



**HAL**  
open science

## Évaluer la végétalisation? Étude de trois terrains nantais pour une esquisse d'outils

Victor J. Jiménez

► **To cite this version:**

Victor J. Jiménez. Évaluer la végétalisation? Étude de trois terrains nantais pour une esquisse d'outils. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. dumas-01388806

**HAL Id: dumas-01388806**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01388806>**

Submitted on 27 Oct 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

# ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES

Mémoire de séminaire

## **Evaluer la végétalisation?**

*Etude de trois terrains nantais pour une esquisse  
d'outils.*

Victor Jimenez

Mémoire soutenu le 28 juin 2016

Questionner la transition socio-écologique : «nature  
en ville», «habiter et participation».

Directeur de mémoire : BARBE Frédéric

# Évaluer la végétalisation ?

*Étude de trois terrains nantais pour une esquisse d'outil.*



# *Remerciements*

Merci à tous ceux qui par leur présence et leurs encouragements ont rendu ce travail possible et joyeux.

Aussi, en particulier, merci

à Frédéric Barbe pour son accompagnement, sa gentillesse, nos discussions toujours constructives et pour ses bons conseils.

à Bettina Horsch d'avoir accepté d'examiner et de rapporter mon travail.

à Antoine Mabire pour m'avoir accordé un long entretien riche et passionnant.

à Sophie Gandon pour sa participation et pour son optimisme.

à mes collègues de séminaire qui ont su entretenir la flamme du débat, toujours dans une entente cordiale et chaleureuse.

à Lambert, Mathilde, Mahaut, Aline et Kilian pour avoir participé au débat sur la végétalisation de l'ENSAN.

à Marie-Cécile pour m'avoir écouté parler de végétalisation pendant de longues heures, et pour m'avoir aidé à la relecture.

à tous mes amis avec qui j'ai partagé cette aventure, en particulier Delphine pour m'avoir donné un coup de main à plusieurs reprises.

à Solène qui a su me soutenir et me motiver à avancer mes recherches.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

# SOMMAIRE

## Introduction

### I – Les promesses du bâtiment végétalisé, ici et ailleurs.



- 1- Une tendance réelle, des exemples à Nantes
- 2- Ancrée dans une ambiance de transition
- 3- Mise en avant par les acteurs du développement urbain, en France et particulièrement en Pays de la Loire.

### II – Analyse de ces nouvelles techniques de construction dans le cadre de la transition socio-écologique urbaine.



- 1- Améliorer les performances d'un bâtiment, les techniques observées sur les exemples nantais
- 2- Le rôle à l'échelle de la ville
- 3- Construire et habiter, récits d'entretiens

### III – Évaluer les constructions végétales.



- 1- Entre théorie et pratique, entre écosystème et social
- 2- Limites des terrains et opportunités
- 3- L'école d'architecture de Nantes, végétaliser un bâtiment existant

## Conclusion

# INTRODUCTION

Lors de mon séjour Erasmus en Italie, mes professeurs d'architecture m'ont enseigné que toutes les créations et constructions humaines sont par essence naturelles. Nous sommes en effet nous-mêmes des produits de nature : nous, les êtres humains, sommes des enfants de la nature. Nos édifices tout comme nos villes seraient ainsi des entités naturelles. Il est vrai qu'en Italie, leurs constructions semblent moins déconnectées de la nature, en tout cas de la perception que je m'en faisais : les balcons sont recouverts d'arbustes et de buissons et les plantes grimpantes sont courantes jusque sur les constructions modernes (cf. fig. x). Cette tendance connaît son apogée avec la construction du Bosco Verticale de Stefano Boeri, véritable mise en scène des possibilités qu'offrent les constructions pour accueillir la nature.

En France, la situation est un peu différente, surtout en banlieue parisienne où j'ai grandi. La géométrie, la rigidité et la minéralité des bâtiments transmettent l'idée de produits artificiels, contrastant par leur aridité et leur inertie avec une faune et une flore vivante. Cette opposition a été ainsi utilisée pour mettre en avant l'importance de retrouver le lien originel entre l'Homme et la nature au sein de nos villes. Il fallut alors trouver des compromis entre l'espace bâti et l'espace naturel : un jardin pour des maisons individuelles ou un parc entre plusieurs immeubles. Puis, peu à peu, les nouvelles tendances écologistes ont mis en avant l'enjeu que représentait l'intégration des espaces verts dans la ville, et de nouvelles politiques ont été mises en œuvre en France pour créer une trame végétale importante dans l'espace urbain, cherchant à végétaliser les espaces de transition (trottoirs, bords de rivière, ronds-points etc.). Ces politiques visent à chercher les moindres recoins cultivables pour pouvoir créer des « villes fleuries » et jouir d'un statut attractif.



Ce que nous montre l'exemple de la « forêt verticale » de Boeri, c'est que ces espaces ne sont plus seulement interstitiels mais peuvent être conçus directement sur le bâtiment grâce à de nouvelles avancées techniques. Nos bâtiments, et nos villes, évoluent-ils ainsi, comme les êtres vivants qui les ont créés. Ce phénomène presque Darwinien constitue un retour ironique au caractère naturel des édifices : nous sommes des enfants de la nature, nos constructions sont le fruit de notre évolution, et ces fruits ont eux-mêmes évolué pour faire prospérer la nature. Une vague de nouveaux projets se proposent alors de renaturer nos édifices, d'y apporter la végétation qui semble leur manquer, y insuffler un souffle vivant. Floraisons verticales, toits-forêts et autres arbres embalconnés sont ainsi les nouveaux mots d'ordre de certains architectes et promoteurs, encouragés par une réception publique largement positive.

Cependant, il y a de grandes nuances à souligner lorsque l'on parle de nature, et il est nécessaire de se pencher sur les réels impacts de ces nouvelles techniques de construction, car si la ruée vers le vert n'est qu'une mode superficielle aux causes économiques et non une collaboration intelligente entre les bienfaits du monde végétal et de la construction humaine, elle pourrait ne pas être la transition miracle qu'elle se propose d'être. C'est pourquoi ce travail de mémoire se propose de mettre en avant les différents enjeux sociaux et techniques de l'architecture végétale, ses promesses et ses premiers résultats.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 1.1 : Mur végétal, rue Jules Raimu à Nantes



**LES PROMESSES  
DU BÂTIMENT  
VÉGÉTALISÉ,  
ICI ET  
AILLEURS.**

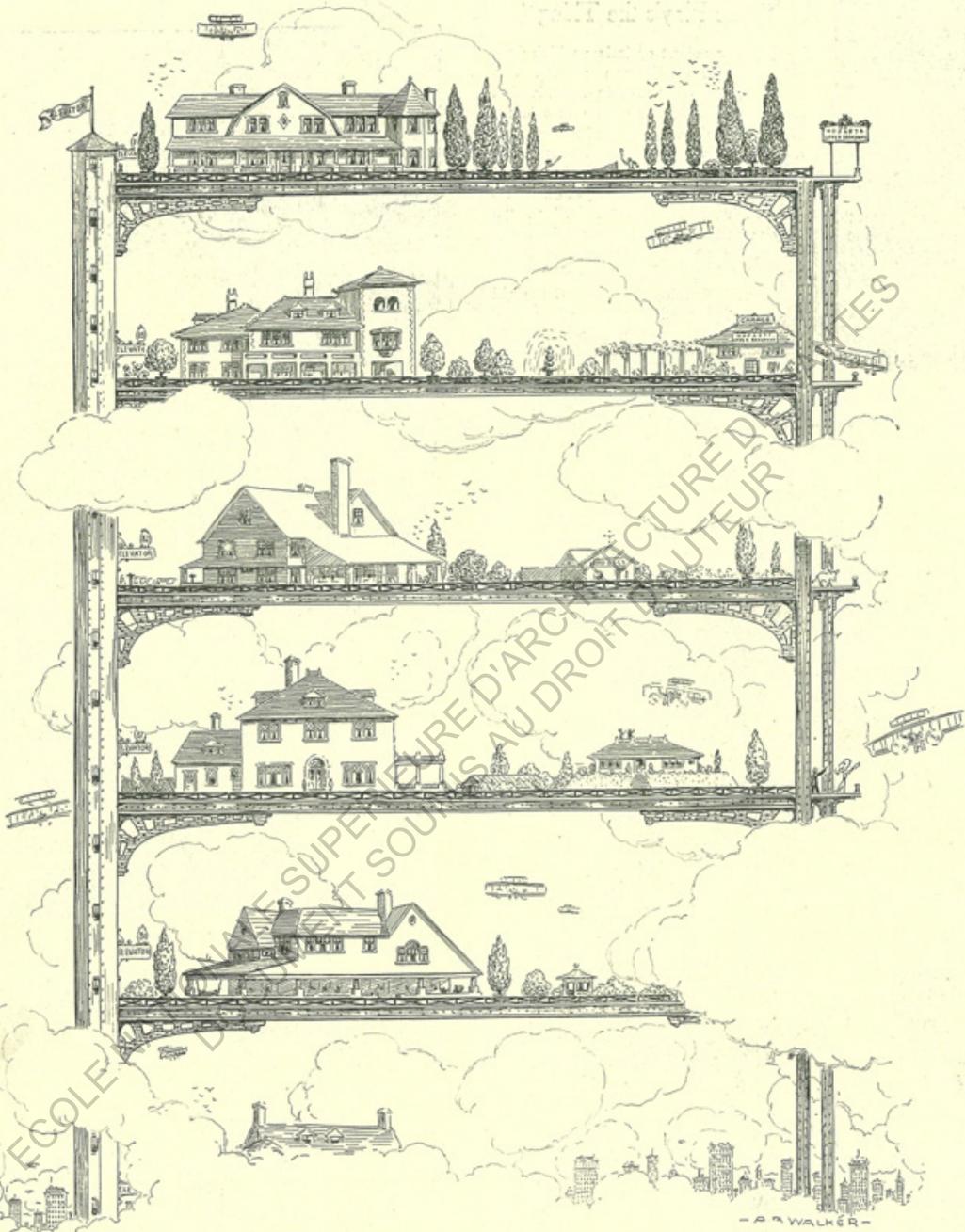
# *Une tendance réelle, des exemples à Nantes*

Une école enfouie sous de petites collines vertes au cœur de l'île de Nantes, un immeuble HLM dans le quartier du Breil arborant une grande façade végétale, ces bâtiments de la capitale du Pays de la Loire marquent leur contexte de par leur végétation foisonnante. Ils ne sont cependant pas des singularités dans le monde architectural, qui s'intéresse à retrouver la nature au sein des villes depuis longtemps. Pour commencer, il faut en effet rappeler que l'alliage végétal-construction n'est pas une création des siècles récents. Les jardins suspendus de Babylone fascinaient les auteurs antiques, les « chalets norvégiens », habitat traditionnel en Scandinavie, utilisaient des toits à double pente recouverts de graminées et de nombreuses maisons voyaient grimper lierre et vignes sur leurs façades. Ces alliages n'étaient pas toujours volontaires, la plupart du temps il s'agissait d'une reconquête de la nature venant s'immiscer à l'intérieur de ruines ou d'édifices inhabités. Le regain d'intérêt pour les ruines à l'époque romantique au XIXe siècle s'intéressa à mettre en place de la mousse ou des plantes grimpantes de façon artificielle sur de faux-bâtiments.

Au début du XXe siècle, avec les nouveaux progrès technologiques apportés par la révolution industrielle, des propositions de projets utopistes ont commencé à aborder la question des bâtiments fortement végétalisés. Une caricature marquante du dessinateur Walker met en avant dès 1909 une mégastructure d'acier superposant des aires de terrain indépendantes occupées par toutes sortes d'habitations : fermes, maisons, résidences, parcs, etc. (cf. fig. 1.2). Si son travail est une critique de la course à la hauteur qui s'opérait aux Etats-Unis au début du siècle, il souligne le changement important de notre rapport au sol. Si son œuvre n'est pas une proposition de projet en soi, elle amorce l'idée de récupérer les terrains que l'on perd en construisant, et propose même de les démultiplier pour pouvoir faire cohabiter humains, animaux et végétaux au sein des différentes strates de la

ville verticale. L'idée d'une mégastructure libre à habiter ou à végétaliser inspira par la suite des architectes d'envergure mondiale, comme le montre le projet du plan Obus à Alger, proposé par Le Corbusier en 1930. Il s'agissait cette fois d'un réel projet d'architecture : une structure immense, face à la mer, remplie par des modules libres d'être transformés en appartements ou en jardins. Ce projet proposait déjà de superposer des terrains cultivés ou habités au sein d'une construction. Une suite de projets utopistes marqua le milieu du siècle, ainsi que de nombreuses réflexions sur la place du végétal dans la ville. En 1980, un projet de James Wines (de SITE architecture) fit écho à la caricature de Walker, en retranscrivant presque littéralement cette dernière à une échelle nouvelle, viable avec les technologies de l'époque (cf. fig. 1.3). Son intention était de redonner aux habitants la possibilité de laisser leur marque sur le paysage urbain en exposant la culture de leur jardin sur la façade du bâtiment. La dimension sociale que prenait ce projet était très forte mais ce dernier ne sera jamais réalisé. En parallèle, en France, Jean Renaudie propose avec ses complexes de logements à Ivry-sur-Seine construits entre 1969 et 1972, puis avec son projet de reconstruction de Givors de 1974 à 1981, un système de terrasses-jardins disposés en étoile. L'intention de Wines y est donc concrétisée avec ce jeu entre le béton et le végétal, cet alliage entre des matières que tout oppose exposé sur plusieurs strates.

Egalement, au milieu des années 80, une invention novatrice pour la végétalisation des bâtiments vit le jour en Allemagne : la végétalisation extensive des toitures. C'est principalement dans ce pays que ce concept se développa dans les années 90, grâce à une prise de conscience écologique collective et des subventions régionales et communales. En France, ces installations apparurent au milieu des années 90 mais leur succès resta relativement faible comparé à celui rencontré outre-Rhin. En revanche, c'est dans l'hexagone qu'un chercheur au CNRS et botaniste, Patrick Blanc, mit au point le premier système de mur végétal sur feutre. En cherchant à cultiver les plantes sur des surfaces verticales, il développa de nombreuses installations de façades horticoles et les mit au service



"BUY A COZY COTTAGE IN OUR STEEL CONSTRUCTED CHOICE LOTS, LESS THAN A MILE ABOVE BROADWAY. ONLY TEN MINUTES BY ELEVATOR. ALL THE COMFORTS OF THE COUNTRY WITH NONE OF ITS DISADVANTAGES."—Celestial Real Estate Company.

Fig. 1.2 : La caricature d'A.B. Walker

de grands projets tels que le musée du Quai Branly par Jean Nouvel (cf. fig. 1.4), l'aquarium de Gênes par Renzo Piano ou encore la fondation Cartier également par Jean Nouvel. Ces « jardins verticaux » s'établiront un peu partout en France comme à l'étranger, à l'extérieur de bâtiments nouveaux ou existants et également en intérieur, et Patrick Blanc publiera en 2008 un livre intitulé *Le Mur Végétal, de la nature à la ville*. Les années 2000 verront également le développement de la pensée écologiste et de la prise de conscience vis-à-vis de l'impact humain sur la nature, notamment autour de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). C'est pourquoi les toitures végétales reprennent un gain de notoriété en France, bien que moindre par rapport à l'Allemagne. Mais ces toitures permettent également d'accueillir des nouveaux lieux d'agriculture et voient la création de jardins partagés voire même de petites fermes. Les balcons et terrasses des immeubles, déjà utilisés par les habitants pour retrouver un semblant de jardin à cultiver en milieu urbain, vont également faire l'objet d'expériences par des architectes soucieux de renaturer leurs constructions. Edouard François utilise pour sa Flower Tower, construite en 2004, des pots en béton disposés sur tous les étages de l'immeuble dans lesquels sont plantés des bambous, créant ainsi l'illusion d'une façade entièrement végétale. Ces expérimentations aboutiront au fameux bâtiment de Stefano Boeri (fig. 0) à Milan, le Bosco Verticale, véritable synthèse de la pensée du XXe siècle portée par Walker et Wines et des expérimentations sur les balcons et terrasses de la dernière décennie. Le bâtiment devient fertile pour des végétaux d'une envergure nouvelle, il peut en effet accueillir de vrais arbres sur ses terrasses, retrouvant ainsi le terrain perdu par la construction. L'attention portée sur la réalisation de l'architecte poussera ce dernier à développer un projet similaire, cette fois-ci en Suisse à Lausanne et avec une succession de pins plantés sur les différentes terrasses du bâtiment.

Ces bâtiments précurseurs ont ainsi montré les possibilités multiples de végétalisation des constructions, créant ainsi une tendance qui se distingue de plus en plus dans les projets actuels de rénovation urbaine. Ce dernier terme implique souvent une

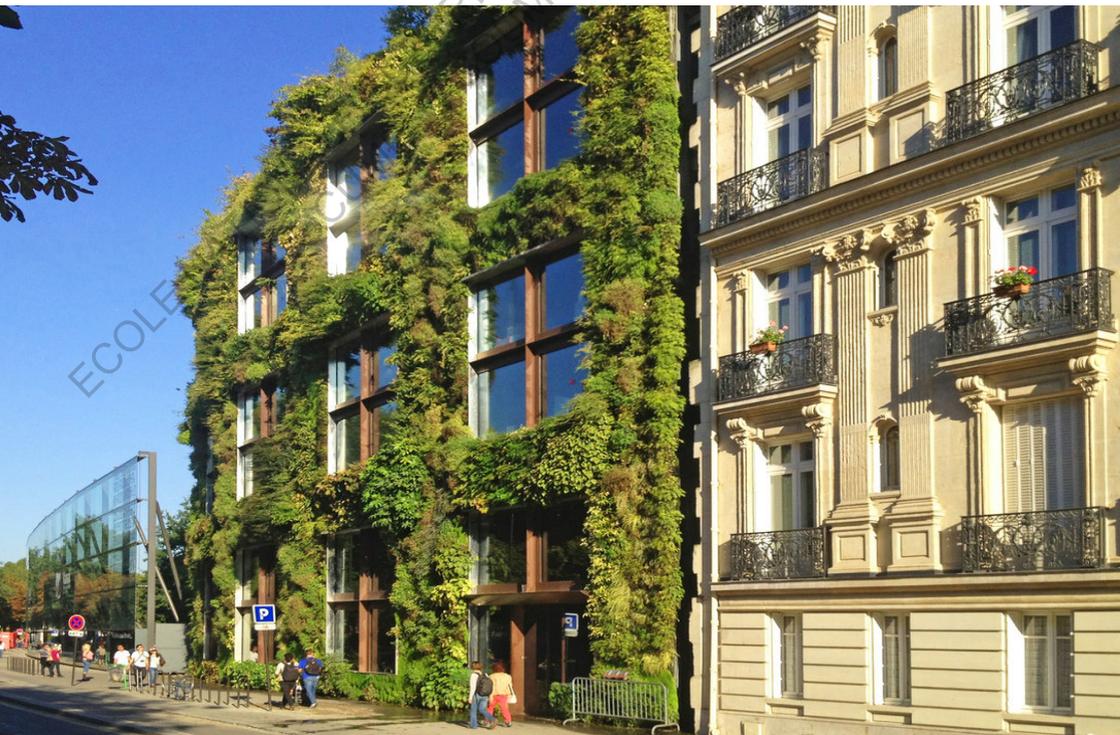


Fig. 1.3 : Le projet de James Wines intitulé *Highrise of homes*

densification de la ville pour en limiter l'étalement, cela signifie une réduction des espaces interstitiels jusqu'alors utilisés pour accentuer la trame verte d'une ville. C'est pourquoi les architectes et urbanistes s'intéressent désormais à la végétalisation des bâtiments pour pallier cette contradiction. Un exemple marquant est le concours lancé par la capitale intitulé « Réinventer Paris ». Les projets lauréats ont pour la grande majorité en commun de proposer une forte végétalisation au service d'un programme social et/ou culturel. Le projet « Réalimenter Masséna » (fig. 1.5) proposé par DGT Architects, par exemple, compte réhabiliter la gare Masséna en créant un lieu de production agricole et de restauration bio, surélevé au sein d'une nouvelle construction et réparti sur plusieurs niveaux. Ce n'est d'ailleurs pas la première proposition du cabinet prévoyant une végétalisation et une utilisation agricole d'un bâtiment, comme le montre leur intention de projet pour

le pavillon italien pour l'EXPO 2015 à Milan. Un autre projet révélateur est celui intitulé « Mille Arbres » des architectes Sou Fujimoto et Manal Rachdi, et propose comme son nom l'indique de planter un millier d'arbres dans une structure venant s'étendre au-dessus du périphérique (fig. 1.6). Ce projet reprend directement l'idée du Bosco Verticale mais, au-delà de l'intention de créer une façade, entreprend d'étirer un parc sur plusieurs étages au-dessus de la ceinture parisienne, faisant le lien entre l'intérieur et l'extérieur de la capitale. Les deux architectes sont également des habitués du traitement de la relation entre ville et nature, mais ils poussent ici l'expérimentation encore plus loin en tâchant d'incorporer le manque de parcs urbains et la nécessité de densifier la trame verte avec la problématique de rénovation urbaine. Il s'agit du premier projet proposant un programme de parcs « suspendus » en France, et le premier proposant une échelle aussi importante en Europe. De nombreux autres projets lauréats du concours « Réinventer Paris » intègrent la culture de végétaux dans leur programme, comme celui de David Chipperfield, boulevard Morland, proposant 3000m<sup>2</sup> de cultures maraîchères, ou encore le

Fig. 1.4 : Le musée du Quai Branly réalisé par Jean Nouvel en 2005



projet proposé par Chartier Dalix Architectes et Jacques Ferrier Architecture, lui aussi au-dessus du périphérique, visant à créer une ville à plusieurs strates, comportant des jardins communs, des logements et même une école d'horticulture. Ces propositions de « villes en strates » ne sont d'ailleurs pas sans rappeler le dessin de Walker un siècle plus tôt, et témoignent de la volonté de la ville de Paris à recréer le paysage urbain en y intégrant le végétal d'une toute nouvelle manière.

Mais cette tendance n'est pas inhérente à la capitale, elle trouve aussi son écho dans d'autres villes en France (et a fortiori en Europe), notamment à Nantes, comme nous l'évoquions plus tôt. Cette dernière tient également à se distinguer en matière de trame verte urbaine, elle fut ainsi élue en 2013 capitale verte d'Europe,

et accueille cette même année le World Green Infrastructure Congress, le congrès mondial de la végétalisation du bâtiment et de la ville. La ville est cependant surtout reconnue pour utiliser savamment ses espaces interstitiels au profit de l'aménagement de sa trame verte. Les exemples les plus marquants sont la promenade qu'offre l'île de Nantes le long de la Loire, ou encore les bords de l'Erdre, créant une transition agréable entre le centre-ville et des espaces

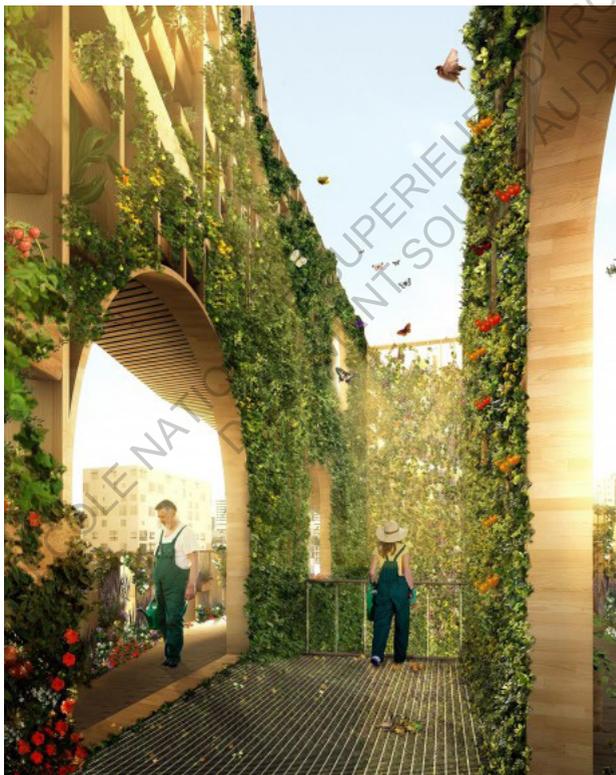


Fig. 1.5 : Le projet pour réhabiliter la gare Masséna, DGT Architects

de « forêts urbaines » (Clergeau, 2011). Quant aux bâtiments végétalisés, la ville n'en est pas encore aux cas extrêmes des projets de « Réinventer Paris », bien qu'elle se vît proposer un projet de tour végétale par Edouard François sur l'île de Nantes, projet adopté puis avorté, mais comporte quelques cas intéressants de végétalisation tout de même.

*L'architecture végétale a su trouver sa juste place dans l'exposition universelle de Milan. Cette dernière avait en effet pour thème « Nourrir la planète ». Certains architectes ont ainsi saisi l'opportunité pour s'essayer à diverses expérimentations de végétalisation. Le pavillon Israélien par exemple affichait sur sa façade de larges panneaux d'herbes et de céréales évoquant un paysage agricole, de manière assez peu subtile. Le pavillon Américain quant à lui a installé en guise de mur un système de bacs plantés disposés à la verticale, créant ainsi un jardin potager en façade qui fut exploité durant l'exposition. Le pavillon français devait également accueillir des plantes tombant le long de sa façade, ainsi qu'un mur végétal, mais ces éléments n'apparurent pas lors de l'achèvement de la réalisation. Il est intéressant de noter que cette tendance reçoit un écho particulier en Italie, terre d'accueil de l'exposition universelle et patrie des architectes Stefano Boeri et Renzo Piano (tous deux ayant à plusieurs reprises construit avec la végétation).*

Le premier est celui de l'école Aimée Césaire, projet menée par les architectes Mabire-Reich et Bruno Mader en réponse à un appel d'offre de la ville de Nantes. Ce complexe est composé comme un paysage urbain sur 2 niveaux avec une toiture fortement végétalisée (fig. 1.7) et se veut une extension des paysages côtiers du Pays de la Loire tels qu'on peut les voir au-delà de l'estuaire nantais. Le détail sera amené jusque dans la cueillette d'essences directement depuis les dunes ligériennes par le cabinet paysagiste Phytolab. La toiture est accessible par les enfants de l'école et se transforme alors en aire naturelle de jeu. La végétalisation du projet n'a cependant



Fig. 1.6 : Le projet *Mille Arbres* de Sou Fujimoto et Manal Rachdi

pas été le point de départ des architectes mais est venu directement de la réflexion sur la relation entre le paysage nantais et celui de l'estuaire, et c'est ce désir de recréer un paysage qui a amené le besoin d'une toiture végétalisée. Le cabinet paysagiste Phytolab n'a d'ailleurs été contacté qu'après le développement du projet, ceux-ci acceptant de travailler pour un projet déjà en cours car ce dernier leur plaisait vraiment. Pour les architectes, il s'agissait de leur première construction proposant une toiture ainsi végétalisée.

D'autres projets se sont intéressés à la façade des immeubles nantais. Plusieurs bâtiments récents sur l'île de Nantes proposent d'intégrer à leurs terrasses et balcons de nombreux bacs permettant la culture de plantes diverses mais des projets de murs végétaux ont également vu le jour, l'un d'eux ayant déjà déperé dans la rue des Olivettes, et un autre plus récent rue Jules Raimu dans le quartier Breil à Nantes, développé en 2009 par l'agence paysagiste So-Green Végétal en partenariat avec le développeur de systèmes végétalisés TRACER. Ce projet, inscrit dans le cadre du réaménagement de l'esplanade Raimu, est le fruit d'une concertation collective entre

les habitants volontaires du quartier. L'agence paysagiste a tenu à travailler avec des essences locales également, afin de favoriser la biodiversité : du séneçon, des bergénias, des campanules, des heuchères et des fétuques bleues. Sophie Gandon, fondatrice de So-Green (cf. encadré), est une habituée de ce type d'installation, bien qu'elle ait principalement réalisée des murs végétaux en intérieur ou pour de l'événementiel. Elle insiste sur la démarche participative du projet : « L'idée est réellement partie d'une demande des habitants. Ils voulaient re-végétaliser le quartier. Ils ont créé un atelier de réflexion avec nous. » Cette réalisation fut ainsi étiquetée « réalisation remarquable » lors du congrès international des bâtiments végétalisés, faisant office de figure de proue de cette nouvelle tendance à Nantes.

Une parenthèse est à faire sur le développement de projets de végétalisation en dehors de l'Europe. Beaucoup plus extravagants qu'en Europe, à la fois dans leurs propositions et dans leurs réalisations, les architectes à l'étranger ont largement utilisé le végétal dans leurs constructions. L'ACROS Fukuoka d'Emilio Ambasz par exemple (fig. 1.9) est un des premiers immeubles de grandes hauteurs comprenant une façade entièrement végétalisée. Cette

Fig. 1.7 : L'école Aimée Césaire réalisée par Mabire-Reich



façade est en fait construite en escalier, permettant une succession en strates de terrasses sur lesquelles sont cultivées presque 100 000 m<sup>2</sup> de jardins. Ce centre culturel fut réalisé en 1995 au Japon, soit 25 ans après les premières expérimentations de Jean Renaudie à Ivry-sur-Seine, mais porte la dimension végétale vers une toute autre échelle plus proche des projets actuels de « Réinventer Paris ».



Fig. 1.8 : Sophie Gandon devant le mur végétal du Breil

*Derrière la réalisation du mur végétalisé du quartier Breil à Nantes se trouve la jeune entrepreneuse Sophie Gandon. Après avoir passé un diplôme de management à l'école Audencia de Nantes en 1993, elle commence par faire de l'audit pour l'agence Price Waterhouse Coopers pendant 4 ans. Elle s'engage alors dans le contrôle de gestion commercial au sein du groupe Chauvin jusqu'en 2000, puis pendant 1 ans chez*

*alafolie.com, une start-up spécialisée dans les services aux futurs mariés. Elle occupe ensuite le poste de contrôleur financier chez McCann Ericson jusqu'en 2003 puis, après une pause, celui de directeur administratif et financier pour la ville de Nantes au sein du service Culture et patrimoine en 2006. Elle s'occupe pendant 4 ans du budget des activités culturelles de la ville, puis finalement s'installe à son compte comme consultante. Cette féministe et écologiste engagé décide 1 an plus tard, en 2011, de fonder l'entreprise So-Green de paysagisme et décoration végétale. Elle s'associe alors avec le groupe TRACER, un des plus anciens acteurs de la végétalisation de façade en France, et réalise avec eux en 2011 le mur végétal rue Jules Raimu à Nantes, en collaboration avec l'architecte Jean-François Enet. Hyperactive, elle cofonde récemment, l'ouverture était le 27 mai 2016, avec son amie Anne Boureau la jardinerie urbaine JANE, située rue Mercœur, à côté de la place de Bretagne.*

C'est également le cas d'un autre projet, en Chine cette fois, proposé en 2007 par Knafo Klimor Architects (également responsables du pavillon israélien à l'EXPO de Milan) et appelé « Agro-housing » (fig. 1.10). Ce nom évocateur vient du programme proposé par le projet, mi- logements et mi- serres agricoles : le centre du bâtiment accueille en effet des jardins potagers utilisables par les habitants. De nombreux autres projets en Asie proposent une végétalisation importante, notamment dans des états tels que Singapour (leader du bâtiment végétalisé en Asie et fondateur du Singapore Green Building Council).

Si ces pays d'Asie ont été plus enclins à s'engouffrer largement dans la voie de ces « bâtiments verts », c'est d'abord parce qu'ils sont confrontés à des conditions très différentes de celles connues en Europe. Tout d'abord, les plantes locales de cette région du monde sont plus enclines à s'adapter aux conditions difficiles d'implantations sur une construction. Patrick Blanc lui-même utilisa des plantes exotiques pour créer ses premiers murs végétalisés en France. Ensuite, ce sont des pays possédant une culture très différente et une relation à la nature beaucoup plus accentuée et importante qu'en Europe. Enfin, leurs villes sont souvent confrontées à une sur-densification rapide nécessitant des réponses directes aux problèmes d'étouffement que peut provoquer ce phénomène. Ces raisons, et l'attrait pour les projets innovants et parfois démesurés (notamment en Chine), ont permis l'essor des bâtiments végétalisés dans de nombreuses villes asiatiques, véritables réponses au besoin des habitants de retrouver une proximité à la nature dans des zones urbaines beaucoup plus denses qu'en Europe.



Fig. 1.9 : Centre culturel de Fukuoka conçu par Emilio Ambasz

Fig. 1.10 : Agro-housing, projet en cours par Knafo-Klimor architects



## ***Ancrée dans une ambiance de transition***

Si aujourd'hui nous pouvons constater l'essor des bâtiments végétalisés, dans le monde depuis quelques décennies et plus récemment en Europe et en France, c'est qu'il accompagne la prise de conscience écologique. Ce phénomène social, même s'il existait déjà avant, prend une ampleur considérable dans les années 70, avec la révolte de Mai 68 en France, la création d'institutions comme Greenpeace en 1971 et de partis politiques écologistes un peu partout dans le monde. L'utilisation excessive de sources d'énergies polluantes comme le pétrole ou le charbon et les premières déclarations scientifiques sur le réchauffement climatique invitent les citoyens du monde à réfléchir sur notre rapport à la nature, pointé alors comme destructeur. Ces mouvements vont commencer alors à avoir un impact important sur les gouvernements, sur les entreprises, et également sur les populations. Les gens sont en effet priés de changer leurs habitudes : prendre le vélo plus souvent, faire attention à sa consommation d'eau et d'électricité, utiliser le compost et recycler ses déchets. Cette prise de conscience s'est aussi accompagnée d'une volonté de retrouver la nature dans le cadre urbain. Le vert, couleur du végétal, est ainsi devenu le symbole de cette nature perdue, l'étendard d'un mouvement aux enjeux environnementaux majeurs.

La responsabilité sociétale des entreprises (ou RSE) est mise de plus en plus en avant pour démarquer les initiatives favorables à l'environnement ou au respect de l'humain. Cette mouvance a eu évidemment un impact sur le monde de la construction et de l'architecture. D'abord sur les méthodes de constructions et sur les matériaux utilisés : le béton est pointé du doigt car sa fabrication (surtout celle des clinkers de ciment) utilise trop d'énergie et donc rejette trop de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, de même pour l'acier. Le milieu de la construction étant responsable d'une grande part du rejet de carbone dans l'atmosphère, il a souvent été question

de la responsabilité envers l'environnement des entreprises de BTP et des architectes. Ce phénomène a marqué fondamentalement la façon d'imaginer les villes futures : elles étaient auparavant technocrates, fondées sur l'industrie et la technologie, entièrement minérales, nous les imaginons aujourd'hui écologiques, verdoyantes, permettant de produire leur propre nourriture tout en continuant d'utiliser les dernières technologies de pointe. Ce changement radical de position s'explique à travers ces nouvelles prises de consciences sur la trace que nous -les êtres humains- laissons derrière notre passage. Que devons-nous faire face à l'accumulation des déchets ? Comment gagner la course à l'énergie ? Comment retrouver nos espaces naturels perdus ? Il y a derrière ces questions les thèmes presque bibliques de la chute de l'Homme, du paradis perdu et du rachat de nos erreurs. Ces interrogations ont poussé les penseurs de la ville future à retourner l'usage de la technologie non pas au service de l'humain mais au service de la nature. Si l'on parle de responsabilité, c'est qu'il y a un sentiment de culpabilité au sein de notre société moderne, un devoir envers la nature qui nous a vu évoluer. C'est à notre tour de faire évoluer nos constructions pour qu'elles soient en harmonie avec leur environnement, utiliser le progrès pour réparer nos dommages et préparer un mode de vie urbain plus sain. C'est en tout cas la croyance de certains architectes et penseurs, qui n'hésitent pas à proposer des projets « écolos » farfelus mais teintés d'une grande foi envers notre possible retour à la nature. C'est le cas des projets de Vincent Callebaut, par exemple, devenu célèbre en présentant une architecture éco-futuriste remodelant complètement l'aspect de nos villes. Il s'inspire de formes que l'on trouve dans le monde vivant, végétal ou animal, pour proposer des bâtiments disproportionnés, à la limite du grotesque, entièrement végétalisés (fig. 1.11). Ce que nous dit le succès de ces propositions auprès de la presse profane, c'est que notre société a besoin de croire, d'une façon presque naïve, en la possibilité de vivre dans un monde où nous garderions notre confort et notre technologie, mais où nous ne détériorerions pas notre environnement et où nos bâtiments feraient entièrement partie du monde vivant.

*Une enquête a été menée pour ce mémoire, recensant l'avis de 117 personnes issues de milieux différents. Elles sont âgées de plus de 25 ans (dont 10% ont plus de 50 ans) pour la moitié, l'autre moitié représentant plutôt un groupe d'étudiants ou de jeunes travailleurs. L'enquête portait sur l'avis de cet échantillon vis-à-vis de l'architecture, de certains problèmes environnementaux et de la végétalisation des bâtiments, en essayant d'en comprendre les liens éventuels. D'une façon générale, la majorité de ces personnes se sentaient concernées par les enjeux écologiques actuels (69% sont en faveur de l'achat de produits bio et 70% essayent d'adapter leur comportement pour réduire le réchauffement climatique), et tous jugent que les endroits naturels sont ressourçants et apaisants et qu'une ville se doit d'accueillir de la végétation. 16% d'entre eux cependant pensent que les bâtiments végétalisés ne sont pas une bonne solution. Toutefois, seulement 11% des personnes recensées n'apprécient guère l'esthétique des façades végétalisées, et 84% d'entre elles jugent que ces dernières amélioreraient le cachet de leur quartier. Ils sont une majorité également à penser que l'ajout d'une telle façade pourrait leur être bénéfique (35% évoque l'impact esthétique, 31% l'impact environnemental et 11% l'impact énergétique). Certains témoignages évoquent le fait que ces façades nécessitent un bon entretien, et qu'il ne faudrait pas qu'elles se dégradent rapidement. Pour les toitures, le constat est mitigé et dépend du type de végétalisation. En effet, seulement 19% des personnes interrogées apprécient vraiment l'esthétique des toitures végétalisées extensives, contre 61% pour les cultures intensives. De plus, environ 30% ne souhaitent pas ou se montrent hésitantes à l'installation d'un tel dispositif sur leur toit, évoquant des questions d'entretien (34%), des questions esthétiques (22%) et d'invasion d'insectes ou d'oiseaux (16%). Il est intéressant de noter que les personnes inquiètes par l'invasion ne sont pas forcément celles qui ont déjà été sujettes à ce genre de problèmes. En tout cas, 90% des personnes possédant une TTV souhaiteraient pouvoir y accéder. Enfin, 40% d'entre eux n'utiliseraient pas un jardin participatif dans leur quartier, faute de temps ou d'envie.*





Fig. 1.11 : Vision d'artiste de Paris en 2050 par Vincent Callebaut

Fig. 1.12 : Proposition de *smart city* pour New York par Terreform One



Ces idées futuristes soulignent en les exagérant les promesses des bâtiments végétalisés : créer un mode de vie urbain plus écologique, plus indépendant envers ses ressources alimentaires et énergétiques et plus soucieux de la nature. Mais elles montrent également que ces promesses s'appuient sur les avancées technologiques et non pas sur un retour à un état primitif. Ce n'est pas pour rien d'ailleurs que la question de la végétalisation est souvent évoquée lorsque l'on parle de « smart cities ». Ces villes intelligentes dont la gestion (des ressources et des infrastructures) est optimisée grâce à l'implantation de nouveaux outils informatiques et technologiques, seraient ainsi largement compatibles avec l'intégration du végétal au sein des bâtiments. C'est ce que propose notamment les américains de Terreform One avec entre autres leur projet de réhabiliter New-York en « smart city » végétalisée et évolutive (fig. 1.12). Car derrière l'idée de renaturer nos villes se tient bien la question de l'évolutivité des villes, de leur capacité à s'adapter aux changements que pourraient connaître le prochain siècle. Entre les projets démesurés de Vincent Callebaut et la réalité de nos villes actuelles, il y a un écart important et c'est pourquoi il est intéressant d'étudier les bâtiments végétalisés comme outil de la transition socio-écologique. Mais au-delà de la croyance, il faut estimer les réelles qualités de ces nouvelles typologies en termes d'efficacité environnementale. Il ne faut pas tant pour un architecte ou un promoteur affirmer son adhésion au mouvement écologiste qu'évaluer et qualifier son œuvre sur une échelle connue.

C'est pourquoi, au début des années 1990, le concept HQE (Haute Qualité Environnementale) donna lieu à la création d'une certification pour les architectures ou ingénieries s'inscrivant dans une démarche environnementale, apportant une amélioration ou une innovation en termes d'écologie ou d'économie d'énergie. Elle ne fait pas l'objet de normes mais plutôt d'une série d'objectifs visant à respecter l'environnement. La certification sera reconnue comme d'utilité publique en 2004 et servira d'atout commercial pour les constructeurs et promoteurs en France. Elle est délivrée par Certivéa, filiale du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, à l'issue d'audits portant sur le système de management

de l'opération et sur la qualité environnementale du bâtiment. Les quatorze cibles sont regroupées en 4 sections : écoconstruction (cible 1 : relation du bâtiment avec son environnement, cible 2 : choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction, cible 3 : chantier à faible impact environnemental), écogestion (cible 4 : gestion de l'énergie, cible 5 : gestion de l'eau, cible 6 : gestion des déchets d'activité, cible 7 : gestion de l'entretien et de la maintenance), confort (cible 8 : confort hygrothermique, cible 9 : confort acoustique, cible 10 : confort visuel, cible 11 : confort olfactif) et santé (cible 12 : qualité sanitaire des espaces, cible 13 : qualité sanitaire de l'air, cible 14 : qualité sanitaire de l'eau). Ce label est le plus important en France, mais d'autres certifications existent également en dehors de nos frontières. Le BREEAM (pour British Environmental Assessment Method) fut créé également au début des années 1990, mais outre-Manche, en Grande-Bretagne. Il comprend dix catégories d'exigences auxquelles les entreprises doivent répondre : gestion du bâtiment, énergie, santé et confort, transports, eau, matériaux et ressources, déchets, utilisation de l'espace et écologie, pollution et enfin innovation vis-à-vis de l'environnement. Le bâtiment se voit alors accordé un nombre de crédits (sur un total de 110 à 119) qui détermine une qualification (de passable à exceptionnel) pour l'édifice. En Allemagne et en Europe orientale, c'est le label DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) qui sert de référence. Créé en 2008, il a la particularité d'intégrer le cycle de vie d'un bâtiment en plus de ses qualités écologiques, sociétales et économiques. Enfin, fondée aux Etats-Unis et opérationnelle en 2008, c'est la certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) qui s'impose à l'internationale. Elle note un bâtiment sur une base de 110 points à acquérir selon l'aménagement écologique du site, la gestion de l'eau, de l'énergie et de l'atmosphère, les matériaux et ressources, la qualité environnementale de l'intérieur, l'innovation en design et les priorités régionales.

Ces certifications invitent à réfléchir sur la façon dont nous construisons nos bâtiments et dont nous les concevons. Ainsi, on pourrait penser que ces labels mettent en avant la végétalisation et permettent d'évaluer cette dernière. Cependant, ces certifications ne prennent en compte que l'impact possible de la végétation sur les critères définis, comme la rétention de l'eau de pluie ou l'isolation. Les plantes ne sont ainsi prises en compte qu'à travers l'amélioration de performances qu'elles peuvent apporter au bâtiment. Si cela permet d'éviter l'ajout forcé de végétations au rabais, pauvres en fonctionnalités, elle ne permet pas d'évaluer l'impact sociologique et psychologique des plantes. Les bâtiments végétalisés pourraient cependant gagner de la valeur au sein de ces labels grâce à la lutte pour la conservation de la biodiversité. En effet, la certification HQE s'intéresse à rajouter une 15e cible concernant les capacités d'un bâtiment à s'intégrer et préserver la biodiversité locale. Cette question est au centre de plusieurs études actuelles, notamment en France (Clergeau, 2011), et montre le regain d'intérêt pour les autres êtres vivants qui peuplent nos villes. La ville est en effet souvent décrite comme destructrice alors qu'elle-même accueille une multitude d'animaux, insectes et plantes qui pour une partie d'entre eux s'est adapté à leur nouveau cadre de vie : espaces-tampons, interstices, parcs et jardins. Les bâtiments végétalisés sont intéressants à ce titre car ils permettent de multiplier ces espaces, densifier la trame verte et ainsi contribuer au développement de cette biodiversité urbaine. Cette qualité est propre à ces typologies, elle se différencie ainsi d'un bâtiment HQE privilégiant le choix des matériaux et la réduction des besoins en énergie. L'instauration de la 15e cible concerne alors directement les édifices végétalisés et permettrait la mise en avant de ces derniers dans la course aux certifications environnementales (en France en tout cas). Car ces labels, s'ils sont les témoins de l'intérêt renouvelé pour la préservation de la nature et de la montée politique et sociale de l'écologie, permettent aussi aux différents acteurs du monde de l'architecture et de l'urbanisme de promouvoir leurs constructions.

# ***Mise en avant par les acteurs du développement urbain, en France et particulièrement en Pays de la Loire***

En Pays de Loire, des démarches de rénovation urbaine ont été l'objet de réflexion et seront bientôt effectives. En effet, en 2012, les 24 maires de l'agglomération nantaise ont souhaité confier à l'Agence d'Urbanisme de la Région nantaise (AURAN) la coordination du projet de territoire : Ma Ville Demain, inventons la métropole nantaise de 2030. Ce projet ambitieux propose de réinventer la ville de Nantes, et notamment à l'aide de la végétalisation. Dans une vidéo de présentation de ce que pourrait être la ville en 2030, intitulée Aller Vers l'Excellence et l'International, il nous est présenté un centre-ville nantais jonché d'immeubles végétalisés très hauts, notamment un collage du Bosco Verticale de Stefano Boeri (fig. 1.13). Il y est alors question de façades végétalisées et de jardins et parcs accessibles en toitures. Le narrateur distingue alors clairement les « tours du siècle dernier » avec ces nouvelles tours, vertes, plus soucieuses de l'environnement et à énergie positive, ce qui réduirait les charges pour les habitants. Finalement, il est amusant de constater que l'impact du projet de Boeri résonne bien au-delà des frontières de l'Italie, et inspire les créateurs de la ville de demain. Ce projet montre en effet l'intention des urbanistes de s'impliquer vraiment dans le secteur de la végétalisation du bâtiment, et résonne avec la volonté des élus d'alors, qui ont adopté le programme à sa présentation fin 2012, mais aussi d'aujourd'hui. Ainsi, les projets des candidats aux élections régionales de décembre 2015, publiés dans le magazine d'information municipale Nantes Passion, allaient également vers une promotion des édifices végétalisés, notamment celui du parti Les Républicains dont le président élu alors fait partie. Cela n'a rien d'étonnant pour une ville élue Capitale Verte de l'Europe, ayant accueilli le WGIC (le congrès international des bâtiments végétalisés) et œuvrant pour la densification de sa trame verte depuis des années. Nantes accueille également Végépolys, le pôle de compétitivité du végétal et Novabuild, le cluster du BTP pour l'écoconstruction en Pays de la Loire.

En effet, si aujourd'hui nous pouvons constater l'essor des bâtiments végétalisés en Europe et particulièrement en France, c'est qu'il a su s'accompagner d'un changement de comportement de la part des différents acteurs de la construction et du développement urbain. S'adaptant à la tendance sociale écologiste, ces acteurs ont compris que la végétalisation des bâtiments pouvait jouer en leur faveur, pour des questions économiques ou d'opinions. Des organismes et associations prônant le développement des édifices végétalisés ont été créés en parallèle des nouveaux labels environnementaux et ont permis l'engagement des acteurs politiques



Fig. 1.13 : Collage proposé pour le projet *Ma Ville Demain*

ainsi que des programmes d'urbanisme. Parmi ces associations, nous pouvons citer l'ADIVET (l'Association française des toitures et façades végétales), regroupant les acteurs essentiels de la filière végétalisation en France. Créée en 2002, cette association a réussi à gagner une grande légitimité dans l'hexagone en se faisant l'interlocuteur des différentes professions impliquées dans la commande, la construction et l'évaluation des bâtiments

végétalisés. Sur son site, il est expliqué que « le but de l'ADIVET est de promouvoir et d'harmoniser les choix liés aux pratiques de la végétalisation du bâtiment et de favoriser son développement dans l'optique de donner toute sa place à la nature en ville. » Cet extrait est éloquent sur l'engagement de l'association vis-à-vis de la transition écologique des villes et des changements de mœurs soulignés plus tôt. Mais si l'ADIVET a su se faire entendre dans le milieu des professionnels du bâtiment et des élus politiques, c'est grâce à ses nombreux partenariats. Elle est en effet membre de l'EFB (European Federation of Green Roofs & Walls), l'association Européenne en faveur de la végétalisation, créée à l'origine en 1997 par les associations Allemandes, Suisses et Autrichiennes, et regroupant 11 associations de l'état Européens afin d'améliorer les techniques de végétalisation, d'informer et de consulter sur l'application de ces dernières. L'ADIVET a également créé des partenariats avec l'UNEP (l'Union Nationale des Entreprises du Paysage), le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), la CSFE (Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité), le WGIN (World Green Infrastructure Network), le CETE (Centre d'Études Techniques de l'Équipement) de l'Île-de-France, l'association HQE dont nous avons déjà parlé et d'autres organismes de recherche en équipements et horticulture.

La multiplication de ces organismes et leur association pour mener un combat commun est important à deux titres : elle permet le meilleur développement des techniques de végétalisation en regroupant leurs études et données et ainsi permet d'asseoir la légitimité de ces pratiques. Leur importance a su ainsi s'immiscer au cœur des débats politiques abordant les questions de l'environnement et du renouvellement urbain. Les élus municipaux et régionaux sont en effet poussés à densifier les trames vertes urbaines tout en contrant l'étalement des villes, c'est-à-dire en densifiant les centres-villes. La végétalisation impactant directement ces questions, il est normal qu'elle attire de plus en plus d'acteurs politiques souhaitant montrer à travers diverses mesures promouvant les bâtiments végétalisés leur engagement dans la lutte écologique et pour le renouvellement des villes. Dès le milieu des années 90 en Allemagne, les Länder et

les villes proposaient des subventions pour l'installation de toitures-terrasses végétalisées, et eurent pour résultat la pose de ces toits végétaux sur 15% des nouvelles installations. Ces choix politiques découlent directement de « l'esprit environnemental » allemand, qui s'est développé plus rapidement outre-Rhin, et aujourd'hui le pays représente la plus grande part du marché de la végétalisation en Europe avec 13 millions de mètres carrés de toitures végétales construites par an et 40% des villes proposant des aides à leur installation. La ville de Berlin propose même de rembourser jusqu'à 60% la pose de toits végétalisés et de système de traitement de l'eau.

En France, ces mesures sont venues plus tard mais commencent à prendre une certaine ampleur également, et pas seulement en Pays de la Loire. La ville de Paris a ainsi mis en place un programme de végétalisation de la capitale depuis 2007. Ce dernier « constitue une des orientations de la stratégie d'adaptation du Plan Climat et Energie de Paris qui prépare la ville aux évolutions climatiques et à la raréfaction des ressources » comme on peut le lire sur le site de la ville. C'est un plan visant à densifier la trame verte de la capitale : plus de parcs et de jardins, plus de jardins partagés et d'agriculture urbaine, des rues plus riches en herbe et des boulevards plus arborés. Mais il s'intéresse aussi et surtout à la végétation intégrée aux bâtiments, car ils permettent de répondre à plusieurs problèmes auxquels fait face la ville de Paris : le phénomène d'îlot de chaleur dont la capitale fait régulièrement les frais avec des pics de température inquiétants (comme en juillet 2015 où la ville a atteint les 40° C), des records de pollution importants (qui généralement accompagnent les pics de températures) mais également des inondations suites à des pluies continues (comme en juin 2016 avec des crues de la Seine débordant complètement sur les quais et rues de la ville). La mairie de Paris s'est ainsi fixé l'objectif ambitieux de réaliser 100 hectares de toits, murs et façades végétalisés d'ici 2020. 33 acteurs du monde de la construction n'ont pas hésité à relayer cette information et à signer une charte formalisant leur engagement dans la démarche de la ville. En 2012, Paris reçoit le prix Territoria d'argent dans la catégorie Aménagement de l'espace public, saluant ses expérimentations sur

les toitures végétales. En 2014, 30 projets innovants de végétalisations urbaines sont alors en cours d'expérimentations en conditions réelles et une étude sur le rôle thermorégulateur des espaces verts et milieux humides à Paris tente d'évaluer et de quantifier l'effet rafraîchissant des espaces végétalisés et aquatiques à Paris en été. Ces objectifs de végétalisation se croisent également avec d'autres programmes, tel que le Plan Biodiversité de la ville, mais également le futur Plan Pluie de la capitale. Voté en 2011, le premier vise à renforcer les trames vertes et bleues de Paris afin de permettre la continuité d'une diversité du vivant dans la ville et de préserver l'équilibre écologique. 30 actions ont alors été mises en place sous le mandat de Bertrand Delanoë, alors Maire de Paris, pour l'application de ce plan : requalifier la trame verte, intégrer les bois parisiens dans la trame régionale, renforcer le rôle de corridors biologiques des infrastructures ferroviaires et routières, etc. La huitième action (renforcer le maillage vert du territoire parisien notamment à travers la végétalisation des façades et l'implantation de jardins partagés en toitures) et la neuvième action (renforcer la capacité d'accueil de la biodiversité sur les bâtiments) sont les plus directement liées à la question de la végétalisation des édifices. Comme conséquence, l'article 13 du PLU, modifié en 2009, prend en compte et favorise la végétalisation des toitures et terrasses (comptabilisation de leurs surfaces dans le calcul des normes d'espaces libres, obligation de maintenir les terrasses et toitures déjà végétalisées). La création de toitures-terrasses végétalisées est également devenue obligatoire pour chaque projet d'équipement public nouveau, ou en rénovation. La ville se promet de privilégier les espèces locales pour ces installations, mais également de mener des études afin de définir des techniques de constructions, des dispositions architecturales, des matériaux de façades ou encore des types de végétaux permettant de construire des corridors biologiques au sein de la capitale, et ce à travers l'expérimentation sur des sites pilotes. C'est le cas déjà dans le 13e arrondissement avec l'édifice Biopark (fig. 1.14) associant une typologie industrielle avec celle des volières du jardin des plantes, et également un projet en cours d'Edouard François pour le bâtiment Paris-Habitat qui a pour ambition l'appropriation autonome de ses

façades et de son toit par la faune et la flore locale. Les intentions de la capitale transparaissent complètement au regard des projets lauréats du concours Réinventer Paris : tous les projets s'inscrivent dans cette démarche de végétalisation, souvent en impliquant un programme social participatif permettant une meilleure sensibilisation du public.

Les architectes sont finalement les acteurs les plus concernés par ces mesures, car elles ont un impact direct sur le projet architectural. Comme nous l'avons vu plus tôt, certains se sont spécialisés dans la création d'édifices végétalisés, comme Stefano Boeri, Emilio Ambasz ou encore Edouard François, et de plus en plus d'agences proposent des projets comportant des toitures ou terrasses végétales. C'est le cas



Fig. 1.14 : édifice Biopark réalisé par Valode & Pistre en 2006

de l'agence Laisné-Roussel par exemple, collaborateur en France de Sou Fujimoto (avec Manal Rachdi de OXO architectes) qui présente des images teintées de verts pour des projets divers composés de balcons plantés, de terrasses ou toitures végétales ou simplement d'arbres poussant au milieu d'un bâtiment. On retrouve ces caractéristiques au sein des projets de l'agence Chartier Dalix architectes et de manière générale, force est de constater que les perspectivistes sont de plus en plus invités à produire des images présentant une

végétation foisonnante au sein du bâtiment. Cette tendance découle du besoin de vendre son projet auprès de personnes qui sont de plus en plus sensibles à la question de l'écologie et de la végétalisation (notamment les élus politiques, mais aussi pour l'opinion publique). Aussi, cette dernière peut prendre parfois le pas sur l'intention de projet au détriment des architectes. C'est le cas de l'école Aimée Césaire, conçue par les architectes Mabire-Reich, qui fut érigée en figure de proue de la végétalisation par les médias communs. Ainsi, les journalistes parlèrent surtout de l'installation paysagère de son toit comme un moteur de l'architecture végétalisée sans réellement s'intéresser à la réflexion d'insertion au sein de l'estuaire nantais menée par le cabinet (cf. encadré). Certains élus ont même proposé à l'architecte Antoine Mabire de soutenir des projets de lois visant l'installation obligatoire de toitures végétalisées sur toutes les constructions neuves de bâtiments publics (lois déjà appliquées en Île-de-France) tant l'impact de son école paysagère est grand.

*Antoine Mabire est un architecte originaire de Normandie qui exerce à Nantes depuis une dizaine d'années. Après avoir travaillé à Paris au sein du cabinet de Bernard Huet, il s'installe avec sa femme, Marie-Hélène Reich, également architecte, dans la capitale du Pays de la Loire en 2006 et ils montent la même année leur agence Mabire-Reich architectes. Ils sont dès le début invités par Patrick Bouchain à travailler sur le centre commercial de Beaulieu, ce qui permet de lancer l'agence. Ils participent alors à de nombreux projets aux échelles variées, allant de l'espace public à la maison individuelle, et remporte en 2009 le concours proposé par la mairie de Nantes pour construire l'école Aimée Césaire à côté des nefs. Pour le projet, le couple d'architecte souhaite recréer le paysage de l'estuaire et le confronter au paysage de la ville. L'estuaire représente en effet la transition du fleuve à la mer, de l'intérieur des terres au large des côtes. C'est cette tension qui a poussé les architectes à enfouir l'école sous un parc aux airs de dunes et de landes. Le travail sur la végétation, d'abord effectué en collaboration avec les équipes du jardin botanique de Nantes, fut ensuite confié à l'agence de paysagisme Phytolab, qui prélèvera des graines locales directement sur les flancs de l'estuaire avant de les semer sur le toit.*

C'est ici que commencent les dérives liées à l'engouement pour la végétalisation des bâtiments. L'architecte risque de se retrouver déconnecté de l'intention de son projet pour être rattaché à sa volonté de s'inscrire dans un programme politique de rénovation urbaine, c'est-à-dire qu'il serait mis en valeur à travers la surface verte qu'il apporte et non pour les qualités spatiales et d'habiter qu'il propose. C'est en effet ce qu'ont pu dire les critiques de la Tower Flower d'Edouard François à Asnières-sur-Seine (Fèvre, 2004) : « L'architecte est nul [...] Il s'est fait de la pub avec une belle enveloppe extérieure mais à l'intérieur [...] c'est mal fini, mal insonorisé ! ». La végétalisation n'a en effet de sens que si elle sert une intention de projet architectural, comme le souligne Antoine Mabire. Il faut espérer, en vue des nombreux projets d'immeubles végétaux de Réinventer Paris que le cas de la Tower Flower a su montrer aux architectes qu'ils doivent construire l'espace avant de penser le paysage. Peut-être est-ce pour cela que le projet de tour végétale à Nantes (proposé par Edouard François encore une fois) fut avorté en cours de développement ? Il est à noter enfin que tous les acteurs politiques ne sont pas encore favorables aux lois visant à végétaliser systématiquement les nouvelles constructions : le Sénat a ainsi repoussé en mars 2016 un projet de loi adopté un an plus tôt par l'Assemblée Nationale « pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages ». Ce projet proposait d'obliger tout nouveau bâtiment construit en zone commerciale à posséder une toiture partiellement végétalisée. Le Sénat y voyait un impact négatif sur « la vitalité économique et sur l'emploi de nos territoires » mais justifiait le délai surtout à cause d'un manque d'études. Il est intéressant de regarder effectivement quelles études ont été menées pour motiver l'utilisation systématique d'équipements végétalisés, et si celles-ci permettent de justifier l'instauration de telles lois.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 2.1 : Détail de la végétation du mur végétal du Breil



Analyse de ces  
nouvelles techniques  
de construction dans  
le cadre de la transition  
socio-écologique  
urbaine.

# *Améliorer les performances d'un bâtiment, les techniques observées sur les exemples nantais.*

Nous avons vu que les toitures et façades végétalisées entraînent un véritable engouement, provoqué par une prise de conscience écologiste généralisée et qui se concrétise à travers divers plans d'urbanisme et programmes politiques de végétalisation. Mais si les différentes associations et labels arrivent à convaincre les différents acteurs de la construction de son intérêt, c'est qu'elle est avant tout une solution technologique à des problèmes techniques précis et qu'elle répond aux enjeux énergétiques et climatiques actuels. Il est important tout d'abord de prévenir que les études menées pour évaluer les performances des édifices végétaux (Sandifer, 2002 ; Bass, 2003 ; Köhler, 2014 ; Hirmer, 2015) sont récentes et que certaines vertus mises en avant par les constructeurs et élus politiques restent à prouver, ou tout du moins à quantifier. Nous nous intéresserons ici principalement aux données techniques vérifiées mais évoqueront également les études en cours et les zones d'ombres. La plupart de ces résultats sont publiés par des instances publiques, notamment le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), le CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction), ADIVET (Association des Façades et Toitures Végétales), le CNRC (Conseil National de Recherche du Canada), le CRITT Horticole etc. A noter également que les résultats de ces instances sont souvent repris d'études étrangères (allemandes et américaines principalement), il y a un réel retard à ce propos en France que le pays s'efforce de rattraper.

La technique de végétalisation la plus répandue aujourd'hui et la plus étudiée est celle de la toiture-terrasse végétalisée ou TTV. C'est la technique utilisée par exemple pour l'école Aimée Césaire du cabinet Mabire-Reich. Celle-ci est composée d'une protection

mécanique, d'une couche de drainage, d'une couche filtrante puis d'un substrat sur lequel viendra pousser la végétation (cf. fig. 2.2). Deux cas de TTV existent, la toiture végétalisée extensive ou TVE et la toiture végétalisée intensive ou TVI. Une TVE est constituée d'une faible couche de substrat (entre 4 et 15cm selon la CSFE) abritant une végétation rasante constituée pour la plupart de sédums et de mousses. Ce sont les plus courantes car leur faible épaisseur, et donc faible poids, en font des éléments relativement faciles à installer sur des toitures déjà existantes. Les TVI au contraire possèdent une épaisse couche de substrat (plus de 30cm, toujours selon la CSFE) et permettent de cultiver une flore plus complète, allant d'herbes sauvages à de petits arbustes. Ce sont les TVI qui sont utilisées pour la création de toitures-terrasses jardins. Par exemple, l'école Aimée Césaire utilise une végétalisation intensive, on peut citer également le complexe de Jean Renaudie à Givors. Pour des substrats d'épaisseur intermédiaire, on parle de végétalisation semi-intensive. Il n'y a pas de normes à proprement parler pour l'épaisseur du substrat, celui-ci varie en fonction de la végétation. En revanche, il est nécessaire de connaître entre autres la pente du toit, le poids des végétaux et leurs capacités d'enracinement pour déterminer le dimensionnement des couches isolantes et d'étanchéité ainsi que des filtres drainants.

*En France, les différents centres et associations de techniques de la construction (CSTB, CSTC, CSFE, CETE, UNEP) ont créé des partenariats avec l'ADIVET pour pouvoir mettre en commun les données connues sur la végétalisation des bâtiments. Ces données sont récupérées soit au sein d'études privées menées par des chercheurs indépendants (Bass, 2003), soit au sein de recherches menées directement par les organismes en question (la CSFE par exemple a mené ses propres études pour évaluer les besoins d'étanchéité des toitures végétalisées) ou soit grâce à des collaborations avec des organisations publiques comme le CRITT Horticole ou certaines universités françaises. Le partage de ces résultats permet de catalyser la recherche et de comprendre plus rapidement les impacts de la végétalisation à l'échelle du bâtiment et de la ville, et d'en améliorer les techniques d'utilisation.*

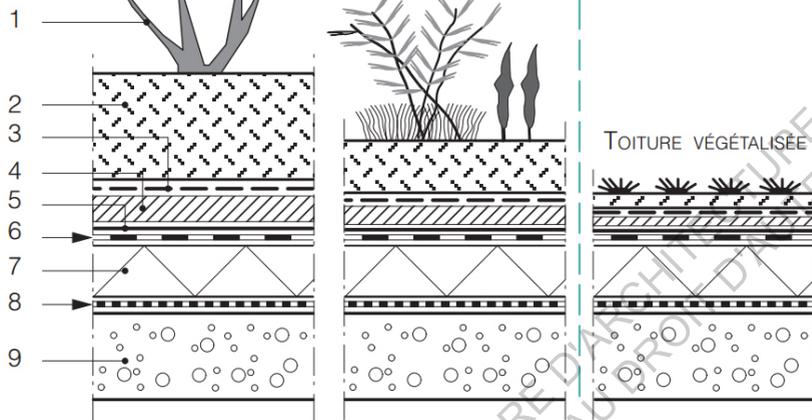
## VÉGÉTATION INTENSIVE

## VÉGÉTATION EXTENSIVE

TOITURE-JARDIN

TOITURE-JARDIN  
LÉGÈRE

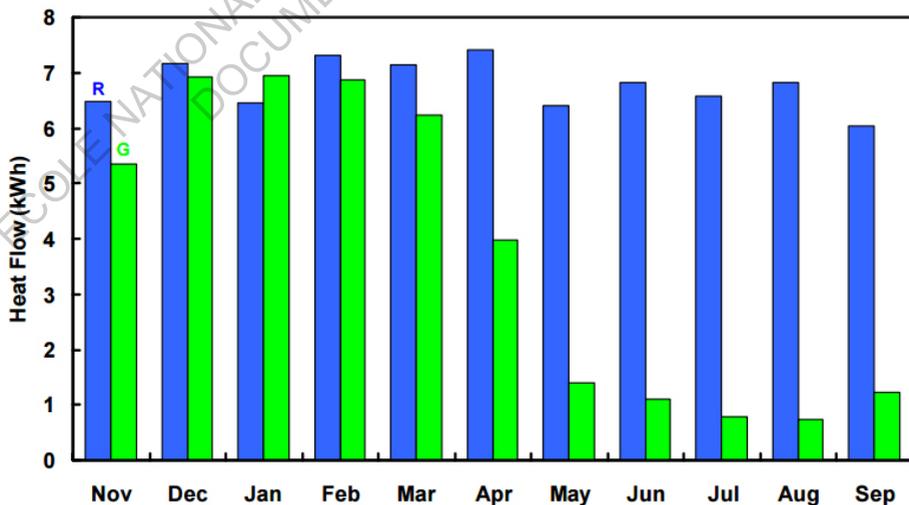
TOITURE VÉGÉTALISÉE



1. Végétation
2. Substrat
3. Couche filtrante
4. Couche de drainage
5. Protection mécanique et/ou film de polyéthylène
6. Étanchéité
7. Isolation thermique
8. Pare-vapeur éventuel
9. Support et pente

Fig. 2.2 : Représentation schématique de compositions de toitures vertes.

Fig. 2.3 : Demande énergétique moyenne journalière due aux flux de chaleur traversant le toit, avec et sans végétalisation.



Le premier avantage de ces toitures est qu'elles jouent un rôle d'isolant thermique non négligeable pour de nombreuses régions du monde soumises à de fortes chaleurs. Une TTV isole ainsi l'extérieur de l'intérieur de l'édifice. Ainsi, la chaleur apportée par les rayons du soleil ou l'air ambiant de façon générale pénètre plus difficilement dans une couche végétale qu'à travers un toit classique. Cela présente un grand avantage lors de constructions en régions chaudes et en été pour les zones tempérées, mais en hiver lorsqu'il s'agit de capter la chaleur des rayons du soleil, la toiture classique est plus efficace. Cette dernière cependant ne retient pas la chaleur de l'intérieur du logement, le bilan est ainsi mitigé. Quand on regarde sur l'année entière, pour obtenir une température constante à l'intérieur du bâtiment, les dépenses énergétiques s'équilibrent en hiver (environ jusqu'au mois de mars) puis divergent : la TTV permet de réduire considérablement l'énergie utilisée à partir d'avril et cette différence s'accroît à travers l'été (cf. fig. 2.3 et fig. 2.4). L'étude sur laquelle se base ces résultats a été effectuée au Canada, où l'hiver est très froid et l'été assez chaud, on imagine bien que dans un climat plus chaud, les avantages thermiques de ces couvertures végétales n'en sont que décuplés. Cette même étude a aussi montré que si on recouvre la toiture d'un isolant thermique en polystyrène, on arrive à avoir des performances équivalentes lorsque les températures ne fluctuent pas, mais les toitures végétales permettent de garder une meilleure stabilité de la température lorsque l'on a des changements extérieurs plus brusques.

Les TTV jouent aussi le rôle de couche de protection pour les bâtiments. Une toiture équipée d'un dispositif végétal peut en effet réduire sa température de moitié et plus en journée (cf. fig. 2.5). Plus efficace qu'une toiture blanche, une TTV empêche une accumulation de chaleur et donc une augmentation de la température de la membrane protectrice. C'est cet échauffement, qui en été peut atteindre 70°C pour des toitures classiques (à une température extérieure médiane de 35°C), qui est responsable de l'usure des toits et qui demande une attention particulière, voire un remplacement lorsque cette couche protectrice est détériorée. La couche végétale

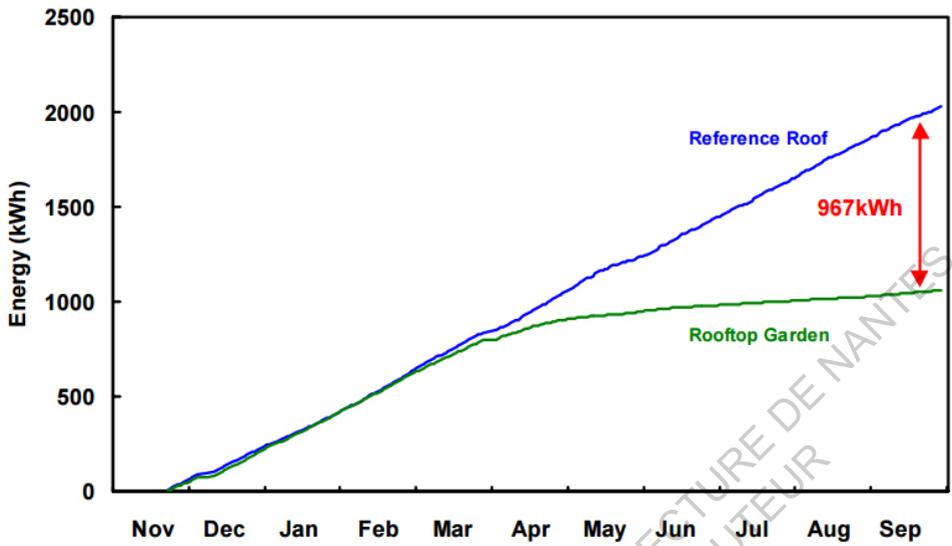
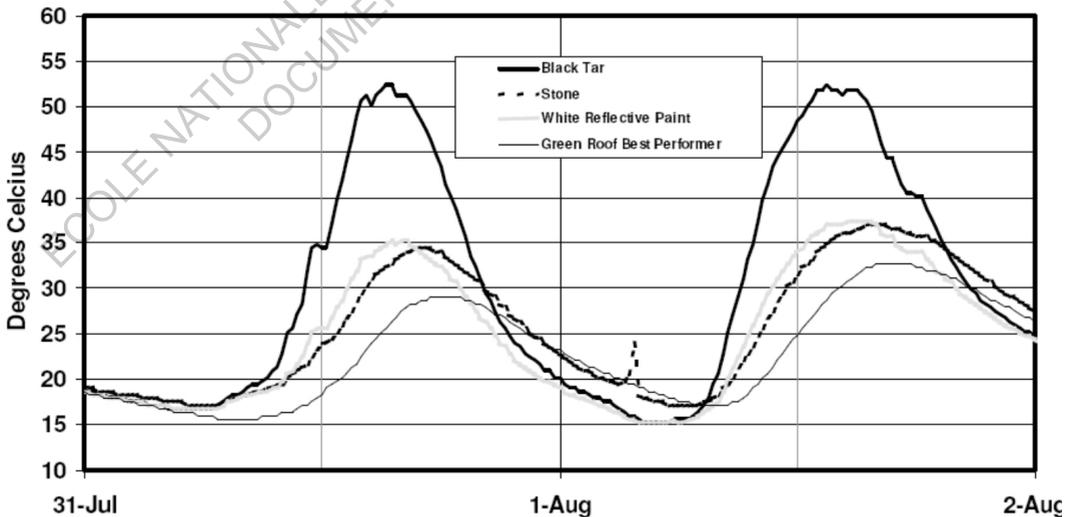


Fig. 2.4 : Demande énergétique cumulée due aux flux de chaleur traversant le toit, avec et sans végétalisation.

Fig. 2.5 : Variations de température en été pour différentes toitures, la toiture verte étant la plus performante.

**EXHIBIT 8: TEMPERATURE AT MEMBRANE HORIZON**



permet ainsi de préserver plus longtemps les toitures. Une nuance toutefois doit être faite, car si ce résultat semble naturel et logique, il n'y a pas encore d'études réalisées pour attester de la qualité de la membrane protectrice du toit sur le long terme entre une toiture classique et une toiture-terrasse végétalisée.

Enfin, le dernier avantage apporté par les TTV concerne la gestion de l'eau de pluie. Les trois effets de la végétation à ce sujet sont : la rétention (absorption de l'eau par le complexe végétal et retenue dans la couche de drainage), le ralentissement de l'évacuation et l'évapotranspiration. Comme le montrent les fig. 2.6 et fig. 2.7, la toiture verte (il s'agit ici d'une étude sur une TVE avec un substrat de 10cm) permet de limiter fortement le ruissellement, avec une absorption quasi-totale en été et amoindrie en hiver, par rapport à une couverture classique et même par rapport à une couverture gravillonnaire. Le coefficient d'absorption dépend de l'épaisseur du substrat qu'on applique, il est plus élevé si l'on a affaire à une toiture intensive. Le coefficient maximal en eau d'une couche végétale intensive est en effet le double d'une monocouche extensive. On peut retenir que sur une base annuelle, une végétation intensive retient environ 50% de l'eau de pluie contre 30% pour les installations extensives, cependant un jeu de couches de drainages pour ces dernières peut permettre d'améliorer considérablement les performances.

L'eau absorbée par les racines des plantes est ensuite rejetée dans l'air par les feuilles, c'est ce qu'on appelle l'évapotranspiration ; nous traiterons de ce phénomène lors de la partie sur l'impact urbain. On peut toutefois noter l'effet de retard qui caractérise la capacité d'une toiture à décaler les pointes d'averses lors d'orages et à en diminuer le débit. Une étude conduite par le CSTC sur 11 toitures différentes, 9 végétalisées, 1 traditionnelle (membrane) et 1 recouverte de graviers permet de mettre en évidence ce phénomène. Comme le montre la fig. 2.8, les toitures de types extensives (40mm de substrat) permettent de décaler la pointe d'averse de 5 à 10min (contrairement à la membrane T11) et réduisent le débit de 30 à 50%. Les toitures intensives (140mm et 200mm) quant à elles, permettent un retard de 15 à 20min et de diminuer le débit de 70%.

## Evènement été: 17 Juin 2003

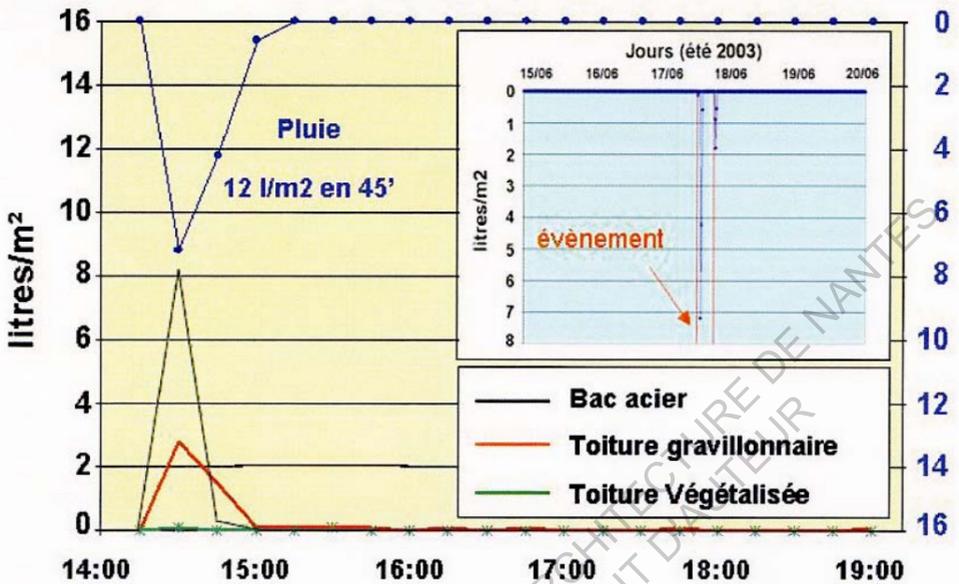
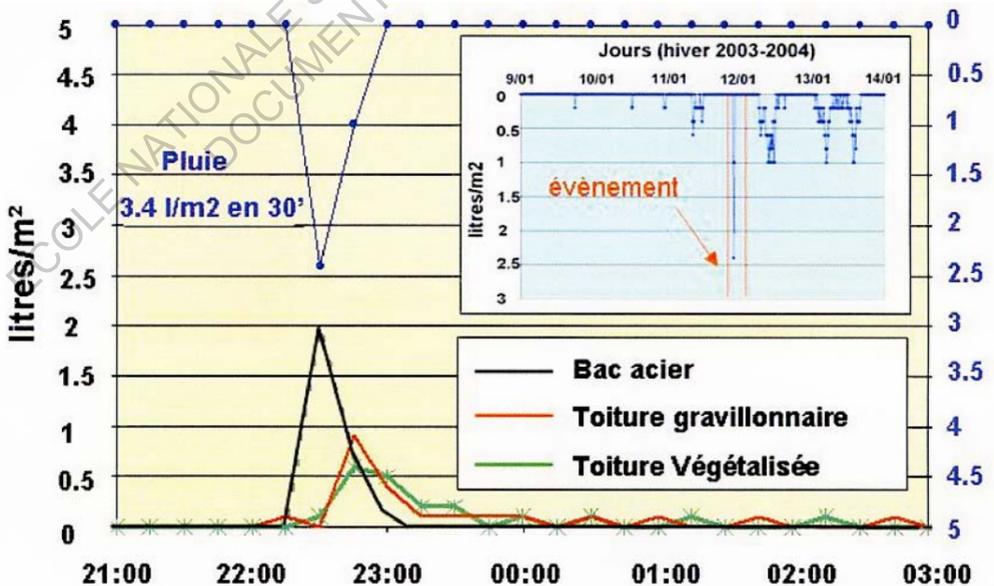


Fig. 2.6 : Mesure de l'eau sortante de toitures en bac acier, gravillonnaire ou végétalisée en été.

Fig. 2.7 : Mesure de l'eau sortante de toitures en bac acier, gravillonnaire ou végétalisée en hiver.

## Evènement hiver: 11-12 Janvier 2004



Quelques remarques sont cependant à ajouter concernant ces résultats. La qualité d'absorption et de rétention d'une TTV dépend certes de l'épaisseur de son substrat mais aussi de son histoire : une toiture qui viendra d'absorber une grande quantité d'eau verra sa capacité à limiter le ruissellement bien amoindrie lors d'une averse prochaine. C'est pour cela que nous avons vu précédemment qu'en hiver les couches végétales n'étaient pas aussi efficaces qu'en été, où les averses se font plus ponctuelles. L'hiver est aussi néfaste pour les qualités isolantes de la couche végétale, cette dernière sensible au gel perd sa capacité à piéger la chaleur lors de grandes périodes de froid. Ces qualités dépendent aussi de la pente de la toiture, une pente plus élevée verra un retard réduit. De plus, l'ajout d'une couche végétalisée joue aussi le rôle de couche étanche pour la toiture. Les grandes qualités d'absorption du substrat et des végétaux permettent en effet d'ajouter une étanchéité plus efficace que celle d'une simple membrane. Enfin, en ce qui concerne la récupération de l'eau de pluie après le passage par la couche végétale, le mythe selon lequel la végétation filtre l'eau est infondée. L'étude du CSTC montre une coloration parfois forte de l'eau récupérée, qui nécessite donc au moins un traitement de décoloration si on souhaite l'utiliser.

Il reste à préciser que ces installations ont un impact sur la charge que supporte la toiture. Une TVE de moins de 8cm imposera une contrainte d'environ 100kg/m<sup>2</sup> tandis qu'une couche intensive de plus de 30cm pèsera plus de 600kg/m<sup>2</sup>. Cela explique pourquoi les TVE sont les dispositifs les plus fréquents, ils peuvent s'apposer sur de nombreuses surfaces préexistantes tandis que les TVI doivent être décidées dans la majorité des cas en amont de la conception du projet. Cependant, en l'état des résultats actuels, et à cause de la difficulté à estimer les apports réels de la végétalisation, que ce soit en termes d'isolation ou d'étanchéité, les bureaux dimensionnent leur toiture en prenant le pire cas, c'est-à-dire celui où la végétation n'a qu'un rôle aggravant (son poids, l'enracinement et l'humidité etc.) mais aucun effet positif. Par exemple pour le cas de l'école Aimée Césaire, on pourrait enlever toute la végétation présente en toiture et répondre malgré tout aux contraintes d'isolement et d'étanchéité nécessaires pour s'inscrire correctement dans les normes du PLU.

# Orage du 27/08/02

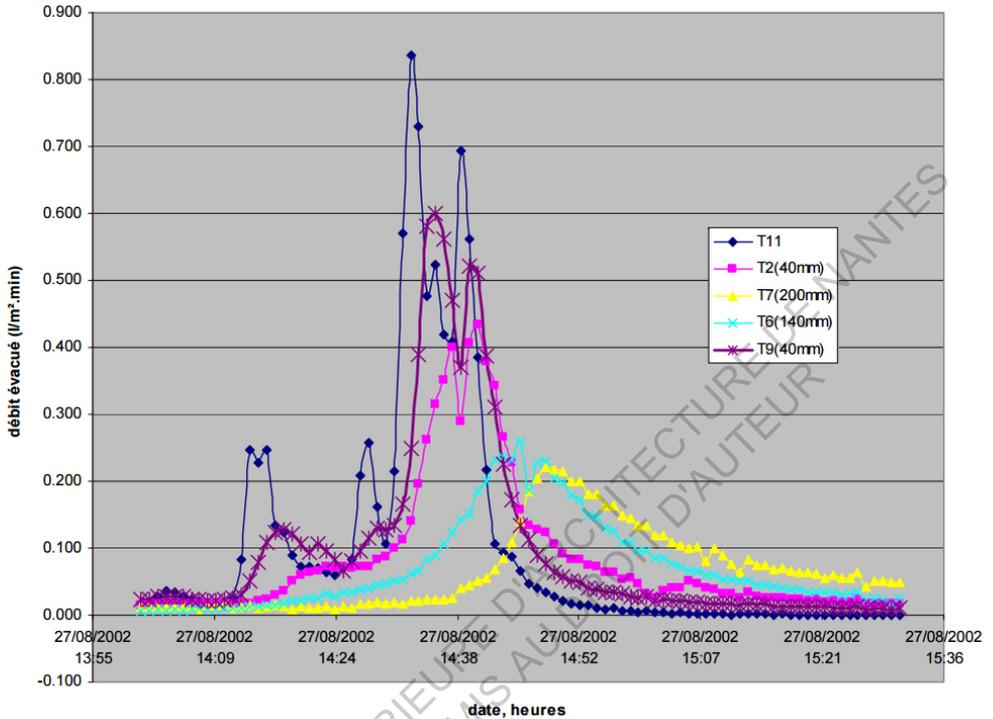


Fig. 2.8 : Mesure de l'effet retard pour différentes toitures végétalisées (intensives en jaune et cyan, extensives en mauves) et d'une toiture témoin.

Fig. 2.9 : Dépenses électriques (kWh) avec et sans couverture végétale

Case	Lights	Equip.	Cooling	Fans
Base	170,276	63,853	73,819	51,188
Shade	170,276	63,853	56,812	40,755

Quid des murs végétaux ? Ils auraient aussi un rôle à jouer pour la réduction d'énergie et la gestion des eaux pluviales. Il faut déjà distinguer la notion de façade végétale, qui est le recouvrement d'une façade par une plante dont les racines se trouvent au sol, il s'agit alors de plantes grimpantes venant recouvrir une façade, et un mur végétal composé d'un substrat propice à la pousse des plantes. Ce dernier cas est le plus délicat car il pose le problème d'avoir un substrat qui puisse tenir à 90°, d'avoir une irrigation le long de la façade et enfin une végétation qui pousse verticalement. Les solutions techniques pour le mur végétal consistent soit à la pose d'une nappe horticole, soit à la pose d'un maillage dans lequel s'insèrent des blocs de substrat. Pour le mur végétal du quartier Breil à Nantes par exemple : « Une armature métallique supporte des paniers tapissés de feutre hydratant et remplis de substrat. Il n'y a pas d'engrais à apporter. » explique Sophie Gandon. L'arrosage se fait au goutte-à-goutte selon une programmation qui suit les saisons, la paysagiste nous assure qu'il est très peu consommateur d'eau. Un système d'irrigation automatique permet ensuite d'approvisionner les plantes en eau et nutriments. A souligner que les avantages présentés ci-dessous doivent être considérés avec le recul nécessaire, le mur végétal étant une technique très récente et ayant reçu peu d'études scientifiques rigoureuses, beaucoup de rapports publics n'apportent pas assez de données expérimentales pour étayer leur propos.

Ces jardins verticaux agissent en parois refroidissantes et isolantes. Plusieurs études menées au Canada entre 1996 et 2000 montraient déjà que les murs végétaux étaient moins chauds que les façades noires ou en briques. Cela découle de l'ombrage apporté par les plantes, du phénomène refroidissant d'évapotranspiration, de la protection aux vents par la barrière végétale et surtout de la protection aux rayonnements solaires qu'offrent le feuillage et le substrat. L'ombrage qu'apportent les plantes permet de contrer les changements de température entre le jour et la nuit, un mur simple absorbera ainsi beaucoup plus de chaleur et en relâchera plus la nuit, cette fluctuation, tout comme pour les TTV, est stabilisée par

l'ajout d'une couche végétale. Une étude par Sandifer et Givoni par exemple montre que le simple apport d'une vigne grimpante sur un mur permet de réduire sa température estivale de 20° C. Exactement comme les toitures vertes, ce rafraîchissement permet de garder une température intérieure plus basse et donc d'économiser les coûts liés à la ventilation et au conditionnement de l'air. Une étude menée à Toronto par le CNRC estime la réduction de la consommation d'énergie liée à la ventilation de 20% et celle liée à la climatisation de 23% avec un mur végétal (fig. x). Cette recherche ne prend cependant pas en compte les effets de rafraîchissement de l'air liés à l'évapotranspiration, ni l'énergie dépensée pour entretenir et contrôler la végétation.

En résumé, il n'y a pas de chiffrage précis sur la réelle efficacité des murs végétaux pour la réduction de la consommation d'énergie. Il est avéré que ceux-ci ont un rôle d'isolant thermique et rafraîchissant, mais il est encore difficile de prédire si cette qualité est suffisamment économe pour palier l'énergie exigée par l'entretien de la végétation, ou simplement pour rentabiliser le coût de l'installation. De plus, même si le mur végétal de la rue Jules Rimbaud a été conçu pour être indépendant et peu consommateur d'eau, on peut déjà constater que certaines plantes sont fanées, remettant en cause le système vertueux mis en place par l'entreprise TRACER. Des études récentes (Hirmer, 2015) se sont cependant intéressées à la possibilité d'utiliser les façades végétales comme climatisations. Les résultats ici également laissent à penser qu'un tel usage est possible, mais le manque de données expérimentales encore une fois nuance l'impact réel d'un tel dispositif.

Outre l'avantage thermique, la façade végétale apporte également une protection à la paroi sur laquelle elle s'adosse, tout comme les TTV. Cette protection provient de l'effet « tuiles » des feuilles qui empêchent l'eau en partie d'atteindre la paroi. Elle s'explique également par l'assèchement du sol et donc des fondations dans lesquelles elle s'implante (dans le cas de plantes grimpantes). La couche végétale agirait également en tant que filtre, protégeant

les parois de l'acidité des pluies et de la pollution urbaine. Si ces vertus sont observables, elles restent à chiffrer par l'expérience pour vérifier qu'elles n'ont pas qu'un impact négligeable en termes de protection.

Enfin, pour le cas d'une façade végétale créée par la plantation d'arbustes (voire d'arbres dans certains projets récents, cf. le Bosco Verticale de Stefano Boeri) en terrasses sur plusieurs ou tous les niveaux d'un immeuble, il n'y a aucune donnée scientifique permettant d'en démontrer les éventuels bénéfices. Cela est dû au fait que chaque projet est différent : il dépend de la nature des plantes, de leur disposition le long du bâtiment, de la densité des plants etc. Certains avantages peuvent néanmoins être déduits de l'étude des murs végétaux : la végétation rafraîchit les parois de l'immeuble en apportant un ombrage conséquent et grâce au phénomène d'évapotranspiration. Elle peut également protéger en partie les parois de la pluie et filtrer l'air, mais si ces caractéristiques devaient déjà être complétées par des données chiffrées dans le cas des murs végétaux, elles sont à considérer avec d'autant plus de recul dans le cas de terrasses végétalisées. Les mêmes réserves sont à prendre dans le cas des balcons arborés « ordinaires », c'est-à-dire des balcons jardins entretenus par l'habitant : aucune étude n'a su démontrer leur potentiel énergétique et/ou écologique, leur principal intérêt restant pour l'instant d'ordre social (cf. II.3).

# *Le rôle à l'échelle de la ville.*

L'impact positif de la végétalisation sur les bâtiments permet de rassurer particuliers et promoteurs, mais si ce sont les instances publiques qui s'impliquent le plus dans l'installation de complexes végétaux, c'est que ces derniers jouent un rôle crucial pour l'écologie urbaine. Cette végétation participe à la trame verte urbaine et son impact est directement lié à celui des parcs et jardins constituant la ville. Les études présentées ici sont également tirées de rapports d'instances publiques déjà cités plus haut, mais également complétées par certains ouvrages traitant de la place de la nature en ville de façon plus générale.

Le premier impact direct, en écho avec certains résultats évoqués précédemment, est l'amointrissement du phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU). Ces « bulles de chaleur » sont des microclimats artificiels dont les effets ont été évalués pour la première fois par Luke Howard au 19e siècle à Londres. Les ICU ont une grande responsabilité sur le réchauffement global et si leur effet n'est pas atténué dans les prochaines années, il risque d'affecter gravement la qualité de vie des citoyens (cf. fig. 2.10). Ce phénomène est lié directement à l'accumulation d'activités humaines (moteurs, usines, chaudières, réseaux de chaleur etc.) et au changement de la surface du sol, aux matériaux « noirs » (bétons, façade vitrées etc.) accumulant la chaleur et provoquant des pics de température. C'est justement ce problème d'accumulation que la végétalisation entend contrer. Les toitures végétales permettent en effet de réduire la température d'une trentaine de degrés en été (cf. fig. 2.12 et fig. 2.13) limitant grandement la concentration de chaleur en milieu urbain. C'est également le cas des façades végétales, protégeant les parois susceptibles de stocker la chaleur en les ombrant. Les bâtiments « verts » sont plus performants que les bâtiments recouverts d'une peinture blanche réfléchissantes et a fortiori bien meilleurs que les bâtiments dits « noirs » qui eux aggravent les ICU. A noter également qu'en hiver, le phénomène inverse se produit et la végétation permet d'adoucir les températures (cf. fig. 2.11).

Mais si les bâtiments végétalisés viennent en tête des solutions pour contrer le phénomène d'ICU, c'est que les plantes non seulement n'accumulent pas la chaleur mais elles refroidissent l'air grâce à l'évapotranspiration (ET). L'eau de pluie qu'elles absorbent est ainsi « transpirée » par les feuilles des végétaux. Elles humidifient donc leur environnement et par relation thermohygrométrique (lien entre le taux d'humidité et la température d'un milieu) le refroidissent. Ce phénomène dépend de l'eau de pluie retenue dans le feuillage, des radiations solaires, de la surface végétale, du type de plantes etc. C'est pourquoi en région chaude l'évapotranspiration est limitée car les pluies sont plus rares, tandis qu'en région tempérée c'est le manque de soleil qui borne cet effet. Le but ici n'est pas d'altérer les conditions climatiques dans lequel évolue une ville, mais d'accentuer l'ET en augmentant l'aire végétalisée de la ville, en choisissant des espèces et substrats adaptés. Un choix judicieux pour la couverture verte permet ainsi d'optimiser le rafraîchissement de l'air urbain dû à l'ET. Les études sur ce phénomène sont nombreuses mais l'impact réel sur l'environnement urbain n'a pas encore été démontré par l'expérience. Si l'on peut estimer qu' $1\text{m}^2$  de gazon transpire 5L d'eau par jour, ou que la température ambiante au-dessus d'une toiture végétale est réduite d'environ  $4^\circ\text{C}$  (Wong et al, 2003 : étude menée à Singapour), il est délicat de savoir la quantité d'eau rejetée par les différentes plantes présentes en ville et qui plus est la baisse de température effective. Néanmoins, les apports positifs de la végétation pour la lutte contre les ICU sont indéniables, c'est pourquoi il semble raisonnable de vouloir intensifier la végétalisation des bâtiments afin de renforcer la trame verte urbaine.

Un autre effet, largement mis en avant dans la lutte contre le réchauffement climatique, est la photosynthèse produite par les plantes. L'augmentation de la surface végétale permet ainsi d'épurer l'air à travers le processus d'absorption du dioxyde de carbone et de sa transformation en oxygène. Les forêts et autres surfaces végétalisées deviennent alors des « puits de carbone », emmagasinant le carbone absorbé via la photosynthèse. La végétation d'une ville permet ainsi de stocker ses émissions de gaz carbonique et d'améliorer

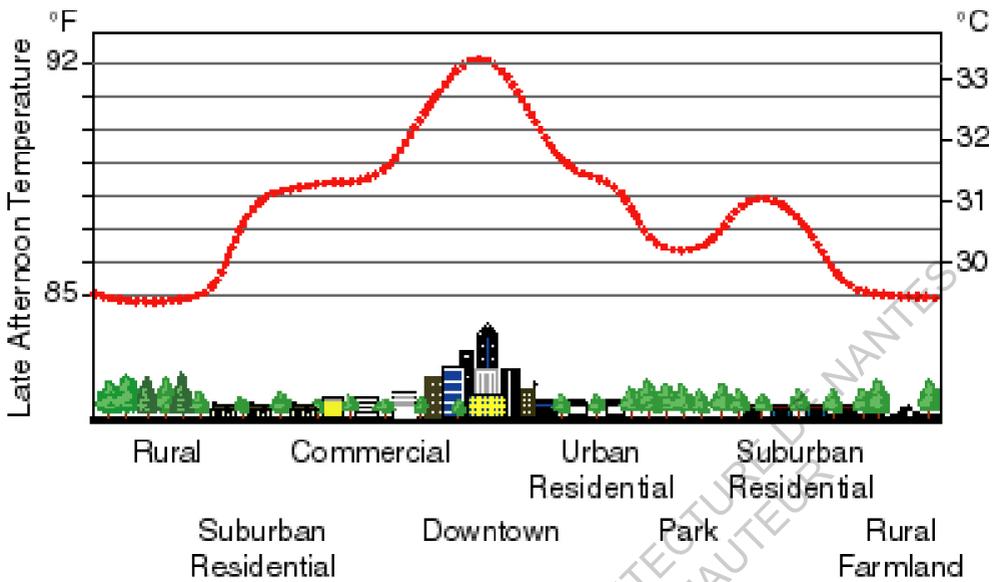
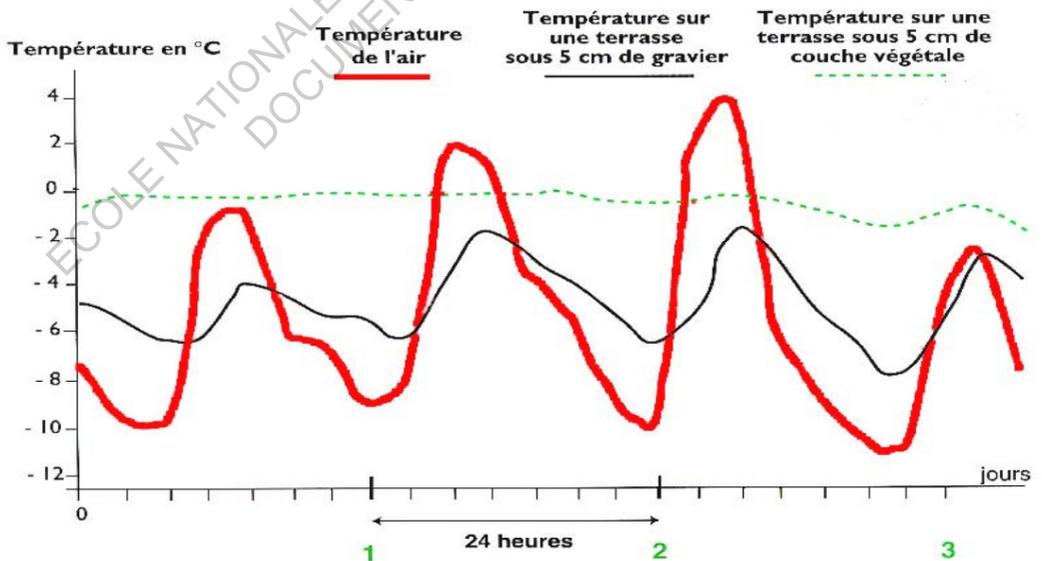


Fig. 2.10 : Courbe montrant l'effet de l'îlot de chaleur

Fig. 2.11 : Impact de la végétalisation sur la température de l'air



la qualité de l'environnement urbain. Les bâtiments végétaux sont donc fondamentaux pour retrouver un air propre, car ils contribuent largement à la densification de la surface végétale disponible en ville. Une nuance est à apporter cependant car si la réduction de CO<sub>2</sub> dans l'air permet de l'épurer, les plantes en contrepartie participent à une augmentation du taux de vapeur d'eau dans l'atmosphère (via le principe d'évapotranspiration). Or, la vapeur d'eau est la responsable de près de 72% de l'effet de serre dans le monde, l'avantage climatique des plantes est donc assez mitigé. Ici à nouveau, il n'y a pas de données chiffrables pour évaluer ce phénomène de purification, car les variables à prendre en compte sont nombreuses et complexes (surface végétale changeante, impact ponctuel du climat, variation de l'activité humaine etc.). Cependant, quelques études récentes permettent d'évaluer le rôle des bâtiments végétaux sur la qualité de l'eau de pluie en milieu urbain. L'eau rejetée par les toits végétaux est en effet filtrée par le substrat et les plantes et change ainsi la constitution des pluies. Principalement développée par Czemieli Berndtsson en Suède, l'étude montre un bilan finalement mitigé, car si l'eau est dépolluée de certains nutriments (notamment les composants azotés comme le nitrate) et métaux (plomb et zinc), elle était enrichie par ailleurs en fer, manganèse et en composé de phosphore. Ces résultats mixtes dépendent cependant de la structure du substrat, de sa composition et de son épaisseur, et invitent les acteurs de la construction concernés par la TTV à continuer les études pour développer des techniques adaptées à la filtration de l'eau par les couches végétales. L'impact de la végétalisation sur l'eau de pluie ne concerne pas seulement sa filtration mais également son ruissellement. Il a été vu précédemment que les TTV diminuaient largement l'écoulement d'eau et en retenant une grande partie. Cette propriété ne sert pas seulement la protection de la toiture mais également le changement du taux d'humidité de l'air urbain. Cela a pour but de palier le phénomène d'assèchement des villes, qui déforme fortement le climat urbain. En effet, si l'on observait une moyenne de 15 à 20 brouillards par an à Paris entre les années 1900 et 1930, cela fait 15 ans qu'aucun brouillard ne s'est manifesté dans la capitale. Enfin, cette maîtrise du ruissellement apportée par les toitures végétales permet de limiter le risque d'inondation, critère particulièrement important pour les villes sujettes à ce risque.

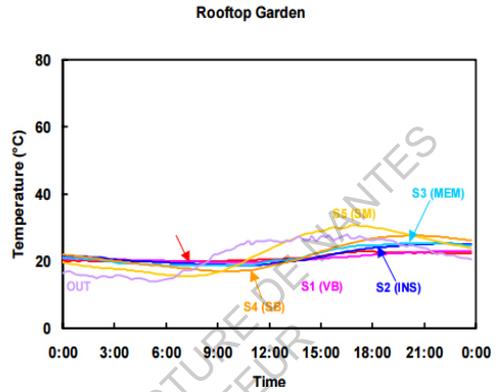
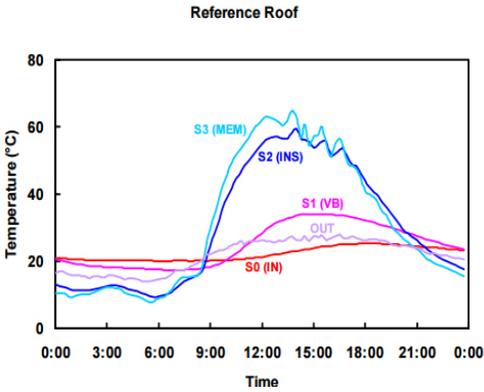
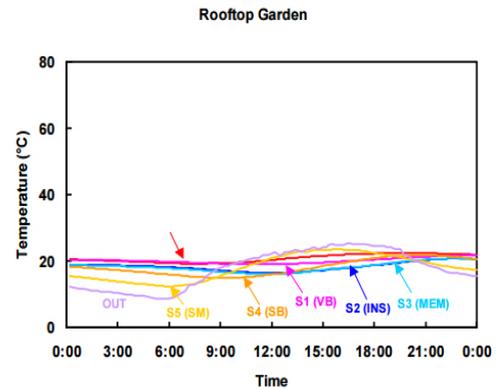
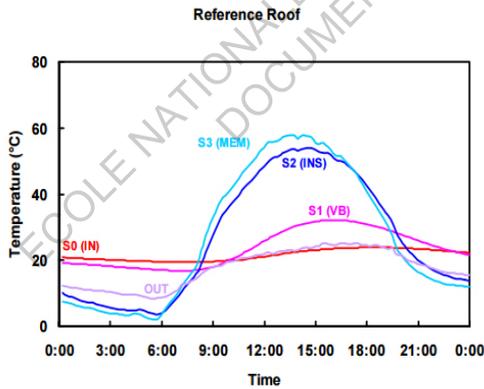


Fig. 2.12 : Profils de température pour une toiture de référence et une toiture végétalisée en été.

Fig. 2.13 : Profils de température pour une toiture de référence et une toiture végétalisée au printemps.



En dernier lieu, la végétalisation des bâtiments s'inscrit comme un des principaux acteurs du renouveau de la biodiversité urbaine. La biodiversité urbaine est en effet au cœur des débats actuels : potentiellement une prochaine cible HQE (la 15e), mise en avant par le Plan Biodiversité de la Ville de Paris et objet de nombreuses publications (Sattler, 2009 ; Obrist et al., 2012 ; Bradel, 2014). Par exemple, l'étude menée par le programme ECORURB à Rennes et Angers (Clergeau, 2011) met en évidence la complexité des relations entre la nature (faune et flore), l'évolution des surfaces au sol et l'activité humaine. Le bâtiment végétal devient alors un espace-tampon important et nécessaire pour contrer l'aridité urbaine hostile au développement de la vie. Il est un outil répondant entièrement à cette question, proposant une relation entre la nature et le bâti. Les commissions publiques mettent cependant en garde sur la nécessité d'utiliser des plantes adaptées à la région dans lequel le bâtiment s'implante. Toute la question de la biodiversité est en fait reliée à un choix judicieux d'une végétation se développant naturellement dans le milieu, permettant d'accueillir une partie de la faune locale. Un rapport publié par la Direction de l'Environnement et de l'Energie Nice Côte d'Azur (Ernst & Young, 2009) a justement mis en avant un panel de diverses toitures végétales utilisant des plantes adaptées à la pousse sur substrat dans la région niçoise. Une étude sur la biogéographie a été nécessaire et a conclu par exemple qu'une installation intensive ne serait pas adéquate vis-à-vis du climat méditerranéen sec et chaud et demanderait un entretien et un arrosage trop gourmand. L'étude montre ainsi que le choix de plantes locales permet non seulement de préserver la biodiversité mais aussi d'avoir une végétation propice au climat dans lequel elle s'implante. Une note enfin a été ajoutée sur la nécessité d'avoir des plantes qui propagent peu les feux, la région étant sujette à un risque d'incendies. Les exemples donnés vont d'une TTV semi-intensive comportant des palmiers nains, des euphorbia characias (arbustes) et des obiones (cf. fig. 2.14) à des TVE principalement composées de sédums (acre et album) en passant par des couvertures de types « prairies » constituées de lavandes, de romarins et d'immortelles (cf. fig. 2.15). Le rapport commente également les éventuels impacts faunistiques, précisant que toutes



Palmier nain



*Euphorbia characias*



Obione (*Hallimione portulacoides*)

Fig. 2.14 : Types d'essences pour une couverture semi-intensive proposés par la ville de Nice



Lavande à toupet  
(*Lavandula stoechas*)



Romarin  
(*Rosmarinus officinalis*)



Immortelle  
(*Helichrysum stoechas*)

Fig. 2.15 : Types d'essences pour une couverture *prairie* proposés par la ville de Nice

les espèces déjà présentes en ville pourraient trouver refuge dans ces toitures végétales, qu'elles peuvent abriter certaines espèces protégées mais également accueillir des espèces envahissantes. Il ajoute qu'un suivi écologique doit être réalisé pour mieux analyser la présence animale.

Pour conclure sur les effets effectifs des bâtiments végétaux, il est certain que ces derniers présentent des avantages non-négligeables à la fois pour l'édifice qui supporte les plantes mais également pour la ville dans laquelle il s'inscrit. Ces avantages proviennent autant de propriétés thermiques avantageuses liées au comportement des plantes, rafraichissant l'intérieur du bâtiment et l'air ambiant de la ville, limitant les îlots de chaleur urbain et permettant une économie d'énergie considérable, que de gestion des eaux de pluie, limitant le ruissellement, améliorant ainsi la qualité des sols et protégeant le bâti. C'est enfin pour des questions de biodiversité que ces surfaces végétales sont prisées par différents acteurs de la construction et du développement de la ville, puisqu'elles permettent le lien nécessaire à la préservation des écosystèmes que l'étalement urbain vient souvent détruire. Ces résultats, présentés maintes fois par les partisans de la végétalisation sont toutefois très nuancés par le manque de données important, particulièrement concernant les façades végétales, et l'imprécision d'études souvent réalisées dans des cadres particuliers soumis à des conditions précises. Il y a encore un large champ d'améliorations possibles, par exemple pour la filtration de l'eau par les substrats qui est pour le moment très mauvaise, ou encore afin d'obtenir des structures plus légères et plus autonomes. Les effets d'évapotranspiration et d'assainissement de l'air urbain doivent faire l'objet d'études sérieuses afin de rendre compte du réel impact de ces phénomènes à l'échelle de la ville et de décider alors seulement s'ils permettent une vraie transition de fond ou s'ils n'offrent qu'une atténuation insuffisante face aux enjeux de la crise écologique urbaine actuelle.

# *Construire et habiter, récits d'entretiens.*

La transition que propose la typologie du bâtiment végétal n'est pas uniquement technique et doit être comprise à travers les enjeux sociaux et économiques qu'elle engendre. Ce changement s'opérera en effet uniquement si elle accompagne un modèle social cohérent et un coût viable. Si la majorité des opérations de végétalisation sont aujourd'hui liées au domaine public, c'est bien qu'il existe encore une appréhension concernant la cohabitation avec le végétal. Il est donc important de s'intéresser aux solutions possibles pour que nos installations vertes accompagnent nos modes de vies ou leur changement. L'étude de ces solutions découle à la fois de sources bibliographiques qui commentent la relation sociologique que nous entretenons avec la nature et de l'enquête menée pour ce mémoire (cf. 1.2).

Ainsi, habiter une structure végétalisée implique une relation forte entre l'habitant et le végétal : il ne s'agit pas de vivre dans une forêt comme nous le ferions dans une cabane, mais bien d'adapter l'espace végétal pour qu'il convienne à notre confort de vie, en bref de s'assurer que les plantes ne deviennent pas une nuisance, ne soient pas envahissantes et puissent au contraire servir de base à une expérience de rencontre avec l'humain et avec la nature. Vincent Renaud, dans sa thèse *Fabrication et usage des écoquartiers français* présentée en 2012 étudie justement comment les nouveaux modes de construction impliquent une adaptation de comportements de la part des habitants. Parti interroger des personnes vivant au sein du premier écoquartier, celui de Bonne construit à Grenoble en 2009 (cf. fig. 2.16), il relate des ressentis décalés par rapport à ce qu'auraient pu attendre les urbanistes : « C'est magnifique, du lierre [...] il m'envahit mais bon c'est un mur végétal, il paraît que c'est très beau mais bon en attendant il y a plein d'araignées, plein de bestioles, et puis moi [...] ils m'ont planté un pied de vigne, du coup j'ai du raisin qui tombe sur mon balcon [...] ça fait franchement crade [...] j'aurais préféré avoir rien du tout [...] à la rigueur planter des tomates dans mes jardinières. »

*En allant vers la rue Jules Raimu, je passe à travers un quartier oscillant entre résidences relativement neuves et zones pavillonnaires. Ce qui me marque le plus, c'est l'importante présence de plantes grimpantes sur les murs des parkings, des maisons et des immeubles. À 500m du mur végétalisé réalisé par So-Green, une maison arbore fièrement une façade touffue, conquise par les plantes (fig. 2.17), donnant le ton avant d'aborder le travail de Sophie Gandon. Ce dernier couronne un square récent, très vert, dans lequel joue des enfants surveillés par quatre dames assises sur un banc. Je décide d'aller les voir, et leur demande leur avis concernant la façade végétalisée qui se trouve devant elles : « Oh c'est sympa, mais il faudrait l'arroser plus souvent. » commence l'une. C'est vrai, je réalise qu'une partie du mur a fané. « Enfin, ça n'a pas changé ma vie non plus. » réplique une autre, soutenues par ses amies. Je décide d'interroger une jeune femme qui passait par là, cabas en main. Le teint mat, les longs cheveux bruns portés par le vent, Mme Gonzalez se montre plus enthousiaste : « C'est sûr que ça ajoute du cachet ! Et puis dans cette zone là, ça brise la monotonie, ça nous change du béton ! (rires) Je passe souvent par cette place en plus, ils pourraient en mettre d'autres je serais ravie. » Je la laisse poursuivre sa route, je croise alors deux hommes d'un certain âge, l'un caucasien aux traits prononcés, l'autre d'origine maghrébine portant une moustache fine grisonnante. Le premier se présente comme Mr. Eimer, le second se fait plus simplement appeler Amed. Ce dernier me confie : « ça donne un nouvel éclairage au quartier. C'est plus joli et tout le monde en profite. Maintenant, ça fait longtemps que je me suis installé ici, il n'y avait pas encore tout ça ! Tout comme le quartier, Nantes a bien changé en trente ans, les vélos, les tramways, et ce genre de petits parcs. En tout cas, les espaces verts, c'est vraiment agréable. » Mr Eimer est du même avis : « Oui c'est drôle de voir la végétation pousser sur le mur comme ça, avant nous on avait le lierre, ou les fraisiers, là c'est très technique je crois, mais c'est joli ça apporte de la couleur. »*

« Moi j'aime pas là, à la limite ça aurait pu cacher la vue des gens [...] mais moi j'aime pas trop les plantes là sur le balcon. Et puis quand ça pousse ça jaunit. » « Ben moi les plantes je trouve ça joli, mais tant que c'est pas devant chez moi ! [...] Et puis les guêpes l'été, je trouve ça plutôt dangereux » « De loin, c'est assez joli je trouve [...] mais franchement sous ma fenêtre, j'aime autant que ça vienne pas, après t'as les bêtes qui vont rentrer et tout. » « Moi je n'aime pas les plantes [...] toutes les fleurs que j'ai ici elles sont en plastiques [...] Je n'aime pas les plantes, là l'écologie je n'aime pas ça. Si je vois les fleurs là qui montent je coupe tout. » « Je lui dis votre mur végétal, vous le mettez où vous voulez mais pas devant chez moi [...] mais ils disent si si ça va, ça va garantir la fraîcheur l'été et tout » (propos recueilli par Vincent Renaud).

Ce qui transparait à travers cette étude et ces témoignages, c'est le décalage entre la pratique et la théorie : les solutions de végétalisation ne peuvent pas être imposées aux habitants, car ils les rejetteraient dès lors qu'elles ne conviennent pas à leur mode de vie. Et si ces modes de vie sont voués à changer, il faut d'abord que les bâtiments végétalisés s'inscrivent dans une démarche transitionnelle. Car une grande partie des

Fig. 2.16 : L'écoquartier de Bonne à Grenoble





Fig. 2.17 : Une maison recouverte de végétation à Nantes

habitants est déjà prête à accepter ce changement : en effet, seulement 30% des personnes que j'ai interrogées se disent inquiètes quant au caractère invasif du mur végétal, et 65% d'entre elles seraient prêtes à accueillir un tel dispositif, se justifiant par l'attrait esthétique et le rapport à l'environnement. Ce taux est encore plus élevé pour le cas des toitures végétales : 80% des personnes interrogées seraient d'accord pour installer une toiture verte sur leur maison. À noter également que les personnes ayant déjà subies des invasions de faune et/ou de flore dans leur habitat sont moins prêtes à végétaliser leur maison, elles sont quand même plus de 50% à y être favorables. Une autre remarque importante concerne l'intérêt de la végétalisation. Ainsi, comme le fait remarquer une participante de l'enquête : « Végétaliser le toit de mon immeuble, oui mais uniquement si je peux y aller ! » Car ces espaces de nature sont des lieux de ressourcement (99% des personnes interrogées trouvent que ces espaces sont des lieux apaisants et/ou agréables) et de rencontre sociale. C'est pourquoi la plupart ne s'intéressent pas vraiment

à la question des toitures végétalisées extensives (seulement 18% apprécient leur esthétique) mais plutôt à celle des toitures intensives, pouvant être transformée en terrasses-jardins (70% trouvent cela très beau). Le cas parisien est éloquent en la matière : la grande majorité des projets de Réinventer Paris ou simplement de végétalisation de toitures offrent un programme participatif comme des jardins ou potagers partagés. Les habitants sont alors impliqués dans le processus de végétalisation, ils ne se sentent pas confrontés à une végétation imposée de force, au simple atout esthétique, et donc sont plus enclins à l'accepter. Il faut cependant garder une réserve sur l'efficacité de ces espaces participatifs, car ils ne concernent encore une fois pas toute la population. Ainsi, si moins de 8% des participants à l'enquête ont déjà utilisé un jardin ou potager participatif, ce n'est pas uniquement parce que ce genre de démarche est rare, mais plus de 42% d'entre eux n'aiment simplement pas jardiner, ou préfèrent jardiner seul.

Encore une fois, les mentalités peuvent être amenées à évoluer, en attendant les bâtiments publics restent les sites les plus propices aux expérimentations végétales. Ceux-ci sont moins directement impliqués dans le quotidien des habitants, et entretiennent une relation plus distanciée et plus visuelle. Ainsi, plus de 90% des personnes interrogées seraient favorables à l'implantation d'une façade végétalisée dans leur quartier, celle-ci apportant un cachet notable pour les habitants. C'est le cas de la façade du mur végétalisé (fig. 2.18), rue Jules Raimu à Nantes, ayant reçu un accueil positif de la part des habitants du quartier. Pour Amed, habitant le quartier depuis plus de 10 ans : « Cela donne un nouvel éclairage au quartier. C'est plus joli et tout le monde en profite [...] Tout comme le quartier, Nantes a bien changé en trente ans [...] Les espaces verts, c'est vraiment agréable. » Même constat pour Mr. Eimer : « Oui c'est drôle de voir la végétation pousser sur le mur comme ça [...] c'est joli ça apporte de la couleur. » et pour Mme. Gonzalez « C'est sûr que ça ajoute du cachet [...] ça nous change du béton (rires) [...] ils pourraient en mettre d'autres, je serais ravie ! » (Propos recueillis par Victor Jimenez). Les bons échos de ce projet sont dus au bon développement de la façade paysagère nous assure Sophie Gandon, paysagiste en charge de cette façade. En effet, comme le souligne une participante de l'enquête « Il y

en a eu un [mur végétal, ndlr] rue Couturier à Argenteuil et le résultat est dramatique ... tout est grillé et c'est très laid ». À Nantes aussi, un mur végétal a mal vieilli rue des Olivettes, les plantes sont mortes et il n'en reste que la grille supportant le substrat. C'est dans cette même rue que se trouve le cabinet Mabire-Reich responsable de l'école Aimée Césaire. L'aspect social du toit végétal de ce bâtiment public est considérable car il offre une aire de jeu ou de promenade pour les enfants de l'école. Et si cet aspect est loué encore par les encadrants de l'école et parents d'élèves, l'architecte Antoine Mabire constate qu'il n'est pas évident pour tout le monde : « Avant il y avait un directeur qui a changé, maintenant il y a une directrice qu'on n'avait jamais rencontré [...] et quand on l'a vu, elle nous a parlé de toit et nous a demandé si on pouvait aller sur le toit. Pour moi c'est surprenant parce que... bah oui on peut aller sur le toit. [...] Du coup on s'est dit qu'il y avait un truc qui s'est perdu en cours de route. » Il continue d'expliquer « C'est assez lié au fait qu'aujourd'hui il ne doit plus rien arriver aux enfants [...] c'est assez drôle parce que du coup elle disait que les enfants s'ils vont sur les toits on doit être à ... je sais plus combien pour les surveiller ! [...] Il y a un cheminement le long du toit (cf. fig. 2.19) et bon à certains endroits c'est assez pentu, mais à aucun moment on ne se poserait la question de savoir si on doit laisser marcher un enfant comme ça [en dehors du chemin, ndlr] pour qu'il se promène le long du toit. » Encore une fois, les pratiques prévues par l'architecte initialement sont en décalage avec l'usage, ici pour des raisons de sécurité et de responsabilité de l'établissement envers les enfants.

Derrière la problématique sociale se cache évidemment la question des coûts. Il ne faut pas oublier qu'après avoir passé en revue toutes les caractéristiques des bâtiments végétalisés sur le plan technique, urbain et social, c'est leur qualité économique, c'est-à-dire les profits engendrés, qui décidera finalement s'ils sont en passe de s'imposer comme l'alternative qui changera le visage de nos cités. L'attrait financier peut en effet attirer ou dissuader les investisseurs, qui, malgré la pression sociale, restent les ultimes décideurs quant à l'implantation massive de ces typologies. Nous nous appuyons sur les coûts de mise en œuvre actuellement disponibles et sur les



Fig. 2.18 : Le mur végétal rue Jules Raimu à Nantes

estimations d'économie d'énergie, mais nous examinerons également les différentes causes de ces prix et leur potentielle évolution pour approcher la viabilité des systèmes de végétalisation sur le marché du bâtiment et de la ville.

Les coûts liés à l'installation d'une TTV sont évidemment variables en fonction des différentes entreprises sollicitées mais également du bâtiment sur lequel il s'implante (si elle est pensée lors de la conception du projet ou en aval sur un édifice déjà construit). Le rapport de la ville de Nice établit cependant une estimation des coûts pour une TVE entre 180 et 380€ au m<sup>2</sup> et entre 360 et 2700€ au m<sup>2</sup> pour une TVI (contre 100€/m<sup>2</sup> pour un simple toit-terrasse). Ces coûts comptent l'intervention d'un spécialiste en phase de conception (environ 7,5 à 15% du coût de l'installation), le coût du diagnostic

initial du toit (environ 2,5 à 5% du coût global), le coût de réfection du toit (qui consiste principalement à mettre une membrane anti-racine) comptant pour 80 à 130€ au m<sup>2</sup> selon le type de toit, le coût des matières premières (substrat et plantes) qui représente la réelle différence entre TVE avec 55 à 115€ au m<sup>2</sup> et TVI allant de 175 à 2050€ et enfin le coût de réalisation qui varie ici aussi entre TVE avec 25 à 70€ au m<sup>2</sup> et TVI avec 70€ à 160€ au m<sup>2</sup>. Les coûts de maintenance restent limités par rapport aux coûts d'installations, ils sont de 10 à 18€ par m<sup>2</sup> par an pour une TVI et pour les premières années de la TVE le temps que la végétation se stabilise et ne nécessite plus qu'un ou deux entretiens annuels. Pour mettre ces coûts en parallèle au coût global de la construction, ils ne comptent en général que pour 1 ou 2% supplémentaire (à mettre à l'échelle cependant des coûts importants d'un bâtiment).

Si ces coûts représentent un investissement, ils engendrent néanmoins des bénéfices liés directement aux avantages vus précédemment. Les études menées par le CSTB sur les atténuations de ruissellement montrent qu'une TTV permet d'économiser entre 5 à 10% du coût de gestion des eaux à l'échelle d'un bâtiment. Le rapport

Fig. 2.19 : Cheminement sur le toit de l'école Aimée Césaire



de la ville de Nice lui estime la réduction d'énergie liée à la climatisation de 15 à 25% grâce aux toitures végétales et une économie de chauffage de 1€/m<sup>2</sup>/an. Ce même rapport ajoute que des bénéfices proviendront également d'un nombre réduit d'entretiens de la couche étanche de la toiture, et qu'à l'échelle de la ville ces systèmes permettront d'améliorer l'attractivité. Enfin, les avantages liés à la biodiversité ne sont pas non plus à négliger, un projet mené par Pavan Sukhdev estimait en effet qu'un hectare de nature pouvait générer jusqu'à 5000\$ de bénéfices par an. C'est coûts représentent ce qu'on appelle les services écosystémiques ou écologiques. Il s'agit de bienfaits que la biodiversité apporterait à travers des services d'approvisionnement (air respirable, eau douce, nourriture etc.), de régulation (effet tampon sur les inondations, inertie climatique), culturels (bénéfices spirituels, récréatifs, esthétiques, pédagogiques), de soutien aux conditions favorables à la vie sur Terre ou encore de puits de carbone (dont nous avons déjà parlé). Ces services ont ainsi une valeur économique comme l'estime Sukhdev, un exemple plus parlant serait par exemple celui des insectes pollinisateurs, rendant un service estimé à 153 milliards d'euros rien qu'en prenant en compte les cultures dont l'homme se nourrit (Gallai et al., 2008). Toutes ces valeurs présentent donc un amortissement considérable de l'investissement initial, et devraient sur le long terme le rentabiliser.

Enfin, il ne faut pas non plus exclure les mesures d'encouragement entamées par les différentes collectivités (et le gouvernement) visant à aider financièrement les projets de végétalisation. Nous avons vu en effet que ces installations avaient un impact sur les finances de la ville, autant par l'attractivité qu'elles génèrent que par l'atténuation des îlots de chaleur, réduisant les consommations globales de la ville. Ces mesures sont aussi motivées par la baisse d'émissions de gaz carbonique liées à une surconsommation d'électricité, et croisent ainsi l'aspect sociétal d'un besoin de réponse à la crise écologique. Les bâtiments végétaux présentent finalement les mêmes caractéristiques économiques que d'autres outils technologiques d'alternative durable comme les panneaux solaires par exemple. Ils ont un coût de mise en œuvre élevé mais deviennent rentables sur le long

terme, et sont encouragés par des politiques sensibles à la transition écologique. L'inconvénient économique majeur découle directement du manque de savoir-faire lié à l'installation des couches végétales et des dispositifs relativement récents disponibles sur le marché. Il est voué à être atténué par le temps si les bâtiments végétaux se popularisent, permettant la multiplication des études et des brevets, l'amélioration des procédés de végétalisation et l'intégration de ceux-ci par les professionnels du bâtiment. Les vertus économiques, elles, resteront a priori fixes dans le temps, même si de meilleures méthodes pourraient offrir de meilleures économies d'énergie, elles ne changeront pas radicalement les réductions d'électricité déjà apportées par les bâtiments végétaux actuels. La généralisation de ces derniers gagnerait cependant à intensifier les bénéfices à l'échelle urbaine, en termes de lutte contre les ICU et de préservation de la biodiversité.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Fig. 3.1 : Toiture de l'école Aimée Césaire à Nantes

A photograph of a modern building with a green roof. The building has a concrete structure with large windows and a walkway. The foreground is filled with tall, dry grasses. The sky is overcast with grey clouds. A watermark 'ÉCOLE DE NAN...' is visible diagonally across the image.

**Évaluer les  
constructions  
végétales.**

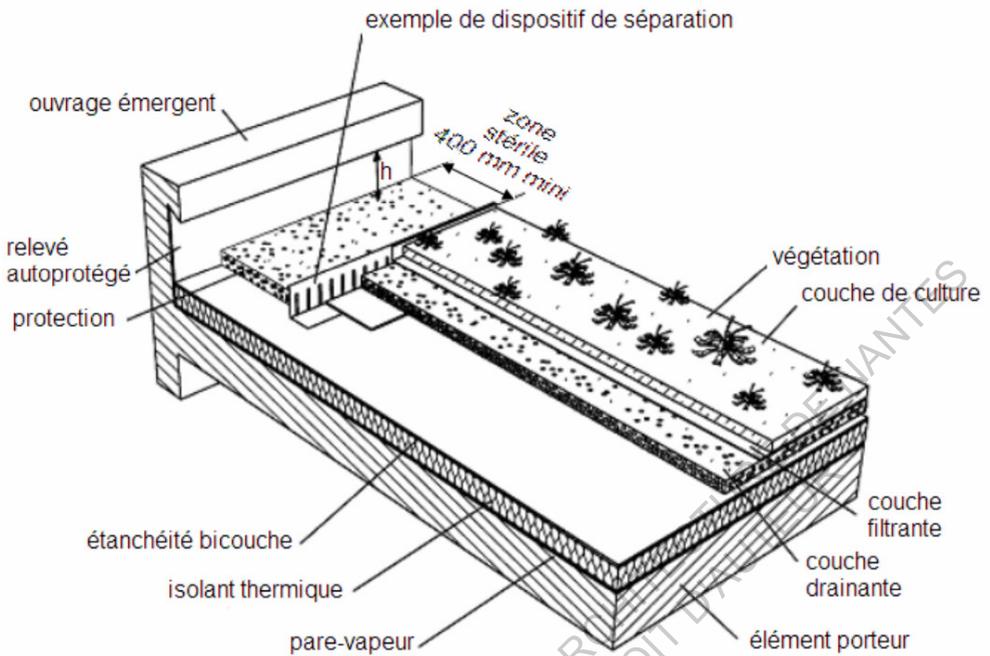
# *Entre théorie et pratique, entre écosystème et social.*

Ce qu'il faut retenir des études menées sur les bâtiments végétalisés, c'est que ces derniers se positionnent effectivement dans la lignée de la transition écologique urbaine. Ils permettent de réduire les effets d'îlot de chaleur urbain, d'assainir une partie de l'air des villes, de réguler les besoins en climatisation des bâtiments etc. Leurs rôles au sein de la conservation de la biodiversité urbaine en font des atouts de choix pour les élus soucieux de mettre en avant la qualité écologique de leur ville. Cependant, il faut bien veiller à se renseigner quant aux techniques de végétalisation permettant, selon les études, d'apporter une vraie réponse en termes de qualité environnementale. Ainsi, toutes les végétalisations ne se valent pas, et certaines sont plus promptes à s'inscrire dans la démarche écologique souhaitée. Les constructions végétalisées doivent ainsi faire l'objet d'évaluations précises pour déterminer leur potentiel écologique, et ce afin d'éviter le travers d'une sur-végétalisation de nos édifices qui pourraient à terme s'avérer nuisible pour l'environnement.

Les toits végétaux doivent ainsi permettre tout d'abord une meilleure étanchéité à travers un jeu de couches drainantes, filtrantes, anti-racines et d'un substrat efficace. Ils doivent également permettre une meilleure durabilité de ce système d'étanchéité, améliorant les dispositifs majoritairement utilisés jusqu'à présent. C'est le cas d'à peu près tous les dispositifs actuels de végétalisation, intensive et extensive. Ceux-là ont en effet fait l'objet de plusieurs études maintenant depuis les années 90 (Puterman, 1997 ; Bass, 2003) et sur les différents dispositifs observés, les résultats ont tous été positifs quant au rôle de la végétation sur l'étanchéité et la protection. Celle-ci doit tout de même faire l'objet d'une mise en œuvre appliquée et respecter certaines règles de construction. Par exemple, les zones stériles (à l'abri du soleil ou dans un couloir de vent) impropres au développement des plantes doivent être prises en

compte et séparées efficacement des zones végétalisées (cf. fig. 3.2), elles doivent être étanches également. Ces zones sont obligatoires aux pourtours des sur-émergences, en périphérie et aux entrées des eaux pluviales (CSFE, 2007). Il est important de souligner que le travail conjoint des différentes associations de constructions favorisant le végétal (cf. 1.3) a permis l'élaboration d'un ensemble de travaux spécifiques qui visent à instruire sur les bons procédés de mise en œuvre de ces toitures végétales. Ainsi, la pose de toiture végétale est bien documentée et les maîtres d'œuvre pourront toujours s'appuyer sur ces références lors d'un chantier. Il est raisonnable de penser qu'au vue des nouveaux programmes politiques de végétalisation en France, ces techniques rentreront dans la pratique courante et que les PLU accueilleront des normes claires concernant les TTV. Cela permettra également de prendre mieux en compte l'évacuation des eaux pluviales sur les bâtiments végétalisés et la possibilité de recycler cette eau en circuit court. Les travaux récents permettent en effet d'imaginer que l'amélioration de la qualité des substrats finira par servir de filtre aux pluies et qu'un système de récupération efficace alimentera une partie des besoins en eau des bâtiments.

Les toitures doivent également faire l'objet d'une étude sur les essences afin de réellement promouvoir la biodiversité. Il est parfois difficile de trouver des espèces locales ne nécessitant qu'un faible entretien et une faible quantité de ressources. Si le système d'irrigation ne permet pas de s'appuyer suffisamment sur la récupération de l'eau de pluie mais exige une dépense d'approvisionnement pour les plantes trop élevées, alors autant sur la question des coûts que sur la question de l'économie des ressources, le bâtiment est dans le mauvais chemin. Mais un bon système de récupération et de stockage de l'eau de pluie ne suffit pas toujours à nourrir des plantes trop exigeantes. C'est pourquoi il est important de bien choisir à l'aide d'un horticulteur ou d'un paysagiste, des essences adaptées aux conditions pluviales de l'installation. Ces essences devraient être également choisies en fonction du positionnement géographique de la toiture. Il ne s'agit pas d'utiliser par facilité des espèces exotiques habituées à des conditions climatiques difficiles mais de privilégier



$h$  = conforme au DTU ou aux AT en fonction de la pente et de la protection

Fig. 3.2 : Exemple de dispositif de séparation

des plantes locales susceptibles de créer une continuité pour la biodiversité de la région. Si possible, utiliser des essences rares ou menacées permettrait de renverser la tendance et de donner une seconde vie à des plantes qui pourraient disparaître sinon. Le cas du toit de l'école Aimée Césaire est un bon exemple d'application réussie de ces principes. Les végétaux ont été choisis pour rappeler le paysage des dunes de l'estuaire nantais (cf. fig. 3.3), et l'équipe de l'agence de paysagisme Phytolab est allé cueillir les graines directement au sein des dunes de la région. Cette toiture a également été mise en œuvre très justement en faisant attention aux détails important d'isolation et d'étanchéité, et s'inscrit donc dans une perspective de transition écologique.

La qualité supplémentaire de cette école est qu'elle permet l'usage de cette toiture comme parc ou promenade pour les élèves et enseignants. Car habiter ces toits végétaux est primordial pour permettre

une transition sociale accompagnant les modes de vie des habitants. Comme nous l'avons vu à travers les différents entretiens recueillis et l'enquête menée, ceux-ci sont plus favorables à l'installation d'une toiture végétalisée s'ils ont accès à celle-ci afin de profiter de son ambiance ou participer à sa culture. Comme l'a dit une participante à l'enquête : « je suis pour les potagers ou arbres fruitiers en ville, pour remettre la culture des plantes au milieu de ceux qui les consomment et doivent les entretenir ». La proposition d'utiliser de plus en plus les jardins et potagers participatifs en toiture de la ville de Paris n'est pas anodine et coïncide avec une certaine volonté de changement dans nos pratiques de consommations. Toutefois, comme le dit cette même participante, quand on lui demande si elle souhaite une toiture végétalisée sur son bâtiment : « il faut qu'il y ait dans l'immeuble plusieurs personnes qui l'entretiennent car je suis souvent en voyage et je ne peux pas m'engager alors que les plantes, elles, ont besoin de soins réguliers ». En effet, comme il a déjà été dit (notamment à travers l'exemple de l'écoquartier de Grenoble), la végétalisation ne peut pas être imposée aux habitants mais se doit d'être au cœur d'une initiative commune qui permettrait une bonne relation entre les usagers et les plantes.

Les mêmes conditions s'appliquent afin de construire des façades végétalisées à haute qualité environnementale en accord avec les habitants : une mise en œuvre appropriée afin d'optimiser les qualités écologiques de la façade, une réflexion sur le projet architectural et une concertation avec les éventuels résidents (ou potentiels acheteurs) pour créer une installation optimale. La nuance qu'il est nécessaire d'évoquer réside dans le relatif manque d'informations concernant les techniques d'application et le manque de résultats significatifs sur le réel impact énergétique. Ainsi, si les programmes de végétalisation souhaitent augmenter les installations verticales, ils devront d'abord passer par une phase d'études (qui semble-t-il est déjà en cours selon les sites des structures concernées) afin d'établir une liste des techniques participant vraiment à améliorer la qualité environnementale d'un bâtiment, et de dresser ensuite des normes à inscrire dans le PLU pour que les façades végétales deviennent un réel outil dans la lutte contre l'énergie et pour la préservation de la biodiversité. Il serait intéressant également de



Fig. 3.3 : Perspective du projet de l'école Aimée Césaire montrant le paysage de dunes qu'elle recrée.

recenser avec le recul l'évolution des bâtiments proposant des terrasses arborées (comme le Bosco Verticale par exemple), et d'évaluer l'apport effectif de ces projets, leur éventuelle dégradation et comment nous pourrions les améliorer.

Finalement, à la vue des politiques engagées pour la végétalisation et des techniques déjà développées, les idées utopiques de Vincent Callebaut ou de Terreform One pourraient réellement refléter en partie l'état de nos villes futures : des villes végétalisées auto-suffisantes, où le consommateur serait en lien direct avec la production viagère, à énergie positive et proposant des espaces de nature stratifiés. Ce serait cependant présumer que la tendance resterait la même pour les décennies à venir et que les différents acteurs de la construction, principalement les architectes, garderaient ce cap sur le long terme. Si cela représente une possibilité, il reste encore de nombreux points à éclairer avant de se projeter dans des villes métamorphosées par la nature.

## ***Limites des terrains et opportunités.***

Nous l'avons déjà évoqué, la végétalisation n'a pas encore aujourd'hui dévoilé tout ce qu'elle avait à offrir, mais elle n'a pas encore non plus révélé tous les problèmes qu'elle pourrait engendrer. Les études sont récentes, le changement des mentalités également, les programmes ne sont encore qu'au stade embryonnaire, et il est difficile de prévoir à l'avance ce à quoi la tendance nous aura menés une fois éclos. Ainsi, plutôt que d'espérer le meilleur à travers une foi aveugle envers un écologisme utopique, il convient de se préparer aux changements que la popularisation des bâtiments végétalisés risque d'apporter afin que la transition soit la plus favorable possible pour les villes mais également pour les habitants, et de faire en sorte que cette pratique ne connaisse pas les dérives des utopies technocrates du début de XXe siècle.

La première chose à noter, mise en avant à plusieurs reprises dans ce travail de mémoire, est le besoin d'avoir un support scientifique et technique plus riche, autant pour les façades que pour les toitures végétales, même si ces dernières, moins récentes, ont été d'avantage documentées ces dernières années. Le besoin de données chiffrables, de mesures expérimentales et de modèles théoriques sur ces nouvelles technologies est crucial pour permettre leur bon développement. Sans cela, le risque est de courir vers l'installation d'une végétation qui n'apporterait pas les bienfaits revendiqués et de devoir a posteriori corriger ces erreurs, ce qui serait coûteux et peu, voire pas applicable pour la plupart des cas. La philosophie des bureaux d'études en attendant est de dimensionner les étanchéités et les isolations (thermiques et acoustiques) sans prendre en compte la couche paysagère, quitte à sur-dimensionner les installations (cf. II.1). C'est ce que nous explique l'architecte Antoine Mabire : « C'est dur à modéliser : on sait que ça apporte mais on ne sait pas combien. Et comme on doit remplir des formulaires vérifiés par des bureaux de contrôle, on fait en sorte que sans ça [la végétalisation, ndlr] et donc forcément avec ça fonctionne mieux [...] Mais c'est un sujet

intéressant, c'est qu'il y a beaucoup de choses qu'on n'arrive pas à modéliser et donc dès qu'on sort des sentiers battus, c'est dur de prendre tout en compte ». Ainsi, le gain matériel et technique que devrait nous apporter les apports énergétiques et d'isolation de la végétation est à l'heure actuelle fictif, car les bureaux d'études ont trop peu de données sur lesquelles s'appuyer. Les études permettraient ainsi de comprendre mieux les mécanismes physiques des structures végétalisées et d'offrir aux constructeurs, par exemple, la possibilité de réduire la quantité de laine de verre à mettre dans un édifice. Les recherches menées sur l'utilisation de façades végétales pour conditionner l'air naturellement pourraient également aboutir à l'élaboration de techniques innovantes pour remplacer les systèmes de climatisation.

Le second point qu'il faudra éclaircir concerne le droit de la construction. En effet, les lois actuelles sont inadaptées à l'installation des nouveaux systèmes de végétalisation. Or, on peut sans peine imaginer les problèmes juridiques qu'engendreraient de telles structures : problèmes liés au voisinage avec l'envahissement des plantes grimpantes ou non, problèmes liés à l'entretien de la végétation dans un immeuble collectif etc. Il faudra également anticiper les lois de responsabilité vis-à-vis des structures végétales : qui est responsable lorsque les plantes causent des dommages aux propriétés ? Il faudra peut-être distinguer l'implication du paysagiste, du maître d'œuvre ou même de l'agent d'entretien. Ces questions vont devoir ainsi accompagner le développement des bâtiments végétalisés, car celui-ci entraînera forcément une augmentation des dommages liés à la végétation et le traitement juridique de ces derniers risquent d'être assez délicat tant qu'aucune loi encadrant la végétalisation ne soit adoptée.

Enfin, la partie la plus importante à explorer reste aux mains des architectes. La végétalisation ne doit pas devenir une réponse systématique mais un terrain d'expérimentations pour les penseurs des espaces urbains de demain. Si les élus politiques évaluent les bâtiments végétalisés en fonction du nombre de mètres carrés de

surface plantée, ça ne doit pas être le cas des architectes. Ces derniers doivent mettre la végétation au service d'un projet architectural réfléchi, et ils sont ceux qui peuvent encore le mieux proposer des systèmes innovants pour intégrer celle-là au sein de leurs réalisations. L'architecte doit cependant garder le contrôle de l'ensemble de son projet et ne pas essayer de se perdre dans une végétalisation à tout prix sous l'influence d'une tendance générale ou sous la pression des politiques. L'architecte Antoine Mabire explique encore une fois :  
« L'écriture d'un bâtiment m'intéresse, tu ne peux pas y échapper, par contre que ce soit un point de départ, ça, ça ne m'intéresse pas. Donc que ce soit une tendance de tartiner un bâtiment de végétation, peut-être mais ça ne m'intéresse pas. En fait ce qui me gêne là-dedans, ce n'est pas que ce n'est pas intéressant de mettre de la végétation sur un bâtiment, mais ça ne doit pas faire oublier les qualités globales qu'il y a derrière le projet. C'est comme à un moment donné, un bâtiment tu pouvais faire n'importe quelle merde [sic] en bois et c'était bien. Du coup le risque c'est de faire des mauvais projets et avec un coup de végétalisation ça devient quelque chose de bien, et ça, ça m'horripile [...] il faut vraiment regarder de manière globale »

Car en effet, la dérive majeure que peut engendrer cette tendance, c'est de donner de la valeur à un bâtiment qui n'en n'a aucune, sous prétexte qu'il est végétalisé. C'est ici que toute la question de l'évaluation des constructions végétales prend sens, et qu'elle atteint ses limites. Un bâtiment doit être qualifié avant tout par ses qualités architecturales globales, et la pertinence de sa surface végétale doit être évaluée à travers ce prisme, c'est-à-dire qu'elle doit répondre à une démarche réfléchie de la part de l'architecte. Ensuite seulement vient l'évaluation de ses qualités énergétiques, d'isolation, de rafraîchissement des îlots de chaleur urbain etc. La végétalisation offre en effet un terrain d'opportunités fertile pour les architectes, mais il doit être cultivé dans l'optique d'enrichir le projet de construction. L'expérimentation seule ne peut pas se justifier, et c'est sûrement la raison qui a conduit la Tower Flower d'Edouard François (cf. fig. 3.4) ou encore l'écoquartier de Grenoble à une réception négative. L'architecte doit créer un espace à habiter, s'il



Fig. 3.4 : La Tower Flower d'Edouard François à Asnières-sur-Seine

oublie cette composante essentielle, peu importe la surface verte, le projet ne marchera pas. Antoine Mabire continue : « J'ai déjà vu des architectures qui se voulaient très vertueuses mais dans lesquelles je n'habiterais jamais, et ça c'est anti-écologie [...] Sans doute que l'écoquartier de Grenoble n'a pas été réfléchi, on revient à la question où c'est bien de faire les choses, mais comment on les fait et pourquoi on les fait ? Pour un lieu qui accueille sa biodiversité, il y a une question d'équilibre, là ça a dû être pensé de façon décorative et forcément ça ne marche pas. Par exemple faire un plan d'eau c'est super, les bassins chez Neutra je trouve ça hyper beau mais moi y a un truc : je ne supporte pas les moustiques. Ça paraît bête mais voilà il faut y penser avant, il faut réfléchir. » Et il faut surtout penser au revers de la médaille. La végétalisation apporte certes des qualités mais elle se fait probablement au détriment d'autres choses. Déjà au niveau des coûts : avec des budgets de plus en plus resserrés, le choix d'implanter des surfaces végétalisées apporte un surcoût et donc prend la place dans le budget d'autre chose qui aurait pu servir le projet architectural. Le rôle de l'architecte est donc de prendre en compte les différentes composantes qu'il a à disposition afin de déterminer si la végétation apporte une réelle utilité au bâtiment ou s'il ne faudrait pas privilégier d'autres solutions visant à améliorer la qualité de l'habitat. « Sur le fond [...] ça ne me dérange pas de végétaliser, mais à un moment donné [...] ça a un coût [...] et la question c'est : si je fais ça, qu'est-ce que je ne fais pas par ailleurs ? Il faut faire des choix, la question c'est réellement le rapport entre les moyens et les effets. Par exemple je préfère offrir des balcons à des gens qui vivent dans un immeuble que végétaliser le toit sur lequel ils n'iront jamais. » conclut Antoine Mabire.

# *L'école d'architecture de Nantes, végétaliser un bâtiment existant*

Un cas peu abordé au cours de ce mémoire est celui du bâti existant. En effet, même si toutes les nouvelles constructions sont amenées à être végétalisées, il faudra envisager une réflexion sur la rénovation végétale des bâtiments déjà construits si l'on souhaite optimiser les surfaces vertes au sein de la ville. L'existant pose cependant problème à plusieurs niveaux. En premier lieu, il y a une bien moindre praticabilité sur ces bâtiments, liés à des problèmes de poids notamment (les toitures végétales doivent être prises en compte dans le calcul de la charge, or les toits existants sont souvent sous-dimensionnés une fois confrontés à cette surcharge). Cette difficulté peut être due également à des problèmes d'étanchéité (impossibilité de mettre en œuvre les couches nécessaires à l'implantation des végétaux), de matériaux (le bois peut se révéler sensible à l'augmentation du taux d'humidité apportée par les plantes, altérant ses propriétés physiques et possiblement la stabilité du bâtiment) ou simplement d'espaces disponibles pour accueillir les surfaces végétales (notamment pour les architectures non-conventionnelles possédant un travail recherché sur la matérialité, comme le musée Bilbao de Frank Gehry, par exemple). Végétaliser un bâtiment existant nécessite donc une série de conditions préalables, qu'une partie des édifices actuels ne remplissent pas. Ainsi, vouloir rénover un bâtiment en y intégrant une surface verte peut impliquer de revoir la structure porteuse de celui-ci, impliquant un surcoût bien supérieur à la simple pose d'une nappe végétale. Comme nous l'avons déjà évoqué, ce coût supplémentaire se fera nécessairement au détriment d'autres choses (qu'il soit géré par une subvention ne règle le problème que superficiellement car cela réduit le budget administratif de la ville ou de la région, et donc pénalise un autre aspect des dépenses publiques). L'architecte Antoine Mabire ajoute : « Je pense qu'il faut qu'il y ait un équilibre : c'est une chose de bien faire du neuf, mais le risque à vouloir trop bien faire les nouvelles

constructions c'est qu'on néglige les rénovations. Peut-être qu'il serait plus judicieux de faire un peu moins bien le neuf, mais mieux les rénovations. » En effet, il faut également dans le cas des édifices déjà construits, réfléchir à la démarche globale : est-ce que ce bâtiment se prête à une végétalisation ? Est-ce que l'apport d'une surface verte n'est-il pas secondaire par rapport à une éventuelle consolidation de la structure ? Quel est le budget nécessaire à cette végétalisation ?

Il n'est pas non plus souhaitable que la végétalisation altère les qualités architecturales du projet, et donc notre façon de l'habiter. Nous avons vu que la végétation peut vite devenir invasive (comme dans l'écoquartier de Bonne à Grenoble) spécialement si elle n'est pas pensée en amont du projet. La dérive est donc de rendre invivable un bâtiment qui marchait très bien avant sa rénovation. La recherche de l'effet est primordiale car elle permet d'anticiper les conséquences que pourraient avoir la végétalisation sur une architecture existante. Au-delà de savoir si le bâtiment peut structurellement accueillir des surfaces vertes, il faut savoir si celui-ci peut s'adapter aux effets de la végétation, et si ces dernières n'empêchent pas de garder un certain confort d'habitation. Il ne faut pas non plus que l'ajout de plantes trahisse l'intention du projet. En effet, un architecte peut très bien décider de jouer la carte d'une minéralité pure, et donc s'opposer à l'ajout de composants organiques a posteriori lors d'une phase de rénovation. Pour résumer simplement, le constat est le même que pour les nouvelles constructions : la végétalisation ne doit pas être systématique mais l'objet d'une démarche de recherche approfondie et justifiée. Un bâtiment peut très bien être capable d'héberger une surface verte sans que cela n'altère son fonctionnement ou son intention, et cela peut même parfois apporter certaines qualités de vie au projet, mais ce n'est possible que s'il y a ce travail de réflexion en amont, d'autant plus qu'une rénovation n'offre pas les mêmes possibilités de création qu'un bâtiment neuf.

Pour illustrer ce propos, un travail a été réalisé avec l'aide de plusieurs étudiants de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes (ENSAN) au sein d'un petit workshop ayant pour objectif de réfléchir ensemble aux solutions possibles pour végétaliser le bâtiment



*Autour d'une table sont réunis 5 de mes camarades de projet, étudiants en licence 3 à l'école d'architecture de Nantes : Lambert D., Aline F., Mathilde T., Mahaut H. et Kilian T. Je lance alors le débat : « On vous propose de végétaliser l'école d'architecture, quelles méthodes imagineriez-vous pour le faire ? Quelles parties de l'école laisseriez-vous intactes ? ». Les esprits cogitent un moment, sans bruit, puis Aline brise le silence : « D'accord pour végétaliser, mais il faut se demander pourquoi on le fait ? ». Mahaut répond : « Bah ça créerait des espaces verts pour se détendre entre les cours. – Des espaces verts on en a déjà au bord de la Loire, reprend Aline, si je veux prendre une pause, je descends juste devant l'Absence et je m'assoie sur l'herbe devant le fleuve ! ». Lambert renchérit : « Je suis d'accord avec Aline, si on végétalise nos terrasses autant que ça apporte quelque chose de plus qu'un simple espace de détente – Comme un terrain de football ? plaisante Kilian – Pourquoi pas ! (rires) Non, sérieusement, on pourrait imaginer des potagers participatifs par exemple avec l'instauration d'une association AMAP. » Tout le monde acquiesce autour de la table, l'idée semble séduire les camarades. Mahaut ajoute « Oui, ce serait super, on pourrait en profiter ou même faire en sorte que les fruits et légumes soient utilisés par le restaurant universitaire. » Je les interroge alors sur la question de l'entretien. Seraient-ils investis par la gestion de ces potagers ? « Non, rétorque Lambert, je n'aurais sûrement pas le temps pour m'en occuper, mais consommer les fruits ou légumes qui se cultivent, carrément ! ». Aline rapplique « Le potager pourrait être entretenu par des personnes extérieures, ce qui permettrait de redonner à l'école sa valeur d'espace public. – Et on pourrait toujours utiliser les terrasses pour se détendre, dit Lambert, c'est très agréable de se promener dans un jardin potager. ». Encore une fois, la table entière semble séduite par l'idée. Mathilde porte alors la question sur les façades : « On pourrait peut-être faire grimper des plantes le long des parois de polycarbonate ? – Pourquoi pas, répond Mahaut, mais est-ce que ce serait vraiment faisable ? – Ou vraiment utile ? ajoute Lambert, oui ça pourrait être joli, mais est-ce qu'on y gagnerait quelque part ? Peut-être en isolation ? » Je leur réponds alors qu'il serait difficile de faire grimper des plantes sur des parois mobiles, et qu'elles n'apporteraient malheureusement pas une isolation suffisante. Le workshop touche à sa fin, les étudiants ont surtout montré leur intérêt pour l'implantation sur les terrasses de l'école de jardins potagers qui profiteraient à tous.*

accueillant l'école d'architecture. Un débat a ainsi été créé entre 6 étudiants de 3e année (cf. encadré) pour aboutir à un projet fictionnel de végétalisation de l'ENSAN. La première question abordée a ainsi été d'étudier les parties du bâtiment susceptibles d'accueillir une structure végétale. Le bâtiment de Lacaton et Vassal a été conçu à l'aide d'une structure portante en béton pouvant soutenir des charges importantes. Le toit notamment a été dimensionné pour supporter des installations considérables, ce qui nous laisse une grande liberté pour l'implantation de toitures-terrasses jardins. Le poids n'est pas un problème, les matériaux non plus, les planchers de bétons bruts se prêtent bien à la pose de substrat, de n'importe quelle épaisseur. En revanche, il n'y a pas de parois opaques importantes permettant l'installation d'un mur végétal en feutre, mais seulement des parois vitrées et des parois en polycarbonates. L'implantation d'un dispositif vertical se ferait donc en remplacement des actuelles façades (fig. 3.5). Se pose alors la question de l'utilité et de l'intérêt des nouvelles surfaces vertes. Outre les avantages écologiques au service de la ville pour la qualité de rétention des eaux et pour la biodiversité (entre autres), au sein d'un établissement public comme l'ENSAN, qui de plus joue un rôle marquant dans le parcours des futurs architectes y étudiant, il serait dommage de ne pas dépasser les seules qualités techniques et énergétiques de la végétation. Parlons d'abord de ces dernières, car il faut voir si l'amélioration de la demande en énergie du bâtiment peut être effectivement réalisée à l'aide de systèmes végétalisés. L'école est très mal isolée au sein des espaces semi-ouverts, choix voulu des architectes de privilégier la multiplication des zones de travail en utilisant les parois de polycarbonate. Le résultat est qu'en hiver les plateaux de studios comme au niveau 0C sont très froids et les salles isolées souvent surchauffées et mal aérées. Cependant, il est difficile de prévoir des systèmes palliant ces problèmes car ils sont liés au choix des façades de polycarbonate (peu isolantes), et la résolution impliquerait le remplacement pur et simple de ces parois par des nouvelles parois végétalisées (peu importe d'ailleurs qu'elles le soient ou pas puisque c'est le remplacement qui compte ici, pas la végétation). L'ajout de toitures végétales permettrait d'améliorer l'isolation du toit et des terrasses mais en comparaison avec les

perles engendrées par les façades semi-isolantes, le gain ne serait pas assez intéressant pour justifier l'utilisation de la végétation.

Viens alors l'impact sur la qualité de vie des étudiants de l'école. En effet, les surfaces vertes pourraient servir de lieu récréatif ou d'apprentissage pour ces derniers. Cependant, comme le fait souligner Aline (cf. encadré), les bords de Loire constituent déjà un espace vert accessible et agréable pour se ressourcer ou se détendre. L'installation de végétation sur les terrasses devient alors concurrentielle des espaces proposés par les bords du fleuve longeant le bâtiment. Il faut qu'elle puisse dépasser le simple statut de cadre naturel pour donner lieu à une démarche plus intéressante. Lambert acquiesce (cf. encadré) et propose, plutôt que de créer une espèce de parc, un jardin potager participatif. L'idée rejoint alors, sans le savoir, les programmes que la ville de Paris met actuellement en place sur

Fig. 3.5 : Collage de façades végétalisées sur l'école d'architecture



les toits de la capitale. Les autres étudiants semblent séduits par l'idée : des terrasses-jardins propices à la culture des plantes qu'ils pourraient exploiter soit pour leurs études mais plus simplement pour la consommation de chacun. Seraient-ils investis dans l'entretien de ces potagers ? « Non, rétorque Lambert, je n'aurais sûrement pas le temps pour m'en occuper, mais consommer les fruits ou légumes qui se cultivent, carrément. » La création d'une association AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne) pourrait en effet se charger de l'entretien des plantes et de la distribution de paniers proposant les fruits de la récolte, redonnant à l'ENSAN une place nouvelle au sein de l'espace publique et de sensibiliser les jeunes architectes à la culture locale. Le lien social créé serait fort et permettrait d'exploiter au mieux le potentiel de la végétalisation. Les jardins et potagers pourraient également servir de lieu récréatif (fig. 3.6) pour les étudiants, combinant ainsi les différents degrés de relation à la nature.

L'ENSAN est ainsi un bâtiment qui se prête particulièrement à cette démarche de végétalisation. C'est un édifice libre d'appropriation, possédant une structure importante qui ne pose pas de contraintes de poids. Mais c'est surtout un lieu d'expérimentation sociale, et ce car son programme est voué à préparer les penseurs de la ville de demain. L'architecture en elle-même, bien qu'extrêmement minérale et aride, ne se présente pas comme tel par essence, sa minéralité découlant simplement de l'utilisation de matériaux efficaces et peu chers. Elle ne serait pas remise en cause par l'implantation de terrasses-jardins. L'apport de la végétation pourrait, à travers un programme de culture participative et de redistribution, introduire un nouveau rapport de consommation chez les futurs architectes, tout en contribuant au confort urbain grâce aux effets décrits dans la partie II.2, notamment en limitant l'évacuation des eaux de pluie (Nantes étant une ville sujette à de nombreuses précipitations). Les risques doivent toutefois être pris en compte pour que la végétation n'apporte pas plus de désagréments qu'elle ne crée de qualités, notamment en termes d'étanchéité et de limitation de la

surface végétale (pour qu'elle ne devienne pas invasive au-delà de ses bornes) notamment vis-à-vis de la distance entre les premiers plants et l'entrée extérieure des studios : l'arrivée potentielle d'une certaine faune (insectes et oiseaux) dans ces nouveaux espaces verts ne doit pas déranger les conditions de travail des étudiants. Il va falloir veiller à bien penser également le système d'irrigation, bien que, comme dit précédemment, la ville compte une pluviométrie assez élevée. Le choix des espèces potagères également pourra faire l'objet d'une étude en collaboration avec les agriculteurs de la région, et elles pourront être associées avec la culture de plantes non consommables mais utiles pour le développement des premières. L'idée d'une ENSAN renaturée est alors séduisante, car l'école serait un véritable témoin des besoins contemporains de la société, depuis la volonté de proposer de grandes surfaces avec peu de moyens jusqu'à la création d'espaces végétalisés retrouvant la relation entre l'homme et la nature, mais aussi les liens entre les personnes d'un même quartier.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE LYON  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT DE PREMIER PUBLI

Fig. 3.5 : Collage de toitures végétalisées sur l'école d'architecture



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

# *Table des illustrations.*

Couverture :

**Fig. 0 : Le Bosco Verticale de Stefano Boeri à Milan.**

*Photographe : Paolo Rosselli*

<http://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>

**Fig. 1.1 : Mur végétal, rue Jules Raimu à Nantes**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 1.2 : La caricature d'A.B. Walker**

*LIFE magazine «Real Estate Number», mars 1909*

<http://www.architakes.com/?p=1687>

**Fig. 1.3 : Le projet de James Wines intitulé *Highrise of homes***

*James Wines, encre et fusain, 1981*

<http://www.siteenviroidesign.com>

**Fig. 1.4 : Le musée du Quai Branly réalisé par Jean Nouvel en 2005**

*Patrick Blanc, septembre 2013*

<http://www.murvegetalpatrickblanc.com>

**Fig. 1.5 : Le projet pour réhabiliter la gare Masséna, DGT Architects**

*Dorell Ghotmeh Tane Architects*

<http://www.dgtarchitects.com>

**Fig. 1.6 : Le projet *Mille Arbres* de Sou Fujimoto et Manal Rachdi**

*OXO Architects*

<http://www.oxoarch.com>

**Fig. 1.7 : L'école Aimée Césaire réalisée par Mabire-Reich**

*Photographe : Philippe Ruault*

<http://www.mabire-reich.com>

**Fig. 1.8 : Sophie Gandon devant le mur végétal du Breil**

*Photographe : Camille Guillemois*

<http://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/le-mur-vegetal-pousse-aussi-sur-le-terreau-social-1403083>

**Fig. 1.9 : Centre culturel de Fukuoka conçu par Emilio Ambasz**

*Photographe : Hiromi Watanabe*

<http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>

**Fig. 1.10 : Agro-housing, projet en cours par Knafo-Klimor architects**

*Knafo Klimor architects, 2007*

<http://www.kkarc.com>

**Fig. 1.11 : Vision d'artiste de Paris en 2050 par Vincent Callebaut**

*Vincent Callebaut Architecte*

<http://vincent.callebaut.org>

**Fig. 1.12 : Proposition de *smart city* pour New York par Terreform One**

*Photograph : Joachim Mitchell / Terreform One*

<http://www.terreform.org>

**Fig. 1.13 : Collage proposé pour le projet *Ma Ville Demain***

*Collectif Ma Ville Demain, le projet 2030*

<http://www.mavilledemain.fr>

**Fig. 1.14 : édifice Biopark réalisé par Valode & Pistre en 2006**

*Photographe : André Morin*

<http://www.cool-cities.com/centre-de-biotechnologies-biopark-1151/>

**Fig. 2.1 : Détail de la végétation du mur végétal du Breil**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 2.2 : Représentation schématique de compositions de toitures vertes**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/eau-de-pluie-toitures-vegetalisees.pdf>

**Fig. 2.3 : Demande énergétique moyenne journalière due aux flux de chaleur traversant le toit, avec et sans végétalisation**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.4 : Demande énergétique cumulée due aux flux de chaleur traversant le toit, avec et sans végétalisation.**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.5 : Variations de température en été pour différentes toitures, la toiture verte étant la plus performante**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.6 : Mesure de l'eau sortante de toitures en bac acier, gravillonnaire ou végétalisée en été**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/gestion-de-l-eau.pdf>

**Fig. 2.7 : Mesure de l'eau sortante de toitures en bac acier, gravillonnaire ou végétalisée en hiver**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/gestion-de-l-eau.pdf>

**Fig. 2.8 : Mesure de l'effet retard pour différentes toitures végétalisées et d'une toiture témoin**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/gestion-de-l-eau.pdf>

**Fig. 2.9 : Dépenses électriques (kWh) avec et sans couverture végétale**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.10 : Courbe montrant l'effet de l'îlot de chaleur**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/contribution-thermique-toitures-vegetalisees.pdf>

**Fig. 2.11 : Impact de la végétalisation sur la température de l'air**

*Archives du CSTB*

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/contribution-confort-urbain.pdf>

**Fig. 2.12 : Profils de température pour une toiture de référence et une toiture végétalisée en été**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.13 : Profils de température pour une toiture de référence et une toiture végétalisée au printemps**

*Brad Bass, CNRC*

<http://www.nrc-cnrc.gc.ca>

**Fig. 2.14 : Types d'essences pour une couverture semi-intensive proposés par la ville de Nice**

*Direction de l'Environnement et de l'Energie Nice Côte d'Azur*

[https://www.nice.fr/uploads/media/default/0001/02/Etude\\_sur\\_les\\_toitures\\_vegetalisees.pdf](https://www.nice.fr/uploads/media/default/0001/02/Etude_sur_les_toitures_vegetalisees.pdf)

**Fig. 2.15 : Types d'essences pour une couverture *prairie* proposés par la ville de Nice**

*Direction de l'Environnement et de l'Energie Nice Côte d'Azur*

[https://www.nice.fr/uploads/media/default/0001/02/Etude\\_sur\\_les\\_toitures\\_vegetalisees.pdf](https://www.nice.fr/uploads/media/default/0001/02/Etude_sur_les_toitures_vegetalisees.pdf)

**Fig. 2.16 : L'écoquartier de Bonne à Grenoble**

*Office de tourisme de Grenoble*

<http://www.grenoble-tourisme.com>

**Fig. 2.17 : Une maison recouverte de végétation à Nantes**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 2.18 : Le mur végétal rue Jules Raimu à Nantes**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 2.19 : Cheminement sur le toit de l'école Aimée Césaire**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 3.1 : Toiture de l'école Aimée Césaire à Nantes**

*Photographe : Victor Jimenez*

**Fig. 3.2 : Exemple de dispositif de séparation**

*Chambre Syndicale Française de l'Étanchéité*

[http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede\\_N05/FFB\\_PUBLICATION\\_7408/6157c827-f2bc-425f-a7b1-3152a98104b7/PJ/07\\_11\\_RP\\_TTV.pdf](http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede_N05/FFB_PUBLICATION_7408/6157c827-f2bc-425f-a7b1-3152a98104b7/PJ/07_11_RP_TTV.pdf)

**Fig. 3.3 : Perspective du projet de l'école Aimée Césaire montrant le paysage de dunes qu'elle recrée.**

*Mabire-Reich architectes*

<http://www.mabire-reich.com>

**Fig. 3.4 : La Tower Flower d'Edouard François à Asnières-sur-Seine**

*Maison Edouard François*

<http://www.edouardfrancois.cof>

**Fig. 3.5 : Collage de façades végétalisées sur l'école d'architecture**

*Réalisation : Victor Jimenez*

**Fig. 3.6 : Collage de toitures végétalisées sur l'école d'architecture**

*Réalisation : Victor Jimenez*

# *Bibliographie*

## PUBLICATIONS

**BASS Brad, LIU Kyle** (2003), *Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas*, National Research Council Canada.

**BLACKHURST Michael, HENDRICKSON Chris et MATTHEWS H. Scott** (2010), *Cost-Effectiveness of Green Roofs*, Journal of Architectural Engineering, n° 1061, pp. 136-143

**BLANC Patrick** (2012), *The Vertical Garden: From Nature to the City*, W.W. Norton.

**BOLHÖFER Kitty, EHMANN Sven** (2011), *Ma ville en vert, pour un retour de la nature au cœur de la cité*, Thames & Hudson.

**BRADEL Vincent** (2014), *Urbanités et biodiversité*, Publications de l'Université de Saint-Étienne.

**CAUE, CERTU, CNVVF, FNCAUE** (2011), *Aménager avec le végétal pour des espaces verts durable*, CERTU.

**CHOMARAT-RUIZ Catherine** (2014), *Nature urbaine en projets*, Archibooks.

**CLERGEAU Philippe** (2011), *Ville et biodiversité*, Presses universitaires de Rennes, Collection « Espace et territoires ».

**Collectif** (2011), *Réaliser des toitures végétalisées favorables à la biodiversité*, Natureparif.

**Collectif** (2013), *Végétalisation des Bâtiments : quelle efficacité pour la biodiversité*, Urbanisme Bâti & Biodiversité.

**Collectif** (2015), *L'écho des toitures végétales : les labels environnementaux, des leviers améliorables pour la végétalisation du bâtiment ?*, La Newsletter de l'association Adivet n° 20.

**DUNNETT Nigel, KINGSBURY Noël** (2004), *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press.

**Ernst & Young** (2009), *Etude pour la définition d'une démarche de développement des toitures végétalisées*, Direction de l'Environnement et de l'Energie Nice Côte d'Azur.

**FÈVRE Anne-Marie** (2004), *Les bambous, l'architecte et les habitants*, Libération n° 7511

**FRANCOIS Edouard, LEWIS Duncan** (1999), *Construire avec la Nature : 20 projets d'architecture dans le paysage*, EDISUD.

**FUCHS Alain** (2009), *La végétalisation des bâtiments*, rapport de la DREIF.

**GALLAI Nicola, SALLES Jean-Michel, SETTELE Josef, VAISSIÈRE Bernard E.** (2009), *Economic Valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline*, Ecological Economics.

**GORGOLEWSKI M., KOMISAR J., NASR J.,** *Carrot City, Creating Places for Urban Agriculture*, Monocelli Press.

**KÖHLER Manfred, BOANCA Paunita Iuliana** (2014), *Researches Regarding the Water Loss from Substrates of Vertical Garden Systems Placed in Exterior*, Agriculture - Science and Practice n° 1-2(89-90).

**KÖHLER Manfred** (2008), *Green Facades – a view back and some visions*, Urban Ecosystem.

**LAFTI Mehdi, WEBER Christiane, WISSAL Selmi** (2012), *Evolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert à la trame verte*, VertigO, Volume 12 n° 2.

**LEROUX François** (2005), *Intégration végétale des bâtiments, Mémoire de formation continue architecture HQE*, Ecole d'Architecture de Lyon.

**OBRIST Martin K. et al.** (2012), *La biodiversité en ville – pour l'être humain et la nature*, Institut Fédéral de Recherches WSL

**QUINTON Maryse** (2008), *F.H. Jourda*, Ideat n° 65.

**RENAULD Vincent** (2012), *Fabrication et usage des écoquartiers français*, Thèse de doctorat en Géographie, Aménagement, Urbanisme, sous la direction de BONNIN P., Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.

**YEPEZ-SALMON Grace** (2011), *Construction d'un outil d'évaluation environnementale des écoquartiers : vers une méthode systémique de mise en œuvre de la ville durable*, Thèse de doctorat en Sciences et techniques architecturales, sous la direction de SEMIDOR Catherine, Université Bordeaux 1.

## ARTICLES EN LIGNE :

**Anon.** (2012), *Nouvelle vague verte en architecture*, NDA magazine : <http://www.maison.com/architecture/ecologie/nouvelle-vague-verte-architecture-6621/>

**Anon.** (2013), *J'habite un immeuble HLM avec un mur végétalisé*, Ouest-France : <http://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/nantes-44000/jhabite-un-immeuble-hlm-avec-un-mur-vegetalise-844672>

**Anon.** (2016), *Le sénat s'oppose aux toitures végétales*, Univers Nature : <http://www.univers-nature.com/actualite/societe-lois-politique/le-senat-soppose-aux-toitures-vegetales-67758.html>

**LECHÊNE Stéphanie** (2013), *So-Green, le végétal durable*, Consommer Responsable :  
<http://www.consommer-responsable.fr/magazine/article/so-green-le-design-vegetal-durable>

**LEYSENS Éric** (2011), *Toits verts et bleus : ABF et maires pourront toujours s'y opposer*, Le Moniteur :  
<http://www.lemoniteur.fr/article/toits-verts-et-bleus-abf-et-maires-pourront-toujours-s-y-opposer-14907320>

**WEBER Nathan** (2016), *Cette tour culminant à 117 mètres de haut sera la première forêt de conifères verticales du monde*, Démotivateur :  
<http://www.demotivateur.fr/article-buzz/cette-tour-culminant-a-117-metres-de-haut-sera-la-premiere-foret-de-coniferes-verticales-du-monde-3909>

## SITES INTERNET :

<http://wikipedia.org>

Travail d'étude sur Les Etoiles de Givors par Wilfried Laugero :  
<http://w.arg.free.fr/lib/Givors.pdf>

Page d'accueil du programme Ma Ville Demain lancée par la ville de Nantes :  
<http://www.mavilledemain.fr>

Actualité de l'agence Frégate-immobilier intitulée L'immobilier se met au vert :  
<http://fregate-immobilier.com/posts/l-immobilier-se-met-au-vert>

Fiche de présentation du Plan Biodiversité de la ville de Paris :  
<https://api-site.paris.fr/images/73853>

Brochure de présentation de l'association ADIVET :  
<http://www.adivet.net/images/stories/accueil/nouvelle-brochure2013-28AOUT.pdf>

Présentation du projet Mille Arbres sur le site d'OXO architectes :

<http://www.oxoarch.com/front/project/mille-arbres>

Présentation de la fiche Végétaliser les bâtiments présentant les idées du collectif Urbanisme Bâti Biodiversité (U2B) :

<http://urbanisme-bati-biodiversite.fr/club-u2b/fiches-u2b/article/vegetalisation-des-batiments-quelle-efficacite-pour-la-biodiversite>

Rapport final du TVGEP (conception des Toitures Végétalisées pour la Gestion des Eaux Pluviales) :

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/TVGEP\\_RapportFinal\\_vf.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/TVGEP_RapportFinal_vf.pdf)

Présentation de l'impact des toitures végétalisées sur la qualité des eaux pluviales par la plate-forme de partage de connaissances Wikhydro :

[http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Impacts\\_des\\_toitures\\_vegetalisees\\_sur\\_la\\_qualite\\_des\\_eaux\\_pluviales](http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Impacts_des_toitures_vegetalisees_sur_la_qualite_des_eaux_pluviales)

Publication des règles professionnelles pour la conception et la réalisation de toitures et terrasses végétalisées par le CSFE :

[http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede\\_N05/FFB\\_PUBLICATION\\_7408/6157c827-f2bc-425f-a7b1-3152a98104b7/PJ/07\\_11\\_RP\\_TTV.pdf](http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede_N05/FFB_PUBLICATION_7408/6157c827-f2bc-425f-a7b1-3152a98104b7/PJ/07_11_RP_TTV.pdf)

Publications du CSTB sur le marché des toitures végétalisées, leur impact sur la gestion des eaux pluviales, leur contribution au confort urbain, leur contribution thermique et leur contribution au développement durable :

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/toiture-vegetalisee-marche-acteurs.pdf>

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/toitures-vertes-evacuation-eaux-pluviales.pdf>

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/eau-de-pluie-toitures-vegetalisees.pdf>

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/gestion-de-l-eau.pdf>

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/contribution-confort-urbain.pdf>

<http://www.cstb.fr/archives/fileadmin/documents/webzines/2007-12/pdf/contribution-thermique-toitures-vegetalisees.pdf>

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

# ANNEXE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

# Entretien avec Antoine Mabire de l'agence Mabire-Reich

V : Alors, je fais mon mémoire sur les bâtiments végétalisés : analyser la tendance, essayer de comprendre les causes du phénomène, les conséquences. J'essaye aussi de faire une analyse un peu technique de comment un bâtiment peut changer etc. J'essaye de mélanger en fait des questions très sociales avec des entretiens de personnes, d'architectes et des enquêtes, avec une question un peu plus technique, plus rigoureuse, et voir où est-ce que tout ça mène. On peut peut-être commencer alors par ton parcours et le parcours de l'agence ?

A : Alors moi j'ai fait mes études à Strasbourg, avant ça s'appelait l'ENSAIS maintenant ça s'appelle l'INSA, et Marie-Hélène Reich pareil puisqu'on s'est rencontré là-bas. On a passé notre diplôme en 1998 et on est allé vivre à Paris pendant 6 ans et on a bossé dans différentes agences. Moi j'ai travaillé chez Bernard Huet, que plus grand monde connaît aujourd'hui, mais qui était un architecte, que je trouvais assez intéressant, qui avait une culture assez énorme et qui avait un parcours avant d'ouvrir son agence d'intellectuel de l'époque : il a fondé l'école d'architecture de Belleville. C'est une personne chez qui j'ai travaillé sur pas mal d'espaces publics. Alors c'est une architecture un peu old-school quand on la regarde aujourd'hui mais c'est une personne chez qui j'ai appris beaucoup. Après moi j'ai travaillé chez des architectes qui étaient pas connus mais mon premier chantier c'était le mémorial de la Shoah à Paris. Et Marie pendant ce temps-là elle travaillait dans plusieurs agences et notamment l'agence dans laquelle elle a travaillé pendant longtemps c'était chez Bruno Mader, ce qui a bouclé quelques années après. Et donc on a décidé de quitter Paris pour s'installer à Nantes parce qu'on avait envie de changer, on a commencé à avoir des enfants et ça devenait compliqué la vie à Paris avec des enfants. Et donc Marie s'est d'abord

mise à son compte et moi j'avais trouvé du boulot en agence. L'idée c'était qu'on se rejoigne et qu'on fasse l'agence tous les deux, donc au bout d'un an mon contrat se terminait là où je bossais, et en même temps on n'avait pas tellement de boulot. Mais on a eu des coups de chance, Patrick Bouchain nous a demandé de les accompagner pour la réalisation du centre commercial de Beaulieu donc ça, ça nous a donné pas mal de boulot direct, et donc l'agence sous sa forme finale elle date de cette époque-là, c'est-à-dire il y a presque dix ans. Voilà, on a commencé comme ça, on a finalement relativement vite gagné un petit projet public, un projet qui était assez signifiant pour nous, même si c'était très particulier donc ça ne nous a pas forcément aidé à décrocher des projets après. C'était les espaces publics autour du palais Jacques Cœur à Bourges. Et puis après on a fait, comme souvent les architectes font au début, des rénovations de maison. On en fait toujours d'ailleurs et j'aime toujours bien, mais dès qu'on a une agence un peu plus grande, ça devient compliqué : c'est difficile d'en faire des exercices sur lesquels on ne perd pas de l'argent. Mais c'est une échelle que je trouve assez chouette. Voilà, après depuis dix ans je ne saurais pas trop comment décrire l'agence, le seul truc qui est certain c'est qu'on fait que des projets qu'on aime bien, on fait pas de trucs alimentaires même si des fois c'est difficile, des fois c'est mieux. Et donc après dans ce parcours là, l'école Aimée Césaire c'est un projet qui a compté, c'est un projet qu'on a fait avec Bruno Madère. Alors autant avec Bouchain, ou quand on a travaillé avec Lacaton & Vassal on est arrivé sur des projets qui existaient déjà, autant là c'est différent et c'était un peu dans la suite logique d'une période antérieure où Marie était chef de projet chez Bruno Madère.

V : D'accord, on va se recentrer du coup un peu sur l'école. Est-ce que tu peux me décrire le contexte du projet, comment vous en êtes arrivés à travailler dessus ?

A : C'était un appel d'offre public, proposé par la ville de Nantes, concours sur esquisse avec 3 équipes retenues. C'était en 2008, il y avait 126 candidatures, ils ont retenu trois équipes, il y avait la nôtre, il y avait Jacob & Macfarlane et puis il y avait Duncan Lewis. Et le

rendu du concours était en décembre 2008, on a eu le résultat fin janvier.

V : Vous étiez plusieurs à proposer un bâtiment végétalisé ?

A : Pas à ce point-là, non. Je pense qu'on avait un avantage dans notre équipe, c'est qu'on connaissait bien le contexte du projet d'urbanisme d'Alexandre Chémétoff de l'île de Nantes, et toute cette partie-là ça s'appelle le parc des chantiers. Alors maintenant le sait mais faut imaginer qu'à l'époque la galerie des machines c'était fait mais c'était encore un site qui ne ressemblait pas à ce qu'il est aujourd'hui. Et donc toute cette partie parc des chantiers elle restait encore vraiment à imaginer. Sachant qu'en plus c'est un parc qui a un côté plutôt minéral, avec de la végétation en engravure, et dans le brief du concours, il était indiqué que le projet soit un élément du parc. Et nous on l'a poussé jusqu'au bout en en faisant un morceau de parc sous lequel ce serait glissé l'école. Donc ça c'était un point de départ et le deuxième c'était de se dire qu'on va partir de cette situation particulière qu'est cette pointe ouest de l'île de Nantes au droit de l'estuaire, l'estuaire c'est le mélange entre la mer et le fleuve, et on trouvait intéressant le fait qu'à cet endroit de l'île de Nantes on est entouré par des éléments de paysage qui nous font savoir qu'on est à Nantes : il y a les grues, les halles Dubigeon, l'éléphant qui est maintenant un symbole de Nantes, il y a les quais 18e qui sont en face, il y a le dôme du Sanitat etc. Et on s'est dit que c'était intéressant de mettre en relation – comme l'estuaire met en relation le fleuve, l'intérieur des terres, avec la mer, c'était que nous on face cette relation là avec le paysage. C'est-à-dire que nous on ramenait le paysage côtier et on va le confronter avec le paysage nantais.

V : Jouer avec un contraste du coup.

A : Oui, ou un collage, une association.

V : Finalement, la végétation dans ce projet, c'était plus quelque chose d'annexe par rapport à cette réflexion sur le paysage ou c'était

plutôt l'idée du parc ?

A : Oui c'est vraiment venu comme ça. Pour preuve, par exemple, on n'avait pas de paysagiste quand on a fait l'équipe. Quand on regarde bien la parcelle, elle est relativement étroite par rapport au programme que ça doit accueillir, et on a entre guillemets démultiplier les espaces extérieurs, c'est-à-dire qu'on a mis une partie du programme de l'école à l'étage donc il y a une cour au rez-de-chaussée et il y a une cour en haut. Et cette tactique là, si tu mets tout à plat et que tu décales, tu démultiplies l'espace extérieur. Donc il y a eu ça et il y a eu ce travail sur le paysage qui crée aussi des surfaces complémentaires : par exemple il y a une salle d'arts plastiques au premier qui a une grande terrasse. Mais on n'était pas parti en se disant « on va faire un bâtiment avec une toiture végétale », c'est pas du tout venu comme ça, la réflexion c'était vraiment : quel est le potentiel du site ? quel était le sens d'une intervention dans ce site là ? Il y avait aussi l'idée de la ganivelle qui entoure le site et entourait avant les arbres, même s'il y en a moins maintenant sur l'île de Nantes une fois que la végétation a pris, ce sont des protections provisoires, mais de toute façon elle fait écho aux chemins côtiers. Et il y avait aussi une réflexion sur l'école dont le plan est basé sur un principe d'intériorité, la cour étant vraiment un élément intérieur et la ganivelle fait office de protection de cet espace là, vis-à-vis d'un site qui est assez exposé que ça soit au vent, au bruit ou aux vues.

V : Et ça sert aussi le programme, ça permet à l'école d'avoir une sorte de parc disponible.

A : Oui alors ça après nous on n'a pas... Mais c'est le travail d'architecte aussi : les équipes éducatives elles en font ce qu'elles en font. On a rendu des choses possibles, toute la toiture du rez-de-chaussée est faite selon les normes d'accessibilité pour que tout le monde puisse y aller, on ne peut pas aller sur la toiture au-dessus du premier, elle n'est pas ERP. Après il y a deux types de paysage, il y a le paysage de la dune et le paysage de la lande, et le paysage de la lande, avec des plantes qui griffent, se prête un peu moins à la promenade de toute façon.

V : C'est des plantes locales que vous avez utilisées ?

A : Ouais alors ça c'est un truc qui est chouette, c'est qu'on a utilisé des plantes qui se trouvent sur le littoral, dont un certain nombre se trouve en jardinerie. Puis on s'est associé à Phytolab, les paysagistes qui sont venus travailler avec nous en phase APD, parce qu'on a ressenti le besoin de travailler avec des paysagistes pour la mise au point et le choix des essences plus subtil. C'est vrai qu'au début on a surtout travaillé avec les gens du jardin botanique et du service des espaces verts de Nantes, et après on s'est dit voilà on va travailler avec des paysagistes. Et donc les paysagistes sont allés faire une campagne de récolte de graine sur le littoral, qui pour le coup se trouvent pas dans le commerce, qui sont des plantes naturelles de la côte, et sont venues les semer sur le toit de l'école.

V : Pour rebondir sur le travail avec le paysagiste : est-ce qu'utiliser un système de végétalisation ça multiplie le nombre d'acteurs participant à un projet sachant qu'il y a déjà une grande complexité de personnes sur un projet, et donc complexifie le processus ? Ou est-ce que ça se fait assez bien ?

A : Non ça se fait bien. En fait je dirais que le point de départ c'est le projet, c'est un projet qui a une grande part de complexité. Il y a plein de détails qui ne se voient pas, des continuités intérieur/extérieur dans les dalles etc. La complexité est dans le projet. Après je ne me pose pas la question dans ce sens-là : on fait le projet, on a des objectifs dans le projet, mais après avoir un interlocuteur qui va pouvoir préciser les choses, ça va te faciliter la vie. La complexité elle est vraiment dans le projet. Il y a des projets qui sont simples sur lequel on n'a juste besoin que de deux ou trois bureaux d'études, et il y a des projets plus complexes sur lesquels si tu ne travaillais qu'avec que 3 interlocuteurs, tu serais dans la panade. Il t'en faut plus, par exemple, sur le projet comme Aimée Césaire, on a un bureau d'étude qui s'occupait de la cuisine, un bureau d'étude qui s'occupait uniquement de la question environnementale, et cette question était assez poussée y compris sur la vérification des fiches techniques des

matériaux utilisés : leur qualité sanitaire, leur condition de production, leur condition d'acheminement etc. On a travaillé avec les graphistes qui sont à l'étage pour la signalétique, enfin voilà. A un moment donné, ça nous permet d'aller au bout des choses, la complexité elle est dans le projet ce qui faut c'est d'être entouré des bonnes personnes pour bien réaliser le projet.

V : D'accord. Le projet était confirmé en fin janvier 2009 du coup, et, est-ce qu'il n'y avait pas un choix politique, influencé par le mouvement écologiste, sur le choix de la ville de Nantes de prendre votre projet ?

A : Nous on ne l'a pas ressenti comme ça. Dans notre travail c'est des questions auxquelles on n'est sensibles, mais je pense que ces questions-là elles devraient être intégrées maintenant. Par exemple on ne met pas en avant le fait qu'on ait des structures qui font que le bâtiment ne s'écroule pas. Ensuite il y a des projets dans lesquels il y a des objectifs plus ou moins clairs : ce n'est pas le genre de choses que l'architecte porte seul, il faut que ce soit partagé par la maîtrise d'ouvrage, parce que pour certains projets, ça demande quand même des moyens, même si on est astucieux, à un moment donné il y a des dispositifs qui demandent de l'argent. Ça dépend aussi de l'adéquation entre la demande et le budget. Là c'était le premier bâtiment basse consommation sous maîtrise d'ouvrage de la ville de Nantes, donc là c'est vrai qu'il y avait une attente de ce point de vue-là. Mais nous la question du jardin, de la toiture végétalisée, même si on sait que ça apporte des choses, notamment de la biodiversité : on voit que quand on se balade sur le toit il y a des oiseaux qui l'habitent. Mais ce que je veux dire c'est que nous quand on a parlé de bâtiment naturel, on n'a jamais dit « on fait ça pour faire un truc écolo », je pense que ça avait un sens à cet endroit-là, si on faisait l'école à un autre endroit, on aurait probablement fait autre chose, c'était une réponse au contexte, au site.

V : Et sur la question de qui doit intégrer ces concepts-là, parce que quand on prend l'exemple de la ville de Paris qui souhaite faire en sorte que toutes les constructions neuves soient végétalisées, est-ce

que c'est à la ville de dire « maintenant il faut de la végétation » ou c'est le rôle de l'architecte d'amener une réflexion vers la végétation ?

A : C'est pas un coup de pinceau vert surtout, c'est ça le truc. En fait, pour moi il faut toujours se poser la question de pourquoi on fait les choses. Pourquoi on met de la végétation sur les toits ? Là par exemple on a un toit qui est visible, assez bas, et même s'il n'y avait rien à côté au début on savait qu'il y aurait par la suite des bâtiments avec des vues dessus, c'est même un toit qui est visible depuis le sol, et c'est un toit sur lequel on peut aller dessus, qui est praticable mais surtout il y a un rapport au paysage. Ce que je veux dire, c'est qu'il n'y a pas de solutions génériques, je crois beaucoup à ça. Après il faut voir ce qu'apporte la végétalisation, mais si on était cynique on dirait voilà si c'est amener un sédum qu'aura cramé au bout d'un an, ce n'est pas la peine. C'est pourquoi on le fait, comment on le fait, c'est ça qui est important. Après que ce soit les architectes ou les maîtres d'ouvrages, moi je trouve ça très bien les maîtres d'ouvrages qui réfléchissent, s'ils ont une demande qui est issue d'une réflexion c'est très bien, et encore mieux c'est quand ils sont face à un architecte qui réfléchit et qu'il y ait un dialogue qui s'installe.

V : D'une façon plus générale, est-ce que tu penses qu'il y a pas mal d'architectes ou de promoteurs qui mettent en avant la végétation dans un atout commercial ? Même dans les rendus où on voit beaucoup d'arbres, de vert etc.

A : Ouais parce que je pense que c'est une attente des gens. Et c'est vrai qu'une perspective dans laquelle il y a plein de végétation souvent ça séduit plus. Maintenant, nous on bosse pas avec les promoteurs donc je ne sais pas trop comment eux ils voient ça. Moi je sais que par exemple que quand on fait une perspective dans un projet, je veux que ce soit au niveau de l'œil, ça montre des choses qu'on va percevoir en vrai. Quand tu fais une vue d'oiseau, ce que tu vois c'est surtout les toits, donc quand tu vois une étanchéité monocouche ou bitumineuse avec des extractions ou des ventilations des toilettes c'est moins sexy que de montrer de la végétation. Et des fois, on montre

la végétation et ça finit quand même avec l'étanchéité bitumineuse. Après je ne jeterai pas la pierre, on essaye parfois de faire des choses et il y a des réalités économiques qui font qu'il y a des choix qu'on doit refaire dans un projet. Mais c'est vrai qu'aujourd'hui c'est un peu un réflexe de végétaliser des couvertures, c'est sans doute de manière générale, même s'il ne faut pas faire de généralités, on voit des toitures qui sont vertes et on se dit « ça m'étonnerait qu'elle soit verte le jour de la réalisation » et puis on se dit finalement, pourquoi ? Après je pense que ça apporte des qualités, ne serait-ce que pour la biodiversité, des espaces où les oiseaux et les insectes peuvent se poser, c'est bien. Après, est-ce que tout doit se diriger vers ça, je n'en suis pas non plus convaincu. Il n'y a pas de mono-solution pour moi. Les gens qui ont réponse à tout avec une solution type, c'est évident qu'ils se trompent. Dans l'histoire très récente, à chaque fois qu'on a vu des solutions où on s'est dit « c'est exactement ça qu'il faut faire » on est revenu en arrière, parce que la connaissance elle est en mouvement finalement. Par exemple, le bois c'est renouvelable, c'est très intéressant, j'ai aucun problème avec ça, et il y a des matériaux qui posent plus de question comme le métal, qui demande beaucoup d'énergie pour être fondu et mouler des poutres et des trucs. Sauf que 95% du métal qui est utilisé il vient de carcasses de voitures ou de machines à laver, donc à un moment donné qu'est-ce qu'on fait si on arrête de construire avec le métal de ces déchets ? Et je ne pense pas qu'on puisse se passer aujourd'hui de voitures ou de machines à laver. Donc c'est pour ça que je pense que la mono-solution n'existe pas pour moi.

V : Est-ce que tu ferais une critique justement contre ces élus ou ces programmes qui essaient d'inscrire dans les PLU l'obligation de faire des toitures ou façades végétalisées, au moins pour les bâtiments neufs ?

A : Sur le fond je ne dis pas que c'est mal de faire ça. Ça ne me dérange pas de végétalisé, mais à un moment donné, quel est le projet derrière ça ? Ça a un coût, ça a un surcoût de faire ça, donc ça se fait à la place d'autre chose. Donc je trouve ça très bien de

végétaliser les toits, mais la question c'est : si je fais ça, qu'est-ce que je ne fais pas par ailleurs ? Il faut faire des choix, un projet tu passes ton temps à faire des choix, donc la question c'est réellement le rapport entre les moyens et les effets. Par exemple je préfère offrir des balcons à des gens qui vivent dans un immeuble que végétaliser le toit sur lequel ils n'iront jamais. Je pense que c'est pour ça que dans l'absolu je trouve ça intéressant de végétaliser un toit mais j'ai du mal à croire au principe : maintenant on va végétaliser tous les toits. Et on voit que y a plein de ZAC dans lesquelles c'est prôné et il y a plein d'architectes ou maîtres d'ouvrages qui ont du mal à absorber ces coûts-là, ou alors ça se fait au détriment d'autre chose.

V : Il faudrait que ça reste dans le but du projet et que ça ne devienne pas un poids.

A : On est quand même dans une économie où les budgets sont de plus en plus resserrés, donc ça oblige à faire des choix. Et pour moi la qualité d'insertion urbaine et la qualité d'usage ça reste quand même des choses qui sont assez importantes. Et la biodiversité, je trouve ça intéressant de trouver ça en ville, et la végétalisation ça a un autre atout c'est que ça tempère le rejet des eaux pluviales, donc ça c'est intéressant aussi même si on sait le faire autrement, mais si on faisait un travail de fond sur la façon dont on fait l'agriculture aujourd'hui, je pense que ce thème-là serait investi à beaucoup plus grande échelle. C'est pour ça, moi je refuse de dire ce qui ne font pas ça sont des méchants et ceux qui font ça sont des gentils. Je sais que plusieurs fois on a eu des demandes d'interviews de gens qui voulaient nous parler de l'école, et ils nous disaient « oui mais c'est un bâtiment écolo du coup vous pouvez nous en dire plus ? » et je me dis non c'est un projet qui est fait dans un contexte avec un niveau de réflexion donné, et qui se positionne aussi par rapport à ces thématiques-là, par contre je pense que fondamentalement je pense que c'est un projet qui a un rapport avec un site, qui offre des qualités d'usage, et c'est ça dont j'ai envie de parler, avant le reste, même si le reste j'ai pas de problèmes pour en parler après. Je n'aime pas le fait de porter ça un peu comme un étendard. J'ai déjà vu des architectures qui se

voulaient très vertueuses mais dans lesquelles je n'habiterais jamais, et ça c'est anti-écologique. Pourquoi on ne va pas casser les immeubles parisiens Haussmanniens alors que c'est des passoires au niveau de l'énergie ? C'est aussi parce qu'ils ont des qualités, qu'il y a une dimension historique. Il y a d'autres dimensions dans les bâtiments, celle-là en fait partie, aujourd'hui y a des questions qu'on ne peut plus ne pas se poser. Quand je suis sorti d'école on avait une façon de construire le bâtiment bien différente : c'était vingt centimètres pour du béton dix centimètres pour l'isolation intérieure, on ne construit plus du tout comme ça aujourd'hui. Il y a des questions que les générations comme la tienne, vous ne vous posez pas maintenant que j'ai connue quand je suis sorti d'école. Et donc à la fois c'est une dimension importante, mais elle doit être insérée dans un contexte plus global.

V : Ce n'est pas une formule magique, en fait.

A : Non ce n'est pas une formule magique. Par exemple j'ai aucun problème avec les constructions en bois, mais j'ai vu dans des revues parfois des publications sur des maisons qui se voulaient super vertueuses alors que c'était entre guillemets des « merdes », avec des toutes petites fenêtres et des plans mal foutus. Mais à une époque t'avais un puits canadien, un bardage bois et t'étais le plus écologique du monde. À un moment donné, non, il faut réfléchir. Donc ces dimensions-là, elles doivent être creusées, c'est pas que l'architecte qui les creuse mais forcément s'il ne s'y intéresse pas, il va pouvoir moins investir que quelqu'un qui a une culture sur le sujet. Par contre je pense qu'il ne faut pas perdre de vue quel est notre rôle sur le projet, qui est un rôle assez généraliste, donc ça c'est une composante, qui est importante mais ça reste une composante d'un ensemble.

V : Par exemple, le travail avec le paysagiste il vient plutôt après ?

A : Dans l'idéal non. Sauf que là c'est très particulier. Quand il y a un enjeu de paysage, on s'associe avec un paysagiste dès le début, mais là on ne savait pas en fait. Alors quand le maître d'ouvrage,

eux, identifie que c'est une thématique importante, dans l'appel à candidatures ils listent les compétences demandées. Par exemple ils vont demander un BET spécialisé dans l'agencement des cuisines si tu fais un établissement scolaire, ils vont toujours demander un acousticien si tu fais une salle de spectacle et s'il y a un grand espace avec un jardin ils vont demander un paysagiste. Ici ce n'était pas demandé, c'est vrai qu'on était sur une parcelle où le bâtiment faisait l'emprise de la parcelle et a priori il n'y avait pas d'enjeux de paysage. Et donc on a commencé, on a fait le projet, on a gagné, et comme il y avait cette thématique du paysage importante, on a dû faire appel à un paysagiste. Au début, on a plutôt travaillé avec comme interlocuteurs des gens du jardin botanique et les gens de la ville de Nantes, qui étaient assez passionnants. Mais à un moment on s'est dit qu'il fallait qu'on ait un paysagiste dans l'équipe donc on a demandé à Phytolab. Et c'est vrai que Phytolab, c'est des gens qui ont du travail, et donc ce n'est pas très agréable d'arriver sur un projet qui existe déjà. Mais je crois que le projet leur plaisait beaucoup et donc exceptionnellement ils étaient d'accord pour arriver sur le projet, parce que les enjeux de paysage étaient déjà quasiment définis. Et ce qui est chouette c'est qu'ils se sont vraiment investis, ils n'ont pas été juste des techniciens mais ils ont prolongé la dimension de paysage qu'il y avait, jusqu'à cette histoire d'aller récolter des graines.

V : Et comment étaient les retours des usagers, professeurs ou parents d'élèves ? Est-ce que vous en avez régulièrement déjà ?

A : Oui, on les croise parce qu'on fait souvent visiter l'école, même si maintenant on doit faire visiter seulement à la fermeture donc les croise moins. Globalement, les retours sont assez positifs.

V : Et ces retours parlent-ils plutôt des qualités d'espace ou plutôt de la végétalisation ?

A : De la part des gens qui utilisent l'école c'est plutôt des espaces. Dernièrement, il y avait un directeur qui a changé, maintenant il y a une directrice qu'on n'avait jamais rencontré. Je l'ai rencontré la

dernière fois que j'ai fait visiter l'école. Et quand on l'a vu, elle nous a parlé de toit et nous a demandé si on pouvait aller sur le toit. Pour moi c'est surprenant parce que... bah oui on peut aller sur le toit. C'est quelque chose que les gens de la ville savent, ils le savent parce qu'ils faisaient partis des gens qui étaient des interlocuteurs, ils étaient dans le montage du projet, l'ancien directeur était au courant aussi etc. Du coup on s'est dit qu'il y avait un truc qui s'est perdu en cours de route. Je pense que c'est assez lié au fait qu'aujourd'hui il ne doit plus rien arriver aux enfants, c'est un truc de dingue quoi ! C'est assez drôle parce que du coup elle disait que les enfants s'ils vont sur les toits on doit être à ... je sais plus combien pour les surveiller ! Il y a des endroits quand on marche c'est vrai que... Il y a un cheminement le long du toit et bon à certains endroits c'est assez pentu, mais à aucun moment on ne se poserait la question de savoir si on doit faire marcher un enfant comme ça pour qu'il se promène le long du toit, mais à partir du moment où l'enfant n'est plus sous la responsabilité de ses parents mais d'une personne tierce, alors dès qu'il s'égratigne où se fait un bobo ou quoi, c'est la personne tierce qui est responsable, alors que si c'était les parents, bah on met un sparadrap et on est reparti quoi. Et ça c'est terrible, terrible ! C'est marrant parce qu'il y a un film qui est sorti avant l'été dernier qu'il s'appelle Mon Maître d'Ecole, et c'est sur un instit qui emmène ses gamins dans la forêt le long d'un ruisseau etc. Aujourd'hui ça se fait plus, et je me dis c'est fou ! on a perdu vachement de liberté, pas la liberté des gens qui seraient enfermés mais la liberté mentale de pas oser promener des gamins sur le toit enfin... Voilà c'est le retour qu'on a eu et donc j'ai dû lui répondre que oui, on pouvait marcher sur le toit. Mais bon c'est la limite de notre métier, la vie dans le bâtiment c'est plus nous qui la faisons, nous on rend des choses possibles avec ce qu'on fait mais le projet il est aussi ce que les gens en font après.

V : Justement sur cette question de l'habiter et le rapport public/privé : ici c'est un établissement public qui est végétalisé, mais est-ce que ce serait aussi simple de faire ce genre de projets pour des logements par exemple ?

A : Non je ne pense pas, non. De toute façon si on faisait un projet de logements on ne le ferait pas comme ça. Après je suis hyper mal placé

parce que les clients privés qu'on connaît c'est des clients qui font des projets de maisons, mais je n'ai jamais bossé avec des promoteurs donc je ne connais pas.

V : En fait si je pose la question c'est qu'il y avait eu des retours sur un écoquartier à Grenoble où il y avait des espèces de plantes grimpantes sur les façades mais que ça ramenait plein d'insectes et les habitants n'étaient pas vraiment contents du résultat.

A : Sans doute que ça n'a pas été réfléchi, on revient à la question où c'est bien de faire les choses, mais comment on les fait et pourquoi on les fait ? Pour un lieu qui accueille sa propre biodiversité, il y a une question d'équilibre, là ça a dû être pensé de façon décorative (rires) et forcément ça ne marche pas. Par exemple faire un plan d'eau c'est super, les bassins chez Neutra je trouve ça hyper beau mais moi y a un truc je supporte pas les moustiques. Ça paraît bête mais voilà il faut y penser avant, il faut réfléchir. Après je dis ça, quand on est dans la production d'une agence tout va très vite, et un des enjeux justement dans une agence c'est de garder cette liberté d'esprit et de temps pour réfléchir aux choses qu'on fait. Je suis pas plus malin que les autres non plus, des fois on fait quelque chose et ça ne rend pas comme on voulait que ça rende. Mais je pense que quand on se pose un minimum de questions... Même si des fois on se pose les questions et on n'a pas forcément la bonne réponse. Et il n'y a jamais une seule réponse. Quand on fait un projet il faut avoir des certitudes, mais il est nécessaire quand même avant d'arriver aux certitudes de douter, c'est quand même vachement important. C'est un truc qu'on appelle l'aporie en philosophie, mais il ne faut pas non plus que ça t'amène dans un état où tout est possible, rien n'est possible. Avoir des doutes c'est bien dans le sens où ça t'amène à chercher les conséquences de tel ou tel choix, mais il faut avoir des convictions.

V : Est-ce que tu pourrais faire un jour un projet où t'intégrerais une composante végétale ?

A : Je réfléchis pas du tout comme ça. Il n'y a pas de choses où je me

dis « tiens je ferais bien un projet avec de la végétation » ou quoi.

V : Mais dans l'absolu, si dans l'avancement du projet tu es amené à penser cette composante paysagère, tu pourrais le faire ?

A : Oui bah dans l'absolu je pars du principe où tout est possible. Après il faut voir le projet encore une fois.

V : Est-ce que les performances énergétiques de la végétalisation ont été mesurées par les bureaux d'études environnementaux dans le cas de l'école Aimée Césaire ?

A : Alors ce n'est pas quantifié. En fait, c'est dur à modéliser : on sait que ça apporte mais on ne sait pas combien. Et comme on doit remplir des formulaires vérifiés par des bureaux de contrôle, on fait en sorte que sans ça et donc forcément avec ça fonctionne mieux. Il faudrait faire des vrais tests pour voir ce que ça fait. Après c'est un bâtiment qui a une grosse inertie donc c'est bien parce que l'été il fait frais etc. Mais ça n'a pas été quantifié. Après c'est comme les gros murs en béton de 50cm, on sait que ça confère une inertie intéressante au bâtiment à partir du moment où c'est combiné avec des systèmes chauffages et régulations qui marchent bien. Ce n'est pas un truc qui est rentré dans le modèle. C'est un autre thème intéressant d'ailleurs c'est qu'il y a plein de trucs qui ne rentrent pas dans les données modélisées par les ordis. Par exemple pendant longtemps les jardins d'hiver on ne savait pas trop comment les prendre en compte. Alors qu'on a quand même une façade qui est pas exposée au froid de la même façon. Les rideaux de Lacaton et Vassal par exemple ne sont pas pris en compte. Mais c'est un sujet intéressant, c'est qu'il y a beaucoup de choses qu'on n'arrive pas à modéliser et donc dès qu'on sort des sentiers battus, c'est dur de prendre tout en compte. Alors là on sait dit que ce n'est pas grave puisque c'est dans le sens d'une amélioration, on a la base déjà qui répond à la demande.

V : Ce serait peut-être intéressant du coup si on imagine qu'on arrive à modéliser ces performances, ça pourrait aider à dimensionner

autrement la base justement ?

A : Si, pour moi c'est intelligent de se poser des questions comme ça. Alors généralement quand tu fais de la végétalisation t'as un surpoids, surtout dû à l'eau qu'elle retient, donc au niveau des structures, elles ne seront sûrement pas sous-dimensionnées. Mais pour l'isolation oui ça peut être intéressant. Après faudrait voir ce que le résultat dirait exactement. C'est vrai qu'aujourd'hui, quand on fait un bâtiment, il y a une espèce de réalité virtuelle qui se combine avec la vie réelle. Après il doit y avoir moyen de le faire par des calculs, ce serait même intéressant d'avoir des protocoles de mesures qui permettraient de faire les choses simplement.

V : Alors, il y a des essais de calculer les apports énergétiques, mais ce n'est pas si facile que ça, et les études sont très récentes donc il va falloir attendre encore. Une question encore sur la tendance, aussi en tant qu'habitant, est-ce que tu sens qu'il y a un attrait vers ces bâtiments végétalisés, est-ce que tu penses que ça va durer ? ou que c'est juste un effet qui accompagne l'écologie, le bio etc.

A : Ouais bah le bio je trouve ça passionnant et... par exemple il y a le film Demain, que je ne suis pas allé voir, mais j'avais déjà entendu parlé les gens sur France Culture. C'est des gens qui font de la permaculture. La permaculture, ça donne envie d'arrêter et d'y aller, c'est génial c'est une démarche qui est super par exemple réinvestir la culture et l'agriculture en ville je trouve ça intéressant, c'est des solutions qui marchent sur des surfaces qui sont en plus assez petites... voilà c'est comment à un moment donné réintroduire ce rapport à la nature et il y a des villes qui commencent à le faire et c'est ça qui m'intéresse, je suis plus intéressé par ça. Et dans le bâtiment ce sont des thématiques qui m'intéresseraient plus. Par exemple, moi j'aime tous les matériaux, mais il y a aujourd'hui des matériaux qui posent question. Le béton, ça produit un pillage des ressources en sable. Et récemment il y a une entreprise vendéenne qui a déposé des brevets et propose de faire du béton avec de l'argile et c'est ce genre de démarches qui m'intéressent. Ça m'intéresse

beaucoup plus que de savoir si on va tartiner de sédum un toit parce qu'il faut être réaliste tout ne se fera pas bien. Après c'est agréable de voir une toiture végétalisée plutôt qu'une étanchéité. Après on a vu aussi des toits avec des jolis gravillons blancs très agréables à regarder. L'écriture d'un bâtiment m'intéresse, tu peux pas y échapper, par contre que ce soit un point de départ, ça, ça ne m'intéresse pas. Donc que ce soit une tendance de tartiner un bâtiment de végétation, peut-être mais ça ne m'intéresse pas. En fait ce qui me gêne là-dedans, ce n'est pas que ce n'est pas intéressant de mettre de la végétation sur un bâtiment, mais ça ne doit pas faire oublier les qualités globales que y a derrière le projet. C'est comme à un moment donné, un bâtiment tu peux faire n'importe quelle merde en bois et c'était bien. Du coup le risque c'est de faire des mauvais projets et avec un coup de végétalisation ça devient quelque chose de bien, et ça, ça m'horripile.

V : Par exemple, mise en situation : tu es un élu et tu dois voter pour une loi qui obligerait toutes les nouvelles constructions à être végétalisées, tu voterais pour ou contre ?

A : Bah, il faut voir le contexte. A priori je trouve ça idiot d'imposer ça partout, et je trouve ça d'autant plus idiot si ce n'est pas vu dans une vision globale. A un moment donné, si on se dit qu'on le veut et qu'à chaque projet qui va être fait il y aura une subvention supplémentaire pour le faire, auquel cas, ok. T'as un projet, tu ne fais pas ça de toute façon t'as pas le budget mais si jamais tu le fais, on t'aide, on va t'aider pour faire ça. Ce n'est pas ça ou autre chose. Mais je pense que par exemple, si tu fais du logement social, tu dois te battre dans tous les sens pour que tu puisses offrir des qualités d'usage, des espaces extérieurs qui ont des vrais enjeux, et tu veux que ta construction soit pérenne. Une fois que t'as réussi ça dans les budgets qu'on a aujourd'hui c'est déjà beaucoup, parce que les budgets ne suivent pas du tout l'évolution de la complexité de la construction. Et donc, à ce moment, est-ce que c'est important de faire de la végétalisation ? Je ne suis pas complètement convaincu, ce serait bien, mais il y a peut-être d'autres choses à faire d'abord. Il faut vraiment regarder

de manière globale. Mais c'est drôle parce que c'est un cas que j'ai presque vécu, on avait fait la légumerie, qui était un bâtiment de réhabilitation, et quand on a fait la livraison, il y a un élu qui est venu nous voir en nous disant « c'est vachement intéressant, et l'école Aimée Césaire aussi c'est super intéressant, moi ça m'intéresse et ce serait bien de prendre ce principe là et de le faire sur nos écoles. » Et je me dis ça y est on tombe tout de suite dans la recette, la solution générique. Alors oui faire de la rénovation énergétique des bâtiments c'est important, on arrive à gagner beaucoup dans la consommation des constructions neuves, et on dépense beaucoup d'énergie pour les faire, et c'est bien. Mais dans la répartition de l'effort, il n'y a pas assez qui est fait sur l'existant. A moyen égal, il y aurait un gain en économie d'énergie beaucoup plus important sur l'existant. L'idéal c'est de faire très bien le neuf et très bien les rénovations, mais si on n'a pas les moyens de le faire, on en demande un peu moins au neuf et on dégage une manne financière pour l'existant. Mais ce n'est pas évident parce que ça peut être perçu comme une taxe, donc c'est des logiques politiques à mettre en œuvre mais moi ça me paraît intéressant et très valable.

V : Et bien je crois qu'on a fait le tour alors, merci beaucoup pour ton temps.

# Résultats de l'enquête

## Synthèse des réponses

1. Quel âge avez vous?	
Réponse	Total
Moins de 25 ans	49
Entre 25 et 50 ans	38
Plus de 50 ans	10

2. Vous êtes	
Réponse	Total
une femme?	77
un homme?	38

3. Habitez vous dans une grande agglomération?	
Réponse	Total
Oui	91
Non	23

4. Avez vous déjà eu des problèmes avec une faune ou flore invasive dans votre maison/appartement?	
Réponse	Total
Oui	24
Non	90

5. Êtes vous intéressés par l'architecture?	
Réponse	Total
Vraiment	32
Assez	58
Pas vraiment	22
Pas du tout	2

6. Êtes vous sensibles à l'achat de produits bio?	
Réponse	Total
Vraiment	31
Assez	46
Pas vraiment	30
Pas du tout	8

7. Adoptez vous un régime végétarien ou vegan?	
Réponse	Total
Oui	4
Non	110

8. Êtes vous sensibles à la question du réchauffement climatique?	
Réponse	Total
Je suis très engagé dans sa lutte	6
J'y suis sensible et j'essaye d'adapter mon comportement	74
J'y suis sensible mais je change peu mon comportement	32
Je n'y suis pas sensible	2
Autre	1

9. Pensez vous que les endroits naturels sont apaisants/ressourçant/agréables ?	
Réponse	Total
Vraiment	89
Assez	23
Pas vraiment	1
Pas du tout	0

10. Habitez vous près d'un bâtiment végétalisé?	
Réponse	Total
Oui	29
Non	87

11. Si oui, de quel type de végétalisation s'agit-il? (plusieurs choix possibles)	
Réponse	Total
Toit végétal	10
Façade végétalisée	10
Balcons plantés	16
Autre	2

12. Pensez vous qu'il est important pour une ville d'accueillir de la végétation?	
Réponse	Total
Vraiment	103
Assez	11
Pas vraiment	0
Pas du tout	0

13. Pensez vous que les bâtiments végétalisés soient une bonne source de végétation dans la ville?	
Réponse	Total
Vraiment	44
Assez	50
Pas vraiment	17
Pas du tout	1

14. Appréciez vous l'esthétique des façades très végétalisées? (ex: Musée du Quai Branly)	
Réponse	Total
Vraiment	61
Assez	41
Pas vraiment	13
Pas du tout	0

15. Que penseriez vous si une telle façade venait s'implanter sur l'une de votre maison/immeuble?	
Réponse	Total
Je serais ravi(e) de l'aspect que prendrait mon bâtiment	67
Je serais inquiet(e) du caractère invasif que pourrait apporter une telle installation	26
Cela serait une bonne chose pour l'environnement et la ville	57
Je pourrais faire des économies d'énergie	21
Cela nuirait à l'aspect de ma maison/ mon immeuble	4
J'y suis indifférent(e)	9

<b>16. Que penseriez vous si une telle façade venait s'implanter sur un(e) maison/immeuble voisin(e)?</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Cela ajouterait du cachet au quartier	97
Cela nuirait au cachet du quartier	1
J'y suis indifférent	16
Autre	2

<b>17. Que pensez vous de l'esthétique des toits peu végétalisés? (herbes et mousses)</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Je trouve cela très beau	21
Je trouve cela mieux qu'un toit bétonné ou rempli de graviers mais pas exceptionnel	62
Je ne trouve pas cela pire qu'un toit normal	20
Je n'aime vraiment pas l'aspect de ces toitures	10
Autre	2

<b>18. Que pensez vous de l'esthétique des toits très végétalisés? (grandes herbes et petits arbustes)</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Je trouve cela très beau	70
Je trouve cela mieux qu'un toit bétonné ou rempli de graviers mais pas exceptionnel	39
Je ne trouve pas cela pire qu'un toit normal	3
Je n'aime vraiment pas l'aspect de ces toitures	2
Autre	1

<b>19. Aimerez vous avoir un toit végétal sur votre maison/immeuble?</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Oui	81
Non	12
Je ne sais pas	21

<b>20. Si non, pourquoi? (plusieurs choix possibles)</b>	
Réponse	Total
Je n'aime pas du tout l'aspect des toitures végétales	0
Je préfère garder l'aspect de ma toiture actuelle	7
J'ai peur que mon toit s'effondre sous le poids de la végétation	2
Je ne veux pas que mon toit soit infesté d'oiseaux et d'insectes	5
Je n'ai pas envie de devoir l'entretenir	11
Autre	7

<b>21. Si oui, aimeriez vous pouvoir y avoir accès et y profiter de la végétation?</b>	
Réponse	Total
Oui	95
Non	4
Je ne sais pas	6

<b>22. Avez vous déjà participé à une démarche participative au sein de votre quartier?</b>	
Réponse	Total
Oui	9
Non	106

<b>23. Jetez vous vos déchets biodégradables dans un compost?</b>	
Réponse	Total
Tout le temps	17
Parfois	45
Jamais	51

<b>24. Avez vous déjà utilisé un potager/jardin participatif?</b>	
Réponse	Total
Oui	11
Non	104

<b>25. Si non, pourquoi? (plusieurs choix possibles)</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Je n'aime pas jardiner	14
J'aime jardiner seul	14
Il n'y a pas de projet du genre dans mon quartier	47
Il y a un projet du genre dans mon quartier mais l'inscription y est difficile	7
Il y a un projet du genre dans mon quartier mais ses exigences ne me conviennent pas	4
Je ne sais pas si un projet du genre existe dans mon quartier	31
Je n'ai pas le temps	33
Autre	4

<b>26. Possédez vous un balcon?</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Oui	56
Non	58

<b>27. Si oui, cultivez vous des plantes dessus?</b>	
<b>Réponse</b>	<b>Total</b>
Oui je possède un balcon très fleuri	18
Je n'y fais pousser qu'une ou deux plantes	30
Non	22

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT COURS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES  
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

