



# 21 PAROLES D'EXPERTS

---

*pour lutter contre le changement  
climatique, favoriser, restaurer  
et préserver la biodiversité  
dans les aménagements urbains*



# ÉDITO

La lutte contre le changement climatique et la sauvegarde de la biodiversité sont les défis majeurs à relever dans un monde en pleine mutation.

Au-delà de la crise conjoncturelle que nous traversons, nous sommes désormais face à une crise systémique qui nous impose de nouveaux comportements économiques, environnementaux et sociaux : partages, co-activité et économie des ressources représentent les enjeux considérables de notre futur proche.

L'aménagement de la ville qui devient monde est par essence même un laboratoire du partage : partage entre les hommes évidemment, mais surtout partage de l'espace urbain avec la biodiversité.

C'est donc « naturellement », au sens le plus littéral du terme, que l'homme doit repenser sa position au sein de l'écosystème. L'organisation de la ville nous offre une opportunité extraordinaire d'inverser la tendance encore récente de passivité en retrouvant une attitude active de création de richesse biologique : c'est en lui rendant sa place au sein de la ville, que nous pourrions renouer avec la nature pour mieux la préserver, et par là même mieux nous préserver.

21 experts, scientifiques, urbanistes, élus, chercheurs et architectes nous livrent leurs réflexions pour nous aider à créer et inventer de nouveaux « modes de ville et modes de vie ».

RAOUL DE PARISOT  
PRÉSIDENT DE CIMBÉTON

PHILIPPE GRUAT  
PRÉSIDENT DE LA FIB

ALAIN PLANTIER  
PRÉSIDENT DU SNBPE



## L'HOMME ET LA BIODIVERSITÉ...

**HUBERT REEVES** ..... / p. 4-7  
*LA BIODIVERSITÉ : L'AFFAIRE DE TOUS*

**PATRICE VALANTIN** ..... / p. 8-10  
*GÉNIE ÉCOLOGIQUE, ÉCOSYSTÈMES,  
L'ÉCONOMIE SYSTÉMIQUE TERRITORIALE  
ET LA CONSTRUCTION*

## ... UNE HARMONIE AU CŒUR DE LA VILLE...

**MICHEL LE FAOU** ..... / p. 12-15  
*UNE POLITIQUE VOLONTARISTE*

**VALERIE NOUVEL** ..... / p. 16-18  
*POLITIQUE DÉPARTEMENTALE EN FAVEUR  
DE L'ENVIRONNEMENT*

**GILLES ANTIER** ..... / p. 20-23  
*QUELLES VILLES POUR DEMAIN ?*

**GILLES CLEMENT** ..... / p. 24-27  
*RETOUR AU BON SENS*

**YOUSSEF DIAB** ..... / p. 28-30  
*DE LA VILLE RÉSILIENTE À LA VILLE  
DURABLE*

**ALAIN MARGUERIT** ..... / p. 32-35  
*L'ORGANISATION DES MODES  
DE PILOTAGE*

**PIERRE-ALAIN ROCHE** ..... / p. 36-39  
*DENSITÉ URBAINE ET GESTION DE L'EAU*

**FRANÇOIS LECLERCQ** ..... / p. 40-43  
*DARWINISME URBAIN*

**OLIVIER BALAY** ..... / p. 44-46  
*LE RÔLE SENSORIEL DU VÉGÉTAL  
DANS LA VILLE DENSE*

**EDOUARD FRANÇOIS** ..... / p. 48-51  
*TOUR SEMENCIÈRE ET IMMEUBLE-ANANAS*

**MARJORY MUSY** ..... / p. 52-55  
*EFFETS DE LA VÉGÉTALISATION SUR  
LES VARIABLES CLIMATIQUES URBAINES*

**FRÉDÉRIC SCHOELLER** ..... / p. 56-58  
*LE SENS DES TOITS*

## ... AVEC DES SOLUTIONS CONCRÈTES

**MONIQUE LABBÉ** ..... / p. 60-62  
*LA VILLE SOUS LA VILLE*

**MICHEL MOUSSARD** ..... / p. 64-67  
*PROGRAMMATION ET CONCEPTION  
DES COUVERTURES D'INFRASTRUCTURE  
EN MILIEU URBAIN*

**THOMAS RICHEZ  
ET VINCENT COTTET** ..... / p. 68-71  
*LE BÉTON EN VILLE*

**GREGOIRE BIGNIER** ..... / p. 72-74  
*ÉCOLOGIE ET OUVRAGES D'ART*

**RENÉ GAMBA** ..... / p. 76-78  
*L'ACOUSTIQUE, POUR MIEUX S'ENTENDRE*

**JEAN-BAPTISTE BERNARD** ... / p. 80-83  
*LES FONDATIONS GÉOTHERMIQUES :  
L'ÉNERGIE DU SOL*

**PIERRE DARMET** ..... / p. 84-87  
*LA BIODIVERSITÉ EN VILLE*

**BIBLIOGRAPHIE** ..... / p. 88-89

# HUBERT REEVES

ASTROPHYSICIEN, PRÉSIDENT D'HONNEUR  
DE L'ASSOCIATION HUMANITÉ ET BIODIVERSITÉ

## LA BIODIVERSITÉ : L'AFFAIRE DE TOUS

*Face aux problèmes écologiques, démographiques, climatiques, quel regard porte un astrophysicien sur le monde d'aujourd'hui ? Et sur l'avenir ?*

Un astrophysicien n'échappe pas à la condition humaine et tout en cherchant à accroître ses connaissances sur le cosmos, il ne peut fermer les yeux sur ce qui se passe sur Terre. Il a fallu 4 milliards d'années pour arriver à cette époustouflante biodiversité dont l'humanité fait partie, et en quelques siècles les humains mettent en péril non pas la vie mais leur propre existence !

*Pourquoi la biodiversité est-elle si importante en milieu urbain ? Qu'apporte-t-elle et pourquoi est-il nécessaire de la développer ?*

La diversité du vivant est une "épargne" héritée du passé, un "capital naturel" qui bénéficie à la planète tout entière et à nous-mêmes. C'est une épargne qui produit des "intérêts" car l'innovation du vivant se poursuit, préparant le futur. L'humanité a donc la responsabilité de protéger le vivant, non seulement pour les avantages que nous en attendons mais aussi pour lui-même. La biodiversité la plus riche et la plus saine est une garantie de bonne santé pour nous aussi. La pérennité d'Homo sapiens est à ce prix. Pour atténuer les obstacles à la propagation géographique des espèces en mouvement sous l'influence du réchauffement climatique, il faut partout veiller à des continuités écologiques jusque dans les agglomérations. La population urbaine croît rapidement et l'éloignement de la nature engendre des problèmes pouvant aller jusqu'aux maladies mentales. Les villes trop minérales sont inhumaines. Restaurer la présence d'espèces non-humaines est un impératif social. Notre bien-être a besoin de ces présences.

C'est en renouant avec la nature que nous pourrions la préserver, et nous préserver, comme le montrent les bienfaits des espaces verts et la bonne influence des jardins thérapeutiques. Outre les espaces collectifs et les jardins privés, des urbanistes pensent aux toits végétalisés pour remplacer l'écosystème au sol occupé par un bâtiment. **De nombreux services sont attendus, dont la réduction des pics de température estivale, la fixation du gaz à effet de serre qu'est le dioxyde de carbone, l'absorption partielle des eaux de pluie...** La production de plantes alimentaires et de miel peuvent s'y ajouter.



CHELIDOINE ET PISSENLIT ©NB



*Le béton, c'est du solide.  
C'est un critère important.  
Il existe certainement toutes sortes  
de bétons intéressants...  
Et la recherche promet des bétons  
accueillant une végétation,  
les rendant donc plus favorables  
au vivant.*



# HUBERT REEVES

## Comment rendre l'avenir moins aléatoire ?

Une société en mutation a besoin de lois pour encadrer l'évolution et nous attendons beaucoup de la loi pour la biodiversité qui tarde à être définitivement adoptée par les parlementaires. L'Agence française de la biodiversité, certes imparfaite, permettra des décisions cohérentes après la consultation des parties prenantes. Pour ce faire, la loi doit donner un rôle central au Comité National de la Biodiversité, qu'il reste à créer.



## Ici et là, des initiatives vertueuses voient le jour pour sauvegarder et développer la biodiversité. Quelles sont celles qui vous paraissent indispensables ?

Les bonnes volontés ne manquent pas, notamment dans le monde des travaux publics. L'association Humanité & Biodiversité – dont je suis récemment devenu président d'honneur après l'avoir longtemps présidée – travaille avec des acteurs de ce secteur : Eiffage, Cemex, l'Union Nationale des Producteurs de Granulats. Mais dans tous les secteurs d'activités, des expérimentations et des changements ont lieu. Toutes ces initiatives ont un intérêt louable, mais il en est d'importantes, et je m'en tiendrai aux communes qui établissent l'inventaire de leurs richesses naturelles comme l'ont été, dans le passé, les inventaires du patrimoine architectural pour mieux le sauvegarder. **Ces Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) sont à promouvoir car ils permettent d'établir la hiérarchie des enjeux « biodiversité » sur le territoire afin d'assurer, dans les décisions d'aménagement ou de gestion, la meilleure prise en compte globale de la biodiversité** et, en premier lieu, le respect des priorités établies. C'est le b.a.-ba à connaître pour les décideurs dont la responsabilité est lourde face à leurs concitoyens d'aujourd'hui et de demain. Il est grandement souhaitable que des communes voisines fassent chacune leur ABC et se consultent. **En cette période d'évolution des aires de répartition des espèces, il faut assurer, j'insiste sur ce point, les continuités écologiques permettant la constitution de Trames vertes et bleues sur l'ensemble du pays.**

## Comment améliorer le rapport/comportement de l'homme avec/vis-à-vis la nature ?

Je voudrais semer quelques idées. A l'attention des aménageurs, qui doivent « ménager » l'espace, je leur dirais qu'il faut préserver les sols pour nourrir l'humanité. Ou la commune se désertifie, cela arrive en zone rurale, ou, beaucoup plus souvent, elle ne cesse de croître, avec de nouvelles communes qui se créent. Comme la population augmente, les besoins d'urbanisation et de voies de communication se multiplient. Nous serons bientôt confrontés à un dilemme : plus de monde à nourrir et moins de terres à cultiver. L'artificialisation stérilise les sols qui sont le socle de la biodiversité sauvage et cultivée.

**A l'attention de tout un chacun, je voudrais dire qu'il faut Agir soi-même. Puisque nous réclamons aux décideurs d'agir pour la biodiversité, chacun doit faire ce qu'il peut, à sa mesure, pour créer une Oasis où la nature est respectée et peut se développer. L'Oasis c'est un jardin, un parc, ou un domaine, une terrasse, un balcon, une simple jardinière bien amarrée sur le rebord d'une fenêtre d'appartement...**

Enfin, j'inciterais chacun à soutenir une association car le monde associatif tel que je le conçois ne vise pas à exercer le pouvoir mais à porter vers les décideurs les aspirations de ses membres en les étayant des résultats de travaux scientifiques. Pour convaincre en démocratie, la représentativité d'une association a de l'importance.

## Changer les mentalités demande du temps. En quoi l'économie de la construction, et tout particulièrement la filière béton, peuvent-elles servir l'épanouissement de la biodiversité ?

Le béton, c'est du solide. C'est un critère important. Il existe certainement toutes sortes de bétons intéressants... Et la recherche de l'université de Catalogne promet des bétons accueillant une végétation, les rendant donc plus favorables au vivant. Cet aspect-là est séduisant. Je ne demande qu'à apprendre des résultats de ce type...

### Informations et Copyright Photos

Oasis nature en terrasse urbaine ©NB

Hôtel à insectes ©NB

Chelidoine et Pissenlit ©NB

Association Humanité et Biodiversité



# PATRICE VALANTIN

PRÉSIDENT DE L'UNION PROFESSIONNELLE  
DU GÉNIE ÉCOLOGIQUE, DIRECTEUR DE DERVENN

GÉNIE ÉCOLOGIQUE, ÉCOSYSTÈMES,  
L'ÉCONOMIE SYSTÉMIQUE TERRITORIALE  
ET LA CONSTRUCTION

## Qu'est-ce que le Génie écologique ?

C'est un ensemble de techniques qui associent l'ingénierie traditionnelle et l'écologie scientifique de manière à développer la résilience des écosystèmes. Dans le cas de milieux urbains, les aménagements s'appuient sur les processus naturels à l'œuvre dans les écosystèmes : par la réfection de zones humides ou de prairies naturelles, par la lutte contre les pollutions par phyto-épuration favorisant en particulier le bon état et l'alimentation des nappes phréatiques... L'essentiel de notre travail consiste à réparer les dégâts faits sur les écosystèmes, mais notre but est de les éviter, donc de travailler en amont, notamment en faisant du conseil auprès des entreprises ou en répondant aux marchés privés de compensation écologique après un gros chantier de type aménagement urbain, construction de lignes ferroviaires à grande vitesse ou routes.

## Sur quoi se fonde votre théorie ?

Notre objectif est de poser quelques règles fondamentales pour construire un territoire de vie. Les Trente Glorieuses ont été l'aboutissement d'une période où l'intelligence de l'homme a permis de libérer une partie de l'humanité de nombreuses contraintes naturelles. Cette période de progrès extraordinaires s'achève, mettant un terme au rêve de croissance perpétuelle. Car ce système a atteint ses limites. Les paramètres ont changé : nous sommes 7 milliards d'humains sur terre, l'énergie est chère, les ressources se raréfient. Ce phénomène, que certains appellent la crise, génère crainte et appréhension, rarement de l'optimisme, et incite à se raccrocher à la splendeur d'antan. Mais on ne peut résoudre les problèmes d'aujourd'hui avec le mode de pensée d'hier, qui a justement engendré ces problèmes. Il faut donc une métamorphose radicale. **Au lieu de nous inquiéter, profitons de ces opportunités de changement pour construire le monde que nous souhaitons. La « crise » économique est sans doute la plus grande chance que nous ayons de mener des réformes pour le développement humain.**

## Comment organisez-vous cette métamorphose ?

Pour aller plus loin, il nous faut une vision claire et positive de l'avenir. **Une société ne se construit pas sous la contrainte, mais avec des valeurs et de l'espérance.** Le modèle à suivre avec volontarisme, c'est la vie. Depuis 3,8 milliards d'années, la vie a toujours réussi à s'adapter : quel exemple de durabilité, d'innovation, d'adaptation !! La vie nous donne une opportunité de voir le monde différemment : l'économie et l'écologie doivent être repensées pour assurer la pérennité de nos sociétés. **Il ne s'agit pas de créer une société sans impacts, mais une société compatible avec les écosystèmes parce qu'ils sont à la base de notre économie** – alimentation, médicaments, matériaux de construction, papier, tourisme, ... - **et de notre bien-être** - climat, cycle de l'eau, fertilité des sols... On ne saurait se passer de ces ingrédients. Or la technologie actuelle n'est plus compatible avec le fonctionnement de la vie que nous sommes en train de détruire.



© CRÉDIT DERVENN



© CRÉDIT DERVENN

*Une fois posé dans un milieu,  
le béton ne crée pas de perturbation.  
Cette neutralité  
est un avantage indéniable.  
Les univers de l'écologie et du béton  
devraient travailler ensemble pour  
trouver des solutions concrètes et  
redonner au vivant toute sa place.*

# PATRICE VALANTIN

## *Vers quoi doivent tendre cette nouvelle économie, cette nouvelle société compatible avec les écosystèmes ?*

Le Néolithique, il y a 10 000 ans, fut une première révolution de type agricole : l'homme a appris à apprivoiser et à optimiser les écosystèmes. Il y a 200 ans survient la révolution industrielle, qui est encore une optimisation des services rendus par la vie (énergies fossiles). Le numérique est dans la même veine : l'homme continue à transformer, à optimiser les services. Mais il ne crée rien, il n'améliore en rien la compatibilité avec le vivant. La fracture homme/écosystèmes ne fait qu'augmenter. Le développement des villes, les grands équipements et infrastructures ont profondément transformé la nature, affectant la biodiversité et appauvrissant notre patrimoine. **Il convient aujourd'hui d'observer une attitude plus offensive de création de richesse biologique. Il faut changer notre regard et réintégrer l'homme à l'intérieur de ces écosystèmes. C'est à l'humanité d'être compatible avec les écosystèmes, non l'inverse. En découvrant comment concilier son avenir avec celui de la Vie, l'homme conduira sa troisième révolution, celle de la Vie.**

## *Quel exemple concret nous donne la vie ?*

La collaboration, dont voici un exemple simple : les insectes et la pollinisation des végétaux. **Les nouveaux modèles de société doivent s'inspirer de ce fonctionnement systémique de la vie, prendre exemple sur l'intelligence du vivant pour l'adapter à la technique, à l'économie et à la société tout entière. Il faut réconcilier l'humanité avec l'intelligence de la vie.** Il ne s'agit ni de Développement Durable, ni d'environnement, ni de performance écologique qui ne sont que des bricolages pour faire perdurer le modèle actuel. **L'intelligence de la vie nous amène à reconsidérer le sens même de l'écologie et de l'économie au service du développement humain. L'objectif est de créer une intelligence collective.** Nos entreprises doivent fonctionner sur la complémentarité, non sur un modèle cartésien. L'entreprise écosystémique, modèle d'avenir, doit être liée aux systèmes, c'est-à-dire aux territoires : coopérative, évolutive, adaptative, et efficace.

## *Cette vision n'est-elle pas utopique ?*

Pas du tout. L'imitation d'un modèle qui fonctionne depuis des milliards d'années pour créer des voies nouvelles est un enjeu réaliste. Bien évidemment, certains peuvent affirmer qu'il s'agit d'une idée irréaliste mais elle est indispensable. Il faut donc agir. L'imagination est une arme contre l'inertie et l'utopie peut être la meilleure piste pour sortir des crises que nous traversons. La meilleure manière de prouver que cette vision est possible est de la réaliser. Deux projets sont en phase de démarrage : le FIPAN (Fonds d'Intervention sur le Patrimoine Naturel) vise à préserver ou reconquérir des espaces naturels par exemple en rémunérant les exploitants agricoles et forestiers pour assurer la maintenance des services écosystémiques, en particulier dans le cadre des trames vertes et bleues ou en faisant intervenir des artistes pour valoriser l'espace. Le deuxième, VIVA-TERRE (Vies, Valeurs et Territoires) développe une économie agricole territoriale inspirée du fonctionnement de la vie et s'intègre dans la trajectoire des écosystèmes.

## *Comment le béton pourrait-il participer au développement de la biodiversité ?*

Une fois posé dans un milieu, le béton ne crée pas de perturbation. Cette neutralité est un avantage indéniable. Face au problème de biens communs que nous connaissons aujourd'hui, les univers de l'écologie et du béton devraient travailler ensemble pour trouver des solutions concrètes et redonner au vivant toute sa place. Car le béton est parfaitement malléable pour développer la diversité dans les espaces urbains : une mosaïque de milieux, une mosaïque de strates... Il pourrait par exemple être intéressant de fabriquer une gamme d'habitats naturels de type nichoirs avec des parpaings et de les intégrer dans un mur. On donnerait ainsi une capacité d'installation à des oiseaux ou à des insectes.

### **Informations et Copyright Photos**

*Aménagement écologique des anciennes lagunes de la ville de Melesse (35) © Dervenn  
Toiture végétalisée sur l'immeuble « Le Praetorium » situé à la Défense (92) © Dervenn*



# MICHEL LE FAOU

VICE-PRÉSIDENT DE LA MÉTROPOLE DE LYON EN CHARGE DE L'URBANISME,  
ADJOINT À LA VILLE DE LYON EN CHARGE DE L'URBANISME

## UNE POLITIQUE VOLONTARISTE



### Comment renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux dans les projets de rénovation urbaine ?

Les enjeux environnementaux dans les projets urbains sont renforcés par une législation nationale volontariste qui impose des normes dans le domaine de la construction et du droit de l'environnement. **Les lois Grenelle 1 et 2 nous ont permis d'adapter nos modes de faire aux enjeux du XXIème siècle. La France, à l'heure de la COP 21, continue à s'inscrire dans ce type de démarche. Cela nécessite une forte adaptation des acteurs de l'urbanisme mais ils savent que cela est nécessaire à la préservation de notre environnement.** Pour la Métropole de Lyon, il n'y a là rien de nouveau : dès 2003, le Grand Lyon a lancé, via le projet européen Concerto, une démarche innovante en termes de développement durable, ce qui lui a notamment permis de produire des bâtiments en Haute Qualité Environnementale sur le quartier de la Confluence. A l'échelle de la Métropole, nous souhaitons favoriser la collaboration avec l'ensemble des acteurs du domaine urbain afin de créer une ville qualitative et respectueuse de l'environnement. Avec les promoteurs, nous travaillons à de nouveaux quartiers énergétiquement performants, tels Confluence ou Gerland. Nous agissons également avec les bailleurs sociaux et les propriétaires afin d'engager l'éco-rénovation du parc existant, notamment pour lutter contre les passoires thermiques. Si notre agglomération de plus de 1,5 millions d'habitants arrive à se transformer, nous deviendrons un exemple en matière de réduction des gaz à effet de serre. **C'est par une forte volonté politique, accompagnée d'une connaissance précise des enjeux que nous agissons pour la biodiversité.**

### Avez-vous adapté votre politique des transports ?

La Métropole de Lyon investit fortement dans les transports et la mobilité écologique car nous savons qu'ils sont l'une des clés de la lutte contre les pollutions et le réchauffement climatique. Nous croyons à un maillage conséquent du territoire en équipements lourds mais également aux solutions plus novatrices, comme l'auto-partage. Rappelons que Lyon a été la première agglomération de France à mettre à disposition des vélos en libre-service (Velo'v). Nous créons des hubs de proximité (gare d'Oullins, Carré de Soie, Grange Blanche...) sur l'ensemble de l'agglomération. Par ces solutions efficaces, les Grands Lyonnais ont l'une des plus fortes moyennes d'utilisation de transport en commun de France. Nous continuons à investir avec notre autorité régulatrice de transports, le Sytral, en réalisant une nouvelle ligne de tramway (T6) et en améliorant la qualité de service (C3).

Cette politique de transport est le résultat de notre politique urbaine. Grâce à une volonté de densifier la ville, nous rendons les transports pertinents sur de nouveaux quartiers en développement et nous réduisons notre consommation d'espaces naturels. C'est une solution gagnante pour les habitants comme pour la planète.



*La préservation  
de la faune et la flore  
est au cœur des actions*

# MICHEL LE FAOU

*Vous avez créé un partenariat avec le NEDO, l'équivalent japonais de l'ADEME. Dans quel but ?*

Le quartier de la Confluence, l'un des grands projets de l'agglomération lyonnaise, s'inscrit dans une logique volontariste en termes d'actions environnementales. WWF l'a sélectionné comme le premier quartier durable français et nous ambitionnons de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre en 2020 qu'en 2000.

L'îlot Hikari, situé dans la ZAC 1, est en effet réalisé en partenariat avec le NEDO et sera le premier bâtiment à énergie positive de Rhône-Alpes. Réalisé grâce à des technologies japonaises, le site sera une vitrine technologique de la haute qualité environnementale en France et en Europe. La Métropole de Lyon s'inscrit dans une logique de coopération à l'internationale afin de trouver les meilleures solutions environnementales. En échangeant sur nos modes de faire, nous créeront une ville plus saine, une vraie ville du XXIème siècle.

*Quelle est la stratégie Grand-Lyonnaise en faveur de la biodiversité ?*

La Métropole de Lyon possède une réflexion globale sur les questions de biodiversité. Nous avons une mission d'inventaire et de diffusion des connaissances afin de sensibiliser nos concitoyens sur ces questions. C'est par la pédagogie que nous réussirons à changer nos pratiques qui nuisent aujourd'hui à notre environnement. Nos bases de données et nos partenariats avec les associations actives sur le terrain permettent de relayer les bonnes pratiques et l'information. Nous agissons également via les documents d'urbanisme (PLU-SCOT) en ayant l'ambition de garder un équilibre sur le territoire de la Métropole avec 50 % d'espaces urbains et 50 % d'espaces naturels. Nous réfléchissons également à la mise en place d'un coefficient de végétalisation qui sera pris en compte sur chaque projet.

La préservation de la faune et la flore est également au cœur des actions que nous menons, notamment en reconstruisant des espaces naturels ou en adaptant les projets. Par exemple par la mise en place de nichoirs pour les hirondelles, sur le site de la Faculté Catholique, au cœur de Lyon, afin que ce lieu conserve sa fonction d'accueil pour les espèces animales.

#### *Informations et Copyright Photos*

*Rives de Saone – Lyon © Jacques Leone – Grand Lyon*

*Rue Garibaldi – Lyon © Jacques Leone – Grand Lyon*

*Parc Blandan © Laurence Danire – Grand Lyon*

*Vélo mobilité © Jacques Leone – Grand Lyon*



© JACQUES LEONE - GRAND LYON



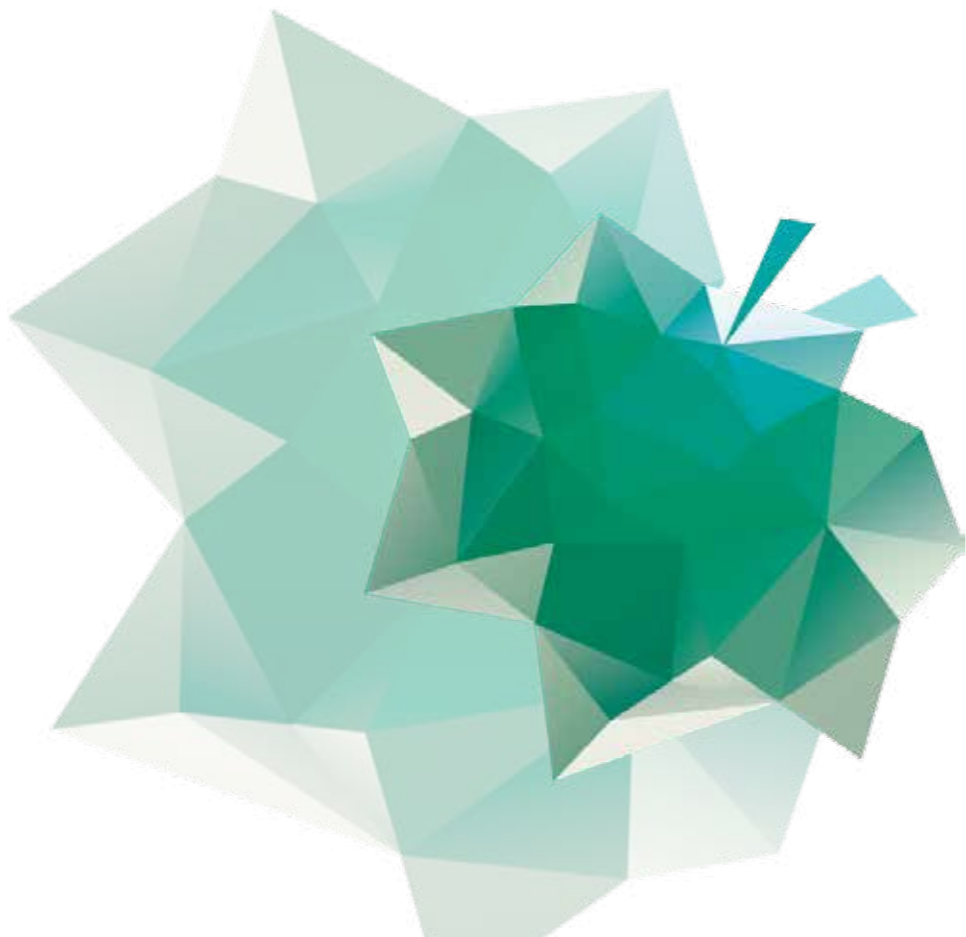
© JACQUES LEONE - GRAND LYON



# VALÉRIE NOUVEL

VICE-PRÉSIDENTE DU CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA MANCHE  
DÉLÉGUÉE À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, L'ÉNERGIE ET L'INNOVATION,  
INGÉNIEUR CONSULTANT EN GÉNIE INDUSTRIEL  
DE L'ENVIRONNEMENT, EXPERT EN DÉCHETS ET MATÉRIAUX.

## POLITIQUE DÉPARTEMENTALE EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT



### Quelle est l'évolution des politiques environnementales en France ces dernières années ?

La première lecture des politiques sur les questions environnementales a été une approche par le biais de la « sanction ». Il s'agissait alors de lutter contre les pollutions industrielles les plus visibles pour la population, je pense aux grandes pollutions d'origine accidentelle comme les naufrages de pétrolier (Torrey Canyon, Amocco cadiz...). Puis la nécessaire prise de conscience et la responsabilisation ont fait peu à peu évoluer l'approche environnementale vers un principe d'amélioration continu de la maîtrise des impacts des activités économiques sur l'environnement. Le principe de précaution a été un facteur important, même si le grand public n'en apprendra le sens qu'en 2004 avec la charte de l'environnement préparée par Nathalie Kosciusko-Morizet qui avait fait grand bruit dans l'opinion. Il s'agissait alors d'inclure la notion environnementale en amont des projets, d'aborder cette problématique de manière préventive et non plus curative.

Personnellement mon début d'activité professionnelle correspond au sommet mondial de Rio de 1992, où la notion de développement durable fait réellement son apparition. Convaincue de l'équilibre entre les trois dimensions du développement durable - social, environnement, économie- qui doit être recherché lors de l'élaboration de tout projet, j'appréhende mes activités sous l'angle sociétal car c'est une dimension qui entraîne dans son sillage les deux autres. Mes principes humanistes correspondent résolument à cette idée de « l'homme au cœur du projet » qu'affiche depuis longtemps le département de la Manche. Signe tangible de cet engagement, Philippe Bas, Président du Conseil départemental de la Manche, m'a confié une Vice-Présidence à la transition énergétique, l'environnement et l'innovation pour mettre en place un modèle de développement du territoire qui affirme le caractère indissociable de ces trois domaines de compétence au sein du Département.

### Comment s'incarne concrètement ce modèle de développement durable pour le patrimoine bâti du Département ?

Des travaux de rénovation thermique (19 M€) ont été réalisés dans le cadre d'un Contrat de Partenariat de Performance Énergétique mis en place en 2013 sur vingt collèges parmi les plus énergivores, trois sites et musées (Tatihou, Vains et Hambye) et la Maison du Département par souci d'exemplarité. Sur le seul périmètre des collèges, cela représente 27 % d'économie d'énergie primaire réalisés sur la période du 1er juillet 2013 au 30 juin 2014. Dans les musées, le gain énergétique s'élève à 28 % et 15 % à la Maison du Département. Concernant les émissions de gaz à effet de serre, l'objectif de diminuer de 50 % les rejets est d'ores et déjà atteint, soit près de 2 500 tonnes de CO2 évitées chaque année.



© D.DAGUIER



© D.DAGUIER

*Le béton par exemple  
est un matériau de choix  
pour favoriser l'inertie  
d'un bâtiment et améliorer  
le confort en été  
comme en hiver.*

# VALÉRIE NOUVEL

## *Avez-vous mené des actions auprès des particuliers ?*

Le Département de la Manche s'est engagé en 2011 dans une démarche volontariste de sensibilisation à la rénovation du bâti en proposant aux propriétaires de bénéficier d'un diagnostic thermique gratuit de leur logement réalisé par un expert. Cette opération a démontré l'intérêt pédagogique de tels diagnostics qui permettent aux propriétaires d'appréhender les déperditions de chaleur de leur habitation et de déclencher des travaux prioritaires pour en améliorer la performance énergétique.

Aujourd'hui, dans le cadre des plan climat-énergie et plan départemental de l'habitat, est mise en œuvre une aide aux particuliers, « Planète manche Rénovation », pour soutenir leurs projets ambitieux de rénovation thermique dans le respect de la qualité architecturale et sans condition de ressources. Cela inclut l'installation d'équipements utilisant une source d'énergies renouvelables, d'outils de domotique et de gestion intelligente de l'énergie.

A ces mesures concrètes s'ajoutent des actions de sensibilisation pédagogiques auprès du jeune public au sein du Pavillon des énergies, bâtiment exemplaire en matière d'éco-construction et d'énergies renouvelables.

## *La Manche est un territoire rural. Comment protéger ses espaces de culture et de nature ?*

Une politique environnementale qui ne s'interrogerait pas sur l'étalement urbain n'irait pas jusqu'au bout de la logique. Après un an et demi de travail, nous avons signé en 2012 la charte GEPER (Gestion Econome et Partagée de l'Espace Rural) qui définit des règles de construction des projets d'aménagement propices au maintien d'un équilibre en espaces urbanisés et espaces naturels. Elle engage cinq signataires : le Conseil départemental, Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM), Chambre d'agriculture, Association des Maires ruraux et Association des maires de la Manche.

La Charte GEPER et le dispositif « Planète Manche Rénovation » sont complémentaires : en aidant les Manchois à rendre attractifs les bâtiments existants des centres bourgs, on lutte aussi contre l'étalement urbain lié à la création des zones pavillonnaires périphériques.

## *Votre département a été lauréat en 2015 de l'appel à projets « Territoires à énergie positive pour la croissance verte ». De quoi s'agissait-il ?*

C'est un appel à projet conjoint du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère du Logement, de l'Égalité des territoires et de la Ruralité en lien avec la Loi sur la transition énergétique pour la croissance verte. L'objectif est de mobiliser 200 territoires volontaires pour atténuer les effets du changement climatique, encourager la réduction des besoins d'énergie et le développement des énergies renouvelables locales,

faciliter l'implantation de filières vertes et créer 100 000 emplois sur trois ans. Le Département de la Manche a été l'un des lauréats et a reçu une première aide de 500 000 € pour continuer à améliorer l'efficacité énergétique des collèges départementaux.

Cet appel à projets s'inscrit dans la continuité de la Charte « Planète Manche » initiée dès 1999 et reconnue en 2008 « Agenda 21 local » par le ministère en charge du développement durable pour 3 ans. Fin 2011, aux vues des résultats du rapport d'avancement de la démarche, le Premier ministre a prolongé ce label pour conforter la continuité de l'engagement de la Manche en matière de Développement Durable.

## *Vous êtes également Ingénieur Consultant Libéral en Génie Industriel de l'Environnement, quel est le lien avec vos fonctions d'élue ?*

Mon expertise (conseil, ingénierie, formation) s'exerce depuis une vingtaine d'années auprès des entreprises du secteur de la construction et des industriels pour accompagner leurs projets de prévention et de gestion des déchets. Le bilan de ce type de projet me conduit à leur proposer d'adopter une « lecture déchet » de tous leurs projets ; pour un architecte ou un constructeur regarder tout à coup son projet de bâtiment comme « un gros déchet à gérer demain » c'est une petite révolution ! Mais très vite, à travers cet exercice, j'arrive à leur montrer l'intérêt de bien choisir leurs matériaux lors de la conception afin de valoriser les déchets résultants de la déconstruction du projet en fin de vie. **A ce titre, je considère toujours l'offre complète de matériaux à disposition pour construire des ouvrages car ils sont complémentaires : le béton par exemple est un matériau de choix pour favoriser l'inertie d'un bâtiment et améliorer le confort en été comme en hiver.**

## *Quel retour avez-vous des industriels ?*

**Les industriels sont de plus en plus sensibles aux impacts de leurs activités sur l'épuisement des ressources non énergétiques. A titre d'exemple, les cimentiers français après avoir travaillé sur la substitution d'énergie fossiles par des déchets à haut pouvoir calorifique pour la production de ciment, s'intéressent aujourd'hui au recyclage des bétons de déconstruction dans les procédés de production pour économiser les ressources minérales qui entre dans la fabrication de leurs produits.** C'est notamment cette compétence prospective de conduite des projets que j'ai souhaité mettre aussi à disposition des Manchois à travers mon engagement d'élue. Et j'invite les professionnels qui lisent ces lignes à me rejoindre !

## *Informations et Copyright Photos*

Barneville Ecole Voile © D.Daguier

Rue de la Poterne © D.Daguier



# GILLES ANTIER

GÉOGRAPHE, URBANISTE, PROFESSEUR À SCIENCES PO RENNES

## QUELLES VILLES POUR DEMAIN ?

*Gilles ANTIER a fait l'essentiel de sa carrière à l'étranger pour le compte de l'IAU Ile-de-France, notamment à Shanghai, où il a mis en place l'immense projet d'aménagement du Pudong, et au Chili, où il a travaillé en faveur d'un vrai plan de développement pour la région métropolitaine de Santiago.*

*Son livre « Comment vivrons-nous demain en ville ? » aux éditions du Pommier tire les sonnettes d'alarme.*

Interdépendant par la mondialisation économique, Internet et les réseaux sociaux, le monde est globalement menacé par des formes multiples de dérèglement climatique. La population augmente et les villes se développent de façon phénoménale. Vers 2035, nous aurons gagné plus d'un milliard d'urbains, soit l'émergence d'une ville comme Rennes (200.000 habitants) chaque jour à la surface de la terre ! Selon les estimations de l'ONU\*, il y aura quelque 5,4 milliards d'urbains sur 8,7 milliards de terriens. Mais là n'est pas le plus grave : sur dix citadins, huit vivront dans ce qu'il est convenu d'appeler les « villes du Sud », c'est-à-dire les villes des pays émergents ou en voie de développement qui ont tendance à s'accroître horizontalement. Car si la croissance démographique et urbaine du Nord patine depuis quarante ans, celle du monde émergent a littéralement explosé. La situation est donc très préoccupante car à l'avenir les paysans seront moins nombreux pour nourrir un nombre croissant de citadins. Ce défi s'ajoute aux contraintes énergétiques, au dérèglement climatique et à la multiplication des risques naturels. Cette conjonction de facteurs devient explosive dans le contexte des villes en développement où le taux de croissance urbaine reste quatre à cinq fois plus élevé que dans les pays les plus riches.

### Scénario catastrophe

**A l'horizon 2050, l'impact d'un dérèglement sur une planète de 9 milliards d'êtres, dont deux tiers d'urbains, sera beaucoup plus conséquent sur l'équilibre et le fonctionnement d'un monde globalisé. Il faut se préparer à des catastrophes récurrentes** comme en ont témoigné les dernières années : Paris et Chicago étouffent sous les canicules, l'eau envahit le métro de New-York alors qu'elle est rationnée à Los Angeles, Montréal tombe en panne d'électricité comme Alger ou Le Caire, le sol de Bangkok s'enfonce peu à peu et la montée des eaux littorales menace Miami et Shanghai... Il est bien possible que ce dernier phénomène ouvre la première vraie crise urbaine de grande ampleur au XXIe siècle car, citadins ou non, un demi-milliard d'êtres humains vivent aujourd'hui à moins de cinq kilomètres des côtes.

En outre, les effets du changement climatique se feront vite sentir sur les rendements agricoles, renforçant la sous-alimentation et la malnutrition dans les pays en voie de développement, ainsi que le déplacement massif de réfugiés climatiques. Autre problème récurrent : les inondations. En Ile-de-France, une crue de la Seine semblable à celle de 1910 toucherait 800.000 habitants, 30 à 50 % d'eau potable ne serait pas disponible, le métro serait interrompu à 70 % et le RER à 50 % pendant un ou deux mois, le gaz et l'électricité coupés pour des centaines de milliers d'abonnés...



MOTOS HANOI



BANGALORE © E.HUYBRECHTS

*Il est cependant hors de doute que la ville compacte de demain signifiera « ville économe » à tous points de vue et tendra donc vers l'idée d'une « ville écologique »*



# GILLES ANTIER

## Plans climats territoriaux

Déjà accrus par le dérèglement climatique, les risques naturels voient leurs impacts démultipliés par la croissance des villes. Pour aller au-delà de la seule prévention des risques, bon nombre de villes élaborent des stratégies de « résilience urbaine » pour transformer ces perturbations en opportunités positives de changement. Une équipe française vient ainsi d'étudier la vulnérabilité et l'adaptation globale de la région d'Alger en confrontant aléas sismiques, inondations et mouvements de terrain aux divers niveaux de sensibilité de la ville (réseaux, activités, habitat précaire, patrimoine, etc.) pour mieux cibler les objectifs d'évolution à moyen ou long terme.

Dans la même logique, **des plans climat territoriaux ont fait leur apparition en Amérique du Nord, aux Pays-Bas et en France, où ils sont obligatoires pour les collectivités de plus de 50.000 habitants. Le but ? Adapter un territoire urbain au changement climatique au bénéfice des habitants et des activités économiques.** Par exemple, le « plan action climat » de la région capitale de Washington se concentre sur l'énergie (efficacité, alternatives renouvelables), les ressources (recyclage, trames verte et bleue) et le cercle vertueux entre mobilité et ville compacte.

## Mobilité : la fin d'un modèle ?

Le transport et son corollaire, la pollution, constituent un autre souci dans le cocktail explosif du monde urbain. De fait, la fin du modèle d'organisation et de développement urbains fondé sur la voiture a sonné dans les « villes du Nord », contrainte énergétique oblige, imposant de ré-envisager la mobilité individuelle. D'où l'engouement en Europe pour les tramways, les péages urbains, les restrictions d'accès aux centres-ville, les vélos partagés... Les Tokyoïtes, jeunes ou vieux, achètent moins de voitures alors que le parc auto à Pékin a grimpé de 2 à 5,2 millions d'unités entre 2003 et 2012. Mais le problème est que les « villes du Sud » connaissent une croissance effrénée de la motorisation, avec des risques à moyen et long terme de blocages, de pollution atmosphérique et phonique et d'insécurité routière en ville. Les grandes villes chinoises sont confrontées à des embouteillages de retour de week-end, les deux-roues motorisés inondent les villes de l'Inde et du sud-est asiatique... C'est donc bien la mobilité qui fera ou défera la durabilité de la ville de demain.



© I.FABRE



© DR

## Ilots de chaleur, trames vertes et bleues

**Favoriser la densification en fabriquant une ville plus économe et plus naturelle est envisageable dans les « villes du Nord ».** Mais cette hypothèse prendra bien plus de temps dans les « villes du Sud » en l'absence de moyens -humains, techniques, légaux, financiers. On en a la triste caricature dans les grandes banlieues des villes indiennes, où la ville-centre et l'Etat fédéré se renvoient sans cesse les problèmes, chacune accusant l'autre de ne pas prendre ses responsabilités.

**Il est cependant hors de doute que la ville compacte de demain signifiera « ville économe » à tous points de vue et tendra donc vers l'idée d'une « ville écologique » avec l'augmentation de toutes les formes de verdissement. A ce propos, la canicule française de juillet 2015 a souligné le problème des ilots de chaleur urbains : il faut leur opposer des « coupures froides » sous la forme de trames vertes et bleues, dont la combinaison peut avoir des effets très positifs.** Depuis dix ans, Berlin a élaboré

un tel dispositif à l'échelle de son Land avec un réseau en forme de croix le long des rivières et une double ceinture d'espaces verts et naturels. Le tout favorise la circulation des courants froids au-dessus de la ville qui brasse l'air pollué et réduit les effets de chaleur. Cette initiative reste hélas encore trop rare dans les grandes villes mondiales.

\*UN World Urbanization Prospects, The 2014 Revision, <http://esa.un.org/unpd/wup/>. Les données chiffrées à l'horizon 20 ans sont toujours aléatoires, mais aucun autre outil ne rassemble une telle masse d'informations.

### Informations et Copyright Photos

Motos Hanoi

Pollution Santiago © I.Fabre

Bangalore © E.Huybrechts

Boston bleue et verte

# GILLES CLÉMENT

THÉORICIEN, ÉCRIVAIN, CONSTRUCTEUR,  
COLLECTIONNEUR, ENTOMOLOGISTE, BOTANISTE,  
INGÉNIEUR AGRONOME, ÉCOLOGISTE, HUMANISTE,  
JARDINIER ET ACCESSOIREMENT PAYSAGISTE

## RETOUR AU BON SENS

### Comment développer la biodiversité en ville ?

Il faut commencer par prohiber l'usage des intrants toxiques polluants et destructeurs, limiter l'imperméabilisation des sols – voiries, bâtiments-, accroître suffisamment les surfaces végétales et les productions vivrières, choisir des substrats non pollués, privilégier et protéger tous les espaces qui accueillent une diversité que l'on aurait tendance à éliminer. **La diversité est un trésor biologique**, et le reconnaître en tant que tel là où on le percevait comme un ennemi est un bouleversement profond. **Les jardins familiaux, partagés ou publics, les toits-terrasses se déploient dans toutes les grandes villes d'Europe et des Etats-Unis, à la demande des populations.** Les abeilles reviennent à Paris, où le « miel Béton » est un produit de qualité. A Montpellier, nous avons proposé de créer des couloirs biologiques, concept qui commence à se développer un peu partout en France. **Il y a donc tout loisir d'accueillir la nature en ville**, dès lors qu'on ne la chasse pas, qui peut engendrer parfois des micro-économies intéressantes, outre un rôle social fort, qui n'ont rien d'anecdotiques.

### Votre théorie sur le « tiers paysage » fait référence aux espaces délaissés. Dans une logique d'aménagement urbain qui densifie et reconvertit les friches, que signifie accueillir la nature en ville ?

La donne a changé. Les délaissés sont acceptés car ils sont dorénavant considérés comme des refuges de diversité biologique. Depuis une vingtaine d'années, certaines villes – Rennes, Nantes Grenoble, Paris, ... - ont supprimé les produits chimiques (pesticides, herbicides, etc.). Nourrie de particules diverses et du carbone des voitures dont elle a besoin, une végétation nouvelle a commencé d'apparaître sur des sols a priori stériles, composés de goudron ou de béton.

Mais la question de la ville reste délicate, car la menace pèse aujourd'hui sur ce qui se trouve hors des villes : le non-urbain est exploitée à outrance pour la production vivrière, l'énergie et le transport, selon la loi dictée par le marché. La nature n'a plus rien à faire à la campagne, les armes chimiques la ravagent. Au passage, elles suppriment les ouvriers exploitants, à petit ou à long feu, eux-mêmes au service de puissantes transnationales régnant sur la planète pour sauver le monde. Dans les conditions actuelles, c'est-à-dire l'utilisation du territoire selon un modèle économique névrotiquement orienté par le rendement, la compétitivité et la croissance matérielle, le projet de maintenir un équilibre entre l'activité humaine et l'activité de la nature, sans entrave ni menace, semble illusoire.



X BAYARD JANV 14 120 © GILLES CLÉMENT



X BAYARD JANV 14 112 (C) GILLES CLÉMENT

*Le béton  
n'est pas incompatible  
avec la ville  
car il peut être fertile*

# GILLES CLEMENT

*Si une partie de la nature et de la biodiversité trouve refuge en ville, faut-il alors se réjouir de l'étalement urbain ?*

Etendre la ville en mangeant le garde-manger, tel est le paradoxe auquel nous sommes en effet confrontés depuis que cette société bancale a compris l'urgence de lier une amitié avec les composants d'une nature à laquelle elle appartient tout en supprimant progressivement les espaces de son expression possible. Je suis donc très partagé sur cette question, car l'étalement est très dangereux. La densification est une solution... à condition de mettre parallèlement en œuvre des politiques qui ne favorisent pas l'accroissement démographique. Or personne n'ose le faire, car tout individu est consommateur.

C'est tout l'enjeu de la métropolisation que de mettre la nature à l'abri : sur le Plateau de Saclay, le « Grand Paris » pourrait imaginer une valorisation des terres vivrières considérées comme les plus riches de France en évitant leur disparition ou leur stérilisation par une exploitation intensive. Ou organiser la production et la distribution locale de produits qualitatifs dans les huit hectares des Murs à Pêches à Montreuil. Le tout pour faire de ce Paris élargi un exemple de gestion écologique pour demain.

Cela suppose bien sûr une prise de conscience d'une urgence qui donne une préséance au vivant sur le bâti, c'est-à-dire qui inverse la donne en passant de ce qui détruit l'avenir à ce qui le construit. D'un système dont on se moque, « l'environnement » (le terme est si mal choisi qu'il nous tient à distance de la nature au lieu de nous en rapprocher) deviendrait celui par qui tout commence.



© BERNARD RENOUX/LVAN.



© BERNARD RENOUX/LVAN.

*Patrice Valantin, Directeur de Dervenn, Président de l'Union professionnelle du Génie Ecologique, développe l'idée qu'il faut réintégrer l'homme dans la nature. Qu'en pensez-vous ?*

C'est assez bien trouvé. **La nature accepte de vivre avec nous si nous acceptons de vivre avec elle.**

Dans la pensée occidentale, largement dominante aujourd'hui, la distance prise avec tout ce qui n'est pas humain est désormais si grande que s'approcher de la « nature » devient une entreprise. Sauf à la considérer comme un terrain de jeu. Ou un marché. Ou les deux. On peut alors développer des « nature center » et des réserves, on peut baliser les sentiers de randonnée, cibler le tourisme, contracter des assurances spéciales « risques naturels », proposer des vêtements adaptés à chaque activité au sein de cette nature officiellement hostile... Tout est lié à la finance, qui est peut-être aujourd'hui le principal destructeur de la biodiversité, c'est-à-dire de l'humanité.

*Vous accusez violemment notre société actuelle et le green washing. Que dire alors sur le béton ?*

**Le béton n'est pas incompatible avec la ville car il peut être fertile.** J'ai plusieurs expériences avec le béton, notamment plusieurs jardins que j'ai réalisés sur le toit de la base sous-marine de Saint-Nazaire\*. Pendant des années, ce colosse de béton était resté en friche et bon nombre de végétaux l'avaient colonisé. Il y avait même un pommier.

Avec le collectif Coloco, nous avons tiré parti de la puissance du site et de l'inachèvement de la base pour composer un triptyque : sur les voûtes qui coiffent les chambres d'éclatement des bombes, un Bois de trembles, dont les feuilles argentées s'agitent au moindre souffle de vent en faisant « trembler la base ». Nous avons profité du fait que les voûtes de la base n'aient pas été réalisées pour planter des orpins\*\* dans le maigre substrat caillouteux des travées non couvertes des Orpins : sedums, euphorbes, graminées (fétuques), valérianes... Dans la troisième partie, qui est une fosse rectangulaire en contrebas du dôme d'observation, nous avons posé un substrat d'une dizaine de centimètres et nous avons attendu que les choses se passent. Et des choses se sont passées, avec des graines apportées par les oiseaux ou par le vent.

**Cette préoccupation de la nature en ville est un retour au bon sens qui nous éloigne de l'illusion de la maîtrise. Même les scientifiques ont compris que la connaissance conduisait, non à la maîtrise, mais à un dialogue avec la nature, ce monde vivant dans lequel l'homme est en situation d'immersion, non de distance. Le rapport a donc changé, l'homme se considère maintenant comme un être de nature. Or les villes sont pleines d'humains... Donc pleines de nature !**

\* Construite en 1941 par les Allemands

\*\* Variété de plantes peu exigeantes et très résistantes.

#### Informations et Copyright Photos

Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Bois des Trembles, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2009* © Martin Argyroglo/LVAN.  
Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Jardin des Orpins et des Graminées, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2012* © Bernard Renoux/LVAN.

Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Bois des Trembles, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2009* © Bernard Renoux/LVAN.  
Bayard, Janvier 2014

Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Jardin des Orpins et des Graminées, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2012* © Bernard Renoux/LVAN.

Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Jardin des Orpins et des Graminées, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2012* © Martin Argyroglo/LVAN.

Gilles Clément, *Le Jardin du Tiers-Paysage — Le Bois des Trembles, Toit de la base des sous marins, Saint-Nazaire, création pérenne Estuaire 2009* © Martin Argyroglo/LVAN.



© MARTIN ARGYROGLO/LVAN.



© G. CLÉMENT



© MARTIN ARGYROGLO/LVAN.



© BERNARD RENOUX/LVAN.

# YOUSSEF DIAB

PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ PARIS EST, MARNE LA VALLÉE,  
DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DE L'ÉCOLE DES INGÉNIEURS  
DE LA VILLE DE PARIS (EIVP), CHERCHEUR AU LAB'URBA

## DE LA VILLE RÉSILIENTE À LA VILLE DURABLE



*On connaissait le phénomène psychologique conceptualisé en France par Boris Cyrulnik. Depuis quand l'applique-t-on à la ville ?*

La résilience est un concept pluridisciplinaire et polysémique qui signifie sauter en arrière/rebondir, rejaillir. En physique et mécanique des matériaux, il renvoie à la notion de retour à l'état initial et caractérise la capacité du matériau à résister à des chocs ou à des pressions. Repris dans plusieurs disciplines, ce concept évoque désormais la capacité d'adaptation et d'organisation d'un système, qu'il soit social, technique, économique, spatial, pour affronter au mieux des perturbations.

La résilience appliquée à la ville s'est imposée progressivement depuis Katrina en 2005. Cette catastrophe a cristallisé le changement de paradigme dans l'approche épistémologique et la prise en compte des risques urbains. Elle a montré que **la résilience urbaine n'est pas simplement la capacité à retrouver une certaine stabilité fonctionnelle et temporelle après une perturbation, mais surtout le potentiel des systèmes urbains à se renouveler, à se réorganiser, à corriger les erreurs de planification et d'ingénierie et surtout à prévenir une éventuelle nouvelle catastrophe.**

*Sur quoi portent vos recherches ?*

Mes recherches personnelles portent sur le Génie Urbain refondé que j'ai conceptualisé au service des Villes de Demain. Pour l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP), la résilience est un axe de recherche structurant autour des questions urbaines et de la ville durable, notamment dans les villes soumises à de forts aléas climatiques, je pense au tremblement de terre à Haïti, à Katrina qui a dévasté une partie importante de la Nouvelle-Orléans. Cette dernière a suscité un changement de regard sur l'approche de gestion des risques en ville, sur le vieillissement et le manque d'entretien des ouvrages de protection, sur l'urbanisme informel ou mal pensé, sur le manque de moyens humains et techniques au sein des collectivités. Toutes ces questions sont au cœur de notre approche qui prend en compte les ouvrages de protection, la gestion de crise et le temps de rétablissement du service. Nous couplons cette analyse technique avec les questions de gouvernance et d'acculturation du risque.



*A travers les politiques d'adaptation,  
la gestion des crises  
et l'amélioration des performances  
des systèmes urbains,  
les villes sont devenues des acteurs  
majeurs de la lutte contre  
le changement climatique.*

# YOUSSEF DIAB

*A vous entendre, la résilience serait un phénomène qui compenserait la fragilité, la vulnérabilité de certains systèmes.*

Non, on ne peut comparer vulnérabilité et résilience. L'approche par la vulnérabilité se situe a priori, de manière à réduire les dommages et à améliorer la résistance des systèmes sociotechniques. La résilience est plus positive, plus proactive, car elle prend en considération les stratégies de protection, les pratiques de gestion de crise, les démarches post-crisis préventives, curatives et surtout créatives et durables. Elle intègre les aspects économiques et l'ingénierie urbaine. Elle fait appel aux habitants, se nourrit de la culture et de la mémoire locale.

*Comment s'organise le processus de résilience urbaine ?*

Il s'agit d'un processus au cours duquel sont analysés, a posteriori, les effets des perturbations sur plusieurs échelles de temps – de la stratégie en amont à la reconstruction post-catastrophe- et d'espace – du bâtiment au bassin de vie en passant par le quartier. **L'objectif est de mettre en place simultanément et de manière intégrée des dispositifs de prévention des risques, de gestion de crise et de développement urbain durable à long terme. Seule cette triple approche permettra de construire un système urbain adapté à des contraintes de temps court (catastrophe naturelle ou industrielle) et des contraintes de temps long (évolutions démographiques, changement climatique).** Pour ce faire, il est nécessaire d'agir d'une manière proactive sur les éléments constitutifs de la résilience urbaine : autonomie et adaptation, diversité et flexibilité des systèmes urbains, collaboration et apprentissage des acteurs de la ville.

Nous travaillons actuellement sur les réseaux – transports publics, électricité, eau- pour qu'ils continuent à fonctionner lors d'une inondation ou que le service soit rétabli au plus vite. Idem concernant l'arrivée des secours lors d'un tremblement de terre. Puis, si les dégâts sont importants, nous étudions les moyens de reconstruire la ville d'une manière plus astucieuse. On passe ainsi de la ville résiliente à la ville durable.

Si une catastrophe devait arriver à Paris, quels seraient les impacts des différents réseaux les uns avec les autres ? Comment influencerait le réseau électrique sur le réseau de transport ? Comment les coordonner ? Cela nous amène à réfléchir à la théorie des graphes\* pour étudier les parcours les plus intéressants en temps de crise. Nous analysons également l'interdépendance entre les services et les effets de cascade qui en découlent : comment fonctionneraient les services urbains en cas de rupture d'une conduite d'eau potable ? Quelles en seraient les conséquences ?

*Concrètement, comment les municipalités peuvent-elles se préparer au changement climatique ?*

Généralement les ingénieurs ne sont plus considérés comme des seuls techniciens : ils doivent savoir communiquer auprès de la population, organiser des réunions de concertation et de dialogue avec les citoyens. C'est là l'originalité du génie urbain. C'est aussi ce que nous apprenons à nos étudiants qui seront amenés à travailler au service des collectivités territoriales.

Nous travaillons également sur la résilience organisationnelle et la résilience sociale. Prenons la vague de chaleur de juillet 2015, quelles sont les bonnes solutions pour lutter contre la canicule ? L'arrosage des rues réduit-il la température dans les appartements ? Les Parisiens sont-ils préparés à une vague de chaleur ? Comment réagissent-ils ? Nous faisons des essais, des enquêtes, toujours dans le cadre du changement climatique. C'est pourquoi, **à travers les politiques d'adaptation, la gestion des crises et l'amélioration des performances des systèmes urbains, les villes sont devenues des acteurs majeurs de la lutte contre le changement climatique.**

\*La théorie des graphes : théorie informatique et mathématique fondée sur des algorithmes qui trouve de nombreuses applications dans les domaines liés à la notion de réseau





# ALAIN MARGUERIT

PAYSAGISTE DPLG, URBANISTE

## L'ORGANISATION DES MODES DE PILOTAGE

*Mener à bien un projet urbain dans la durée, c'est se confronter à de multiples difficultés : différents acteurs, différents enjeux, différentes temporalités.*

*Face à la complexité des projets et la nécessité de préserver, ou mieux : de développer la biodiversité, le paysagiste urbaniste Alain Marguerit met un coup de pied dans l'organisation des modes de pilotage.*

*Se faisant l'écho d'un grand nombre de maîtres d'œuvre et fort d'une longue pratique sur le terrain, il en analyse les dérives et les dysfonctionnements, met en lumière les changements souhaitables en vue d'une coordination harmonieuse de l'action collective et appelle chacun des acteurs concernés par la fabrique de la ville à prendre ses responsabilités.*

« Face au délitement de la commande, de la mise en œuvre et de l'usage, personne ne sait plus à quel saint se vouer. Il faut se rendre à l'évidence et changer l'ordre des choses en considérant l'un après l'autre les quatre piliers incontournables de la construction et de l'évolution spatiale de la ville : la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, la réalisation et les usagers.

« Il est indispensable aujourd'hui d'avoir une commande politique claire face à la dilution des pouvoirs entre les régions, les départements, les agglomérations, les communes. La notion de gouvernance avec ses relents technocratiques, juridiques, administratifs, financiers, est en train de remplacer la vision politique. J'ose dire qu'un projet qui n'est pas porté politiquement ne m'intéresse pas car j'ai toutes les chances de ne pas le voir se réaliser. **Une fois la vision politique assumée, portée, elle peut s'appuyer sur la technostructure classique d'une maîtrise d'ouvrage** – services des voiries, réseaux, eau..., obligatoirement pilotés et coordonnés par une autorité compétente nommée par la Direction Générale des Services.

« Concernant la maîtrise d'œuvre, un même et unique projet mêlait jusqu'à présent de nombreuses compétences techniques : architectes, paysagistes, ingénieurs des Ponts et Chaussées, électriciens, hydrauliciens, agronomes... Pour être plus complètes, **les équipes de maîtrise d'œuvre doivent désormais s'élargir à d'autres professionnels spécialisés dans la qualité d'usage, la gestion humaine des espaces, leur exploitation dans la durée : sociologues, économistes...** Cela signifie qu'elles doivent refuser la segmentation des compétences, qui n'est autre qu'une manière de diviser pour mieux régner. Comment organiser les relations entre ces différents corps ? Comment croiser les compétences à l'intérieur d'une équipe ? Là encore, pour que le projet avance, il faut définir un pilote et des méthodes de travail de manière à ce que les gens communiquent ensemble, coordonnent leurs actes, hiérarchisent les priorités.

« Après la commande et la méthode de conception, la réalisation, phase qui concerne les entreprises, les promoteurs, les services des villes. Ces derniers doivent également se demander comment ils vont travailler selon les procédures engagées –un appel d'offres publics comprenant plusieurs lots n'a rien à voir avec un PPP qui définit à la fois le programme, la réalisation, la gestion et le financement. Les grands groupes de BTP captent les marchés par leurs filiales, réparties dans toute la France. Ils font ensuite appel à des sous-traitants, choisis sur des critères financiers, qui recrutent des intérimaires, si bien qu'au final la réalisation est régie par le management financier. Nous autres, maîtres d'œuvre, sommes régulièrement confrontés à ces grands groupes qui, plus que des techniciens, sont des financiers. Or le management des entreprises par la finance nous fait perdre les métiers, le savoir-faire.



© ATELIER AS MARGUERIT



© ATELIER AS MARGUERIT

*il est de notre responsabilité  
de garantir la qualité  
de l'ouvrage*



# ALAIN MARGUERIT

Sans vouloir changer le monde de la finance (ce qui, en soit, est une bonne idée), **il est de notre responsabilité de garantir la qualité de l'ouvrage.** C'est pourquoi nous voulons savoir avec quels sous-traitants nous allons travailler, quel marché ils ont signé et s'ils ont les références nécessaires pour éviter de perdre un temps fou à vérifier les fiches d'agrément.

« Enfin il y a aujourd'hui de gros débats sur la participation des usagers. Or l'urbanisme s'inscrit à des échelles multiples : l'agglomération, la ville, le quartier, l'immeuble. L'utilisateur appartient à toutes, autant citoyen qu'habitant. Le citoyen, comme le politique, va s'intéresser à l'intérêt général de manière plus ou moins dogmatique. **Dans la réalité des faits, si nous voulons accomplir correctement notre travail de maître d'œuvre, nous devons d'abord répondre aux attentes de l'utilisateur.** C'est à ses yeux que nos propositions doivent faire sens, car il est le premier concerné par le projet.

« Ainsi définis dans son rôle et ses fonctions, chaque corps de métier est à même de prendre la responsabilité qui lui incombe. »

## Informations et Copyright Photos

Nîmes - Esplanade Feuchères © Atelier AS Marguerit  
Rue Garibaldi Lyon © Atelier AS Marguerit



© MARTIN ARGYROGLO/LVAN.



© ATELIER AS MARGUERIT



© ATELIER AS MARGUERIT



© ATELIER AS MARGUERIT

# PIERRE-ALAIN ROCHE

PRÉSIDENT DE L'ASTEE

## DENSITÉ URBAINE ET GESTION DE L'EAU

*La question de l'eau ne tient pas à sa quantité,  
invariante au cours des âges, mais à sa répartition et à sa qualité.*

*L'aménagement du territoire et la gouvernance des services  
s'organisent pour préserver la qualité de l'eau et la biodiversité.*



*Comment gérer la hausse des besoins en eau avec  
l'augmentation démographique tout en protégeant  
la ressource ?*

Le dérèglement climatique n'est évidemment qu'une partie des impacts sur les ressources générés par les activités humaines. Le moteur principal en est effectivement la démographie mondiale. Pour l'eau, les ressources disponibles vont se réduire dans le sud-ouest de la France. On a connu une augmentation très forte des prélèvements qui résultait essentiellement du développement des cultures irriguées, même si celles-ci ont par ailleurs une productivité hydrique (quantité de nourriture produite par quantité d'eau utilisée) supérieure aux cultures pluviales (n'utilisant que l'eau de pluie). A cet aspect quantitatif s'ajoute la difficulté à éviter les pollutions diffuses qui touchent les ressources dans leur ensemble et qui sont moins faciles à éviter que les pollutions ponctuelles, gérables par des dispositifs d'épuration.

C'est bien entendu en amont que tout se joue, au niveau du système de production. On a su depuis les années 1960 réduire les émissions directes liés aux process de production. Aujourd'hui, c'est l'ensemble des moyens mobilisés pour la production industrielle (matières premières, adjuvants, énergie) qui nous importe. En aval, nous nous préoccupons de l'impact des matières incorporées dans les produits qui se manifeste dans les rejets, les déchets des consommateurs ainsi que des effets du transport de toutes ces marchandises. **C'est par les analyses de cycle de vie et les stratégies "de la fourche à la fourchette" pour l'agriculture de proximité, "du berceau au berceau" (cradle to cradle) pour l'industrie, que nous progressons.**

*Quels risques nouveaux posent la densification des  
villes et le changement climatique ? Comment les  
anticiper ?*

Depuis le "construisons les villes à la campagne" d'Alphonse Allais, on sait bien que **l'avenir d'une humanité à 9 milliards d'habitants est avant tout urbain**. Outre les aménités apportées par la concentrations de services, le métabolisme urbain est efficace : l'empreinte carbone d'un Parisien est largement inférieure à celle d'un provincial car l'offre de transports collectifs est bien supérieure. Les surcoûts liés à la complexité des interventions en milieu urbain sont très largement compensés par la bien meilleure densité d'usage des services : il est plus confortable pour l'équilibre économique du service d'eau potable et d'assainissement de distribuer 15 m<sup>3</sup> d'eau par mètre de tuyau et par an en ville que 0,5 m<sup>3</sup> par mètre et par an en milieu rural, même si la pose et l'entretien des canalisations coûtent trois fois plus cher. **Ainsi, aussi artificiel qu'il soit, le métabolisme urbain peut, somme toute, être économe en ressources.** Encore faut-il qu'on n'oublie pas de l'intégrer dans une économie territoriale de proximité et qu'on ne l'isole pas de son territoire comme une île flottante.



© ASTEE



© MARCUS ROBINSON MONIQUE LABBÉ

*La ville n'est pas le triomphe  
de l'homme sur la nature.*

*L'art de l'ingénieur en ville ne peut  
être dissocié de l'art de l'urbaniste,  
de l'architecte, du paysagiste,  
ou des acteurs sociaux.*

# PIERRE-ALAIN ROCHE

**Densifier impose des contraintes : respecter au sein de la ville les flux naturels, et notamment ceux des eaux pluviales, en les laissant s'infiltrer partout où c'est possible, éviter de corseter, voire d'enterrer les rivières, laisser la nature en ville apporter les îlots de fraîcheur indispensables et une biodiversité porteuse de pédagogie pour tous,** somme toute beaucoup plus respectée de tous que le mobilier urbain minéral... Ce n'est en rien incompatible avec la densité globale recherchée.



© ASTEE

## Comment améliorer la résilience des systèmes urbains ?

Il faut un peu d'humilité : **la ville n'est pas le triomphe de l'homme sur la nature.** Aussi construite soit-elle, elle reste soumise aux aléas naturels. Après avoir subi un événement extrême, la réalité montre que les villes peinent à revenir à la normale : deux ans pour le métro de Prague qui avait été inondé. La résilience du système urbain se conçoit par des prévisions simples : comment la ville peut fonctionner le moins mal possible quand elle est sous l'eau ? Comment éviter la pose systématique de postes électriques et de centraux téléphoniques en sous-sol ? Comment organiser les redondances nécessaires pour limiter les défaillances en chaîne des divers maillons des systèmes ? Comment assurer un minimum de service quand les installations sont défaillantes ? Tout l'art consiste à maximiser ses avantages pendant les périodes de fonctionnement normal en limitant ses dysfonctionnements et leurs conséquences en période critique et les durées de retour au fonctionnement nominal.

## En quoi consistent les mutations des métiers des services publics locaux de l'environnement ?

Les services publics locaux de l'environnement, on le voit, ne sont plus des outils technologiques que l'on peut concevoir isolément : ils participent à un système urbain. Leur place ne se limite plus au sous-sol, ils s'insèrent dans les espaces publics où ils contribuent à constituer la trame de la ville dans le cadre d'un espace maîtrisé qui favorise le "vivre ensemble", par opposition aux bidonvilles, où le ratio entre l'espace public et le bâti reste très bas. **La ville humaine dispose d'espaces publics où les services de demain sont partie prenante de la culture et du paysage urbains.**

Deux évidences régissent ces nouveaux métiers : primo, ce sont des services à domicile, faits pour des gens ; la relation avec eux est primordiale, l'équité de l'accès à ces services dits essentiels est un facteur majeur de cohésion sociale, et cela suppose de la solidarité. Secundo, ils ne sont qu'une composante d'une réponse globale à apporter à l'organisation de la cité : **l'art de l'ingénieur en ville ne peut être dissocié de l'art de l'urbaniste, de l'architecte, du paysagiste, ou des acteurs sociaux.**



© ASTEE



© NEWSMUSE

## Sur quels gisements d'économies d'eau se mobiliser ? Comment assurer une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau potable ?

Comme l'empreinte carbone, on définit **l'empreinte eau** en intégrant tous les facteurs de l'activité humaine qui portent atteinte à cette ressource (en quantité ou en qualité). L'eau potable, à 85% liée à l'alimentation, pèse très peu dans l'empreinte eau. Si un gros mangeur de viande rouge diminue modérément sa consommation, il économise l'équivalent de l'eau potable qu'il utilise pour ses besoins domestiques. Bien entendu, éviter de gaspiller l'eau du robinet est utile, d'abord pour dépenser moins. Dans les zones de tensions où l'eau est plus rare, c'est un acte de solidarité indispensable envers ceux qui sont soumis à des restrictions pour des activités qui les font vivre : quel agriculteur supporterait de voir des pelouses abondamment arrosées alors qu'il ne peut pas irriguer ses cultures ?

Réduire les fuites des réseaux, qui atteignent parfois 40 %, est très important à divers titres. Il est d'abord économiquement absurde, pour la collectivité et donc pour les consommateurs, de potabiliser et de transporter à grands frais de l'eau pour la réinjecter dans le sol sans en avoir fait le moindre usage. Mais au-delà, ces fuites sont une menace pour le patrimoine des canalisations car elles constituent des afouillements qui fragilisent les terrains où passent les tuyaux et en occasionnent la rupture.

On cite souvent des chiffres vertigineux sur les besoins de renouvellement de ces réseaux. Il est vrai que l'on a été négligent depuis une bonne vingtaine d'années, les nouveaux investissements et les mises aux normes ayant mobilisé toutes les attentions. A poursuivre dans cette voie, nous irions dans le mur. D'autant que les efforts à consentir ne sont pas hors de notre portée : un inventaire patrimonial bien conduit permet de prendre des mesures d'exploitation pour accroître la durée de vie, ou du moins d'éviter de la réduire en malmenant des infrastructures fragiles par des pressions excessives et mal contrôlées et de reprendre un rythme raisonnable de renouvellement.

## Comment assurer la fiabilité et la qualité de l'eau du robinet face aux pollutions diffuses et émergentes ?

On sait très bien traiter l'eau. En France les efforts sont faits pour assurer la qualité de l'eau distribuée. Pasteur ne pourrait plus dire "ici nous buvons 90 % de nos maladies", même si c'est encore vrai dans de nombreux pays. Ces efforts ont un coût. Ils sont consentis parce que la ressource en eau est polluée, que cette pollution a des effets sur les milieux naturels qui, eux, ne sont pas rattrapables par de tels traitements.

Il faut donc remonter en amont et réduire ces émissions qui, pour une large part, proviennent de l'usage de certains produits (phyto-sanitaires, pharmaceutiques, d'entretien, etc...). C'est un travail de longue haleine, d'autant que les produits qui ont pénétré dans les sols puis dans les nappes y résident longtemps. Cette mutation des pratiques doit respecter les équilibres économiques des secteurs d'activités, et notamment l'agriculture qui est fragile.

## Quels sont les objectifs à l'horizon 2030 ?

**L'horizon 2030 est aujourd'hui marqué par le cap des objectifs de développement durable adoptés fin septembre par l'Assemblée générale des Nations-Unies. L'objectif 6 concerne l'eau** dans toutes ses dimensions : c'est bien le signe du caractère essentiel et intégrateur de cet élément. Les cibles sont précises et ambitieuses, elles concernent les pays développés comme ceux en développement. La France n'est pas mal placée, évidemment, pour relever ce défi, mais, même pour elle, cela reste un défi.

### Informations et Copyright Photos

Filtres à charbon en grain actif © Astee

Noue ©Astee

Ouragan Katrina Nouvelle Orleans © NewsMUSE

Ressource -Orléans © Astee

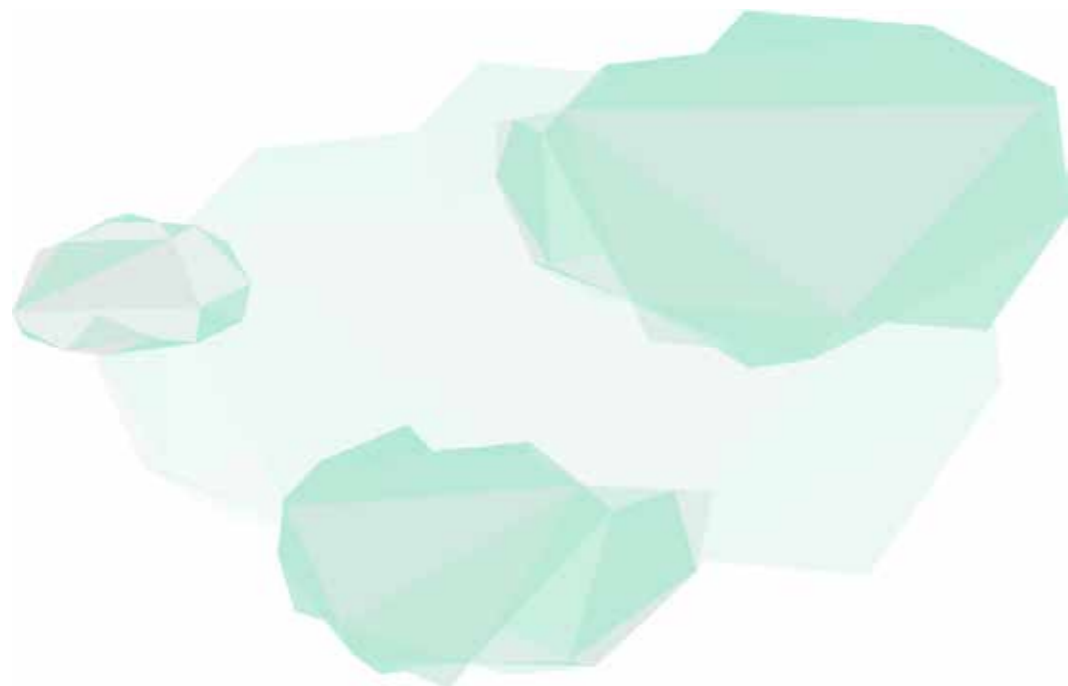
Villeneuve St Georges © Marcus Robinson Monique Labbé

# FRANÇOIS LECLERCQ

ARCHITECTE, URBANISTE, THÉORICIEN

## DARWINISME URBAIN

*François Leclercq a fondé l'agence éponyme  
qui participe à l'Atelier International du Grand Paris.  
Ses réflexions sur le développement durable, les infrastructures  
et l'urbanisme en général bousculent certaines idées reçues...  
pour ouvrir des perspectives qui dépassent l'air du temps.*



### *Comment en êtes-vous arrivé à penser que l'éphémère était une condition du développement durable ?*

Dans les années 2000, il était devenu impossible de détruire le moindre bâtiment, fût-il sans intérêt, sous prétexte qu'il existait. Cette démarche sacralisante, cette résistance générale au changement, ce conservatisme peureux... sont consternants et soulèvent la question de la ville « durable », notion galvaudée qui mérite d'être creusée tant elle est paradoxale : en effet, n'y aurait-il pas de ville moins durable que celle qui dure, que celle qui ne change pas et sur laquelle le temps n'a pas prise ? **La durabilité, ne serait-ce pas plutôt accompagner le temps plutôt que lui résister ?** Ni anachronique, ni oublieuse du passé, **la ville durable c'est la ville de la constante métamorphose**, celle qui favorise la durabilité du renouvellement, non celle des objets.

Je pense donc qu'il faut aller contre le courant du programme définitif, échapper à la trop lourde prédétermination des villes. Faire que ce qui a été fait ne soit pas un boulet, que nos successeurs ne paient pas nos dettes et les conséquences de notre orgueil. **La perspective de la finitude doit se répercuter dans la pensée constructive.** Il faut se donner le droit à l'erreur et réfléchir à la destruction des choses.

### *C'est ce que Schumpeter\* appelait la « destruction créatrice ».*

Cette théorie désigne en économie le processus de renouvellement permanent qui constate de façon simultanée la disparition de secteurs d'activité et la création de nouveaux. Parler de la démontabilité, voire de la destruction de l'architecture, c'est l'altérité radicale. Certains y verront la fin de la pensée architecturale. Mais en disant cela, on n'invente rien. Démolir n'est pas un acte vengeur ni du vandalisme. Combien de bâtiments, de villes ont-ils vu le jour grâce aux constructions de l'Antiquité ? Comme Fernand Braudel\*\* l'expliquait, les églises qu'on détruisait autrefois laissaient la place à d'autres. On savait qu'en dessous, on trouverait de bonnes fondations, car les anciens avaient choisi le bon terrain et qu'il avait été tassé.

Il faut changer de vision, sortir du cadre, réfléchir à l'idée de mutation permanente. Dans ce monde en mouvement, n'est-il pas nécessaire de se remettre en question et de réinventer en permanence pour ne pas se trouver marginalisé et perdre de sa substance ? **La régénérescence de la ville, c'est donc se donner la possibilité d'avoir un regard critique qui se préserve de toute obsession de conservation pour laisser autre chose advenir.** Je pense aux centres commerciaux sur la RD14 entre Pierrelaye et Franconville (95) : c'étaient des boîtes moches qui ont eu leur utilité mais qui peuvent être détruits. Leur démolition montre que la renaturalisation de la ville est possible, et que se tromper n'est pas dramatique.



*Le béton porte en lui  
les notions de solidité, de durée.  
Je le considère comme une  
structure d'accueil, l'élément  
pérenne qui va rendre possibles  
les vies multiples d'un bâtiment.  
C'est aussi un matériau qui a produit  
beaucoup d'ouvrages qui pourraient  
aujourd'hui être réinvestis*

# FRANÇOIS LECLERCQ

## Quelle ville faut-il construire ?

Convoquant simultanément l'économie, les sous-sols, la géographie, les usages, les architectes et les urbanistes sont autorisés à penser le territoire dans toutes ses dimensions, de la plus réduite à la plus planifiante. Leur regard transversal, leur culture du projet sont des atouts rares qu'il faut interroger pour anticiper une évolution des programmes et **inventer du pérenne réversible**. Nous ne pouvons pas toujours attendre que le monde aille mieux pour que ça aille bien. Cela signifie **qu'il faut prendre des risques, oser des projets expérimentaux, tendre vers un darwinisme urbain**.

**Il est temps de générer une ville légère, souple, éphémère.** La cité que doit se proposer de construire le planificateur doit être une ville des potentialités. Si la culture du temps court n'existe pas encore en urbanisme et en architecture, les champs d'intervention de la ville devraient néanmoins appartenir à l'art des préliminaires, cette science du rendre possible : une suite non finie d'idées et de postures préalables à d'autres histoires, d'autres engagements. Le développement durable revient simplement à cela : ouvrir des champs de manœuvres. Pour un urbaniste, cela veut peut-être dire, à la suite de **Saint-Exupéry** : « **L'avenir, tu n'as pas à le prévoir mais à le permettre** ».

## Vous voyez un paradoxe entre le temps de l'architecture et le temps de la société. Or la ville est au cœur de ces deux phénomènes. Comment résoudre l'équation ?

En effet, **si le temps de l'architecture est naturellement long, à l'inverse, celui de la société va s'accroissant**. La disjonction grandit, les temps du constructeur et de l'utilisateur ne se rencontrent plus. Pour le premier, la longueur est une nécessité : de l'élaboration à la construction, le temps du projet est aussi celui du processus démocratique, de la concertation, du choix politique. C'est pourquoi l'architecture est pensée pour durer toujours. Tandis qu'à l'usage, tout va plus vite, les cycles sont plus courts, les techniques vite dépassées. **Ce qui est vrai aujourd'hui ne le sera plus demain**. L'immeuble projeté sur plans voit le jour dans un monde différent. Aussi les bureaux, les centres commerciaux sont obsolètes au bout de trente ans. Je pense qu'il faut envisager des immeubles « coupe-suisse », c'est-à-dire des structures et des bâtiments à vies multiples, d'une neutralité si aboutie qu'ils sauraient tout faire. **Ce futur autre, le projet architectural doit le rendre possible en créant les conditions de la démontabilité, de la recyclabilité, voire du réinvestissement**.

La réutilisation des surfaces vides est une voie à explorer davantage car nous sommes en train d'en fabriquer. J'en veux pour preuve les constructions prévues dans le cadre du **Grand Paris Express** : le système initial du métro reliait sept grands pôles. Avec le temps,

et notamment avec l'arrivée des Contrats de Développement Territoriaux, le nombre de gares a doublé, et comme chacune se doit d'être un lieu d'intensité, chaque territoire a fabriqué son programme de manière autonome. Résultat : 11 millions de mètres carrés de bureaux sont prévus en construction neuve. Or l'Île de France compte déjà 52 millions de mètres carrés tertiaires et 500 000 m<sup>2</sup> se construisent par an. On parvient donc à une surenchère d'offres face à une demande qui aurait plutôt tendance à baisser compte tenu des nouveaux modes de travail. Les immeubles les plus récents vont vider les anciens, selon ce phénomène très humain qui consiste à préférer le joujou dernier cri. Or le Grand Paris manque cruciallement de logements. Pourquoi ne pas prévoir la reconversion dès la conception ? J'ai fait une proposition en ce sens à l'Atelier International du Grand Paris (AIGP) de manière à ce qu'un permis de construire de bureaux soit systématiquement assorti d'un permis logement. Les investisseurs n'auront qu'à s'en féliciter.



© AGENCE FRANCOIS LECLERCQ

## Le béton a une image de pérennité. Comment l'intégrer dans un contexte de construction éphémère ?

**Le béton porte en lui les notions de solidité, de durée. Je le considère comme une structure d'accueil, l'élément pérenne qui va rendre possibles les vies multiples d'un bâtiment. C'est aussi un matériau qui a produit beaucoup d'ouvrages qui pourraient aujourd'hui être réinvestis.** La dalle de La Défense est un véritable gisement d'espaces vides à explorer. Il y a là un travail passionnant d'archéologie contemporaine à mener pour réinvestir de gigantesques cathédrales de béton. Il en va de même pour les infrastructures.

## Les infrastructures, justement, Quelle est votre position sur ce sujet ? A l'inverse du sentiment général, vous portez sur elles un regard bienveillant et vous avez su créer à Lille un « bois habité » entre deux autoroutes et une voie de chemin de fer.

Les infrastructures sont un legs magnifique des Trente Glorieuses. Je les considère non comme un monstre nuisible et ingrat mais comme une bande servante et nécessaire qu'il faut sublimer. Pour moi, les enchevêtrements de boulevards circulaires, de faisceaux ferroviaires, de canaux, d'autoroutes ne sont pas des dysfonctionnements. Ils initient au contraire des sites avec des bâtiments proportionnés qui sont constitutifs du génie de ces lieux. C'est pourquoi j'aime ces paysages que l'on aime tant détester. C'est donc avec ce regard que nous avons abordé plusieurs projets d'aménagements urbains : Euromed à Marseille, Euraille, Paris Nord Est...

Le Bois Habité pose, parmi d'autres, une question paradoxale et essentielle : **comment instaurer une vie calme au cœur du mouvement ?** C'était au départ un no man's land encerclé par des infrastructures routières et ferroviaires mais il avait une qualité : il bénéficiait des prérogatives propres aux territoires périphériques, c'est-à-dire l'espace, et nous avons eu l'idée avec l'architecte Michel Guthmann et le paysagiste Olivier Philippe de réaliser une « périphérie intérieure ». Ainsi est né ce principe d'intériorité boisée, densément habitée mais protégée des nuisances par un bâti dense qui couronne l'emprise.

C'est ce que nous continuons de faire dans la ZAC Claude Bernard, territoire particulièrement cloisonné par les faisceaux ferrés nord et est, le périphérique parisien, le canal Saint-Denis et le boulevard Macdonald. Ce secteur très avancé du projet Paris Nord-Est intègre la mise en place d'une trame verte le long du boulevard périphérique appelée « forêt linéaire » qui, non seulement fait écran entre le périphérique et les bâtiments, mais offre un espace de déambulation, permet la gestion des eaux de pluie et développe un **espace de biodiversité**. En effet, la conception initiale de la forêt impliquait une reprise du mur de soutènement du périphérique pour élargir l'espace entre les parcelles bâties et ce mur. Mais pour des raisons de coût et de faisabilité, le projet conserve finalement le talus existant avec un boisement et un habillage par des gabions, favorables à l'installation de refuges et de micro-niches pour la faune.

\* Joseph Schumpeter, Capitalisme, socialisme et démocratie, 1943 Traduction française 1951 Paris, Payot

\*\* L'identité de la France (1984) Grammaire des civilisations, Flammarion (1987)

## Informations et Copyright Photos

Bois Habité Lille © Agence Francois Leclercq  
Coupe de principe Bois Habité © Agence Francois Leclercq  
Plan de Coupe ZAC Claude Bernard © Agence Francois Leclercq  
Plan masse Bois Habité © Agence Francois Leclercq  
Plan masse ZAC Claude Bernard © Agence Francois Leclercq  
Allée plantée privative ZAC Claude Bernard © Agence Francois Leclercq  
Forêt linéaire le long du périphérique nord © Agence Francois Leclercq et Agence TER



© AGENCE FRANCOIS LECLERCQ



© AGENCE FRANCOIS LECLERCQ



© AGENCE FRANCOIS LECLERCQ



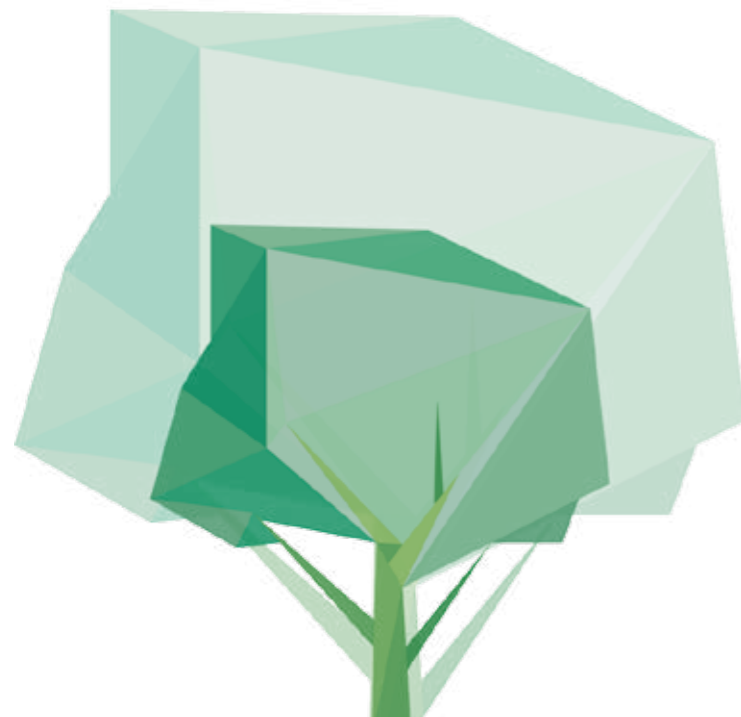
© AGENCE FRANCOIS LECLERCQ ET AGENCE TER

# OLIVIER BALAY

ARCHITECTE, PROFESSEUR À L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
D'ARCHITECTURE DE LYON ET CHERCHEUR AU CRESSON  
(CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ESPACE SONORE  
ET L'ENVIRONNEMENT URBAIN, .

## LE RÔLE SENSORIEL DU VÉGÉTAL DANS LA VILLE DENSE

*La densification attendue de la ville va générer une plus grande proximité  
entre les constructions. Le rôle du végétal dans l'expérience  
des perceptions de voisinage mérite d'être mieux connu pour être anticipé.*



### *Sur quoi se base votre recherche ?*

**Nous sommes partis à la recherche des configurations d'habitats denses où la végétation donne du sens au citadin, au croisement des données spatiales, sensibles et sociales.**

Nous nous sommes demandé comment, à partir des ambiances données par l'espace construit et son végétal, saisies à un moment donné (conditions météorologiques, temporalité saisonnière, offrandes visuelles, sonores, thermiques et olfactives...), le citadin donne du sens au monde, celui qui l'environne, celui avec lequel il construit son rapport avec les autres. Quelles sont les dimensionnements ? Quelles en sont les orientations pour l'aménagement des conditions de voisinage dans des zones denses en logements ? Nous nous sommes également demandé comment cette connaissance pouvait rencontrer et stimuler des propositions architecturales et urbaines qui soient à la fois esthétiques et sociales, des respirations, des projets de société et pas seulement des réponses techniques.

### *Quels rapports les habitants entretiennent-ils avec le végétal ?*

Dans le quartier des Etats-Unis à Lyon (1921-1929, Tony Garnier arch., 130 logements à l'hectare), les promenades sont ponctuées de clairières et des haies créent une distance métrique entre le marcheur et les bâtiments. Les branches d'arbres qui touchent les fenêtres sont extrêmement appréciées en raison de la qualité des informations : modulation de lumière et du bruit, accueil des oiseaux, mouvement perpétuel avec le vent. Dans les deux situations, publique et privée, la présence du végétal génère un sentiment de protection.

Rue de Meaux à Paris, le Square des Bouleaux (1991, Renzo Piano, arch., 320 logements à l'hectare) est construit autour d'un petit bois de bouleaux très calme : les gens racontent les odeurs, l'ombre et la lumière, le mouvement du végétal qui les raccroche aux saisons, au sol. Le filtrage végétal règle pour partie les problèmes de prospect. La densité des plantations ne permet pas les jeux de ballon si bien qu'elle adoucit les rapports de voisinage : les habitants disent que « c'est un lieu qui rend les gens intelligents ensemble ».

Nous avons étudié d'autres situations : des toitures végétalisées, des jardins salons implantés au pied de HBM (avec un espace pour étendre le linge, un terrain de jeux de boules), l'urbanisme en îlots ouverts de Christian de Portzamparc dans le quartier Masséna à Paris, etc.



© DR

*L'important c'est que le végétal pousse et que ce phénomène puisse s'accorder au rythme des autres phénomènes perçus. Si toutes les perceptions sensibles sont accordées, l'habitant a de grandes chances de ressentir une expérience esthétique, ordinaire, même petite, associée à son environnement de vie : par exemple dans le cadre de jardins partagés ou de potagers, son talent peut s'exprimer.*

# OLIVIER BALAY

## *En quoi le végétal est-il un donneur d'ambiance approprié à l'habitat urbain dense ?*

Le végétal permet d'accorder les rythmes de l'homme et du monde, disait Edgar Morin. A la fois sauvage et domestique, le végétal permet d'habiter la ville sans la quitter parce qu'il constitue à la fois l'intérieur (de la ville) et l'extérieur (du logement). Le végétal apaise. A Nantes, grâce au jardin du Parc potager de la Fourmillière, les habitants se sentent actifs et citoyens du monde, ils se sentent raccordés, en empathie avec les autres. Par exemple, l'habitant jardinier qui prend son temps crée du lien social, cherche toujours à accorder ce qu'il voit et ce qu'il perçoit. **L'important c'est que le végétal pousse et que ce phénomène puisse s'accorder au rythme des autres phénomènes perçus. Si toutes les perceptions sensibles sont accordées, l'habitant a de grandes chances de ressentir une expérience esthétique, ordinaire, même petite, associée à son environnement de vie : par exemple dans le cadre de jardins partagés ou de potagers, son talent peut s'exprimer.**

## *Comment les distances de voisinage et la perception des ambiances changent-elles avec le végétal ?*

Au-delà des incidences climatiques évidentes, le végétal, c'est à la fois le réel, l'imaginaire, le symbolique, le sensuel et l'esthétique. Il transforme le sentiment de proximité selon des ambiances qu'il donne à respirer, à voir, à entendre autour de l'habitat et joue sur les rapports interindividuels. Dégageant une impression de calme ainsi qu'une perception sensible qui mobilise la vue, l'ouïe, l'odorat, la végétation donne plus de confort, de bien-être : elle filtre les vues, elle accueille une faune, l'individu se plaît à sentir la présence physique de sa frondaison, la fraîcheur procurée par l'ombre...

## *Vers quoi doivent tendre les futurs projets d'aménagement ?*

Les vieux modèles urbains, peu économes en énergie et impliquant de forts taux de déplacement, vont sans doute disparaître peu à peu. Les architectes pourront alors améliorer les aménagements pour une vie près des logements, une vie organisée avec une relative fixité, comme celle des arbres qui vivent immobiles tout en se déployant. Certaines théories développent l'idée que l'homme est doué pour le voisinage au regard des situations proxémiques qu'il organise et qu'il invente (A. Rifkin, M. Serres, P. Sloterdijk). Selon ce processus, l'habitat urbain pourrait avoir à rassembler des conditions environnementales qui garantiraient la qualité de cette relative fixité. Cela commence par le sentiment de satisfaction que donne le voisinage, notamment les qualités sensibles qu'il dégage pour faciliter le rapport à l'extérieur et à autrui.

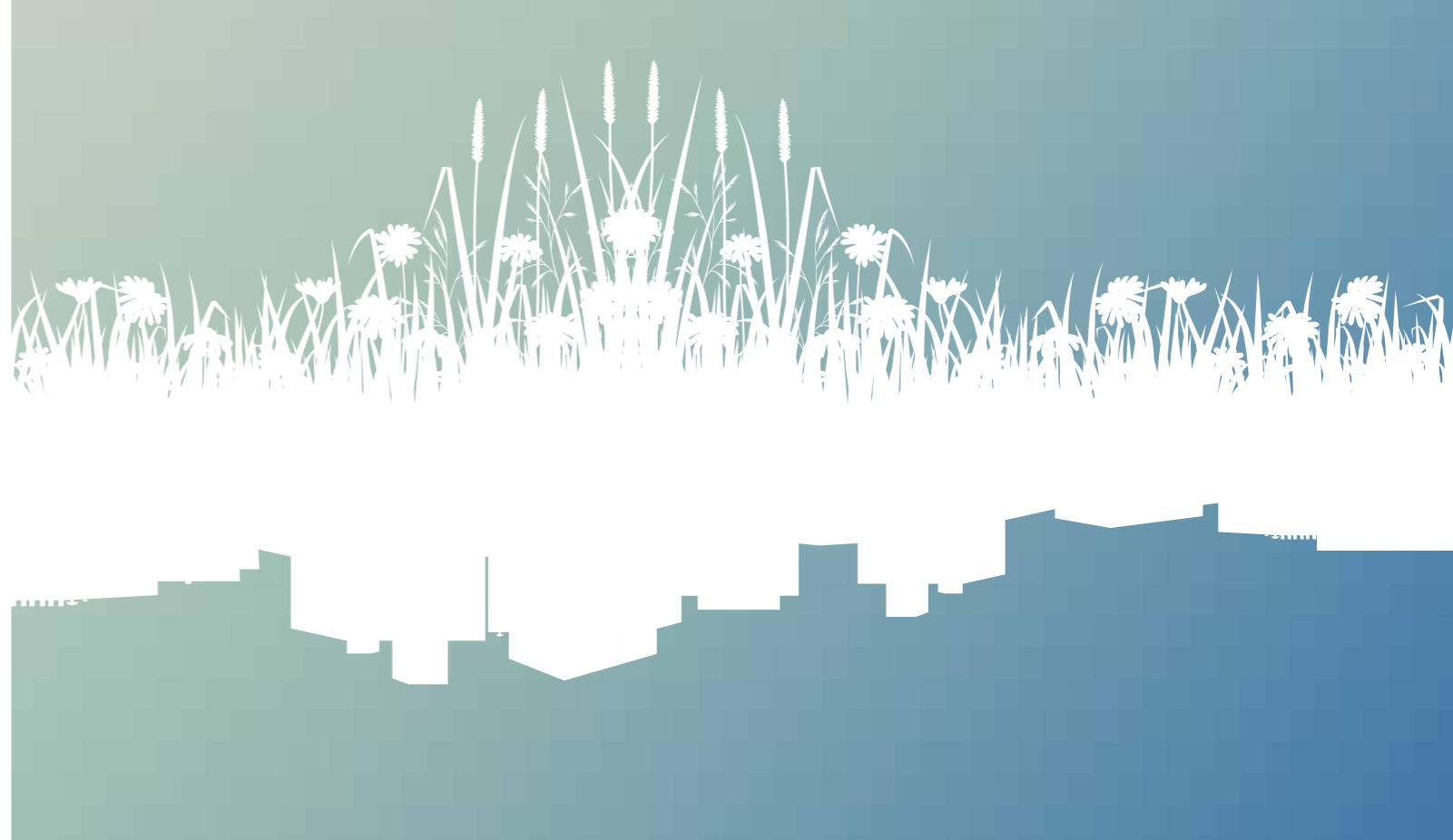
## *Quelles sont les grands principes à retenir ?*

**Le premier : que le citadin, pour son bonheur, cherche toujours à s'accorder aux rythmes non contradictoires du végétal et des phénomènes perçus. Aussi, pour donner sens à l'habitat en ville avec le végétal, les aménageurs doivent veiller aux contre-rythmes sensibles.** Par exemple la présence du bruit routier intense, derrière le bois regardé à la fenêtre, génère un contre-rythme avec la perception visuelle du végétal réel, l'imaginaire sonore d'une nature calme devant accompagner ce regard.

**Le second : que le gradient d'informations en ville est à la fois qualitatif et quantitatif, c'est-à-dire que la richesse d'informations augmente avec la proximité : plus on s'approche du végétal, plus on reçoit des informations.** Deux autres idées encore. Les logements doivent être à la hauteur des végétaux. Au-delà, le végétal n'apporte guère de perception. Enfin, le filtrage visuel du végétal est efficace s'il n'y a pas d'activité bruyante au sol.

Auteur avec Jean-Luc Bardyn du livre L'architecte, l'habitat, le végétal et la densité, CRESSON, UMR CNRS 1563, mai 2013.

*Informations et Copyright Photos  
Rue de Meaux © DR*





# EDOUARD FRANÇOIS

ARCHITECTE

## TOUR SEMENCIÈRE ET IMMEUBLE-ANANAS

*La hauteur est le sujet écologique débattu dans toutes les municipalités : la ville ne peut s'étendre indéfiniment sur les espaces libres et la densification passe par une surélévation du tissu urbain. En France pourtant, l'urbanisme « villageois » résiste ici et là, et s'oppose à l'idée de verticalité, avant même d'en considérer les potentialités.*



*Eden Bio, Tower Flower à Paris, l'Immeuble-qui-pousse à Montpellier... Cela fait 20 ans que vous intégrez le végétal dans les constructions. Plus récemment, Anne Hidalgo, maire de Paris, vous a chargé de faire aimer la hauteur aux Parisiens et vous avez imaginé une tour semencière. De quoi s'agit-il ?*

Nous réalisons en effet pour Paris Habitat la tour M6B2 sur l'avenue de France, dans le quartier Masséna. Sa hauteur -60 mètres- est une exception dans le plafond parisien qui culmine à 37 mètres. Le meilleur moyen de faire aimer la hauteur est de faire des efforts architecturaux pour que la tour soit une réussite. J'y suis allé à fond et, sans entrave ni retenue, j'ai sorti cet immeuble qui ressemble à un arbre et qui n'existe pas dans le skyline parisien. En effet, **la tour ne se contente pas d'un décor végétal**, que tout le monde sait faire. **Sa nature se fonde littéralement sur l'écosystème francilien.** Avec l'école Botanique du Breuil, dirigée à l'époque par Renaud Pacques, nous sommes allés chercher des plantes endémiques d'Ile de France dont la capacité de résistance est bien supérieure aux plantes du commerce, nous avons prélevé des graines et nous les avons cultivées à la dure.

Nous avons également choisi des espèces chasmophytes, c'est-à-dire qu'elles peuvent pousser dans des fentes ou des fissures. J'ai eu l'intuition de les faire croître dans des tubes de 35 cm de diamètre et 3,50 m de long selon un protocole scientifique extrêmement élaboré\*. Après plusieurs essais et une collection de brevets, nous sommes arrivés à élever des chênes, des pins, des églantiers, dans des tubes qui seront accrochés aux balcons.

Enfin, comme je voulais reconstituer un corridor vert dans ce désert végétal qu'est le quartier Masséna, **nous avons mis 1,80 m de terre sur le toit de la tour, inaccessible aux humains, puis planté des végétaux et des arbres uniquement pour les insectes et les oiseaux.**

A terme, cette tour de logements sociaux de 18 étages sera colonisée par les plantes qui iront ensemercer les interstices de Paris. Loin de l'exploit ou de la provocation, la hauteur permet ici de rejoindre une aspiration primordiale pour l'environnement urbain : la biodiversité.



TOUR DE LA BIODIVERSITÉ - PARIS ©EDOUARD FRANÇOIS



EDOUARD FRANÇOIS TOWERFLOWER - PARIS17©JULIEN VENTALON

*Je rêve d'une hauteur juste,  
d'une hauteur partagée :  
non différenciante,  
non dégradante,  
où tous les étages  
ont la même valeur.*

# EDOUARD FRANÇOIS

*La question de la hauteur pour tous vous préoccupe et vous avez réalisé à Grenoble un autre immeuble unique en son genre. Comment avez-vous imaginé Green Clouds ?*

La hauteur me pose un problème d'ordre social : ce sont toujours les plus aisés qui choisissent les étages les plus élevés et je trouve cela injuste. Je ne veux plus que les appartements du haut soient l'obsession des acquéreurs. Il me paraît important de ne pas segmenter la population avec les riches en haut et les pauvres en bas. **Moi, je rêve d'une hauteur juste, d'une hauteur partagée : non différenciante, non dégradante, où tous les étages ont la même valeur.**

A Nantes, pour un programme de petits appartements destinés à des primo-accédants (des gens qui se privent de tout pour être propriétaires, ils achètent petit pour avoir plus quand ils seront grands), j'avais eu l'idée de faire un lieu collectif au dernier étage avec une salle à manger chic, avec des toilettes (important les toilettes !), des vestiaires, une cuisine, tous les lieux nécessaires pour recevoir leurs copains. Mais c'était trop beau. La sentence du bureau de contrôle est tombée sans se faire attendre : impossible de faire ça : contre la réglementation de la quatrième famille ! Au final, le projet ne s'est pas fait.

Mais je me suis vengé. Sur la presqu'île de Grenoble, je suis allé plus loin avec Green Clouds pour Cogedim. On pourra acheter un appartement au deuxième étage et avoir son balcon au sixième, habiter le quatrième mais ne pas avoir de balcon, etc. Cette idée, de l'ordre de la révélation, m'est venue d'un ananas coupé en deux. Tout est là. Le fruit, c'est l'immeuble ; en haut du fruit, ce sont les terrasses individuelles, vastes et suffisamment hautes pour faire pousser des arbres. On pourra aussi y cultiver des fleurs ou des légumes, avoir des poules, pour que vivent l'agroforesterie et la permaculture urbaine. Il y a également des toilettes pour ne pas avoir à descendre dans son appartement... et une cuisine... et peut-être même une chambre... et un interphone qui sonne à la fois dans l'appartement en bas et sur le balcon en haut. L'appartement, petit en bas, devient grand par son extension là-haut.

\* Mesures de température toutes les minutes pendant trois ans, systèmes d'arrosage d'un litre par tube et par semaine, stratégie pour faire descendre la racine dans le tube...

## Informations et Copyright Photos

Tour de la biodiversité - Paris © Edouard François

Tour de la Biodiversité ©Edouard François

Maquette aluminium anodisé ©Edouard François

Edouard François TowerFlower - Paris17©Julien Ventalon

Edouard François TowerFlower, Paris17©Edouard François

Edouard François- TowerFlower, Paris17©Paul Raftery

Green Clouds Grenoble ©Edouard François



© EDOUARD FRANÇOIS



© EDOUARD FRANÇOIS



© EDOUARD FRANÇOIS



© PAUL RAFFERTY



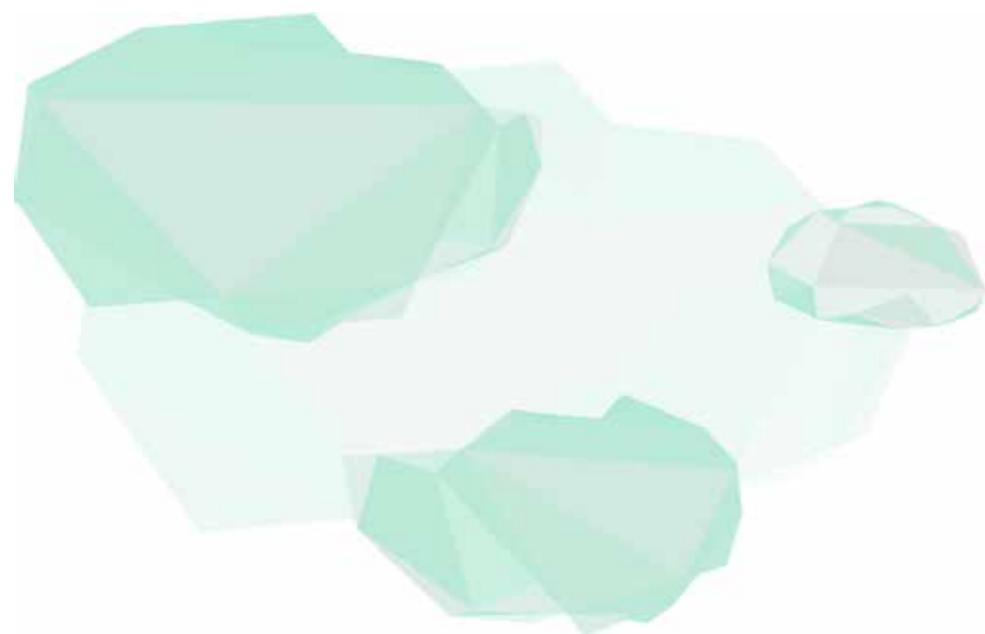
© EDOUARD FRANÇOIS

# MARJORIE MUSY

CHERCHEUR AU CENTRE DE RECHERCHE NANTAIS ARCHITECTURES URBANITÉS ET DIRECTRICE ADJOINTE DE L'INSTITUT DE RECHERCHE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA VILLE

## EFFETS DE LA VÉGÉTALISATION SUR LES VARIABLES CLIMATIQUES URBAINES

*Il fait plus chaud en ville que dans les campagnes, a fortiori dans les quartiers denses qui sont sujets aux îlots de chaleurs urbains.*



### Comment concilier les impératifs environnementaux et la densification urbaine ?

Pour limiter l'étalement urbain et les nuisances qui lui sont attribuées (consommation énergétique des déplacements, émission de gaz à effet de serre, consommation d'espace, imperméabilisation des sols...), la solution avancée est de reconstruire la ville sur elle-même. Cependant, si la densification est mal organisée, elle conduit à un environnement dans lequel la qualité de vie risque de s'appauvrir. En parallèle, **il est nécessaire d'anticiper l'évolution climatique** car ses conséquences pourraient s'avérer très lourdes, amplifiées par le stockage de grandes quantités de chaleur provenant du rayonnement solaire et des usages de la ville : circulation, rejets des systèmes de climatisation et des appareils domestiques... La nuit, alors que les surfaces et l'air se rafraîchissent rapidement dans les zones rurales, les températures en milieu urbain baissent peu. Si des solutions ne sont pas mises en œuvre pour anticiper le réchauffement climatique, le problème va se reporter sur les dépenses énergétiques, mettant à mal les objectifs de réduction des consommations et des émissions de gaz à effet de serre. **Il faut donc trouver des solutions d'adaptation qui contribueront à atténuer l'impact des usages humains sur le climat.**

### Quels sont les moyens mis en œuvre pour trouver des solutions efficaces en termes d'adaptation et d'atténuation vis-à-vis du changement climatique ?

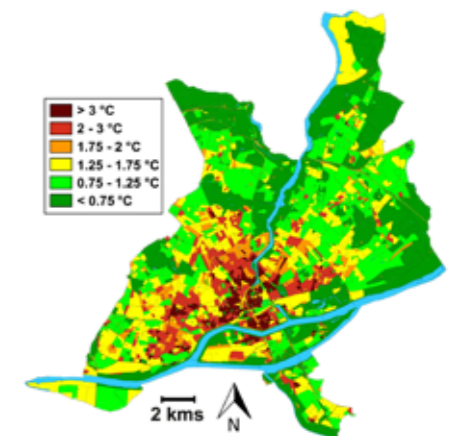
Peu de villes connaissent l'amplitude maximale ou moyenne de l'îlot de chaleur qu'elles supportent. Cependant, Marseille, Lyon, Paris, Toulouse, Rennes, Nantes ont fait l'objet d'études : certaines avec des mesures de la température et de l'humidité qui permettent de dresser des cartes climatiques, d'autres avec des méthodes exploitant la télédétection. L'objectif est de comprendre les facteurs les plus influents pour jouer ensuite sur différentes applications. Nous avons envisagé à Nantes trois types d'applications : croiser l'intensité du phénomène d'îlot de chaleur dans les quartiers avec la vulnérabilité des habitants afin de mieux prévenir les risques de canicules ; **étudier l'effet des variations climatiques sur la biodiversité en ville\*** ; **prendre en compte les effets locaux pour améliorer la conception des bâtiments et leurs systèmes énergétiques afin de garantir le confort d'été sans augmenter les consommations énergétiques.**

### Quelles solutions préconisez-vous pour limiter les îlots de chaleur urbains ?

On pense en premier lieu à l'eau et à la végétation qui ont un pouvoir rafraîchissant grâce à l'évaporation de l'eau. Elles sont toutes deux simples à mettre en œuvre, naturelles et très ap-



RÉSIDENCE ÉTUDIANTS AGENCE RICHEZ ASSOCIÉS ©DRONESTUDIO



© DR

*Les toits végétalisés peuvent améliorer la gestion de l'eau lors d'événements pluvieux intenses. Depuis plusieurs années, la filière ciment et béton travaille sur des bétons blancs et sur la caractérisation des albédos (coefficient de réflexion) pour réduire l'absorption thermique des bâtiments et des voiries.*

# MARJORIE MUSY

**précieuses des citoyens.** Des enquêtes portant sur la perception des espaces verts ont montré comment rendre la densité habitable en générant des ambiances remarquables et des usages nouveaux\*\*.

## Comment traduire ces solutions dans la fabrication de la ville ? Quelle serait la forme urbaine vertueuse ?

On est face à une contradiction, il faut densifier pour éviter l'étalement urbain, mais la densification ne permet pas de garder les surfaces naturelles, qui se distinguent des surfaces artificielles par leur capacité à stocker et à utiliser l'énergie reçue pour son évaporation, ce qui évite leur réchauffement. L'eau est le point clé, c'est pourquoi le sol profond relié au réseau hydrologique et la végétation joue un rôle prédominant. Il faut donc réussir à densifier en conservant des sols, et donc chercher à rendre compatible les usages avec les sols et inversement. La surface urbaine dans ses différentes fonctions doit être revue dans cet objectif, et tout particulièrement les surfaces imperméabilisées utilisées pour la circulation et le parking automobile, considérable en ville. Ce sera là des enjeux importants dans l'élaboration des plans locaux d'urbanisme pour les agglomérations qui souhaitent introduire des mesures d'adaptation aux changements climatiques de **manière à concevoir, dans chaque quartier, des espaces frais où les habitants pourront se reposer.**

## Quelles sont les incidences de la végétalisation sur la température ?

C'est pour fournir des éléments de réponse que l'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville a coordonné, de 2010 à 2014, le projet VegDUD\*\*\* qui cherchait à évaluer de manière interdisciplinaire les techniques de végétalisation projetées dans la ville dense de demain. Cette évaluation était ciblée sur les enjeux climatologiques, hydrologiques, énergétiques et sur les ambiances. Une enquête a permis de cibler cinq familles de dispositifs : **les toitures et façades végétales** ; les surfaces enherbées, par opposition aux surfaces minérales ; les systèmes alternatifs de gestion des eaux pluviales utilisant le végétal ; les arbres ; les plantations hors sol, par opposition à la pleine terre. Pour acquérir une connaissance actualisée et complète de la présence du végétal dans la ville, un ensemble d'outils et méthodes a été mis en place afin d'exploiter des images satellitaires disponibles et des données hyper spectrales acquises lors du projet. Ceci nous a permis d'établir des cartes climatiques extrêmement précises. Les résultats des simulations sur Nantes montrent la variabilité spatiale du climat urbain en fonction de l'occupation du sol et l'effet rafraîchissant de la végétation de pleine terre. **En période estivale, la présence de végétation permet d'améliorer le confort thermique à l'extérieur.** À l'échelle de la rue, ce sont les arbres, par l'ombre qu'ils procurent, qui améliorent le plus les conditions de confort. L'impact des toitures végétales est très faible, celui des façades et des sols plus important. Cependant, la place laissée au végétal est souvent trop restreinte pour qu'il exerce un véritable effet sur le climat. S'ajoute la néces-

sité impérieuse d'une disponibilité en eau dans le sol pour maintenir cet effet. Or les volumes d'eau nécessaires à l'arrosage d'une végétation hors sol ne semblent pas envisageables : pour une zone un peu plus grande que la petite couronne de Paris, les études de Météo France montrent que pour diminuer la température de 2° C, la quantité d'eau nécessaire à l'arrosage des toitures, arbres et arbustes à implanter serait supérieure aux deux tiers du débit de la Seine.

Pour les bâtiments très vitrés ce sont les arbres implantés dans la rue qui permettent les meilleurs résultats en termes de confort et de consommation énergétique. Les toitures, elles, protègent presque exclusivement le dernier étage, dans le cas de bâtiments peu isolés. En revanche, **les toits végétalisés peuvent améliorer la gestion de l'eau lors d'événements pluvieux intenses**, notamment en diminuant les volumes d'eau ruisselés à l'échelle de l'année.

## La nature des matériaux a-t-elle une incidence ? Certains sont-ils plus adaptés que d'autres ?

On sait que les surfaces sombres et rugueuses absorbent la chaleur. Il serait donc plus pertinent d'utiliser des matériaux réfléchissants qui renvoient le rayonnement solaire et évitent le stockage de chaleur. A New-York, les toitures des vieux immeubles sont enduites de revêtements très clairs\*\*\*\*. Il existe aujourd'hui des gammes de matériaux « frais », peintures, bétons... pour les bâtiments, les voiries... **Depuis plusieurs années, la filière ciment et béton travaille sur des bétons blancs et sur la caractérisation des albédos (coefficient de réflexion) pour réduire l'absorption thermique des bâtiments et des voiries.**

En revanche, les phénomènes des masses thermiques et de stockage de chaleur sont peu étudiés. Ce sont pourtant des paramètres importants, et l'on peut se demander quel sera l'impact de l'isolation par l'extérieur mise en œuvre dans les écoquartiers ou dans la rénovation, car son objectif est de confiner l'inertie à l'intérieur du bâtiment et, ce faisant, rend la ville moins inerte.

\* Travaux menés dans le cadre du projet régional URBIO sur la biodiversité dans les aires urbaines

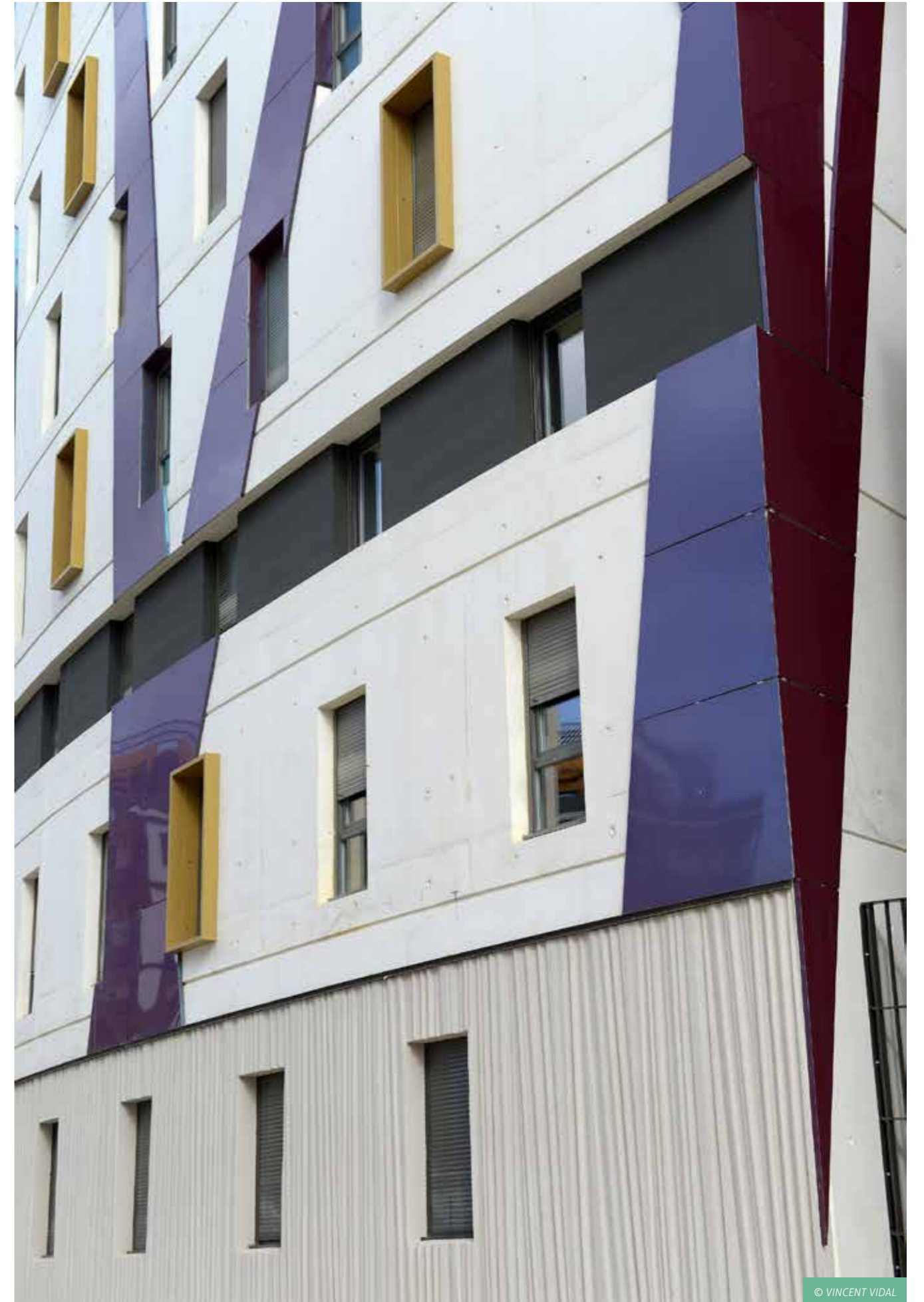
\*\* <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00745868/document>

\*\*\* Le projet VegDUD associait IRSTV (ECN, ensa Nantes), Université de Nantes (LPGN), ONERA, CSTB, INRA Bordeaux (EPHYSE), Météo France (GAME), IFSTTAR, Université de La Rochelle (LaSIE), IRSN, Plante & Cité, Nantes Métropole, Ville de Nantes

\*\*\*\* Cool roof rate council, <http://coolroofs.org/>

### Informations et Copyright Photos

Résidence étudiants Agence Richez Associés ©Dronestudio  
Résidence étudiants Agence Richez Associés ©VincentVidal  
Nantes Valeur moyenne de l'intensité de chaleur Source J. Bernard CRENAU



# FRÉDÉRIC SCHOELLER

ARCHITECTE FONDATEUR DE L'AGENCE RICHARD+SCHOELLER

## LE SENS DES TOITS

*La végétalisation des toitures se généralise... après des siècles d'ostracisme.*



### *Pourquoi vous intéressez-vous aux toits ?*

Penser l'architecture n'est pas une finalité en soi, c'est être conscient du process qui est en œuvre dans le projet. **Le toit, espace à vivre sous le ciel** qui va être habité en son dessous, est pour moi aussi important que le rapport au sol. Par ailleurs, combien de fois entend-on dire que le paysage est saturé de pavillons dont les toits ne sont plus que des simulacres ; il existe même des toits PVC imitant les tuiles canal !

**Depuis peu, l'engouement et le développement des processus de végétalisation extensive a ouvert le champ des possibles.** Autant il était difficile de convaincre de la pertinence des toitures-terrasses, autant l'enthousiasme actuel des toits végétalisés exige un travail critique.

*Longtemps, les réglementations ou les gens, toutes catégories confondues (résidents, pavillonneurs, pouvoirs publics...) n'avaient d'yeux que pour les toits en pente. Pourquoi ?*

Ils s'y accrochaient pour deux raisons. La première est d'ordre transcendantal : la pente, en tant que verticalité affirmée, est un mouvement vers le haut, vers le ciel, c'est-à-dire un pas vers le divin... Heidegger\* ira jusqu'à démontrer qu'habiter c'est à la fois assumer un rapport à la terre et tendre vers le divin. Le toit vertical, la pointe du clocher- en est la traduction évidente. Cette tension verticale a été révolutionnée par l'esprit révolutionnaire à la fin du XVIIIe siècle avant d'être décapitée par l'horizontalité qu'insufflait le Mouvement Moderne. Participation et horizontalité vont de pair.

En outre, il ne faut pas oublier que l'existence du toit amène à parler du dessous. Le dessous c'est le grenier, qui est la deuxième grande raison de cet attachement aux toits à pentes puisqu'ils permettaient de loger un grenier, lieu des mémoires retrouvables. La pente permettait d'avoir un grenier, lieu des mémoires retrouvables, qui constitue la deuxième raison de cet attachement. Or, dans Les Cinq points d'une nouvelle architecture (1927), le toit-terrasse figure en bonne place, mais Le Corbusier et Pierre Jeanneret ne parlent pas du grenier\*\*. Contrairement à la cave, cette fonction n'existe pas et n'a pas été remplacée depuis. Sa disparition est sans doute liée au nomadisme : il n'y a plus lieu de stocker des objets. D'où, à mon avis, le rejet ontologique des toits-terrasses.



*Dans ces configurations,  
le béton est incontestablement  
le matériau le plus approprié compte  
tenu de ses qualités structurelles  
et de son inertie thermique inégalée,  
fondamentale dans la construction  
d'un bâtiment.*

# FRÉDÉRIC SCHOELLER

## *Ils sont pourtant vieux comme le monde...*

On ne peut en effet parler du toit-terrasse sans penser aux toits de paille et d'excréments des Indiens du Rajasthan), aux jardins suspendus de Babylone, aux maisons-terrasse méditerranéennes. Dans les pays tempérés, les premières tentatives de toits-terrasses arrivent à la Renaissance : bien qu'ils ne soient pas vraiment horizontaux, les toits de la Villa Rotonda de Palladio ou du château de Chambord sont accessibles et praticables grâce à des techniques très compliquées de double toiture dont Blondel donne des coupes significatives. C'était à l'époque une manière de substituer au divin une rationalité nouvelle. Enfin, après une période de régression, les évolutions techniques à la fin du XIXe parviennent à réaliser des toits horizontaux étanchés.

## *Au XXIe siècle, la donne a changé. L'obstruction aux toits-terrasses n'existe plus. Tout le monde s'accorde pour faire des toitures végétalisées. Comment l'expliquez-vous ?*

Ce changement d'état d'esprit n'a rien à voir avec la technique, qui n'a guère évolué depuis un siècle, même si elle s'est améliorée. Il relève tout d'abord d'un facteur fondamental sur lequel tout le monde s'accorde : **le toit est le premier plan en contact avec les éléments naturels. C'est donc le meilleur endroit pour récolter l'eau, l'énergie solaire et faire pousser des plantes. Viennent ensuite des phénomènes d'ordre culturel, sociétal, secondaires à mon sens, qui consistent à organiser des événements sur les toits, à installer des ruches ou des jardins partagés.**

D'après moi, les motifs de cette acceptation des toits-terrasses sont aussi liés à des raisons idéologiques et philosophiques : tout le monde adhère au végétalisme puisqu'il est lié à l'idéologie environnementale. La nature s'est substituée au divin, au même titre que l'économie et la finance. C'est là un autre débat, mais cela montre bien l'importance des idéologies.



## *Les toits végétalisés sont-ils une réponse à la densité urbaine ?*

Evoquer la densité quand on parle de toit est un sujet que je comprends mal. **En zone périurbaine, il me paraît légitime de redonner sur le toit ce qu'on prend au sol, et dans les villes constituées, je pense qu'il faut végétaliser tout ce qui peut l'être.** Je me demande d'ailleurs pourquoi les toits-terrasses ne sont pas obligatoires aujourd'hui, tout comme la réglementation imposait autrefois de faire des toits à pente.

Mais je pense que la question de la densité à Paris, et même en Europe, est minime au regard des problèmes critiques que posent les pays les plus denses du monde : la Chine, l'Inde et le Nigéria, pays une fois et demie plus grand que la France qui devra faire habiter une population estimée à 500 millions d'individus en 2050. Dans le cadre d'un système global à l'échelle mondiale, la question est si grave qu'elle passe d'abord par des politiques urbaines de densification. Un développement des toitures terrasses sera obligatoire et devrait motiver plus d'énergie de recherche et développement au regard des conditions climatiques extrêmes. Nous travaillons actuellement à la végétalisation du toit d'une ambassade à Abuja au Nigéria et nous tentons de mettre en œuvre des procédés innovants, avec des substrats locaux et des espèces adaptées de sédum ou succulents.

## *En quoi le béton est-il un matériau adapté dans le cas des toits-terrasses végétalisés ?*

Planter des végétaux sur un toit impose un minimum de substrat, au moins 5 à 10 cm pour du sédum. Cette surcharge peut être portée par n'importe quel support. Mais **la tendance actuelle est d'épaissir cette couche pour enrichir les cultures et développer la biodiversité.** Pour passer à la vitesse supérieure, la tendance est de charger davantage les toitures, malgré les recherches agronomiques pour faire pousser des végétaux avec moins de terre et le développement de produits qui améliorent la rétention de l'eau. **Dans ces configurations, le béton est incontestablement le matériau le plus approprié compte tenu de ses qualités structurelles et de son inertie thermique inégalée, fondamentale dans la construction d'un bâtiment.**

\* Heidegger, Essais et conférences, 1954

\*\* Il est d'ailleurs étonnant de constater que dans ses premiers dessins, Le Corbusier met du végétal sur le toit-terrasse, jamais des humains.

*Informations et Copyright Photos  
Montargis © Luc Boegly*



# MONIQUE LABBÉ

PRÉSIDENTE DU COMITÉ ESPACE SOUTERRAIN DE L'AFTES (L'ASSOCIATION FRANÇAISE DES TUNNELS ET DE L'ESPACE SOUTERRAIN), INITIATRICE ET DIRECTRICE GÉNÉRALE DU PROJET NATIONAL « VILLE 10D-VILLE D'IDÉES »

## LA VILLE SOUS LA VILLE

*Longtemps le sous-sol a été une affaire d'ingénierie et de technique. Imaginer la ville de demain, c'est penser à la verticalité et le plus souvent à la hauteur. Alors que les métropoles répertorient leurs espaces et leurs ressources pour améliorer la circulation, les espaces publics, la qualité de l'air et la biodiversité, l'espace souterrain reste méconnu, sous-utilisé et mal exploité. Le sous sol devient un outil de reconquête urbaine.*



### Quel est votre postulat ?

Si dans ses usages ancestraux, le sous-sol était considéré comme une ressource dont toutes les qualités étaient exploitées, notamment depuis le XIXe siècle, en mettant à profit l'évolution rapide des techniques. Ces dernières, ainsi que les usages modernes, l'ont à la fois révélé et asservi, le réduisant à une zone de service en l'assignant à des usages techniques. Ce zonage, cette séparation étanche entre le vivant et la technique renvoie à une culture millénaire qui rappelle la séparation entre l'Eden, au-dessus, et l'enfer en dessous ! C'est peu incitatif pour le sous-sol.

**La densification impose de réorganiser la ville. Cela signifie bien sûr trouver de nouveaux espaces libres qu'elle ne trouve plus en surface mais aussi se réorganiser. Vaste, continu et relativement libre, l'espace souterrain peut répondre à ce besoin d'intensification urbaine et représenter une opportunité, car tous les services et ouvrages réalisés en sous-sol libèreraient autant d'espace en surface pour développer la biodiversité et la nature.** Ainsi, mieux connu, mieux compris, le sous-sol pourrait prolonger l'espace de la ville sans compromettre sa convivialité. Ne serait-il pas temps pour les architectes, les urbanistes, les aménageurs, de regarder le sous-sol autrement, d'insuffler une humanité là où régnait la seule technique ?

### Vous avez étudié les utilisations du sous-sol dans l'histoire et dans le monde. Quels sont les principaux usages d'hier et d'aujourd'hui ?

L'usage ancestral tirait parti de ses qualités et le voyait comme une ressource de matériaux -, minerais, matières premières, - également comme un abri -habitat troglodyte, lieux de culte, champignonnières- ou comme un espace qui cache ou conserve -citermes, aqueducs, tunnels, carrières, glacières... **Dans le monde contemporain, les usages techniques sont prédominants. On trouve aussi, naturellement, des infrastructures de transports (lignes de métro, gares, parkings, passages piétons...), des réseaux techniques qui utilisent l'ubiquité et la continuité du sous-sol, mais il y a également des équipements publics (théâtres, cinémas, musées, centres sportifs et même des établissements scolaires...).** Des programmes plus inattendus ont vu le jour, je pense à une ferme agricole à Tokyo, au parc Low-Line à New-York ou au jardin du Paddington Reservoir à Sydney... Nous avons en France des projets intéressants, à commencer par le musée du Louvre. La ville de Lyon a été précurseur dans la transformation de ses parkings, lieux techniques transformés en espaces publics que l'on vient même visiter ! Ouverts, éclairés naturellement, lisibles dans leur fonctionnement, ils accueillent des œuvres d'art : ils sont faits pour des humains. De même, les ouvrages extrêmement techniques tels que les stations d'épuration ou les centres de tri de déchets, contraints de s'installer



*L'espace souterrain peut répondre au besoin d'intensification urbaine car tous les services et ouvrages réalisés en sous-sol libèrent autant d'espace en surface pour développer la biodiversité et la nature.*

# MONIQUE LABBÉ

en ville : l'usine d'incinération Isséane à Issy-les-Moulineaux (92) est un équipement industriel semi enterré à 30 m de profondeur, qui brûle les déchets en plein quartier tertiaire high-tech. Ces exemples montrent que le sous-sol est bien autre chose que cette image piranésienne à laquelle on l'assimile trop souvent.

***Si le sous-sol devient un espace urbain au même titre que les rues que l'on fréquente à l'air libre, s'il est éclairé, s'il est agréable, s'il donne sur des commerces, quelles fonctions seraient susceptibles de descendre dans les profondeurs pour épaissir le tissu de la ville ?***

Les exemples que je viens de citer montrent que le sous-sol peut accueillir une grande variété de programmes. Néanmoins, il en est une qui incontestablement aurait sa place dans un sous-sol recomposé et qui serait à même d'améliorer les lieux et l'image, c'est la logistique qui, elle aussi, souffre d'une image dégradée.

***Quels sont les principaux obstacles à une utilisation optimisée du sous-sol ?***

Sans aucun doute, l'absence de planification et de concertation entre les programmes, les fonctions et leurs acteurs. Nous payons cher la séparation des genres propre au zoning : les quartiers sur dalle en sont les purs produits. Le musée, le parking, le centre commercial souterrains, sont isolés les uns des autres. Sous-utilisé et exploité de manière désorganisée, le sous-sol des grandes métropoles pourrait pourtant se révéler un contributeur efficace d'un aménagement durable et résilient en prolongeant l'espace de la ville. Or, si l'ingénierie sait utiliser le sous-sol, les acteurs de la ville l'ignorent encore et les sciences humaines le méconnaissent.

***C'est pour œuvrer en faveur de cette optimisation du sous-sol que vous avez initié le programme Ville 10D. Quelles sont vos conclusions et que préconisez-vous ?***

Il est plus que temps de sortir le sous-sol de terre, si vous me permettez cette expression. L'espace souterrain n'est pas enterré, c'est un contre-bas de la ville.

**Penser l'espace souterrain comme partie intégrante de la ville suppose d'apprendre à le connaître, d'imaginer de nouveaux usages, de faire évoluer les cadres qui régissent l'aménagement, de recomposer la ville dans son épaisseur.** Il faut reconsidérer la notion de terrain naturel en ville, qui d'ailleurs n'existe pas vraiment puisqu'il est le plus souvent artificiel. Dès lors, pourquoi ne pas considérer que le vrai sol serait celui où circulent des milliers de voyageurs ?

**Il s'avère aujourd'hui indispensable de disposer d'outils sérieux pour convaincre et faire avancer l'idée de l'urbanisme souterrain. En termes pratique d'aménagement, il faut travailler sur l'existant, croiser les besoins et les possibilités, puis passer par des phases de réorganisation, de mutualisation, de mutation des cavités, de connexion entre le dessus et le dessous pour développer des espaces plurifonctionnels.**

Dans le cadre du **programme Ville 10D**, nous avons pour objectif d'établir un guide de préconisations et un référentiel de bonnes pratiques, de concevoir des outils d'information multicritères en 3D et de définir des propositions pour faire évoluer les cadres juridiques et réglementaires de l'aménagement. Construire en sous-sol ne devrait plus être une aventure mais une évidence. Il y a là pour la ville durable de demain l'ouverture d'un espace d'avenir utile à imaginer et créer.

[www.ville10d.fr](http://www.ville10d.fr)





# MICHEL MOUSSARD

ARCADIS, CONSULTANT GÉNIE CIVIL ET OUVRAGES D'ART

## PROGRAMMATION ET CONCEPTION DES COUVERTURES D'INFRASTRUCTURE EN MILIEU URBAIN

*Issu de réflexions engagées dans le cadre des couvertures du périphérique parisien, le projet de recherche Canopée associe une équipe pluridisciplinaire regroupant ARCADIS, le CETU, EGIS, l'EIVP, l'IRES, Tecomah, l'Université Paris-Est et la Ville de Paris. Lancé en 2012, ce travail de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre du programme « Bâtiments et villes durables » arrive à son terme en 2015.*



### *Pourquoi avoir engagé ce programme de recherche ?*

Les infrastructures routières ou ferroviaires en milieu urbain génèrent des nuisances visuelles, acoustiques et atmosphériques ainsi que de profondes coupures dans le tissu urbain. Pour y pallier, il y a grosso modo deux approches envisageables concernant les infrastructures routières : la première consiste à transformer une voie rapide en boulevard urbain avec aménagement paysager et mise en place éventuelle d'un TCSP, comme sur le boulevard des Maréchaux à Paris ; la seconde à **couvrir l'infrastructure par une dalle qui protège des nuisances, restitue la continuité urbaine et, mieux encore, requalifie la ville**, comme c'est le cas pour la couverture de l'autoroute A1 entre la Porte de La Chapelle et le Stade de France : cet exemple est significatif de l'incidence des tranchées en milieu urbain et de l'incroyable saut qualitatif de Saint-Denis. Outre cette aménité, il faut ajouter les opportunités dans le cadre des stratégies d'urbanisme, des politiques foncières, du logement, des transports et du développement des activités économiques en milieu urbain dense.

Pour les infrastructures ferroviaires, il n'y a en général pas de transformations possibles : il faut soit s'en accommoder, soit les couvrir. Elles génèrent toutefois moins de nuisances atmosphériques.

### *Si les avantages semblent acquis, quels sont les problèmes et les spécificités liés à la conception et à la réalisation de ces couvertures ?*

Le premier problème est le financement, compte tenu du coût élevé de ces ouvrages qui ne se justifient généralement qu'en milieu urbain dense, avec des enjeux d'urbanisme très forts. Ce sont par ailleurs des ouvrages complexes de génie civil, réalisés dans des conditions difficiles du fait de l'encombrement des sites concernés et de la nécessité, dans la plupart des cas, de maintenir l'exploitation des voiries pendant la phase de réalisation. Ils n'ont cependant jamais fait l'objet de réglementations ou de recommandations spécifiques car ce ne sont ni des ponts, ni des tunnels, ni des bâtiments, ni des voiries, mais un peu tout cela, sans pour autant relever de l'urbanisme de dalle, même si l'on se situe bien dans la dimension verticale de la ville. Il est d'ailleurs symptomatique de constater qu'il n'existe ni désignation ni acronyme spécifique pour qualifier ces ouvrages que nous appelons « couvertures ». Ceci a conduit à les décomposer en différentes parties juxtaposées (infrastructures, équipements, aménagement de surface, bâtiments), traitées parallèlement les unes aux autres en appliquant des réglementations plus ou moins cohérentes entre elles, et en gérant tant bien que mal les interfaces, aussi bien d'un point de vue architectural et technique que d'un point de vue politique, contractuel et juridique. Or les interactions sont fortes et le processus de gestion de projet fondamental. Cette absence



COUVERTURE A86 VÉLIZY © EGIS - MARC MIMRAM



PARIS RIVE GAUCHE © DEVILLERS

*Qu'il s'agisse des voûtes ou des dalles, toutes ces structures, simples et de dimensions relativement modestes, sont constituées de voiles en béton armé qui, de par leur simplicité et leur robustesse, sont parfaitement adaptés aux fonctionnalités requises.*

# MICHEL MOUSSARD

de vision globale, de démarche systémique, d'outils de programmation et de conception et d'analyse des risques spécifiques nuit à l'utilisation optimale de **ces ouvrages** pour le renouvellement urbain alors qu'ils **recèlent un potentiel considérable au vu de l'importance des surfaces occupées par les infrastructures de transport dans les agglomérations. C'est pour faire face à la méconnaissance de ce type d'ouvrages et pour répondre à ces enjeux qu'a été lancé en 2012 le projet de recherche Canopée.**



© ARCADIS

## Sur quoi a porté votre travail durant ces trois années ?

Nous avons répertorié et analysé une centaine de projets réalisés ou en cours de réalisation, en France et dans le monde, et nous avons enquêté auprès de personnes qui en ont construit. La compilation de ces dossiers nous a permis d'analyser les questions juridiques, les aspects fonctionnels et les problèmes de gouvernance. Nous avons ensuite mis au point des outils d'évaluation et identifié les réponses potentielles du génie civil, existantes ou innovantes, l'ensemble de ces travaux ayant pour but de proposer aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre un retour d'expérience et des outils d'aide à la décision, à la conception et à la réalisation de ces ouvrages.

## Les exemples que vous avez étudiés sont-ils probants ?

Très largement, tant vis-à-vis de la continuité et de la qualité du tissu urbain que du point de vue de l'usage et de la réduction des nuisances. La seule nuance à apporter vient du fait que certains projets ont ignoré certaines fonctions, réduisant le potentiel de l'ouvrage : souvent une infrastructure est couverte pour protéger les riverains mais sans avoir engagé des réflexions urbaines et environnementales qui auraient pu être optimisées.

## Quelles conclusions en tirez-vous ?

**Créer une couverture c'est créer un sol urbain artificiel en s'inscrivant dans la durée, d'où une exigence particulièrement élevée de qualité, de durabilité, de maintenabilité, d'adaptabilité.** Nos travaux ont notamment montré les grandes difficultés sur le terrain pour coordonner harmonieusement projet urbain et projet de transport : différents acteurs, différents enjeux, différentes temporalités. En tout état de cause, il faut commencer par choisir le bon cadre juridique et administratif, identifier les fonctions pour définir le meilleur usage de la couverture en coordonnant les calendriers et les services impliqués.

**Notre rapport final, qui sera disponible en accès libre\* fin 2015, ne se veut pas un guide de conception mais un retour d'expérience analytique et pluridisciplinaire basé sur un grand nombre d'opérations, assorti de pistes d'innovations. Il sera mis à la disposition des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'œuvre amenés à engager une réflexion sur un projet de ce type.**



© ATELIER AS MARGUERIT

## Quelles sont les innovations ?

La première innovation est d'avoir identifié ce type d'ouvrages et d'en avoir fait l'objet d'un travail de recherche pluridisciplinaire. Au niveau des réponses apportées par le génie civil, nous proposons une typologie nouvelle distinguant les couvertures lourdes et les couvertures légères. Les premières consistent à recréer un sol urbain qui peut recevoir des rues, des immeubles, un parc, etc, avec quatre options structurelles : dalles simples, dalles doubles, dalles ajourées et voûtes. Les voûtes sont d'un usage ancien mais un peu oublié, et présentent l'avantage de restituer la continuité du sol et de favoriser la biodiversité. La dalle ajourée constitue quant à elle une innovation qui facilite la perméabilité aéraulique et la flexibilité d'usage. **Qu'il s'agisse des voûtes ou des dalles, toutes ces structures, simples et de dimensions relativement modestes, sont constituées de voiles en béton armé qui, de par leur simplicité et leur robustesse, sont parfaitement adaptés aux fonctionnalités requises : supports de voiries et d'aménagement paysagers, voiles en contact avec les remblais adjacents, isolation phonique, etc... Ils permettent de plus une bonne maîtrise des coûts d'investissement et de maintenance.** Nous avons montré qu'à l'échelle globale du projet, la différence de coût entre ces solutions est marginale, et que le choix du maître d'ouvrage doit porter avant tout sur l'adéquation de la solution structurelle aux fonctionnalités recherchées, et non pas sur son coût.

Les couvertures légères sont nettement moins onéreuses ; toutefois elles ne permettent pas de reconstituer un sol urbain, mais seulement d'assurer les fonctions de protection contre les nuisances. Elles sont donc intéressantes si telle est la priorité dans le cadre d'un budget plus modeste que celui d'une couverture lourde. Le cas échéant, nous proposons des approches structurelles modulaires peu répandues, de type « gridshells » ou nexorades. Ces structures sont particulièrement adaptées à l'installation de modules environnementaux qui permettent de renforcer les fonctions de protection ou de les compléter par d'autres, la production d'énergie par exemple.

\* notamment sur le site de l'IREX

## Informations et Copyright Photos

Couverture A86 Vélizy © Egis - Marc Mimram  
Couverture du BP Porte de Vanves © ARCADIS  
Paris Rive Gauche © Devillers  
Paris Rive Gauche – avant couverture © Devillers  
Rue Garibaldi Lyon © Atelier AS Marguerit



© DEVILLERS



# THOMAS RICHEZ & VINCENT COTTET

ARCHITECTES URBANISTES, PAYSAGISTES URBANISTES

## LE BÉTON EN VILLE

*Parce qu'elle travaille sur plusieurs échelles de la ville, Richez Associés construit des immeubles en tant qu'architecte, en prescrit les matériaux en tant qu'urbaniste, réalise des espaces publics en tant que paysagiste, aménage des lignes de transport en sites propres. Autant de terrains de jeux pour le béton...*



### *Pour quelles raisons utilisez-vous le béton dans l'aménagement des espaces publics ?*

Vincent COTTET : **Le béton est un matériau plaisant à utiliser pour un concepteur parce qu'il demande une grande précision.** Cela oblige les équipes de maîtrise d'œuvre à se placer dans une chaîne d'organisation et de décision grâce à laquelle les projets gagnent en finesse et en richesse.

**Le béton est en outre un matériau durable, c'est-à-dire que c'est celui qui résiste le mieux aux vibrations et aux sollicitations,** grâce souvent à l'ajout de fibres en polypropylène qui améliorent sa résistance à la flexion et à la traction... pour un coût très inférieur à celui de la pierre. Cette aptitude répond à la nécessité actuelle de réaliser des espaces publics plurifonctionnels.

De plus, à l'inverse du « noir » à base d'émulsion bitumineuse, qui intègre des ressources limitées comme les hydrocarbures, le béton réduit l'énergie grise incorporée. Donc entre 5 cm de noir cuit à feu long et 10 cm de béton avec 15 % de ciment, l'avantage est clairement au béton.

Thomas RICHEZ : **Le béton a un autre grand atout : sa capacité à s'adapter au terrain : sa plasticité résout les problèmes de fissurations, et la proximité des composants, souvent prélevés dans le terroir local, facilite l'approvisionnement...** Ces particularités lui donnent un intérêt essentiel : le dessin. En jouant sur le calepinage des joints, les matérialités des granulats et les palettes de couleur, **le béton permet de réaliser des compositions d'une richesse plastique que les autres matériaux coulés ne permettent pas.** Comme l'agence travaille sur toutes les échelles de la ville – architecture, urbanisme, paysage, réalisation d'espaces publics, aménagement de lignes de transport en site propre-, **nous utilisons ces qualités pour organiser une cohérence esthétique, une unité, dans les aménagements.** Ainsi au quartier des Grisettes à Montpellier où nous sommes intervenus en tant qu'urbaniste en chef, architecte et réalisateurs des espaces publics, nous avons prescrit le béton blanc pour les constructions et choisi du béton désactivé pour les sols de la grande rambla. Grâce aux accords sols/murs, espaces publics/bâtiments, ce nouveau morceau de ville offre une atmosphère unifiée, apaisante.



BREST ©RICHEZ ASSOCIÉS ET DIDIER PRUVO



LES GRISSETTES MONTPELLIER © DRONESTUDIO

*On cherchait un matériau durable,  
résistant, qui rappelle  
l'identité du lieu,  
dont on pouvait choisir la couleur,  
ne pas bordurer,  
niveler avec précision,  
et nous avons choisi le béton.*

# THOMAS RICHEZ & VINCENT COTTET

## *Vous avez réalisé de nombreuses lignes de tramway et de transport en site propre. Le béton peut-il accompagner la mobilité urbaine ?*

TR : Le béton est un matériau qu'on peut régler très précisément en nivellement, ce qui est très utile pour résoudre sur le long terme l'écoulement des eaux, les hauteurs de quais dans les stations de tramway.

VC : Le travail que nous avons mené au Mans pour l'implantation du tramway fut notre première grande expérience : nous avons simplement utilisé ce qui se trouvait sous nos pieds en prenant les trois granulats locaux que nous avons assemblés dans le souci d'accorder le sol et le contexte avec justesse

TR : L'arrivée du tramway de Brest, par ses sols, par l'ouverture de l'espace et l'aménagement de lieux singuliers, a littéralement changé le visage de la ville. Des bétons à pâte de kaolin et granulats de quartzite rehaussés d'éclats de verre bleu revêtent les sols. Ils sont rythmés par des lignages et des à-plats de granit gris calepinés en parquet et des inserts de granit ocre sur les quais des stations.

Pour la ligne de Casablanca, le béton désactivé se compose d'agrégats locaux. Nous avons fait plusieurs essais, ajusté la teinte et la texture, que le roi Mohamed VI en personne avait voulu voir. Au final, la couleur terre de Sienna brûlée redonne sa couleur naturelle au sol de la ville et fait ressortir l'image du socle géologique. C'est là une qualité que nous aimons mettre en avant. Grâce à sa matérialité, à son épaisseur, le béton mis en œuvre aux abords du stade du Havre sert de contrepoint révélateur à ce monument aérien.



© DRONESTUDIO

## *Pourquoi avoir choisi du béton pour une chaussée routière ?*

TR : T'Zen est une ligne de bus à haut niveau de service entre Corbeil Essonne et Lieusaint, dans la ville nouvelle de Sénart. Ici, le choix du béton répond à deux problématiques. La première relève de l'usage : les bus étant des véhicules très agressifs pour une chaussée, nous recherchions un revêtement d'une grande résistance mécanique. La seconde est une question d'image : nous voulions différencier les 9,6 km de voie en site propre, interdite aux voitures, d'une route classique. Inspirés par les aménagements piétons, nous avons choisi un béton hydro-projeté qui fait apparaître les granulats avec un relief réduit. Grâce à sa compacité, la surface de béton mise en œuvre se termine d'elle-même et se passe donc d'un encadrement par des bordures.



© DRONESTUDIO



© DRONESTUDIO



©RICHEZ ASSOCIÉS ET DIDIER PRUVOT



©SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - RICHEZ ASSOCIÉS



©RICHEZ ASSOCIÉS ET CHIARA BONINO



©RICHEZ ASSOCIÉS ET ROMAIN FOURNERIE

## *Dans le cadre du Grand Paris Express, vous réalisez deux gares\* ainsi qu'un site de maintenance et de remisage à Champigny dont la toiture en béton va être végétalisée. Pourquoi ce choix ?*

VC : Le bâtiment est gigantesque et se trouve à proximité immédiate du parc départemental du Plateau qui est une véritable source de biodiversité. La surface de la toiture est à la même échelle : un hectare, qui descend en pente douce vers le parc. Compte tenu de son ampleur, nous étudions le moyen d'en faire un élément de compensation environnementale pour rééquilibrer l'impact global de la ligne 15. C'est pourquoi nous allons la végétaliser, ce qui n'a jamais été fait à cette échelle, dans l'objectif non de « faire du vert » mais de cultiver la nature en ville. Il s'agit d'un véritable travail d'ingénierie botanique, c'est pourquoi les paysagistes de l'agence se sont associés les compétences de Topager, entreprise qui développe des méthodologies d'agriculture urbaine, pour créer une toiture réellement porteuse de vie.

\* Respectivement, Champigny Centre, etBry-Villiers-Champigny

### **Informations et Copyright Photos**

BREST ©Richez Associés et Didier Pruvot

BREST ©Richez Associés et Claire Puissant

BREST ©Richez Associés et Romain Fournerie

LE MANS ©Richez Associés et Didier Pruvot

Pôle multimodal de Sevrans-Beaudottes ©Richez Associés et Chiara Bonino

Site de maintenance de la ligne 15 ©Société du Grand Paris - Richez Associés

Les Grisettes Montpellier © Dronestudio



©SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - RICHEZ ASSOCIÉS



©RICHEZ ASSOCIÉS ET CLAIRE PUISSANT

# GRÉGOIRE BIGNIER

ARCHITECTE

## ÉCOLOGIE ET OUVRAGES D'ART



### Comment un ouvrage d'art peut-il servir la cause environnementale ?

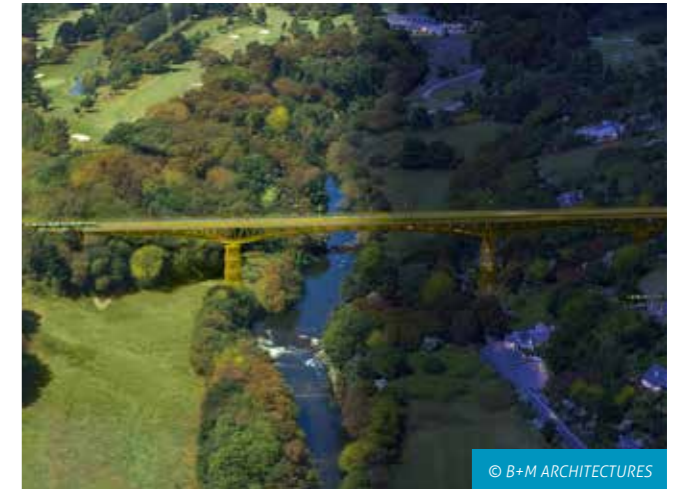
Les nécessités de la reconstruction d'après-guerre, l'industrialisation des processus de production et la seule approche technique dans l'enseignement supérieur ne sont plus de mises à l'heure de la question écologique. On comprend mal au nom de quel principe les ouvrages d'art devraient échapper aux exigences imposées aux bâtiments. Les problématiques environnementales devraient présider à leur conception aussi légitimement que les critères technico-économiques, largement majoritaires, ou esthétiques dans le cas des ouvrages urbains. **Les idées ne manquent pas : envisager que les piles soient habitées pour rentabiliser l'espace urbain, prendre en compte leur impact sur la biodiversité - périodes de nidification et de migration des oiseaux, obstacles aux déplacements de la faune, perturbations lumineuses... Ils pourraient ainsi devenir de véritables réservoirs de biodiversité.**

Tenir compte de ces critères va au-delà des quelques dispositifs habituels (buses de franchissement, passage à faune, niches pour chiroptères, etc...). Le cadre conceptuel change radicalement : ainsi, pour le pont sur la Liffey River, nous ne souhaitons pas éclairer l'ouvrage pour des raisons d'économie d'énergie et d'observation astronomique. Aussi avons-nous choisi la couleur jaune, non pour des raisons d'intégration paysagère mais parce que c'est celle que les oiseaux détectent le mieux la nuit.

### En quoi la conception des infrastructures peut-elle influencer sur le climat ?

À mon sens, l'exploit n'est plus dans la portée mais dans la prise en compte d'un point de vue moins anthropo-centré, c'est-à-dire qui instrumentalise moins la nature à des fins humaines, mais davantage tourné sur les besoins environnementaux. **Car les infrastructures ont une incidence directe sur le métabolisme environnemental.** On pourrait donc imaginer que leur vocation ne se réduise pas à la seule fonction de franchissement et de parcours qui leur est assignée, mais que **les ouvrages d'art deviennent des gisements de ressources pour capter les énergies renouvelables**, réguler des débits, etc... Ils pourraient notamment servir de supports grande longueur pour des panneaux solaires ou des rhizomes utiles à la régulation écologique d'un territoire... Cette mise à profit des gisements présents sur le site (solaire, éolien, géothermique) pourrait être utilisée pour l'exploitation de l'ouvrage d'art, par exemple pour alimenter son éclairage, ou redistribuée à son environnement si le bilan est positif.

Outre le moyen de développer notre propre territoire de manière responsable, cette révolution écologique ouvre la voie à de réelles économies en termes de coût global et nous permettrait d'exporter une technologie environnementale de pointe.



© B+M ARCHITECTURES



© B+M ARCHITECTURES

*Toujours pour économiser  
au maximum la matière,  
nous avons exploré à des fins  
prospectives le BFUP  
pour la conception d'un ouvrage  
routier de 300 m de portée.*

# GRÉGOIRE BIGNIER

## *Cela suppose d'organiser la cohérence des ouvrages à l'échelle territoriale.*

Nous disposons des connaissances scientifiques, des moyens techniques et des dispositifs technologiques suffisants pour entériner une démarche de conception innovante et responsable. Le préalable d'une approche écologique approfondie consiste à faire prévaloir les besoins sociaux et écologiques, puis de les quantifier dans le cadre d'une approche territoriale.

Cela impose aussi un devoir de prospective (les échéances usuelles sont 2030, 2050 et 2100) qui soit plus sérieux que la présentation de visions idylliques (la ville verte, fertile, etc...) ou catastrophiques (The day after tomorrow). **Concevoir les infrastructures de demain, c'est les inscrire d'abord dans un devoir de re-convergence des réalités humaines vers un horizon soutenable.**

## *Le béton peut-il favoriser cette conception environnementale que vous préconisez dans les ouvrages d'art ?*

Notre approche privilégie l'économie de moyens en allégeant au maximum les structures. Dans cet objectif, nous avons conçu plusieurs ouvrages à l'aide de béton, notamment pour une passerelle piétonne de 90 m de portée à Toulon. Des impératifs de maintenance nous avaient amenés à choisir un béton fibré à ultra hautes performances (BFUP). Là où l'épaisseur du tablier aurait dû être d'environ 25 cm, l'emploi de ce béton a permis de concevoir un tablier de 3 cm d'épaisseur. C'est là une manière d'entrer dans un processus vertueux car plus on allège la structure, moins on a de charges permanentes à prendre en considération et plus on peut l'optimiser. Ce processus itératif s'accompagne en outre de l'emploi de fumée de silice qui entre dans la composition de ce béton : une façon pertinente d'utiliser cette fumée qui est un dérivé de l'industrie du silicium.

**Toujours pour économiser au maximum la matière, nous avons exploré à des fins prospectives le BFUP pour la conception d'un ouvrage routier de 300 m de portée.** Au BFUP s'ajoutent des formes qui optimisent les performances : il s'agit d'un arc-résille et d'un tablier en caisson. Les résultats du calcul ont donné une épaisseur de 8 cm pour les « lanières » constituant la résille et 22 cm pour la hauteur du caisson. On mesure ici encore les **gains extraordinaires de matière.**

## *Quel est le rôle des architectes dans la conception d'ouvrages d'art écologiques ?*

Nous pensons que les choix donnés aux architectes sont maintenant de deux ordres : soit l'architecture reste dans un champ « culturel » modèle art contemporain, économique (on parlera alors de bâtiment plutôt que d'architecture), voire comme instrument politique, soit elle participe pleinement d'une autre vision du monde, celle qui répond au défi écologique. Là encore, deux attitudes sont possibles : un mode mineur selon lequel le cadre de leur exercice s'adapte tant bien que mal aux exigences écologiques ; ou un mode majeur en inscrivant leur œuvre dans l'effort que les autres disciplines fourniront pour y répondre. Notre conviction est que la valeur des projets d'architecture doit désormais s'évaluer à l'aune de ces choix.

### *Informations et Copyright Photos*

*Liffey © B+M Architectures*

*Toulon © B+M Architectures*



# RENÉ GAMBA

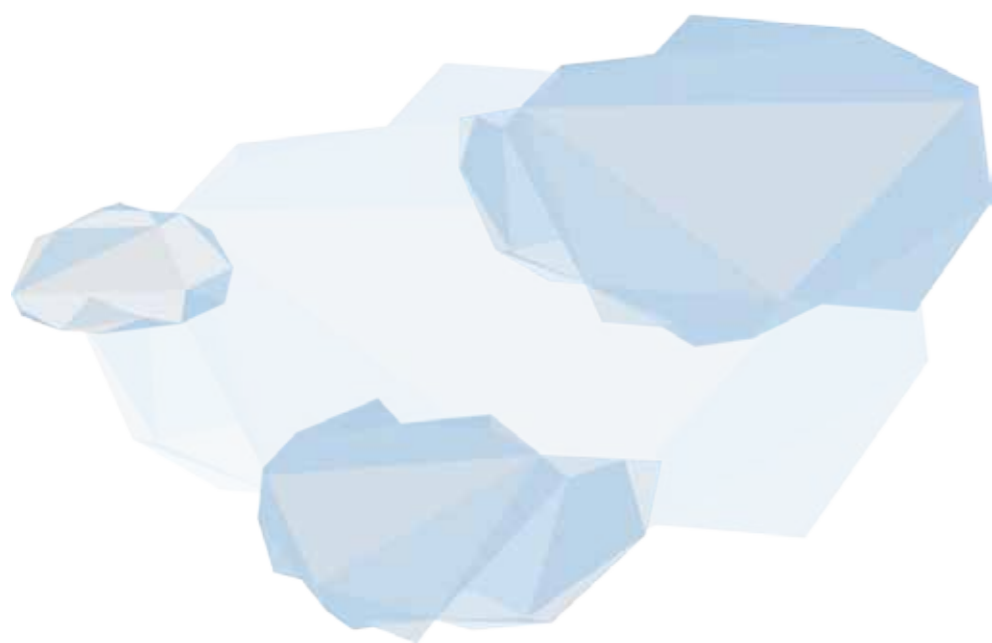
DOCTEUR EN MÉCANIQUE DES FLUIDES,  
CONSULTANT DANS LE DOMAINE DE L'INGÉNIERIE ACOUSTIQUE

## L'ACOUSTIQUE, POUR MIEUX S'ENTENDRE

*La ville dense suppose une proximité avec diverses sources de pollution sonore.*

*Dans ces conditions, vivre ensemble nécessite d'apprendre à se supporter.*

*Mieux : de s'entendre. La maîtrise de l'environnement sonore concerne de multiples domaines de la construction à l'aménagement du territoire en passant par la gestion des transports.*



### Quelles sont les sources de bruit les plus prégnantes en ville ?

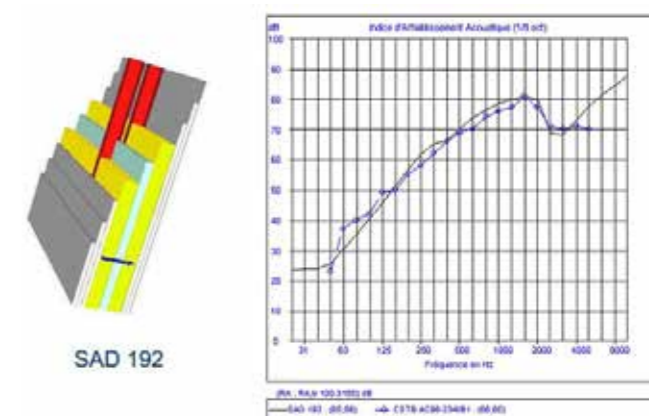
Comme on se l'imagine aisément, le bruit provient principalement du trafic, auquel beaucoup de gens sont exposés. Les pouvoirs publics en ont plus ou moins la charge mais ils ignorent volontiers d'autres facteurs de pollution sonore qui sont loin d'être négligeables : avec le développement des quartiers piétons, les sources de bruit viennent des terrasses de café, des promeneurs... Cette réalité souligne un problème très ambivalent puisque qu'il confronte trois besoins : le déplacement, le repos, le partage et la convivialité. Cela devrait forcer les concepteurs d'espaces à y réfléchir et à prendre des mesures.

### De quel ordre pourraient-être ces mesures préventives ?

Il existe de nombreuses solutions, techniques ou architecturales, par exemple loggia plutôt que balcon, pose d'un absorbant en sous-face des dalles... Le plus important est donc de le faire savoir pour créer une demande qui suscite la résolution du problème. Techniquement, l'isolement des façades est aujourd'hui généralisé, ce qui résout une partie du problème... à condition de ne pas ouvrir les fenêtres. Certains industriels se sont penchés sur le problème : Technal a inventé une « fenêtre magique » qui, même entrebaillée, permet d'avoir un isolement acoustique et une ventilation naturelle grâce à deux principes physiques : le silencieux de ventilation qui est une gaine aux parois absorbantes glissées dans l'épaisseur des encadrements ; en complément, nous avons créé un système de contrôle actif du bruit qui consiste à capter avec des micros les sons qui arrivent à la fenêtre, puis à renvoyer avec un déphasage dans des hauts parleurs un bruit opposé vers la fenêtre de manière à annuler les sons.

### Quel est le degré d'acceptabilité ?

Les normes et les réglementations pour les bruits de type circulation fonctionnent bien car les études d'impact montrent que l'être humain est moins sensible aux infrastructures qu'au bruit du voisin. Ceci pour des raisons très simples : l'infrastructure est un impondérable dénué d'affect, donc tolérable. Alors que le voisin peut devenir facilement très gênant. J'affectionne tout particulièrement cet aphorisme : quand on s'entend bien, on ne s'entend pas. Et réciproquement. Il faut l'avoir vécue pour comprendre la nuisance d'une terrasse de café. **L'ouïe a ceci de particulier qu'on ne peut pas arrêter d'entendre, contrairement à la vue où l'on peut fermer les yeux pour arrêter de voir.** En outre, le bruit a cette particularité de cristalliser les réactions affectives et de modifier profondément le rapport à l'autre.



SAD 192

*Par sa densité, le béton a une performance intéressante. Dans son usage traditionnel de voile, il permet des isolements de façade qui atteignent des seuils élevés.*

# RENÉ GAMBA

Aussi la résolution sonore résulte-t-elle toujours de la prise en compte de plusieurs facteurs et de plusieurs acteurs, jamais d'une moyenne : dans un immeuble de logements, les occupants ne sont pas monolithiques, et l'on sait par les statistiques que si le niveau de qualité acoustique est insuffisant, le seuil d'acceptabilité de l'un au moins des habitants sera vite atteint. Un professionnel de l'acoustique sait gérer ces phénomènes en analysant les types de population concernés par le programme à construire (école, hôpital, usine d'incinération...) et en anticipant les antagonismes pour faire en sorte que les relations à l'autre soient bonnes.

## *Le béton présente-t-il un intérêt dans le cadre de la protection acoustique ?*

**Par sa densité, le béton a une performance intéressante. Dans son usage traditionnel de voile, il permet des isolements de façade qui atteignent des seuils élevés.** Pour les murs anti-bruit, d'autres matériaux sont également compétitifs —le bois, le verre, le plexiglass-, mais le béton se distingue nettement par sa capacité de bien vieillir.

## *Comment peut-on agir sur la maîtrise de l'environnement sonore pour améliorer la qualité de vie ?*

Lorsqu'il s'agit de la modification ou de la construction d'une nouvelle voie, nous faisons de la prévision pure : étude de sa nature, de sa fréquentation horaire, calcul de rayonnement du bruit dans son environnement.

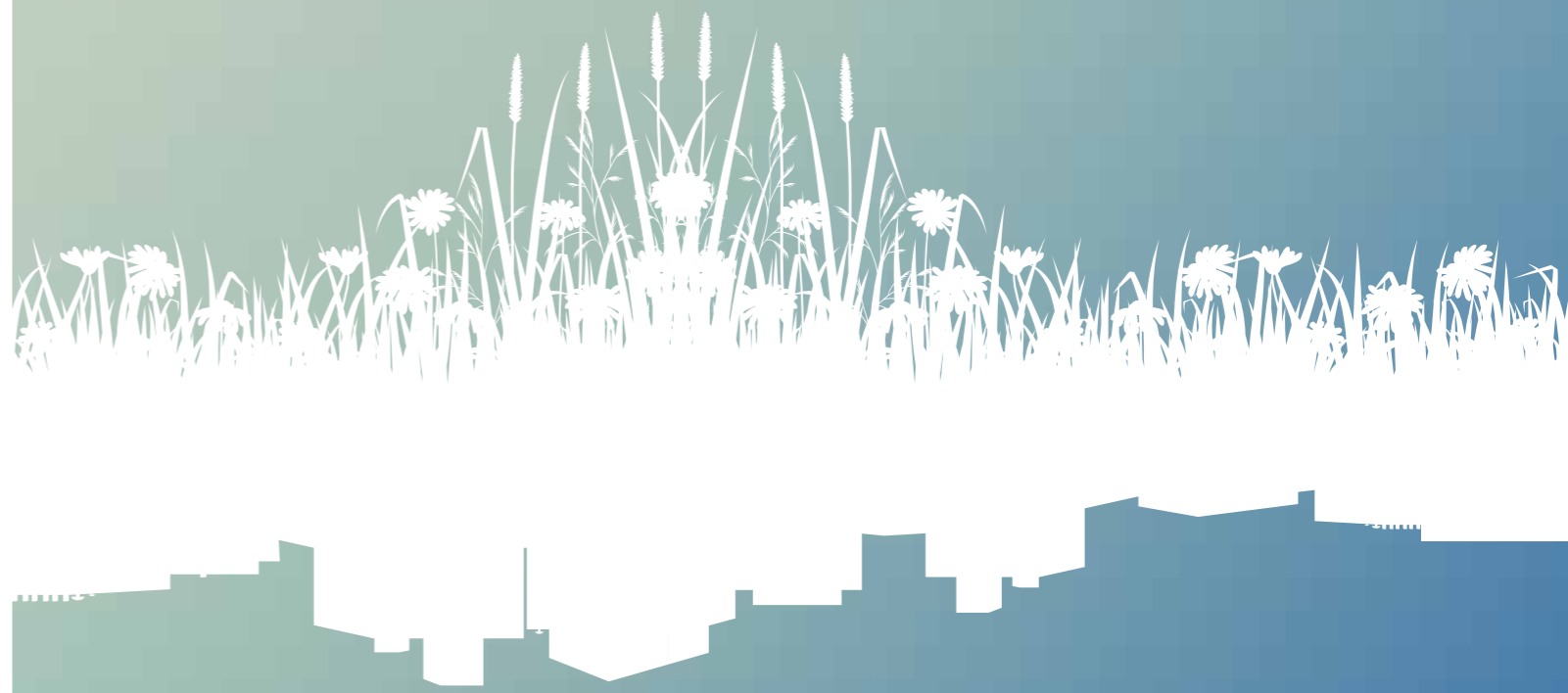
S'il s'agit d'un programme à construire à proximité d'une voie existante, nous mesurons les particularités locales, nous les intégrons dans le projet pour déterminer les objectifs. Curieusement, nous intervenons beaucoup en amont pour déterminer des objectifs, mais on nous demande peu de trouver les solutions acoustiques pour les atteindre, et encore moins d'assurer le suivi du chantier pour les garantir. C'est d'autant plus regrettable que dans le secteur du Bâtiment, une solution acoustique varie à mesure des changements que font intervenir la conception, le programme ou la mise en œuvre. C'est pourquoi un suivi acoustique serait nécessaire tout au long du chantier.

### **Club Decibel Villes**

#### *Informations et Copyright Photos*

*Cartographie*

*Prévision Indice d'affaiblissement acoustique*





# JEAN-BAPTISTE BERNARD

DIRECTEUR DU BUREAU D'ÉTUDES THERMIQUES ECOMÉ

## LES FONDATIONS GÉOTHERMIQUES : L'ÉNERGIE DU SOL

*En captant les calories contenues dans le sol par le biais des fondations d'un ouvrage, la technique des fondations thermiques, également appelées fondations thermoactives, transforme les contraintes structurelles en atout énergétique.*



### Quels sont les avantages de ce procédé ?

Le principe consiste à capter dans le sol les calories nécessaires à la production de chaud et/ou de froid par le biais des incontournables fondations d'un ouvrage. Des tuyaux de captage géothermique sont immergés dans le béton des fondations -pieux, barrettes, parois moulées, radiers... – puis reliés à une pompe à chaleur qui procède à l'échange thermique entre le circuit primaire (réseau géothermique) et le circuit secondaire (réseau de distribution de l'énergie). Grâce à ces échanges de température en boucle fermée, l'énergie récupérée est redistribuée dans des constructions qui peuvent atteindre les niveaux de performance exigés par la RT 2012, voire à énergie positive. Ainsi transformées en atout, les contraintes structurelles de toute construction ajoutent une valeur à leur fonction première et contribuent à la production d'une énergie renouvelable sans avoir à réaliser un forage dédié. C'est donc une solution extrêmement intéressante du point de vue écologique et économique, arguments qui motivent souvent le choix.

Récemment, plusieurs bâtiments\* ont été réalisés avec des pieux géothermiques et certaines stations des nouvelles lignes de métro à Rennes et à Paris, actuellement en cours de construction, intègrent ce procédé dans les parois moulées et les radiers, soit pour les usages internes soit pour alimenter des bâtiments voisins.

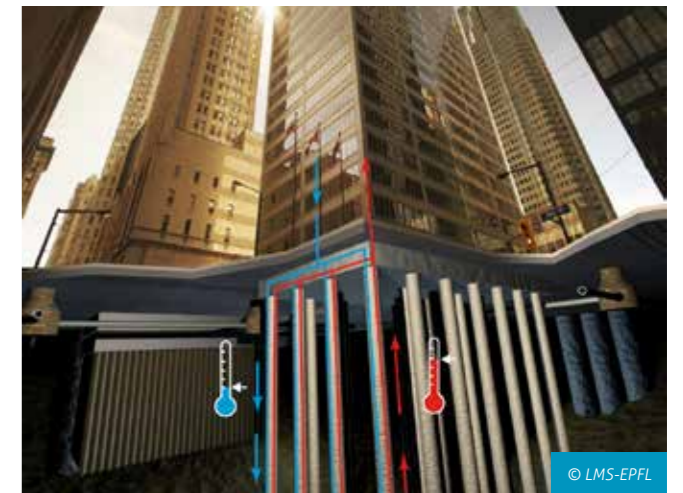
### Comment s'opère la mise en œuvre ?

Les tuyaux de captage sont intégrés dans les cages d'armatures des fondations d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil. Pour les parois moulées, les tubes sont fixés à l'aide d'attaches métalliques aux cages d'armatures chez l'armaturier ou directement sur le chantier. Fichés à quelques dizaines de mètres de profondeur, les réseaux géothermiques procèdent à plusieurs allers-retours sur la longueur équipée. Lors de la mise en œuvre de la paroi moulée, les tubes géothermiques sont mis en attente jusqu'au décaissage, d'une station de métro par exemple, qui peut intervenir des mois plus tard. Lorsque les tubes géothermiques sont mis à jour, ils sont raccordés via des liaisons horizontales à des collecteurs qui centralisent le flux hydraulique et qui sont eux-mêmes couplés à la pompe à chaleur. Les collecteurs peuvent recevoir jusqu'à vingt réseaux. La dernière étape consiste à remplir et à purger les circuits géothermiques. **Le fluide caloporteur, une eau glycolée pour éviter tout risque de gel, récupère la différence de température.** Son débit est déterminé de façon à ce que le régime d'écoulement soit turbulent afin d'augmenter l'échange thermique opéré par la pompe à chaleur.

Pour les fondations géothermiques en radier, les tubes sont installés en sous-face, au plus proche du terrain. Si plusieurs réseaux de captage sont installés, ils sont rassemblés via des nourrices, elles-mêmes connectées à la pompe à chaleur qui va opérer l'échange thermique suffisant pour chauffer ou rafraîchir l'ouvrage.



© CYRIL CHIGOT - L'HEUDÉ ET L'HEUDÉ ARCHITECTES



© LMS-EPFL

*Les tuyaux de captage géothermique sont intégrés dans les cages d'armatures des fondations d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil.*

# JEAN-BAPTISTE BERNARD

## Comment dimensionne-t-on le captage géothermique ?

La solution optimum ne suppose pas forcément de couvrir 100 % de la puissance car le ratio d'énergie à fournir par rapport à l'investissement n'est pas proportionnel. D'où l'intérêt d'une expertise sur l'ensemble des solutions et la pertinence de coupler le dispositif avec des installations de relève (chaudière gaz ou électrique). Le dimensionnement tient compte des besoins énergétiques identifiés, des spécificités des fondations, des caractéristiques thermiques du sous-sol environnant et des tests de conductivité. Qu'il s'agisse de pieux, de parois moulées ou de radier, la performance dépend également des paramètres géologiques et hydrogéologiques du terrain. Les études de faisabilité et les dimensionnements que nous avons menés, notamment pour la nouvelle ligne de métro de Rennes, ont montré que cette technique d'énergie renouvelable pouvait couvrir de 60 à plus de 100 % des besoins énergétiques.

## Quelle est la durée de vie d'une telle installation ?

Elle est largement supérieure à 50 ans car les tuyaux en polyéthylène haute densité ou en polyéthylène réticulé noyés dans le béton ont une durée de vie quasi illimitée en l'absence d'exposition aux ultra-violets et compte tenu des faibles degrés de température. Cela signifie que le système ne nécessite aucune maintenance et que l'investissement est amorti en moins de 20 ans.

## Ce système est utilisé dans de nombreux pays depuis des décennies. Quelles sont les perspectives en France ?

Cette technique a en effet été inventée il y a 35 ans en Autriche par Enercret® dont nous sommes le partenaire exclusif en France. La réglementation en 2020 entraînera la généralisation des bâtiments à énergie positive (BEPOS). Ce challenge technique et économique nécessite la mise en œuvre de solutions innovantes combinant plusieurs systèmes énergétiques, car la mise en place d'énergie renouvelables dans les milieux urbains denses relève de la gageure. C'est tout l'enjeu du projet de recherche GECKO (GEostructures, Couplage solaire hybride et stockAge Optimisé d'énergie) que nous avons conduit avec le soutien de l'ANR, pour étendre le champ d'application des énergies renouvelables, en améliorant leur polyvalence et en diminuant leur coût d'investissement face aux solutions carbonées.

\*Immeubles de logements à Gonnesse, Pascal Gontier, arch. ; Centre de maintenance du tramway de Tours, L'Heudé et L'Heudé.

### Informations et Copyright Photos

Centre de maintenance du tramway Tours © Cyril Chigot – L'Heudé et L'Heudé Architectes  
Pieux © Ecome  
Heat Piles © LMS-EPFL



© ECOMÉ



© CYRIL CHIGOT - L'HEUDÉ ET L'HEUDÉ ARCHITECTES



© CYRIL CHIGOT - L'HEUDÉ ET L'HEUDÉ ARCHITECTES

# PIERRE DARMET

RESPONSABLE MARKETING ET INNOVATION DES JARDINS DE GALLY,  
DIRECTEUR DE L'ATELIER FLORAL, FONDATEUR DU CIBI  
(CONSEIL INTERNATIONAL BIODIVERSITÉ ET IMMOBILIER),  
SPÉCIALISTE EN AGRICULTURE URBAINE ET PROMOTEUR  
DE LA BIODIVERSITÉ DANS LE SECTEUR DE L'IMMOBILIER.

## LA BIODIVERSITÉ EN VILLE



### Comment contribuer au développement de l'agriculture urbaine ?

Jusqu'à aujourd'hui, peu de projets ont démontré leur capacité à fonctionner, car les esprits avaient une vision assez simpliste, voire nébuleuse d'une discipline qui exige plus de moyens et de participation qu'on avait tendance à le croire. Il faut donc commencer par guider les maîtres d'ouvrage et les collectivités pour programmer des projets adaptés à leur territoire : définir une agriculture de proximité suppose de définir les bonnes techniques qui respectent l'environnement et de concevoir un modèle économique à coût maîtrisé qui permettra la production de fruits et légumes, la conception de jardins partagés, qui ont une véritable valeur sociale, mais également un accompagnement pédagogique.

**A présent, les maîtres d'ouvrage sont mieux renseignés, ils intègrent les questions techniques et économiques dans leurs raisonnements, ce qui laisse présager de projets intéressants dans les prochaines années, souvent à grande échelle, significatifs en termes de production alimentaire et d'efficacité sociale.**

### Peut-on produire de manière substantielle dans un centre urbain dense ?

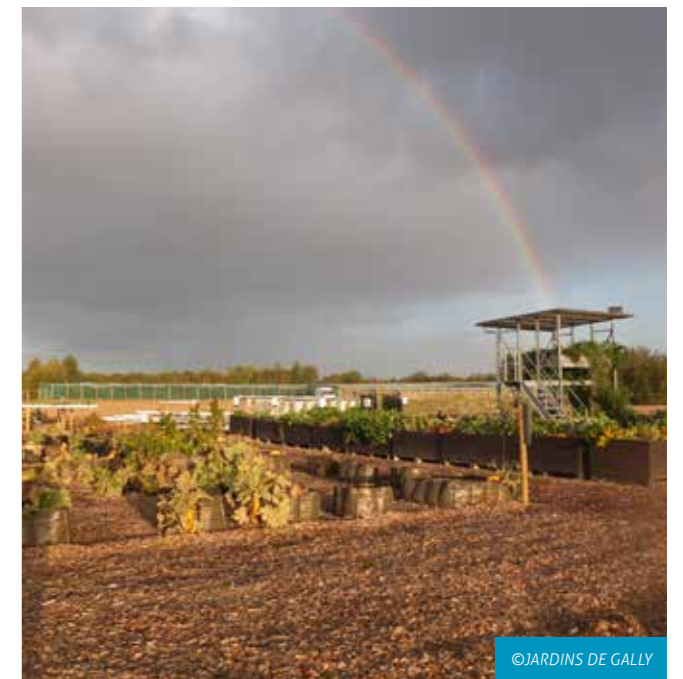
Au Japon, des fermes urbaines sont installées dans les bureaux de Pasona ou de Toshiba. Quant à nous, nous travaillons plutôt à l'échelle d'une agglomération ou d'une métropole. Sur un site abandonné le long de l'ancienne Allée royale de Versailles, à proximité de l'Autoroute A12 et d'une ancienne décharge sauvage de classe 3, l'association « **Le Vivant et la Ville** » a développé un « **démonstrateur** » sur près de 3 hectares pour présenter des idées innovantes par leur assemblage ou leur caractère social et économique. On y trouve notamment un espace de production agricole hors sol nourrie par des substrats issus de déchets verts avec un recyclage intégral des eaux. Cette production est valorisée auprès des restaurants parisiens et un distributeur automatique de produits frais dans la gare de Versailles Rive-Droite. A côté de la production, des espaces pédagogiques montrent toutes les techniques de production liées à l'agriculture urbaine, prouvant ainsi que **des dents creuses ou des délaissés urbains peuvent venir en complément, voire remplacer, les ceintures vertes maraichères qui fournissent la véritable production agricole des agglomérations.** C'est vraisemblablement sur de tels espaces que se trouvent les enjeux de réimplantation périurbaine. Enfin le « démonstrateur » développe des jardins partagés ainsi que des formations pédagogiques ou professionnelles, comme évoqué plus haut. Nous sommes en effet convaincus que l'avenir est là, dans les actions de proximité, la production effectuée par des citoyens sensibilisés et dans la vente en circuit court qui, loin de considérer les producteurs comme le dernier maillon d'une longue chaîne alimentaire, les met en contact avec les acheteurs.



©JARDINS DE GALLY



©JARDINS DE GALLY



©JARDINS DE GALLY



# PIERRE DARMET

## Peut-on envisager d'utiliser des matériaux recyclés comme substrats ?

La pouzzolane, largement utilisée, n'est pas inépuisable. Il faut donc aller vers une diversification des gisements. Aujourd'hui, La Florentaise fournit des substrats légers et drainants adaptés à la ville obtenus à partir de béton cellulaire recyclé dont les propriétés – relative neutralité et légèreté qui facilite l'ancrage des racines – le rendent compatible avec l'agriculture urbaine. Nous en testons dans le « démonstrateur » car il est parfois plus simple de recycler que d'aller chercher la pouzzolane en Haute-Loire. D'autres pistes de réflexion envisagent d'utiliser des gravats pour les jardins sur les toits, qui ont une vocation purement sociale. Sur ce point, les retours d'expérience sont excellents et pourraient se développer sous d'autres formes de modalités comme des salles de sport ou des clubs de jardinage. Car dans nos milieux urbains denses, nous voyons de moins en moins le ciel. **Or les toitures-terrasses sont perçues comme des espaces à vivre propices à des usages conviviaux.** Ce qui explique l'engouement pour la toiture végétalisée qui, dépassant l'image du « tapis vert », s'oriente vers des solutions de végétalisation différenciées.



## Quel rôle jouent les toitures-terrasses en matière de biodiversité ?

On peut développer le vivant sous de multiples formes. Outre le végétal, des solutions consistent à installer des ruches ou des hôtels à insectes mais on peut également laisser une partie du substrat minéral à nu où les anfractuosités constituent un support de nature formidable. **Des insectes vont s'y développer, attirer des oiseaux qui s'en nourrissent et viendront ainsi nicher sur la toiture...**

### Informations et Copyright Photos

Fermes en villes de Saint-Cyr-l'École ©Jardins de Gally  
Cité de l'architecture et du patrimoine, Atelier Potager sur le toit ©Jardins de Gally  
Cité de l'Architecture et du Patrimoine ©Jardins de Gally



# BIBLIOGRAPHIE



**SOLUTIONS BÉTON :  
L'ESPACE SOUTERRAIN,  
UNE RESSOURCE AU  
SERVICE DE LA VILLE  
DURABLE**



**SOLUTIONS BÉTON :  
BÉTON ET BIODIVERSITÉ :  
UNE COMPLICITÉ À  
DÉCOUVRIR**



**SOLUTIONS BÉTON :  
LES SOLUTIONS BÉTON AU  
SERVICE DES ÉNERGIES  
RENOUVELABLES**



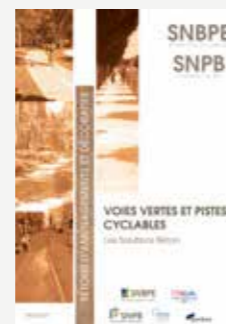
**SOLUTIONS BÉTON :  
LE BÉTON DANS LA VILLE  
ET LE PAYSAGE**



**SOLUTIONS BÉTON :  
LES TOITURES TERRASSES  
UNE DIVERSITÉ D'USAGES  
INNOVANTS**



**INFO BPE ET POMPAGE :  
HORS SERIE N°1,  
AMÉNAGEMENT DURABLE  
DES TERRITOIRES**



**VOIES VERTES ET PISTES  
CYCLABLES**



**MÉDIATHÈQUE  
AMÉNAGEMENT DURABLE  
DES TERRITOIRES**



**SOLUTIONS BÉTON :  
LE BÉTON COMME UN  
POISSON DANS L'EAU**



**LES ATOUTS  
ENVIRONNEMENTAUX DES  
ASSAINISSEMENTS EN  
BÉTON**



**DES REVÊTEMENTS  
EN BÉTON POUR UNE  
MEILLEURE INFILTRATION  
DES EAUX PLUVIALES**



**MAÎTRISE DES RISQUES  
D'INONDATION EN MILIEUX  
URBAINS ET PÉRI-URBAINS**



**GUIDE DE CONCEPTION DES  
OUVRAGES RÉALISÉS À  
PARTIR DE PAVÉS, DALLES,  
BORDURES ET CANIVEAUX  
PRÉFABRIQUÉS EN BÉTON**



**MAÎTRISE DES RISQUES  
D'INONDATION ET DE  
POLLUTION EN MILIEUX  
ROUTIERS, AUTOROUTIERS  
ET FERROVIAIRES**



**LE BÉTON PRÉFABRIQUÉ  
DANS LES OUVRAGES  
PUBLICS**



Ce recueil d'interviews a été réalisé en novembre 2015.



**Patrick Guiraud**  
p.guiraud@cimbeton.net

**Jacques Manzoni**  
j.manzoni@fib.org

**Christelle Demontbel**  
cmontbel@monetcom.com