelle réglementation, des normes adaptées, utiliser intelligemment les matériaux en fonction des disponibilités locales et de leur caractère recyclable, imaginer de nouvelles formes de quartiers, d'habitations, de déplacements. Bref, inventer un modèle économique affranchi de

¹⁵⁰ Le projet européen Biodepth a associé huit pays qui ont étudié la biodiversité de 480 parcelles. Tilman, David, and John Downing. *Biodiversity and Stability in Grasslands*. Nature 6461 (1994): 363-365.

la logique exclusivement financière *du « moindre coût »* et intégrant précisément le *coût nécessaire* au maintien et à la restauration de la biodiversité, biodiversité au service de la population et des usagers.

FORMER LES PROFESSIONNELS

Si de plus en plus d'acteurs sont sensibilisés aux questions écologiques, en revanche ils n'ont pas nécessairement reçu la formation nécessaire pour répondre aux besoins exprimés tout au long de ce guide. Accompagner les élus, les donneurs d'ordre, les architectes, les métiers techniques du BTP par des compléments de formations continues plus généralistes, constitue une première étape vers le changement culturel déjà évoqué. Selon un rapport de l'Ademe¹⁵¹, une évolution forte des contenus de formation et des systèmes de qualification sera nécessaire pour accompagner cette transition vers un modèle écologique, propre au secteur bâtiment.



▲ Si de plus en plus d'acteurs sont sensibilisés aux questions écologiques, en revanche ils n'ont pas nécessairement reçu la formation nécessaire pour répondre aux nouveaux besoins. © Le Moniteur

Les formations actuelles concernant majoritairement la performance énergétique vont devoir être adaptées au marché de la construction écologique, et notamment des constructions favorisant la biodiversité.

151 <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=CF3A104A5AB3BF497A69B887B68BE490122333192806.pdf>

Quant à la formation initiale, les cours d'écologie ne s'invitent pas encore dans les programmes scolaires ! Enseigne-t-on dans nos écoles d'architecture et d'ingénieurs, nos lycées techniques, les bases du fonctionnement de la nature, l'art de « construire écologique » ? Dans les cycles et filières professionnelles, ultra-spécialisés, les enseignements en science de la vie, en écologie sous la forme d'une approche globale, intégrative, sont trop souvent absents.

La formation des professionnels passe par un « désapprentissage » : **celui de la pensée simplificatrice** réductrice ; la prise en compte des critères biodiversité et leur intégration dans l'architecture, tout comme dans l'aménagement du territoire, nécessite une formation des jeunes, des adultes, au travail en équipe pluridisciplinaire, pour la mise en commun des compétences. Tous les projets novateurs remarquables utilisant des matériaux et des processus innovants, déployant des architectures intégrées, en connivence avec le lieu, le climat, les aspirations des habitants ont fait l'objet d'une approche multidisciplinaire. L'architecte, qui produit la synthèse créatrice, joue un rôle majeur. Rôlé au travail impliquant des exigences contradictoires pour parvenir au meilleur compromis, il a besoin plus que jamais de s'adjoindre de nouvelles compétences. Il y a dix ans, les architectes paysagistes avaient le vent en poupe. À quand les architectes écologues ? Ils conseilleront le maître d'œuvre dans le choix d'un matériau plus qu'un autre, matériau qui sera issu d'une matière première locale, utilisant des savoir-faire traditionnels, demandant peu d'énergie.

Et les élus ? Combien appréhendent la biodiversité et ses enjeux ? Combien d'entre eux se préoccupent du gaspillage du foncier sur leur commune, de la compétition entre les différents usages des terrains sur leur territoire et peuvent s'engager en connaissance de cause ? Le travail sur la trame verte et bleue est l'occasion de mener une réflexion globale sur l'aménagement du territoire. Une formation concrète auprès des collectivités¹⁵² permettrait l'organisation du changement. Ce dernier ne se décrète pas ; il se construit au jour le jour à partir d'une vision claire.

¹⁵² Natureparif est partenaire avec l'Aten du programme européen Leonardo « Biodiversity skills on biodiversity », dont l'objectif est de produire des outils pédagogiques destinés à la formation des agents des collectivités territoriales ayant des missions de planification de l'aménagement.

◀◀ Paroles d'acteurs : enseigner les enjeux de la biodiversité et proposer des solutions aux futurs concepteurs de bâtiments

Par Rodolphe Deborre, enseignant à l'Ensam, Paris

Depuis la rentrée universitaire 2008-2009, les grandes écoles Ensam (École nationale supérieure d'arts et métiers) et ESTP (École spéciale des travaux publics) proposent un mastère spécialisé commun Construction et Habitat durable à de jeunes diplômés, mais aussi à des professionnels chevronnés du bâtiment. Quatre modules pédagogiques sont réservés au seul sujet de la biodiversité.



▲ **À quand les architectes-écologues ?** © Lionel Pagès

Le but de l'enseignement est d'armer les étudiants afin qu'ils s'approprient et identifient seuls les enjeux et solutions à creuser en matière de biodiversité. S'il n'est pas question, en 16 heures de cours, d'accumuler un savoir d'écologie exhaustif, cela les prépare à **se poser les bonnes questions**.

Le module commence par deux heures de « biodiversité pour les nuls » : comment différencier une prairie naturelle, qui se régénère sans entretien humain majeur, se compose d'une grande variété d'espèces, produit plusieurs services écosystémiques d'une pelouse

de sport qui ne peut pas survivre sans entretien humain, se compose de très peu d'espèces et ne rend que peu de services écosystémiques ? La prairie est un élément fort de biodiversité. Le terrain de rugby est davantage un espace vert humain.

A contrario, pour d'autres secteurs comme la pêche ou l'extraction minière par exemple, le lien entre la biodiversité et le secteur du bâtiment n'est pas évident à première vue. Si l'on exclut la question du changement climatique, largement documentée par ailleurs, l'impact du bâtiment sur la biodiversité revêt deux formes bien distinctes : impact des matériaux utilisés dans le bâtiment sur la biodiversité dans les milieux où ils ont été prélevés, on parle parfois de biodiversité grise ; impact du bâtiment et de ses aménagements sur la biodiversité du territoire sur lequel il se développe. Notez bien que l'on parle d'impact et qu'un impact peut être négatif ou positif.

Une fois le cadre d'analyse fixée, les étudiants peuvent alors se poser les questions de priorisations. Si l'on rénove un immeuble dans l'hyper-centre d'une métropole, l'impact biodiversité grise semble prépondérant, la qualité de biodiversité du site étant déjà minuscule. Il convient alors de bien se concentrer sur la traçabilité des matériaux souhaités par la maîtrise d'ouvrage et/ou la maîtrise d'œuvre et du maintien de cette performance tout au long du chantier. Traçabilité difficile aujourd'hui pour le BTP mais déjà réalisée par d'autres secteurs comme l'alimentaire. On peut bien entendu améliorer à la marge également l'impact biodiversité de l'espace construit (nichoirs, espaces végétalisés) mais ceci n'est pas quantitativement prioritaire.

À l'inverse, s'il s'agit d'aménager un quartier neuf sur un espace de plusieurs hectares, alors la prise en compte de la biodiversité du territoire devient prioritaire. Il est alors nécessaire de réaliser des études écologiques.

Ces grands principes, simples, doivent amener les futurs concepteurs de bâtiments à arbitrer en toute connaissance de cause et donc à renoncer à certaines options, parfois en faveur de la biodiversité (le plus souvent possible le j'espère), parfois non.

Dernier point, peut-être le plus important. À chaque cours, à chaque exposé, à chaque projet, on constate le lien psychologique qui existe entre nous, humains, et la nature et ce même dans le secteur immobilier. La valeur foncière d'un bien dépend bien souvent de la proximité avec un espace vert « de qualité », le marché des toitures végétalisées

est en croissance... Plus les professionnels de la filière connaîtront la biodiversité, plus ils l'apprécieront, l'utiliseront, la jardineront pour servir les projets de bâtiment mais aussi servir la nature. C'est ce que nous souhaitons avec les étudiants qui sont souvent fiers de pouvoir contribuer à ce cercle vertueux.

FAVORISER L'ÉMERGENCE DE NOUVEAUX MÉTIERS

■ Écologie, un métier en pleine évolution

Qui peut conseiller le maître d'ouvrage au démarrage du projet ? Quelques bureaux d'études se prévalent de spécialisation dans « le conseil en environnement », mais leur crédibilité en matière d'écologie n'est pas toujours reconnue. Qui peut conseiller l'architecte et ensuite contrôler l'application, des préconisations jusqu'à la livraison ? Ce rôle de conseil et de suivi, écologues et naturalistes l'assument. Les formations en écologie enseignent le fonctionnement de la nature et les mécanismes qui gouvernent sa soutenabilité. Appliqué au bâtiment, le regard de l'écologue aidera les autres acteurs à comprendre où construire, comment construire, avec quels matériaux, comment préserver les sols, quelles espèces favoriser. Un botaniste renseignera quant à lui, sur le statut des espèces à protéger, des espèces à planter, sur les toits, dans les espaces verts, des aménagements pour les accueillir. Acteurs de la construction,



▲ Les collectivités et les entreprises gagneraient à intégrer des écologues et des naturalistes aux équipes en amont et pendant les opérations de construction.

© Laure Maud/Dervenn

écologues et naturalistes, forment une association de compétences très opérationnelle. Souffrant de lacunes dans ce domaine d'expertise, **les collectivités et les entreprises gagneraient à intégrer des écologues et des naturalistes aux équipes en amont et pendant les opérations de construction.**

■ Entreprises d'ingénierie / génie écologique

Avec la création de bâtiments favorisant la biodiversité, de nouvelles professions vont se développer dont les métiers du *génie écologique*¹⁵³ (plus largement, les métiers de l'ingénierie écologique¹⁵⁴) : métiers de restauration, de réhabilitation et de création d'écosystèmes. Les applications débouchant sur de nouveaux marchés sont nombreuses :

- La restauration des milieux terrassés, des friches industrielles, des continuités écologiques grâce au génie végétal ;
- La réalisation de nouveaux écosystèmes, comme les toitures végétalisées ;
- Le traitement biologique des déchets par les voies du compostage (aérobie) et de la méthanisation (anaérobie) ;
- La création de zones humides pour traiter les eaux usées, par lagunage et/ou phytoremédiation ;
- La culture destinée à fabriquer des agromatériaux ; rotations culturales, agroforesterie répondant aux besoins en bois-construction et fibres végétales (bétons de chanvre par exemple) ;
- La facilitation des processus naturels comme l'augmentation de la fertilité des sols (enrichissement en vers de terre) ;
- La lutte biologique par l'utilisation de prédateurs naturels ;
- La gestion différenciée des espaces verts, l'agriculture biologique extensive et l'agriculture urbaine ;
- La lutte contre l'érosion des sols.

153 Une norme Afnor sur le génie écologique est en cours d'élaboration.

154 Houdet, J., Barra, M., Germaneau, C., 2011. *L'ingénierie écologique pour les entreprises : comment répondre à vos besoins tout en protégeant la biodiversité ?* Cahier technique 2011-02, Synergiz - GAIE, 11p.

■ Activités dérivées, producteurs de matériaux

Indirectement, un nombre considérable d'activités est aussi appelé à se développer en réponse au besoin d'associer la nature à la construction, induite par la construction écologique, parmi lesquelles :

- La production de matériaux de construction à base de fibres végétales (matériaux biosourcés), comme le chanvre ou le lin, ce qui implique une réflexion sur le modèle agricole de production (et les contraintes liées aux surfaces disponibles pour l'alimentation), en accord avec une logique de circuits courts et des politiques agricoles favorisant la biodiversité dans les exploitations ;
- La vente de **matériel végétal d'origine locale** (graines, plantes à fleurs, graminées, arbustes et arbres) par les pépiniéristes et les entreprises spécialisées, notamment pour pourvoir la demande au niveau des espaces verts et des toitures végétalisées ;
- La réorganisation de la **filière bois française** avec pour perspective un mode de production écologiquement intensif, ce qui implique une gestion durable des peuplements et des écosystèmes forestiers, mais aussi des alternatives comme l'agroforesterie, qui combine agriculture et sylviculture ;
- L'artisanat pourrait retrouver une vitalité perdue grâce au retour à des circuits plus courts et des savoir-faire locaux, notamment en ce qui concerne les métiers du bâti : création de charpentes en bois, tuiles et couvertures de toit, menuiseries ;
- Les filières de récupération et de retransformation des matériaux issus de la déconstruction, qui intéressent notamment les PME, mais aussi les grandes entreprises aujourd'hui, productrices de granulats, souhaitant diversifier leur offre.

BÂTIR UNE ÉCONOMIE FAVORISANT LA BIODIVERSITÉ

Nos propositions sont issues de réflexions, parfois d'expérimentations mais rarement d'applications à grande échelle, ce qui s'explique en partie par l'absence d'incitations (réglementaires, fiscales, volonté politique) à changer de pratiques¹⁵⁵. Absence qui constitue un frein au

155 Ce sont actuellement les pratiques les plus impactantes sur la biodiversité qui sont encouragées : bétonnage et imperméabilisation de l'espace, isolation maximale, matériaux complexes, etc.



▲ Il est nécessaire de faire évoluer les normes de construction vers davantage d'attention à la biodiversité patrimoniale, remarquable, ordinaire, génétique, spécifique, le paysage, les fonctionnalités, et ce à chaque étape du projet concerné.

© Le Moniteur

développement des alternatives innovantes et un surcoût pour ceux qui souhaitent se démarquer en initiant de nouvelles pratiques. Natu-reparif espère convaincre les décideurs d'aller beaucoup plus loin en faisant de la biodiversité un enjeu clé dans l'établissement des normes et des standards de construction.

NORMES ET RÉFÉRENTIELS DE CONSTRUCTION : CE QUI DOIT CHANGER

Plusieurs normes encadrent actuellement la construction des bâtiments : sécurité incendie, accessibilité handicapés, fondations antisismiques, patrimoine culturel, PLU des communes, etc. La prise de conscience du changement climatique a favorisé l'émergence de nouvelles normes destinées à réduire la consommation (donc la facture) énergétique des bâtiments. HQE, BBC, Breeam, Leed, ces labels énergétiques maintenant bien connus et utilisés, prennent en compte la biodiversité de façon encore trop sommaire et disparate.

Une norme ne peut se prétendre écologique si elle n'englobe pas l'intégralité du cycle de vie des bâtiments : conception (programme

et préprogramme), construction, exploitation et déconstruction. C'est ainsi qu'aujourd'hui, l'accent est essentiellement mis sur les consommations d'énergie pendant la construction et l'utilisation du bâtiment, tandis que l'énergie consommée en amont pour l'exploitation des ressources et en aval pour le traitement des déchets n'est que très peu prise en compte. Il n'est pas rare de trouver des bâtiments basse consommation réalisés avec des matériaux provenant de loin, énergivores dans leur conception et difficilement valorisables en fin de vie sans effort énergétique.

De même, l'intérêt pour la question énergétique ne doit pas nous faire oublier que le développement durable passe avant tout par le maintien de la biodiversité et des fonctions qu'elle induit (elles-mêmes en lien avec l'aspect carbone). Il est donc nécessaire de faire évoluer les normes existantes en ce sens, en favorisant la biodiversité patrimoniale, remarquable, ordinaire, génétique, spécifique, le paysage, les fonctionnalités, et ce à chaque étape du projet concerné. Nous avons tous à gagner à faire apparaître les enjeux explicités dans les fiches pratiques au cœur des futures normes. Nous vous proposons, pages 26 et 27, un tableau et référentiels des critères qui permettraient de faire évoluer ces normes.

■ Supprimer les aides publiques causant, indirectement, des dommages à la biodiversité

Le dernier rapport du Centre d'analyse stratégique (CAS)¹⁵⁶, présidé par Guillaume Sainteny, est remarquable dans le sens où il révèle les aides publiques (taxes ou subventions) défavorables à la biodiversité, c'est-à-dire soutenant des activités pouvant entraîner la dégradation des écosystèmes, la surexploitation des ressources, la fragmentation des milieux, etc. Ces aides publiques sont nombreuses en ce qui concerne la construction des bâtiments ou plus généralement, l'aménagement du territoire.

L'étalement urbain et l'imperméabilisation des sols sont couramment encouragés par ces aides publiques, ce que reprend le rapport : « Pour un ménage, la principale motivation à s'installer en périurbain reste le coût du logement, qui diminue à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville, sous le double effet du moindre prix du foncier et du moindre coût de la construction » ou encore « la baisse des coûts de transport joue un rôle essentiel dans le processus d'étalement urbain ».

156 http://www.strategie.gouv.fr/system/files/2011-21-10-cas_rapp_biodiversite.pdf



▲ Certaines aides publiques, notamment à la construction, produisent des effets dommageables à la biodiversité. ©Lionel Pagès

En cause, les aides à la construction de logements neufs, l'inapplication de dispositifs comme le versement pour sous-densité (VSD) ou la taxe sur les logements vacants. Le rapport révèle également qu'il existe des taxes publiques contradictoires avec la trame verte et bleue (dotation globale de fonctionnement aux départements).

De son côté, la contribution économique territoriale (anciennement la taxe professionnelle) est généralement plus faible hors de la ville centre ; les communautés périurbaines tentent d'attirer les entreprises, notamment sur les terres agricoles. La taxe sur les friches commerciales n'a pas été mise en œuvre à ce jour, or elle pourrait inciter à remettre sur le marché et consommer de préférence des terrains déjà profondément artificialisés.

Parmi les recommandations du rapport, sur le volet « Artificialisation des sols et étalement urbain », notons qu'il conviendrait de :

- Réserver le Prêt à taux zéro + (PTZ +) dans le neuf aux logements intra-urbains et/ou à proximité des transports en commun en site propre ;
- Supprimer la possibilité qu'ont les collectivités territoriales d'exonérer de 50 % de la taxe d'aménagement les maisons individuelles en habitat diffus financées à l'aide du PTZ + ;

- Inclure des critères d'impact sur la biodiversité et de maîtrise de l'étalement urbain dans le calcul de la compensation affectée aux collectivités locales pour leurs frais liés à l'établissement ou à la révision de leurs documents d'urbanisme ;
- Supprimer l'abattement de 50 % de la valeur par mètre carré sur laquelle est basé le calcul de la taxe d'aménagement pour les entrepôts et hangars non ouverts au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale, quelle que soit leur localisation ;
- Rendre obligatoire le versement pour sous-densité (VSD) dans les zones logistiques, entrepôts, et hangars ;
- Majorer la taxe sur les surfaces commerciales (Tascom) pour les établissements situés en zone périphérique et la minorer pour les établissements situés en centre urbain ;
- Réviser la taxe d'aménagement appliquée aux parkings (réduire l'écart de taxation entre les parkings intégrés au bâti et les parkings non intégrés).

Il existe d'autres **instruments** incitatifs ou **dissuasifs** qui auraient pour effet de favoriser la biodiversité dans les projets immobiliers et de construction en général, ou du moins d'éviter d'accélérer sa dégradation. Pour n'en citer que quelques-uns :

- Taxer les logements vacants, sur la sous-densité/primes à la densification urbaine ;
- Supprimer les aides publiques favorisant l'étalement urbain ;
- Intégrer au PLU un schéma des continuités écologiques ;
- Imposer la compensation¹⁵⁷ *in situ* quand il est possible de restaurer le milieu dégradé ;

157 De manière générale, la compensation désigne les situations où les parties d'une obligation sont débitrices l'une envers l'autre. La compensation peut être matérielle ou financière ou encore environnementale, morale, immatérielle... Elle s'apprécie au regard de critères quantitatifs et qualitatifs (patrimonialité notamment). Dans le domaine de l'environnement et des études d'impacts, en France (depuis 1976), pour certains projets et travaux, des mesures compensatoires visent à apporter des solutions aux problèmes qui n'ont pas pu être réglés par les mesures conservatoires. La loi Grenelle II a complété le corpus réglementaire de la compensation en intégrant, d'une manière mieux définie dans son champ, la réparation de la fragmentation des continuités écologiques), et en précisant les obligations de suivi et contrôle.

- Cartographier dans le PLU, les milieux remarquables pour les rendre inconstructibles ;
- Inciter financièrement à la réalisation de toitures végétalisées (aides avec écoconditionnalités) ;
- Délivrer un permis de construire sous conditions ;
- Affichage environnemental des matériaux de construction, associé ou non à une taxe sur les matériaux dégradant la biodiversité ;
- Taxe carbone appliquée aux émissions liées à la fabrication et au transport des matériaux ;
- Prime à l'utilisation de granulats issus de la déconstruction des bâtiments ;
- Intégrer un coefficient de végétalisation en fonction d'un gradient pleine terre – minéral au PLU ;
- Réviser le code des marchés publics : en ouvrant la possibilité, par exemple, d'exiger des compétences locales et des matériaux de proximité ;
- Instaurer une taxe sur l'imperméabilisation excessive du sol ;
- Soutenir l'investissement dans les filières d'agromatériaux ;
- Associer aux aides publiques des écoconditionnalités ;
- Inclure les produits phytosanitaires ayant un impact négatif avéré sur l'environnement dans la liste des produits interdits à la vente en France.

■ La compensation, bonne ou mauvaise idée pour la biodiversité ?

Quand un projet d'infrastructure menace de dégrader la biodiversité, la loi de 1976 relative à la protection de la nature s'exerce : « Tous travaux ou projets d'aménagement sont désormais soumis à des études d'impacts qui comprennent au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement et l'étude des modifications que le projet y engendrerait ainsi que les mesures pour les supprimer, les réduire et les compenser si possible ». La compensation est donc



▲ La meilleure compensation est celle qui n'a pas lieu... © Julien Birard, Natureparif

appliquée dès lors qu'aucune possibilité de supprimer ou de réduire les impacts d'un projet d'infrastructure n'a pu être trouvée.

Les mesures compensatoires, très combattues par les associations écologistes, ont été peu appliquées. Du point de vue de la biodiversité, si la compensation offre aux entreprises une alternative, elle ne remet pas en cause leurs stratégies. Compenser, c'est mieux que rien, mais ne remplace pas la nécessité d'éviter de dégrader en amont.

À défaut de méthodologie scientifique claire, la compensation se traduit bien souvent sur le terrain par des approches « surface » (1 ha de perdu pour 10 de gagnés), « espèces » (programme de conservation d'un oiseau, d'un amphibien, d'un mammifère) ou encore « milieu » (restauration d'une zone humide). Les scientifiques insistent pourtant sur l'impératif de ne pas négliger le caractère dynamique de la biodiversité. Certaines méthodologies d'évaluation par les pouvoirs publics reposent sur des critères relativement sommaires¹⁵⁸, ce qui ne fait que confirmer l'absence d'objectifs, de méthodes et de moyens.

158 Reposant sur un classement des espèces découvertes sur un site en fonction de leur statut réglementaire et de leur statut de protection (annexes des directives européennes et listes nationales).

Pour guider la décision des acteurs et encadrer la compensation, une **méthodologie de décision** est indispensable ainsi qu'une grille pour définir l'**équivalence écologique** entre les écosystèmes appelés à disparaître et ceux qui seront créés au titre de la compensation.

À l'avenir, une des approches possible pour aborder la compensation pourrait se concrétiser par les étapes suivantes :

1 - Réaliser les études d'impacts et les diagnostics écologiques nécessaires pour **évaluer** les éléments de la biodiversité (espèces, milieux et services écosystémiques) qui seront altérés ou supprimés lors de la réalisation du projet. Cela revient à répertorier la majorité (et non pas un seul !) des services écosystémiques appelés à se dégrader (stockage de carbone, intérêt patrimonial et culturel, présence des espèces, photosynthèse, fertilité du sol, perte de couvert végétal, disparition d'un habitat ou d'une population d'espèces, dénatura-tion du sol, détournement du cycle de l'eau, rupture d'une continuité écologique, etc.).

2 - À la suite du diagnostic et de l'avis des écologues sur la faisabilité du projet, évaluer le **coût**¹⁵⁹ **nécessaire** pour que ces fonctions ne disparaissent pas ou pour les remplacer :

- Si ce n'est pas possible de restaurer - ce qui est souvent le cas - et que le projet s'avère trop destructeur, il devra tout simplement être abandonné¹⁶⁰ car il deviendrait trop onéreux de recréer les milieux ;
- Si au contraire, les milieux dégradés peuvent être reconstitués *in situ* ou à proximité¹⁶¹, alors les opérateurs devront assurer la réalisation de cette reconstitution notamment en faisant appel à l'**ingé-nierie écologique** (restauration des sols, création de zones humides, de toitures végétales s'il s'agit d'un bâtiment, reproduction des conditions d'un sol filtrant et fertile, restauration du couvert végétal perdu afin d'accueillir les espèces qui occupaient les lieux ; reconsti-tution de la capacité d'épuration du sol, du cycle de l'eau, intégration et qualité paysagère...). Ils en supporteront le coût.

¹⁵⁹ En 2008, le rapport dit « Chevasus-au-Louis » sur l'approche économique de la biodiversité avait pointé, parmi d'autres instruments, la possibilité de chiffrer les coûts de maintenance ou de restauration des services fournis par la biodiversité. Cette solution paraissait la plus adaptée à un chiffrage de la compensation en comparaison à l'approche monétaire qui voudrait mettre un prix sur la biodiversité.

¹⁶⁰ Pour dissuader les projets trop destructeurs, des taxes calculées à hauteur du caractère irréversible sur la biodiversité peuvent être chiffrées.

¹⁶¹ Il ne s'agit pas de compenser à l'autre bout de la planète ou dans des territoires trop éloignés, à l'image du système de *species banking* aux États-Unis.

Bien qu'il soit difficile de reproduire les fonctions de la nature, certaines solutions existent, sous réserve que le projet ne soit pas trop destructeur. Si leur chiffrage est possible, alors c'est le **coût de la compensation**. Ce système permettrait d'encourager les opérateurs à intégrer les logiques du vivant dans leur *business model*. Nous sommes encore loin, aujourd'hui, de cette démarche prospective.



Paroles d'acteurs : la conduite de changement

Par Des enjeux et des hommes

Nul ne peut se sentir concerné, impliqué, par un problème, s'il n'en comprend pas le sens, la portée, l'urgence, l'ampleur... Difficile de susciter l'intérêt à propos de questions qui ne nous touchent pas directement, peut-être est-ce le cas en ce qui concerne les enjeux de biodiversité. L'étape de sensibilisation des acteurs et usagers revêt donc une importance cruciale, et doit être associée à la mise en place de formations, d'instances de dialogue (pour confronter les idées reçues), de dispositifs de participation qui favoriseront la démarche de changement.

Ces changements impliquent des modifications de pratiques et de comportements, requérant la compréhension, l'adhésion et la mobilisation de tous. Qu'il s'agisse de simples réglages ou de restructurations plus profondes, les collaborateurs sont au cœur de ces mutations, tant du fait des nouvelles compétences et des expertises



▲ Revoir notre rapport à la nature et accepter sa présence au sein des espaces urbains pour en retirer des bénéfices, fait partie des enjeux majeurs des prochaines années pour préserver la biodiversité. © Farmcityfarm ; © GFDL

qu'ils vont développer que des suggestions ou critiques qu'ils peuvent formuler compte tenu de leur connaissance du terrain. Toutefois, ces changements ne sont pas acquis. Des difficultés peuvent survenir à différents niveaux : collaborateurs résistants, plans de déploiements inadaptés, essoufflement dans le temps... On sait que la plupart du temps, ce n'est pas la dimension technique qui est source de blocage, mais bien la capacité de l'organisation à créer les conditions pour faire coïncider les objectifs de l'institution avec les aspirations du corps social qui va y contribuer.

Dans le secteur du BTP, les changements espérés provoquent des réticences logiques et légitimes de la part des acteurs qui craignent de perdre leurs acquis. Mais l'évolution de la réglementation et la mise en œuvre de normes plus sévères peuvent-elles être raisonnablement évitées ? Autant d'avancées nécessaires qui demanderont une remise en question du métier, parfois des stratégies d'entreprises. Si l'érosion de la biodiversité est comprise comme un problème majeur, la transformation des activités qui contribuent à son érosion est inéluctable.

La **conduite du changement** se gère comme un véritable projet, reposant sur plusieurs étapes de mise en œuvre et un dispositif d'accompagnement. La première étape de la démarche consiste à préciser ce qui doit changer dans l'organisation, (processus, compétences requises, management, outils...) afin de bien choisir et calibrer les actions à conduire et, une fois cette vision clarifiée, il s'agit de définir et d'orchestrer les actions dans le temps, d'élaborer un plan de communication pour donner du sens, d'obtenir l'adhésion au projet et de faire vivre le changement dans la durée.

Certaines entreprises voient dans le changement une véritable opportunité de développer de nouvelles compétences, voire de saisir de nouveaux marchés pour se démarquer de leurs concurrents. D'autres souhaitent avoir un temps d'avance et anticiper afin d'être en mesure de répondre à de nouveaux besoins.



ÉPILOGUE

MONTPELLIER, UNE VILLE ENGAGÉE POUR LA NATURE !

Lauréate du concours Capitale française de la biodiversité 2011 organisé par Natureparif, la ville de Montpellier a très tôt fait le choix d'impulser des actions innovantes pour la biodiversité. Et ce d'autant plus qu'avec près de 950 hectares d'espaces verts publics et 230 hectares d'espaces protégés, soit plus de 16 % de son territoire, Montpellier a entre les mains un patrimoine unique.

Nous avons voulu montrer que la nature existe aussi en ville et qu'il est possible de la préserver et de la restaurer tout en se développant dans un même espace. Cet engagement, nous ne pouvions le tenir sans partenaires efficaces. Aussi, nous avons souhaité dès le départ impliquer les habitants, mobiliser les services municipaux, les associations naturalistes et le milieu scientifique pour nous doter d'un plan pluriannuel d'actions 2010-2014 pour la biodiversité. Avec huit autres villes, nous avons élaboré le concept Écojardin, qui devient label en 2012, pour une gestion écologique des espaces verts. La Ville a également mis au point le « Réseau vert » reliant les espaces de nature à travers des connexions écologiques au rôle fonctionnel de déplacement doux. Il est complété par le projet de valorisation des espaces délaissés (friches) qui sont considérés comme une opportunité pour densifier la trame verte. Consciente du fait que la seule préservation des espaces naturels ne suffit plus, la ville a également entrepris d'améliorer la biodiversité dans les espaces bâtis ! Nous avons récemment conçu le guide Aura pour « Améliorer l'urbanisme par un référentiel d'aménagement ». Il permet à la collectivité d'arbitrer et d'inciter les opérateurs à « biodiversifier » leurs projets d'aménagement et de construction. Avec une demande croissante en logements, nous espérons ainsi faire de Montpellier une ville Nature, dans laquelle se développent des écoquartiers où il fait bon vivre, et dans lesquels la nature est le fil directeur de la conception architecturale.

Pour les années à venir, la construction des bâtiments va devenir un enjeu clé. Cet ouvrage réalisé par Natureparif démontre aux entreprises et aux collectivités qu'il est possible de bâtir tout en favorisant la biodiversité locale et en réduisant notre empreinte globale. C'est aussi un impératif pour améliorer le cadre de vie et la santé des citoyens. Par la commande publique, élus et techniciens des collectivités ont un rôle décisif dans la nécessaire évolution des pratiques. Nombreux sont celles et ceux qui en ont pris conscience. Il faut désormais, à l'instar de Montpellier et d'autres collectivités innovantes, passer à l'action !

Hélène Mandroux, *maire de Montpellier*

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement les participants au groupe de travail lancé en janvier 2011 pour la réalisation de cet ouvrage. Les temps d'échange se sont échelonnés jusqu'en avril 2011 et ont permis à Natureparif de recueillir des propositions riches, parfois iconoclastes mais toujours innovantes, issues de leurs métiers et de leurs pratiques très diverses. Nous espérons avoir retranscrit dans cet ouvrage la richesse de ces apports, sans lesquels nous n'aurions pu réaliser ce guide. Merci à tous !

Par ordre alphabétique (structure au moment des groupes de travail) :

Marie Aurenche (UICN) ; Sébastien Barot (IRD) ; Jacques Benharrou (Unicem) ; Anne-Laure Benoit (Observatoire départemental de la biodiversité urbaine de Seine-Saint-Denis) ; Marie Bourgeois (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région Île-de-France) ; Annie Boyer (Caue 78) ; Pierre Bieuzen (Établissement public d'aménagement du Mantois Seine-Aval) ; Thierry Brocheriou (Efidis) ; Fanny Cassat (Caue 91) ; Bernard Cauchetier (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la Région Île-de-France) ; Tolga Coskun (Elan France) ; Rodolphe Deborre (BeCitizen) ; Nélia Dupire (conseil général de Seine-Saint-Denis) ; Joanny Fahrner (Elan France) ; Jonathan Flandin (Natureparif) ; Benoist Gallard (conseil régional d'Île-de-France) ; Thibault Gimond (Fédération française du bâtiment) ; Grégoire Goettelman (DP Terrassement) ; Gaël Gonzalez (association Orée) ; Bénédicte Guéry (Sedif) ; Alexandre Henry (université Paris-Sud XI) ; Françoise-Hélène Jourda (JAP) ; Jean-Christophe Julie (communauté d'agglomération Est ensemble) ; Valérie Kauffmann (Caue 91) ; Florian Lacombe (Ordif) ; Olivier Lemoine (Elan France) ; Xavier Marié (Sol-paysage) ; Hervé Moal (Astrance) ; Isabelle Pougheon (architecte DLPG) ; Damien Provendier (Plante & cité) ; Ronan Quillien (conseil général de Seine-Saint-Denis) ; Aleksandar Rankovic (ENS) ; Marie Rocher (Semavip) ; Antoine Roulet (Observatoire départemental de la biodiversité urbaine de Seine-Saint-Denis) ; Fabien Roussel (conseil général de Seine-Saint-Denis) ; Hortense Serret (Astrance) ; Christophe Schwartz (Laboratoire sol environnement) ; Geoffroy Séré (Laboratoire sol environnement).

Impression : Corlet
14110 Condé-sur-Noireau
Imprimerie Imprim'Vert, certifiée PEFC
N° d'imprimeur : 144772

Imprimé sur du Cocoon offset 100 % recyclé,
certifié FSC des Papeteries Arjowiggins

Achevé d'imprimer en février 2012

Dépot légal : février 2012
ISBN : 978-2-35113-087-2

Victoires Éditions, Charles-Henry Dubail
38, rue Croix-des-Petits-Champs
75001 Paris - France
RCS PARIS B 342 731 247
www.victoires-editions.fr



Ce logo mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine des livres professionnels et techniques, le développement massif du photocopillage.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie.

[CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75600 Paris

Tél. : 01 44 07 47 70 • Fax : 01 46 34 67 19]

Bâtir en favorisant la biodiversité

[Un guide collectif à l'usage des professionnels]
publics et privés de la filière du bâtiment

Construire des bâtiments tout en favorisant la biodiversité : utopie ou réalité ? Ce deuxième guide de la collection Natureparif, destinée aux acteurs économiques et aux décideurs, se propose de répondre à cette question. À l'heure où le secteur de la construction se tourne vers l'efficacité énergétique, la biodiversité est la grande oubliée. Elle connaît pourtant sa sixième crise d'extinction et notre avenir est lié à son maintien.

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, sous la forme de fiches techniques, Natureparif offre des pistes pour concilier développement économique et amélioration de la biodiversité, grâce aux regards croisés de différents acteurs : urbanistes, architectes, entreprises du BTP, bailleurs sociaux, paysagistes, écologues ou élus.

Issues du terrain, les innovations proposées dans cet ouvrage sont porteuses d'espoir pour les entreprises et les collectivités : matériaux locaux et bio-sourcés, architecture calquée sur l'environnement naturel, bâtiments refuges et supports pour les espèces, toitures et façades végétalisées, espaces verts écologiques, traitements biologiques des eaux et des déchets... autant de perspectives positives pour améliorer notre cadre de vie et favoriser l'emploi !

Natureparif est l'agence régionale pour la nature et la biodiversité en Île-de-France. Association loi de 1901, elle a été créée en 2007 à l'initiative de la Région Île-de-France et soutenue par l'État. 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 utilisées. C'est une agence nouvelle dans sa conception, directement inspirée du Grenelle de l'environnement, et également innovante en tant qu'Observatoire régional entièrement dédié à la nature.

NICTOIRES
ÉDITIONS

 Île de France



 Diffusion : Presses universitaires de France
Distribution : Union Distribution

ISBN : 978-2-35113-087-2 14 €