

**Actes du colloque  
du 30/31.10.2019**

**Architecture  
en milieu tropical**



**Construire le paysage,  
entre pratique  
et recherche.**

Sous la direction  
de Pierre ROSIER et Michel WATIN  
École d'architecture de La Réunion



Éditions  
de l'Espérou



## **Architecture en milieu tropical**

### **Construire le paysage, entre pratique et recherche.**

Actes  
du colloque international du Port,  
La Réunion  
du 30/31.10.2019

## Remerciements

Le colloque international « L'architecture en milieu tropical : construire le paysage. Entre pratique et recherche » (30 et 31 octobre 2019) a été organisé sous la direction de Pierre ROSIER, Architecte, Maître de conférences, Directeur de l'antenne réunionnaise l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Montpellier (ENSAM) et de Michel WATIN, Professeur des Universités, Commissaire du colloque.

Les choix et les partis-pris scientifiques opérés pour l'organisation du colloque ont été supervisés et validés par un comité scientifique constitué des personnalités suivantes :

M. Etienne BERGDOLT, M. Mathieu DAVID, Mme Gwenaëlle PENNOBER, M. Serge BRIFFAUD, Mme Karine DUPRÉ, M. François GARDE, Mme Claire PARIN, M. Lalaonirina RAKOTOMANANA RAVELONARIVO, Mme Pascale CHABANET, M. Nicolas LEBUNETEL, M. Yves Michel BERNARD, Mme Karin SALLIÈRE-TRAYSSAC, M. Sébastien CLÉMENT, M. Malek DAHBI.

L'organisation du colloque s'est déroulée sous l'autorité d'un comité de pilotage composé de :

Mme Christine RICHET, Mme Natacha PROVENSAL, Mme Evelyne ODDON, Mme Christelle HOARAU, Mme Manuelle PÉLLISSIER, Mme Anne-Françoise ZATTARA-GROS, M. Lalaonirina RAKOTOMANANA RAVELONARIVO, Mme Catherine MOREL, Mme Émilie LEBAS, Mme Céline BOLAKY, M. Alain DEREY, M. Pierre ROSIER, M. Michel WATIN, M. Yann FRITZ.

Les organisateurs du colloque souhaitent remercier ici les personnalités suivantes pour leur participation à cette manifestation :

Mme Dominique GAUZIN-MÜLLER, critique en architecture, Présidente d'honneur,

Mmes et MM Gwenaëlle PENNOBER, professeur des Universités, Université de La Réunion, Claire PARIN, Professeur des Universités, ENSAP Bordeaux, Karine DUPRÉ, Architecte, Griffith University, Australia, Nicolas LEBUNETEL, Architecte, ENSA Montpellier, Yves Michel BERNARD, Docteur en Histoire de l'Art, ENSA Montpellier (La Réunion), présidentes et présidents de séance.

Ils associent à leurs remerciements M. Vincent KITIO, Architecte, *Chief Urban Energy Unit*, UN-Habitat, Nairobi, Kenya, pressenti pour une conférence et qui, au dernier moment, n'a pu faire le déplacement.

Ces remerciements s'adressent également au personnel de l'antenne réunionnaise de l'ENSAM et aux prestataires qui ont œuvré à la bonne tenue de la manifestation, particulièrement Mmes Hamida MLANAO, Fatiha NAILI, Fabienne JONCA, Aurélie COTTIN, Anna COME, MM Kely MAILLOT et Loïc VIRAMA.

## Remerciements

Les organisateurs remercient chaleureusement l'ensemble des financeurs et des partenaires qui ont contribué à la tenue de ce colloque :

- Particulièrement, la Direction des affaires culturelles de La Réunion (Dac de La Réunion) représentée par Mme Christine RICHEL, dont le soutien majeur a permis l'organisation de cet événement, mais également,
- La ville du Port qui a mis des locaux à disposition : le Cinéma « Casino » pour les conférences et les communications, la « Friche » pour la restauration, les affichages de posters et les expositions,
- Le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) pour l'exposition *Construire avec le Climat*,
- La Société Immobilière du Département de La Réunion (SIDR), pour l'exposition *Génération SIDR, 70 ans d'architecture tropicale à La Réunion*,
- Le Bureau de la Recherche Architecturale, Urbaine et Paysagère (BRAUP), la Région Réunion, la Communauté d'agglomération du Territoire de la Côte Ouest (TCO), l'ENSAM et sans oublier la compagnie Air Austral.

4 // Sommaire

- 7 AVANT-PROPOS
- 11 DISCOURS D'OUVERTURE
- 19 CONFÉRENCES ET COMMUNICATIONS
- 22 CONFÉRENCE INAUGURALE  
**Mme Dominique GAUZIN-MÜLLER**  
Régionalisme critique en milieu tropical : Pour une architecture frugale et créative en terre,  
pierre et fibres végétales.  
Échanges avec le public
- 33 CONSTRUIRE EN MILIEU TROPICAL
- 34 CONFÉRENCE  
**M. Yann FOLLAIN**  
La conception pour la vie. Renforcer le lien entre les défis environnementaux  
et le bien-être et la santé des communautés.  
*Design for Life : Highlighting the link between environmental challenges and communities  
well-being and health.*  
Échanges avec le public
- 54 **M. Jean-Philippe ROUZAUD**  
Le régionalisme critique selon Kenneth Frampton en tant qu'alternative pour une architecture  
du développement durable en milieu tropical.  
Échanges avec le public
- 68 **Mme Sophie PAVIOL**  
Cycles typologiques climatiques de l'architecture moderne en Guadeloupe.  
Échanges avec le public
- 86 **Mme Manon SCOTTO**  
Un système en interaction avec son environnement humain, climatique et paysager :  
l'exemple du système EXN appliqué aux Cases Tomi à La Réunion (Fabienne Vienne, Maurice Tomi).  
Échanges avec le public
- 102 **M. Julien CASTELNAU**  
Un habitat tropical des Hauts : comment maîtriser l'humidité et redonner du confort  
aux locataires. Un retour d'expérience et une réflexion à lancer.  
Échanges avec le public
- 120 **M. Jean-Christophe GROSSO**  
Architecture tropicale pour tous. Des bétons tropicaux conçus au début du XX<sup>e</sup> siècle,  
puis oubliés : à réinventer. Les bétons tropicaux de Ali Tur.

URBANISME ET TROPIQUES	141
CONFÉRENCE	142
<b>Mme Silvia TAVARES</b>	
Espaces publics sensibles au climat sous les tropiques : une approche urbaine bioclimatique. <i>Climate responsive Public Spaces in the Tropics : a Bioclimatic Design Approach.</i> Échanges avec le public	
<b>M. Antoine PERRAU</b>	180
La ville tropicale, vers un urbanisme éolien au travers d'une étude de cas : l'éco quartier Cœur de ville de La Possession. Échanges avec le public	
<b>Mme Pia MONNIER</b>	200
Ilots de chaleur urbains et <i>Urban Design</i> : recherche d'une urbanité tropicale plus résiliente. Échanges avec le public	
PROJETER EN MILIEU TROPICAL	217
<b>Mme Diane AYMARD</b>	218
Apprendre à projeter sur un terrain étranger ? La pratique opérationnelle en Guadeloupe.	
<b>Mme Laurence AUREJAC</b>	232
Création d'un quartier hybride - ville et nature - à l'île Maurice. Échanges avec le public	
<b>M. Pierre-Yves MAURICE</b>	248
Écosystème urbain, le contexte local comme guide à l'urbanisation. Échanges avec le public	
<b>Mme Arlette HÉRAT</b>	268
Quels enseignements tirer des ravines habitées de l'île de La Réunion ? Échanges avec le public	
RESSOURCES NATURELLES EN MILIEUX TROPICAUX	289
<b>Mme Amélie ROBERT</b>	290
Construire les paysages avec des plantations forestières : une solution controversée en faveur du développement durable dans les pays tropicaux. Échanges avec le public	
<b>M. David ENON</b>	308
<i>Mineral Accretion Factory</i> : la mer comme usine nouvelle. Échanges avec le public	

- 327 PRÉSENTATEURS DE POSTERS
- 328 **Mme Angélique BÈGUE**  
Révéler la sensibilité paysagère des aménageurs à Mayotte : enjeux, atouts et faiblesse du parcours commenté.
- 330 **Mme Violaine BRESSAND**  
Évolution de l'habitat mahorais, du *buru* au *parapan*.
- 324 **Mme Julie Chrystelle MALET, M. Hassan AïT HADDOU, M. Rahim AGUEJDAD**  
Impact des paramètres de la façade végétale sur l'îlot de chaleur urbain dans un environnement tropical humide. Cas de La Réunion.
- 336 **Mme Magalie TÉCHER**  
Le confort global dans les écoles élémentaires en climat tropical humide.
- 338 **M. Gilles STANGALINO**  
Nouvelle-Calédonie, mairie de Hienghène, Entre tradition & modernité.
- 344 **Mme Margaux MALSAN**  
L'évolution des modes d'habiter dans un quartier en gentrification, l'exemple de Terre-Sainte.
- 346 **M. Nicolas PEYREBONNE et M. Philippe BAYARD**  
Lycée des métiers du bâtiment de Longani.
- 352 **M. Gabriel II A-AVAVA NDO**  
Éco-conception et ethnoarchitectures dans le secteur du tourisme en milieu tropical camerounais.
- 354 **M. Frédéric PUJOL**  
*Ime yépi kaz* en Guyane : fraîcheur sans clim.
- 360 **Mme Émilie MORANT et Mme Léocadie JALOUX**  
Démarche de co-construction d'un référentiel de programmation pour la construction d'une école primaire à Mayotte.
- 365 CONCLUSION GÉNÉRALE
- 373 DISCOURS DE CLÔTURE

# AVANT-PROPOS



L'Antenne réunionnaise de l'École nationale supérieure d'architecture de Montpellier (ENSAM), devenue École d'architecture de La Réunion, s'inscrit aujourd'hui dans le système «Licence Master Doctorat» (LMD), rejoignant ainsi l'espace européen de l'enseignement supérieur. Dans ce cadre, l'École d'architecture de La Réunion a décidé de développer une activité propre de recherche portant sur l'architecture, l'urbanisme et le paysage en milieu tropical, appliquée, mais pas exclusivement, aux régions composant le grand arc de l'océan Indien. Il s'agit de croiser, dans une perspective pluri-disciplinaire, les problématiques écologiques, socio-culturelles et technologiques pour dégager des questions de recherches susceptibles de mobiliser rapidement des experts réunionnais sur des objets sensibles, liés à la question de la construction durable et du changement climatique.

Les espaces tropicaux en général, mais plus particulièrement l'océan Indien, vaste bassin de plus de 75 millions de km<sup>2</sup> situé en majeure partie dans la zone intertropicale, constituent le champ géographique couvert par ce colloque. Cet espace indianocéanique inclut aussi bien de petits territoires insulaires, comme La Réunion, que de vastes pays bordiers, allant de l'Afrique du Sud à l'Australie en passant par le Mozambique et l'Inde. Ces pays, qui constituent le cadre de vie d'une part non négligeable de la population mondiale, sont aujourd'hui majoritairement urbanisés et posent, du point de vue de l'architecture et de l'urbanisme, des problématiques communes.

L'aménagement de ces territoires, le développement des villes et de la construction, soumis au climat tropical plus ou moins chaud et humide et aux risques naturels majeurs, supposent des savoirs et savoir-faire urbanistiques et spécifiques pour concevoir et produire des villes, des quartiers et des bâtiments faiblement consommateurs d'énergie, respectueux de l'environnement, proposant un cadre de vie de qualité dans ces contextes climatiques spécifiques où sont posés toutes les questions relatives aux changements globaux (bioclimatiques, socio-économiques, démographiques...) et aux identités et aux pratiques locales. Car les zones intertropicales sont effectivement le théâtre d'enjeux écologiques, environnementaux et sociaux qui y prennent une dimension nouvelle et cruciale : la montée du niveau des mers, la déforestation, la pollution, la perte de la biodiversité, l'épuisement des ressources, la pénurie d'eau potable, etc. impactent plus fortement les écosystèmes et les systèmes économiques, les inégalités sociales, la pauvreté, mais aussi la diversité culturelle et ses richesses constituent un contexte qui s'impose plus immédiatement qu'ailleurs aux concepteurs.

Architectes, urbanistes et aménageurs, producteurs du «paysage» comme «totalité construite» dans laquelle on peut lire la complexité du rapport entre la nature et la société, les milieux biophysiques et les mondes culturels, doivent ainsi répondre aux injonctions écologiques, aux contraintes techniques qui s'inscrivent dans des pratiques socio-culturelles propres aux sociétés dans lesquelles ils agissent.

Le colloque international intitulé «**L'architecture en milieu tropical : construire le paysage. Entre pratique et recherche**» organisé par l'École d'architecture de La Réunion les 30 et 31 octobre 2019, constitue une première étape d'un processus de mobilisation d'experts et de chercheurs : il s'agit, sur la base d'échanges d'expériences, d'analyse de pratiques, d'exploration de méthodes et de présentation de travaux de recherche, d'éclairer les problématiques spécifiques du projet architectural, urbain et paysager dans la zone intertropicale.

L'appel à communication diffusé par le comité scientifique constitué à l'occasion du colloque a reçu 40 propositions de communications. Il en a retenu 13 et proposé à 10 autres contributeurs de présenter des posters rendant compte de leurs travaux.

Le comité scientifique a confié la présidence du colloque à Mme Dominique Gauzin-Müller, critique d'architecture, enseignante à l'École nationale supérieure d'architecture de Strasbourg, rédactrice en chef de la revue *Ecologik* (Paris, Stuttgart). Il a également invité des conférenciers connus pour leurs réalisations et/ou travaux de recherche portant sur les zones tropicales.

Le présent ouvrage rend compte des travaux de ce colloque. On y trouvera l'intégralité des prises de parole qui ont eu lieu pendant ces deux journées et qui se sont déroulées dans la salle de l'ancien cinéma de la Ville du Port, partenaire essentiel de l'École d'architecture de La Réunion.

Sont réunis ci-après :

- les discours protocolaires ouvrant traditionnellement une telle manifestation, soulignant ainsi la présence de personnalités locales et nationales soutenant la démarche de l'École,
- l'ensemble des conférences et communications,
- les différents échanges entre le public et les intervenants, reproduits *in extenso* après chaque prise de parole,
- les posters, qui ont fait l'objet d'une présentation orale par leurs auteurs,
- les premières conclusions à l'issue de ce colloque et le discours de clôture.

Après la conférence inaugurale prononcée par la Présidente, on trouvera les interventions, qui ne suivent pas exactement l'ordre du programme du colloque, groupées selon 4 thèmes et qui constituent les différentes sections de cet ouvrage :

- « Construire en milieu tropical » regroupe la conférence prononcée par M. Yann Follain, architecte, *Managing Director, WY-TO Singapore - Paris* et cinq interventions traitant de la conception en milieu tropical,
- « Urbanisme et tropiques » propose une approche urbaine bioclimatique avec la conférence du Dr. Sylvia Tavarès, *Lecturer in Urban Design, James Cook University, Australia*, puis s'intéresse à l'urbanisme éolien dans les deux interventions suivantes,
- « Projeter en milieu tropical » groupe trois communications qui abordent la pratique opérationnelle dans différentes régions tropicales,
- « Ressources naturelles en milieux tropicaux » examine, dans deux interventions, la problématique des ressources disponibles en zone tropicale.

Enfin sont reproduits les posters présentés par leurs auteurs et qui sont restés affichés pendant toute la durée du colloque.

L'École d'architecture de La Réunion, organisatrice du colloque, n'est pas responsable des positions prises pas les différents intervenants dans leurs conférences et communications.



# DISCOURS D'OUVERTURE

12 // Discours d'ouverture

**Olivier Hoarau**, maire du Port

Vous allez pendant ces deux jours appréhender les pratiques architecturales et urbaines en milieu tropical, dans des contextes où les tensions écologiques, environnementales et sociales se trouvent exacerbées. Ce colloque rejoint les problématiques de notre commune. En effet, notre stratégie d'aménagement de territoire repose sur des enjeux primordiaux :

- Notre transition démographique ce en quoi elle impacte nos besoins en logements, en équipements publics et en déplacements.
- Notre transition écologique ce en quoi elle impacte notre ressource en eau, en énergie et notre protection civile contre les risques catastrophiques.
- Notre transition culturelle ce en quoi elle impacte notre organisation spatiale, nos patrimoines matériel, naturel et immatériel, comme repères mémoriels dans la construction de nos paysages.

Pour relever ces défis, nos propositions prospectives d'aménagement exigent d'être :

- Lisibles, c'est-à-dire compréhensibles de tous.
- Cohérentes, c'est-à-dire logiques pour tous.
- Et identitaires, c'est-à-dire reconnues par tous.

À partir d'une plaine aride et désertique, où 8 000 ouvriers immigrés ont construit Le Port Ouest et dans un contexte socio-économique extrêmement tendu aujourd'hui, notre projet urbain fait la proposition de développer une cité où il fait bon vivre.

Cette ville a eu la préoccupation constante depuis l'origine de planter, d'arroser et de développer une canopée végétale urbaine, pour rafraîchir et créer ainsi un microclimat pour devenir une ville-jardin.

Forte de cette culture, la commune du Port souhaite aujourd'hui mettre en lien et en cohérence les différents espaces pour renforcer une identité de ville verte et offrir un meilleur confort aux Portoïses : c'est notre projet FIL VERT.

Dans le champ de l'innovation et de l'expérimentation de la construction et de l'aménagement, la ville du Port s'est illustrée en tout temps par de nombreuses opérations de référence : Eco Quartiers, opérations de construction de logements primées et labellisées particulièrement sur les thématiques de l'architecture bioclimatique, de la réutilisation des eaux usées...

Nous portons également un projet de rénovation urbaine sur un des quartiers d'habitat social de la ville : le quartier Aristote Bolon.

Ce projet viendra initier le développement de « l'auto-reconstruction » après démolition, pour le traitement des situations d'inconfort thermique.

L'objectif de la commune est également d'innover et d'expérimenter avec les habitants, de nouvelles démarches dans tous les domaines et les enjeux de la ville durable, avec des projets tels que : l'auto-amélioration de l'habitat, l'agriculture urbaine, les fermes pédagogiques, la mobilité durable autour de l'économie sociale et solidaire.

Enfin, dans un contexte de diminution des ressources énergétiques, de préservation des ressources naturelles, de l'accompagnement des populations les plus fragiles et précaires, notre territoire est un véritable laboratoire pour vos expertises respectives.

Ce colloque sera l'occasion pour vous d'échanger, de partager des retours d'expériences et des travaux de recherche entre experts, scientifiques, architectes, urbanistes, chercheurs et universitaires travaillant dans des pays et des contextes parfois éloignés de notre île, sur un thème commun : l'architecture en milieu tropical. Je veux saluer M. Rosier et toute son équipe pour cette initiative qui vient inscrire l'École d'Architecture de La Réunion dans son bassin indianocéanique et dans son statut d'école de plein exercice.

Bons travaux à tous.

**Pierre Rosier**, directeur de l'École d'architecture de La Réunion

Mme la directrice des Affaires culturelles de La Réunion,  
M. le sous-directeur de l'enseignement supérieur et de la recherche en architecture,  
Mme la conseillère régionale, déléguée à l'économie circulaire, à l'enseignement supérieur et la recherche,  
M. le maire de la Ville du Port,  
M. le directeur de l'ENSA Montpellier,  
Mesdames, Messieurs.

-

Je suis très heureux de vous compter parmi nous aujourd'hui, nombreux, pour ce premier jour du colloque intitulé « L'architecture en milieu tropical, construire le paysage, entre pratique et recherche », et à ce titre je souhaite la bienvenue à l'ensemble des participants, communicants, conférenciers et à la présidente d'honneur. Permettez-moi, M. le Maire de vous remercier, pour avoir accepté de mettre à notre disposition les espaces de la Ville, pour mener à bien nos travaux pendant ces deux journées.

Ce colloque, initié il y a un an lors d'un séminaire recherche sur l'architecture tropicale au sein de notre école, est en fait un jalon logique dans le chemin qu'a pris l'école d'architecture de La Réunion depuis quatre ans, dans sa démarche de développer la formation de plein exercice, et de ce fait, d'aboutir, après les deux promotions de jeunes architectes diplômés d'État à La Réunion, au D du LMD.

Mais plus qu'un jalon, c'est aussi la volonté de toute notre école de vouloir investir le champ de la recherche, conformément aux missions de l'enseignement supérieur, pas tant dans une démarche purement universitaire, que dans une démarche liée à la pratique d'un métier. Un métier qui cherche, qui innove, à chacune de sa production de projets, à chaque élément participant à la construction d'un territoire, d'où ce positionnement exprimé dans le titre du colloque, entre pratique et recherche. Recherche qui doit nourrir l'enseignement délivré auprès des étudiants en master, dont je salue la présence dans la salle et la mobilisation à nos côtés, mais aussi recherche qui doit nourrir un territoire, embrassant l'ensemble des problématiques liées à l'architecture, à la ville et au territoire en milieu tropical.

Mettant en avant notre particularité dans ce milieu, au sein du monde indianocéanique, ce colloque se veut une réponse à notre ancrage au territoire de La Réunion, qui nécessite d'être nourri en réflexions, en études au profit de son développement, et en réponses aux différents enjeux auxquels La Réunion doit faire face, en mobilisant chercheurs, professionnels, experts.

C'est donc dans ces perspectives que nous avons lancé l'appel à communications, qui a reçu un grand nombre de réponses. Vous qui êtes présents, parfois venus de très loin, je vous remercie pour l'intérêt que vous y avez porté. Votre communication qui a été sélectionnée, assurera la réussite de ce colloque, par leur richesse et leur diversité. Je profite pour adresser un salut amical aux participants venus des autres ENSA implantées en Métropole ; ce n'est pas si courant d'avoir autant d'écoles nationales d'architecture représentées sur l'île. Je souligne la présence d'Alain DEREY, directeur de l'ENSAM, qui a permis ces dernières années, de faire que nous soyons aujourd'hui à l'ouverture de la recherche au sein de l'École de La Réunion.

14 // Discours d'ouverture

**Pierre Rosier**, directeur de l'École d'architecture de La Réunion

Michel WATIN, commissaire du colloque, développera en introduction de ces Actes, la teneur de ces deux journées de travail. Je souligne par ailleurs sa forte implication au sein de notre école. Ami précieux, il a aussi permis de réaliser le pont entre la pratique et la recherche, entre l'école et l'université.

Je voudrais rappeler que sans les partenaires autour de moi, la tenue de cet événement n'aurait pas eu lieu. Aussi, je remercie pour leur soutien financier et leur participation au comité de pilotage, l'État. Je pense à la forte implication de Mme Christine RICHET, à la Direction des affaires culturelles de La Réunion, au ministère de la culture, aux collectivités comme la Région Réunion, le Territoire de la Côte Ouest et la Ville du Port, et sans oublier la compagnie Air Austral pour son soutien dans les déplacements des participants.

Je tiens également à remercier pour leur participation active, le comité de pilotage, la Maison de l'architecture, le Campus des métiers, le CAUE, la SIDR et l'université de La Réunion.

Je voudrais aussi saluer bien sûr les membres du comité scientifique qui ont montré un investissement total et une grande disponibilité malgré l'éloignement et les travaux menés souvent par visio-conférence.

Je cite les quatre laboratoires de recherche auxquels l'école adosse sa démarche : Piment et Espace Dev à La Réunion, Passages à Bordeaux, et Griffith University, de la côte Est de l'Australie, mais également l'architecte des bâtiments de France, l'ENSA Montpellier, et les enseignants-doctorants de notre école.

Je conclurais par un grand merci à Dominique GAUZIN-MÜLLER, auteure, critique et militante pour une architecture éco-responsable, d'avoir accepté la présidence d'honneur, pour sa disponibilité, son accompagnement, et la grande sensibilité qu'elle porte à notre île !

Et merci à toutes les personnes qui se sont investies dans l'ombre et qui font en sorte que ces moments soient une réussite pour vous.

Merci à vous tous.

En vous souhaitant de fructueux débats tout au long de ces deux journées de travail, d'échanges et d'enrichissement.

**Alain Derey**, directeur de l'École d'architecture de Montpellier

Je salue Pierre Rosier et les équipes de l'école d'architecture de La Réunion qui remplissent parfaitement les missions très ambitieuses que nous nous étions fixées. Hier était un jour important avec la signature d'une convention entre l'école d'architecture de La Réunion et l'Université de La Réunion. C'est plus qu'une étape. Un décret va maintenant asseoir ce partenariat très fort. Je remercie les collectivités pour leur constant soutien, aussi bien le conseil régional, que le conseil du département et la mairie du Port sans lesquels rien ne serait possible. Je souhaite aussi remercier la direction des affaires culturelles et sa directrice qui, dès sa prise de fonction a compris l'intérêt de se situer aux côtés du directeur de l'école pour que soit renforcée l'attractivité de l'île de La Réunion à travers la transformation de l'Antenne en une école d'architecture de plein exercice dotée d'une spécificité : l'architecture en milieu tropical. Il reste désormais à renforcer l'image de cette école afin que des étudiants étrangers de la zone océan Indien, particulièrement, mais aussi des étudiants métropolitains des autres ENSA viennent se joindre aux étudiants réunionnais.

Il faut désormais compter sur les postes diplomatiques français pour diffuser l'information et favoriser l'orientation de ressortissants étrangers vers cette école dont le dynamisme mérite tous les encouragements. L'avenir de cette école est radieux puisque le projet de construction d'un nouveau bâtiment pour accueillir les nouveaux étudiants a été décidé. C'est là encore grâce aux financements croisés de tous les partenaires que ce projet pourra voir le jour dans des délais raisonnables tout en conservant les acquis du travail commun avec l'école d'art et la proximité géographique avec la médiathèque. C'est d'ailleurs une sorte de campus qui sortira ainsi de terre et je sais que le maire du Port y est particulièrement attaché.

Tous les éléments sont réunis pour que l'École d'architecture de La Réunion puisse fonctionner dans les meilleures conditions et apporter sa plus-value en renforçant ses liens avec les laboratoires de recherche de l'université et en développant les indispensables partenariats avec les instituts d'enseignement supérieur et avec tous ceux qui concourent au développement de la qualité architecturale, urbaine et paysagère. Je suis très heureux que dans les ambitions portées par l'école demeure en bonne place ce rendez-vous devenu incontournable à l'image des *Entretiens du Patrimoine de l'océan Indien*. Cet événement mérite toute sa place et contribue au rayonnement de notre école. Je forme des vœux de plein succès à ce colloque et j'adresse mes chaleureux remerciements à la fois à tous les intervenants pour avoir accepté de participer à l'événement mais aussi à l'ensemble des personnels et des étudiants sans lesquels aucun accueil n'aurait été possible.



16 // Discours d'ouverture

**Nathalie Noël**, conseillère régionale, déléguée à l'économie circulaire

M. le directeur de l'ENSAM Réunion,  
Mme la directrice des affaires culturelles de La Réunion  
représentant M. le préfet,  
M. le maire de la ville du Port,  
Chers étudiants,  
Mesdames, Messieurs.

—

Je suis très heureuse d'être parmi vous, ce matin, à l'occasion de cette journée inaugurant le colloque international de l'ENSAM consacré à l'architecture en milieu tropical. Et c'est avec beaucoup de plaisir que je représente Monsieur Didier ROBERT, président du conseil régional. Cet événement, tout à fait inédit sur notre île, nous offre l'immense opportunité de réunir toute la communauté architecturale et marque à mon sens un tournant essentiel dans la prise en compte des enjeux liés à l'aménagement en milieu tropical.

Par conséquent, si vous me le permettez, au nom de la région Réunion, je voudrais adresser mes plus vifs remerciements au directeur de l'ENSAM Réunion pour l'organisation de ce colloque. Et vous dire que nous sommes très heureux d'avoir soutenu financièrement ce projet d'envergure. Les territoires, situés en milieu tropical, doivent, aujourd'hui, faire face à de nombreux défis notamment démographiques et écologiques, ce qui nécessite de repenser leur mode d'urbanisation de manière à la fois durable et résiliente. Et notre collectivité régionale est convaincue que les différentes séquences de réflexions menées dans le cadre de ce colloque, nous permettront d'échanger afin que nous puissions à terme déboucher sur des solutions urbaines innovantes et efficaces, adaptées à la zone intertropicale.

Plus particulièrement, l'aménagement du territoire réunionnais aux réalités locales, l'adaptation des normes nationales aux spécificités locales, la faculté d'adaptation, sont des principes qui font écho à notre politique régionale. En effet, chaque territoire doit être capable de décider de ses orientations et des moyens à déployer pour parvenir à un niveau de développement durable et profitable à tous.

Pour la collectivité régionale, les objectifs visés consistent donc à contribuer à la construction de la ville réunionnaise de demain en veillant à une adéquation entre les fonctions résidentielles, d'emplois et de services, et en cohérence avec les orientations régionales sur le développement économique et la transition énergétique.

En outre, La région Réunion, qui a décidé de faire de l'éducation et de la formation une de ses priorités et s'agissant précisément de l'Enseignement Supérieur, a choisi de mettre l'accent sur « l'excellence des formations et des métiers en milieu tropical et insulaire ». De fait, les formations dispensées à l'ENSAM répondent à cet objectif et convergent vers la politique volontariste de la Collectivité de contribuer au rayonnement de l'excellence de l'Enseignement Supérieur sur le territoire réunionnais.

**Nathalie Noël**, conseillère régionale, déléguée à l'économie circulaire

En matière de recherche, je voudrais également rappeler que la collectivité régionale a souhaité renforcer sa visibilité et le fort potentiel pour répondre aux besoins du territoire. En effet, la recherche constitue un formidable atout de développement du territoire en terme économique, car indissociable de la croissance et de la compétitivité qu'elle peut engendrer et en termes d'emplois car elle peut générer des activités pourvoyeuses de nouvelles compétences.

Notre territoire compte de véritables niches de spécialisation offrant un potentiel de recherche, de développement et d'innovation reconnu. Les divers domaines de recherche font de La Réunion un véritable laboratoire d'expérimentation mais aussi d'expertise de rang national, européen voire international. Au nom de la Région, je souhaite ainsi que ce colloque se révèle bénéfique et constructif pour ce que nous avons à réaliser, exigeant de notre part une approche globale, une approche pluridisciplinaire tant scientifique que sociale et culturelle. Il est important que chacun contribue à ce processus, par ses réflexions, ses idées.

Je vous remercie de votre attention et vous souhaite, à toutes et à tous, de fructueux travaux et échanges.

18 // Discours d'ouverture

**Frédéric Gaston**, sous-directeur à l'enseignement et à la recherche en architecture au ministère de la culture

Ce colloque illustre parfaitement la politique du soutien du ministère de la culture à la recherche en architecture.

Cette politique s'inscrit dans un mouvement qui dure depuis plusieurs années, qui a consisté à rapprocher le modèle des écoles d'architecture du modèle global de l'enseignement supérieur. C'est ainsi que l'école d'architecture de La Réunion vient de signer une convention avec l'université de La Réunion.

Au titre de la recherche de façon générale, le ministère de la culture a soutenu une réforme très importante des écoles d'architecture qui a permis de converger avec ce modèle. En 2018, plusieurs décrets ont rénové le statut des écoles et des enseignants-chercheurs.

Le ministère a tenu à ce que statutairement, les enseignants des écoles d'architecture participent aux activités de recherche de leur école. Il a conduit une réforme du statut d'enseignant-chercheur, permettant à ces derniers de consacrer du temps à la recherche. Le ministère offre d'autre part, des mesures précises de soutien à la recherche en architecture. Ces différents mouvements convergent aujourd'hui.

Le ministère va également appeler chaque école d'architecture à développer sa propre identité : identité de recherche, identité pédagogique et identité territoriale. Le ministère a tenu à ce que l'identité de chaque école se manifeste lors de la signature d'un contrat d'établissement avec chacune d'entre elles.

Cette politique s'exprime très bien à travers ce colloque et le projet d'établissement de l'école de La Réunion, qui s'articulent autour des réflexions sur l'architecture en milieu tropical.

D'une part, le ministère de la culture, depuis la Stratégie nationale pour l'architecture en 2015, a tenu à ce que chaque école d'architecture développe une politique de recherche et des moyens en faveur de la recherche, et il attribue des soutiens pour la recherche dans chaque école.

Il est très important que l'école d'architecture de La Réunion se positionne sur un thème d'excellence : « L'architecture en milieu tropical », et qu'elle développe son identité autour de ce thème, ce qui va contribuer à son attractivité. Cette action s'inscrit dans la demande du ministère faite aux écoles d'architecture de devenir des pôles d'excellence à l'appui des politiques publiques. Il leur est demandé de fournir, aux collectivités territoriales par exemple, des solutions d'expertise et de recherche.

Ainsi, la signature de la convention avec l'université de La Réunion et l'organisation de ce colloque confirment l'ancrage de l'école d'architecture de La Réunion dans son territoire et affirme son identité scientifique.

**Christine Richet**, directrice des affaires culturelles de La Réunion

La France a vingt écoles d'architecture dont une à La Réunion qui a la spécificité de proposer un Master en architecture tropicale. Ce qui donne à cette école, mais aussi à l'ensemble du territoire national, un rayonnement international sur la zone océan Indien et sur l'ensemble de la zone intertropicale.

Ce colloque enrichira les savoirs et les savoir-faire des acteurs locaux en matière d'aménagement et de conception architecturale, où les professionnels doivent dans un territoire insulaire penser le bâti et la ville, tant sur le littoral qu'en altitude, tant en milieu urbain que rural, en adéquation avec une société au développement rapide et multiculturel. Ce colloque permettra de procéder à un état des savoirs et des pratiques professionnelles sur les thèmes retenus, croisant dans une perspective pluridisciplinaire les problématiques écologiques, socio-culturelles, technologiques permettant de dégager des recherches susceptibles de mobiliser rapidement la recherche réunionnaise et au-delà, sur des objets sensibles liés à la question de la construction durable et du changement climatique.

Une réflexion sera également menée lors de ce colloque sur le bâti actuel et les patrimoines réunionnais ; un patrimoine avec des spécificités bien particulières, liées à l'utilisation des matériaux et du climat. Ce patrimoine est un atout pour La Réunion, une source d'attractivité touristique ; avec un vrai sujet de restauration, de réhabilitation, de rénovation et nous comptons sur l'école d'architecture de La Réunion pour nous aider à avoir sur cette filière du patrimoine bâti, une expérience, une excellence et des formations.



# CONFÉRENCES & COMMUNICATIONS

22 // Conférence inaugurale

**Dominique GAUZIN-MÜLLER**, critique d'architecture  
École Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA) Strasbourg

## RÉGIONALISME CRITIQUE EN MILIEU TROPICAL POUR UNE ARCHITECTURE FRUGALE ET CRÉATIVE EN TERRE, PIERRE ET FIBRES VÉGÉTALES

### 1. DU RÉGIONALISME CRITIQUE À LA FRUGALITÉ CRÉATIVE

Pendant 10 000 ans, de la sédentarisation des peuples du néolithique au Moyen-Orient jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle, les hommes ont construit leur habitat avec les matériaux qu'ils avaient sous leurs pieds ou à portée de main. Cette architecture vernaculaire valorise les ressources du territoire dans lequel elle est implantée et s'adapte aux particularités du lieu et du climat, en harmonie avec les coutumes et les savoir-faire locaux.

#### 1.1 - La *tabula rasa* des constructions vernaculaires par le mouvement Moderne

Vers 1920, dans un contexte de changements techniques, sociaux et culturels liés à la révolution industrielle et à l'exode des populations des campagnes vers les villes, le mouvement Moderne a fait table rase de ces traditions séculaires. Porté par la pensée hygiéniste et l'idée du « progrès », ses partisans ont développé une architecture internationale caractérisée, entre autres, par l'emploi du béton armé, les grandes surfaces blanches et les fenêtres en bande. Le finlandais Alvar Aalto fut un des rares architectes modernistes à alerter, dès les années 1930, sur les dangers de la standardisation, et à affirmer son souci des « *petits hommes* ».

#### 1.2 - Du style international au régionalisme critique

Après un demi-siècle de style international, l'exposition *Architecture Without Architects – A short introduction to non-pedigreed architecture*, inaugurée en 1964 au Museum of Modern Art de New York, a réveillé l'attention du public pour l'architecture vernaculaire. Son commissaire, Bernard Rudofsky, voyait dans la beauté de ces constructions « primitives » une source d'inspiration pour l'homme de la société industrielle.

Vingt ans plus tard, l'essai sur le régionalisme critique publié par le critique d'architecture britannique Kenneth Frampton dans *Modern architecture – A critical history* fut un deuxième jalon vers la redécouverte des constructions traditionnelles.

Selon Frampton, qui s'appuie sur la phénoménologie de Martin Heidegger, le régionalisme critique est une « *stratégie culturelle* » (Frampton, 1992, page 21). Il devrait adopter l'architecture moderne pour ses qualités universelles de progrès, mais accorder plus de valeur au contexte géographique : topographie, climat et lumière. L'accent devrait être mis sur le « *tectonique* » plus que sur le « *scénographique* », sur le « *sens tactile* » plus que sur le « *visuel* » (Frampton, 1992, pages 26-28).

Pierre Frey, critique d'architecture suisse et professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne, a renchéri en 2010 avec un livre et une exposition intitulés *Learning from vernacular*. Selon lui, les nouvelles architectures vernaculaires sont « *collectives* » et « *en majorité féminines* » ; elles « *recourent aux matériaux disponibles en abondance et à faible coût* » ; elles « *s'appuient sur des savoirs et des savoir-faire ancestraux* » (Frey, 2010, page 121). Frey

présente les bâtiments inspirants de plusieurs pionniers, comme les constructions en bambou du Colombien Simón Vélez et l'école DESI<sup>1</sup> en bauge et bambou, réalisée par la jeune architecte allemande Anna Heringer dans un village du Bangladesh. Il n'est pas inutile de préciser la différence entre le régionalisme et le régionalisme critique. Le régionalisme reproduit l'architecture vernaculaire à l'identique ou en fait un pastiche, tandis que le régionalisme critique revient sur le manque de considération des Modernes pour le site, en accordant plus d'importance au contexte. Il (re)donne ainsi une identité à l'architecture dans un monde globalisé.

### 1.3 - Pour une architecture et un urbanisme frugaux et créatifs

Le mouvement pour une frugalité heureuse et créative dans l'architecture et l'aménagement des territoires urbains et ruraux s'inscrit dans ce processus vers un « *nouveau vernaculaire* », comme le montrent ces extraits du manifeste lancé en janvier 2018 [Bornarel, Gauzin-Müller, Madec, 2018] : « *La transition écologique et la lutte contre les changements climatiques concourent à un usage prudent des ressources épuisables et à la préservation des diversités biologiques et culturelles pour une planète meilleure à vivre. Le maintien des solutions architecturales urbanistiques et techniques d'hier, ainsi que des modes actuels d'habiter, de travailler, de s'alimenter et de se déplacer, est incompatible avec la tâche qui incombe à nos générations : contenir puis éradiquer les dérèglements globaux.* »

Les auteurs du manifeste décrivent les différentes applications de la frugalité (en énergie, en matière, en technicité) : « *À l'échelle du bâtiment, on construit des édifices sains et agréables à vivre sans ventilation mécanique ni climatisation, voire sans chauffage. Grâce à la ventilation naturelle, au rafraîchissement passif, à la récupération des apports de chaleur gratuits et à l'inertie thermique, la conception bioclimatique permet de réduire au strict minimum les*

*consommations d'énergie, tout en assurant un confort accru. Nous savons le faire et cela ne coûte pas plus cher. Pourquoi ne pas généraliser ces pratiques ?*

*Nous savons nous passer de matériaux qui gaspillent les ressources. La construction en bois, longtemps limitée aux maisons individuelles, est mise en œuvre à présent pour des équipements publics d'envergure et des habitations collectives de plus de 20 étages. Les isolants biosourcés, marginaux il y a peu, représentent près de 10% du marché et progressent de 10% chaque année. La terre crue, matière de nos patrimoines, sort du purgatoire dans lequel le XX<sup>e</sup> siècle l'avait plongée. Toutes ces avancées consolident le développement de filières et de savoir-faire locaux à l'échelle des territoires. La frugalité en énergie, matières premières, entretien et maintenance induisent des approches low tech. Cela ne signifie pas une absence de technologie, mais le recours en priorité à des techniques pertinentes, adaptées, non polluantes ni gaspilleuses, comme des appareils faciles à réparer, à recycler et à réemployer. En réalisation comme en conception, la frugalité demande de l'innovation, de l'invention et de l'intelligence collective. La frugalité refuse l'hégémonie de la vision techniciste du bâtiment et maintient l'implication des occupants. Ce n'est pas le bâtiment qui est intelligent, ce sont ses habitants. »*

L'approche frugale d'un projet concerne aussi l'aménagement du territoire : « *Qu'il soit implanté en milieu urbain ou rural, le bâtiment frugal se soucie de son contexte. Il reconnaît les cultures, les lieux et y puise son inspiration. Il emploie avec soin le foncier et les ressources locales ; il respecte l'air, les sols, les eaux, la biodiversité, etc. Il est généreux envers son territoire et attentif à ses habitants. Par son programme et ses choix constructifs, il favorise tout ce qui allège son empreinte écologique, et tout ce qui le rend équitable et agréable à vivre.* »

[Bornarel, Gauzin-Müller, Madec, 2018, [www.frugalite.org](http://www.frugalite.org)]

<sup>1</sup> Dipshikha Electrical Skill Improvement



Le centre œnotouristique Viavino à Saint-Christol (Arch. atelier Philippe Madec) est représentatif de la démarche de frugalité heureuse et créative. Ce bâtiment à énergie positive, construit en pierre et bois locaux et naturellement ventilé, est très apprécié par ses usagers et ses visiteurs. « *Exemplaire outil de rayonnement d'un territoire viticole, Viavino est né de la conjugaison d'une clairvoyance politique et de la modernité rurale d'une architecture écoresponsable* ». (Madec et Gauzin-Müller, 2014, 4<sup>ème</sup> de couverture)



Centre œnotouristique Viavino à Saint-Christol.  
Architectes : atelier Philippe Madec  
© Dominique Gauzin-Müller

## 2. ARCHITECTURES TROPICALES D'AUJOURD'HUI : L'EXEMPLE INSPIRANT DE LA RÉUNION

Sur l'île de La Réunion, l'architecture vernaculaire se caractérise par les *kaz a ter*, des maisons en rez-de-chaussée avec un toit à quatre pans, une mixité des matériaux (murets en basalte, bardages en bois, couvertures en tôle) et des couleurs joyeuses. Leur prolifération entraîne un mitage du paysage insoutenable.

### 2.1 - ENJEU 1. Densifier contre l'étalement urbain

L'Écoquartier de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion (Aménageur : CBo Territoria ; Urbanisme : Tekhnê ; Paysage : Atelier LD) fut l'un des premiers sur l'île à proposer une densification des constructions et la création d'un cœur de ville avec des immeubles mixtes (habitat, services et commerces) de cinq à sept niveaux. Le livre consacré à l'aventure de ce projet inspirant commence ainsi : « *Sur une petite île française de l'océan Indien grandit depuis quelques années une ville qui pourrait devenir un modèle d'aménagement urbain éco-responsable en milieu tropical. Sur la densité, la mixité sociale et fonctionnelle, les mobilités douces, la gestion de l'eau et du végétal... Beauséjour convainc par ses propositions originales, pragmatiques et efficaces, résultat de concertations entre les multiples acteurs, les riverains et les futurs habitants. (...) Beauséjour répond aux deux grands défis de l'île. Face à la forte augmentation de la population, comment loger d'ici 2030 un million de personnes, leur trouver du travail, leur apporter des services et leur offrir un cadre de vie durable ? Face aux dérèglements climatiques, comment réduire les émissions de gaz à effet de serre et anticiper l'aggravation des pluies tropicales ?* » (Gauzin-Müller, 2014, page 6)



Centre urbain de l'écoquartier de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion.  
Urbaniste : Tekhnê. Architectes : Quadra Architectures  
© Dominique Gauzin-Müller

## 2.2 - ENJEU 2. Des îlots de fraîcheur paysagers au milieu du bâti

L'écoquartier de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion est aussi exemplaire pour son intégration du paysage au cœur de la ville. Les objectifs sont multiples : réduire l'impression de densité, apporter des îlots de fraîcheur, gérer les pluies tropicales, etc. Les eaux pluviales sont en effet traitées non pas dans des tuyaux enterrés, mais en surface, dans des noues et des bassins intégrés de manière très naturelle aux aménagements paysagers. Le système est détaillé dans le livre dédié au quartier : « *Le génie du lieu a inspiré au projet urbain et paysager son âme créole : le respect des traces des chemins canniers, l'importance donnée au végétal qui couvre un tiers du site, l'intégration dans les bâtiments des varangues et guétalis traditionnels. Les grandes lignes ont été dictées par la géographie : une pente à 10 % creusée par des ravines, un fort ensoleillement toute l'année, des pluies rares mais violentes et l'exposition aux alizés soufflant de l'océan par l'Est. Les réponses apportées sont écoresponsables : le bâti est dense pour économiser des sols de plus en plus rares et dégager des espaces de vraie nature ; le confort d'été est assuré par la ventilation naturelle et d'autres mesures bioclimatiques. Les ouvrages techniques d'assainissements sont remplacés par des successions de bassins enherbés intégrés au paysage. La biodiversité des écosystèmes fragiles est renforcée par le choix de végétaux endémiques.* » [Gauzin-Müller, 2014, page 6]



Parc de l'écoquartier de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion.  
Paysagiste : Atelier LD  
© Dominique Gauzin-Müller



Parc de l'écoquartier de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion.  
Paysagiste : Atelier LD  
© Dominique Gauzin-Müller

### 2.3 - ENJEU 3. Le vivre-ensemble

L'objectif principal des acteurs de l'écoquartier de Beauséjour était de favoriser le « vivre-ensemble » et de proposer un nouvel art de vivre sous les tropiques. « La mixité est un autre mot-clé du projet urbain. Si 40 % des logements appartiennent au secteur social, la qualité de leur architecture évite toute discrimination. Habitat, travail, équipements, services et commerces se mêlent au sein des quartiers, des îlots voire des bâtiments. La mobilité est douce : dans cette ville des courts chemins, les enfants vont à pied à l'école, leurs parents font les courses en vélo et se rendent en bus au travail. » [Gauzin-Müller, 2014, page 7]

### 2.4 - ENJEU 4. Passer de la *kaz a ter* à la *kaz en ler* en conservant l'identité réunionnaise

L'île de La Réunion regorge d'exemples d'habitat collectif à l'échelle humaine, fidèles à l'identité réunionnaise, avec des volumes découpés, de vastes loggias protégées du soleil et des touches de couleur : Malacca Florès, Le Port (Arch. LEU Réunion) ; Les Bambous, Beauséjour, Sainte-Marie (Arch. TT Architecture) ; Les Portes de Beauséjour, Sainte-Marie (Arch. Antoine Perrau et Michel Reynaud) ; Les Joncs à Beauséjour, Sainte-Marie (Arch. Olivier Ehresmann et Pierre Rosier), etc.



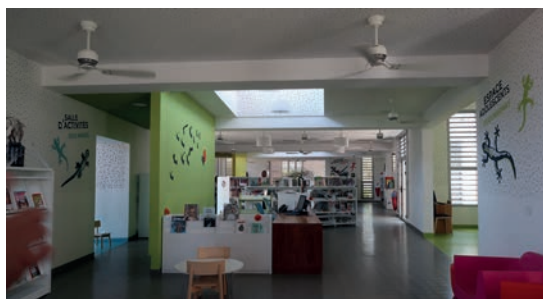
Les Joncs, Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion.  
Architectes : Olivier Ehresmann et Pierre Rosier  
© Dominique Gauzin-Müller



Les Portes de Beauséjour à Sainte-Marie de La Réunion.  
Architectes : Antoine Perrau et Michel Reynaud  
© Dominique Gauzin-Müller

### 2.5 - ENJEU 5. Éviter la climatisation grâce aux principes bioclimatiques

Outre sa faible épaisseur favorisant la ventilation traversante, l'architecture bioclimatique réunionnaise est équipée de varangues, pare-soleil, jalousies et brasseurs d'air apportant un confort sans climatisation. L'expérience acquise sur de nombreux immeubles d'habitation et de bureaux permet aujourd'hui d'appliquer ces principes à des bâtiments d'envergure, comme l'amphithéâtre du campus du Moufia à Saint-Denis (Arch. Olivier Brabant, 2014) et la médiathèque du Sud Sauvage à Saint-Joseph (Arch. Co-Architectes, 2017).



Médiathèque du Sud Sauvage à Saint-Joseph de La Réunion.  
Architectes : Co-Architectes  
© Dominique Gauzin-Müller

## 2.6 - ENJEU 6. Trouver des alternatives au tout béton

Si les architectes de La Réunion ont une remarquable maîtrise des principes bioclimatiques en milieu tropical, il leur est difficile d'apporter des solutions locales pour réduire l'énergie grise de leurs bâtiments. L'île ne dispose quasiment pas de matériaux de construction, à part le basalte utilisé par exemple pour les pavages et murets de soutènements des aménagements extérieurs de Beauséjour et pour le socle de nombreux bâtiments, comme la médiathèque du Sud Sauvage à Saint-Joseph. Le bois est quasiment toujours importé, et la structure en cryptoméria local pour l'extension de l'agence de Co-Architectes à Saint-Pierre (2019) reste une expérimentation.

Si le béton est encore quasiment incontournable à La Réunion, on trouve dans d'autres régions au climat tropical des exemples très inspirants construits en terre crue ou matériaux à base de fibres végétales.

## 3. ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE

La terre crue fut l'un des premiers matériaux de construction de l'humanité. Trois techniques encore en usage aujourd'hui ont en effet émergées avec la révolution néolithique et la sédentarisation de l'Homme au Proche-Orient : torchis, bauge et briques de terre crue. Le pisé, plus sophistiqué, est apparu 9 siècles avant notre ère. Quant à la presse pour fabriquer les blocs de terre comprimée (BTC), elle a été inventée vers 1950 en Amérique latine. Matériau bon marché, souvent abondant en milieu tropical (latérite) et demandant peu d'énergie pour sa mise en œuvre, la terre crue pourrait couvrir une partie des besoins en logements économiques et confortables. Le TERRA Award 2016, premier prix mondial des architectures contemporaines en terre crue, a permis de faire émerger 40 exemples inspirants sur tous les continents, dont une douzaine en milieu tropical ([www.terra-award.org](http://www.terra-award.org)). Ces bâtiments sont valorisés dans une exposition itinérante et un livre, qui décrit aussi les avantages du matériau.

*«Aujourd'hui, la terre est en train de conquérir le champ de l'architecture contemporaine grâce aux centaines de bâtiments d'une exceptionnelle qualité esthétique et technique qui émergent sur toute la planète. Professionnels et grand public redécouvrent ainsi les qualités de ce matériau éco-local, dont la transformation et le transport nécessitent peu d'énergie. (...) La présence de murs en terre garantit un climat intérieur sain : régulation de l'humidité, absence de produits toxiques, absorption des odeurs et des bruits. Leur inertie thermique permet aussi d'assurer naturellement une température agréable : la chaleur accumulée pendant la journée dans l'épaisseur des parois est diffusée pendant la nuit dans le bâtiment.»* (Gauzin-Müller, 2017, page 7)



*Maison d'hôtes en pisé du campus de Hangzhou, Chine.  
Arch. Amateur Studio (Wang Shu et Lu Wenyu)  
© Dominique Gauzin-Müller*

#### 4. ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN FIBRES VÉGÉTALES

Les engagements pris par les États en 2015, lors de la COP21, pour endiguer les dérèglements climatiques appellent une forte réduction de l'empreinte environnementale des bâtiments existants et futurs. Mettre en œuvre des matériaux à base de plantes à croissance rapide répond à cette exigence. C'est une gigantesque opportunité pour stocker dès maintenant une grande quantité de carbone, et lutter ainsi contre le réchauffement de la planète.

L'utilisation de fibres végétales limite le prélèvement de ressources non-renouvelables et les besoins en énergie sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments. Elle peut même apporter une solution dans la lutte contre les plantes invasives, comme le typha au Sénégal. La France est pionnière pour l'isolation en paille, en particulier dans les bâtiments publics et les logements sociaux (5 000 bâtiments en 2017), et les matériaux biosourcés participent à l'indispensable rénovation énergétique du bâti existant. Dans les pays tropicaux à forte progression démographique, bambou, roseaux et autres fibres, souvent associés à la terre crue, servent à ériger des constructions confortables à un coût abordable. Les filières biosourcées représentent aussi un important potentiel de création d'emplois et d'activités économiques aussi bien en Île-de-France avec le béton de chanvre que dans les départements d'outre-mer.

Le FIBRA Award 2019, premier prix mondial des architectures contemporaines en terre crue, a permis de faire émerger 50 exemples inspirants sur tous les continents, dont une douzaine en milieu tropical ([www.fibra-award.org](http://www.fibra-award.org)). Ces bâtiments sont valorisés dans une exposition itinérante et un livre, qui soulignent la diversité des matériaux de construction en fibres végétales (bambou, paille, roseau, herbe marine, osier, rotin, palmes, etc.) ainsi que leurs avantages. « À une époque où les solutions à faible teneur en carbone sont très recherchées, réintroduire des matières organiques oubliées à travers des techniques industrialisables est une piste prometteuse. » (Gauzin-Müller, 2019, page 7)



*Auberge de jeunesse en galets, pisé et bambou  
à Baoxi, Chine.*

*Arch. Anna Heringer  
© Dominique Gauzin-Müller*

Construire avec de la terre crue et des fibres végétales est une contribution majeure à la transition écologique et sociale, mais ce qui est vraiment écoresponsable, c'est d'utiliser la juste quantité du bon matériau au bon endroit. Aujourd'hui plus que jamais, il faut renouer avec le slogan lancé en 1972 par René Dubos lors du premier Sommet de la Terre : « *penser global, agir local* ».

## BIBLIOGRAPHIE

RUDOLFSKY (Bernard), *Architecture Without Architects – A short introduction to non-pedigreed architecture*, University of New Mexico Press, 1987 (réédition).

FRAMPTON (Kenneth), "Towards a Critical Regionalism: six Points for an Architecture of Resistance", *Modern architecture – A critical history*, Thames & Hudson, 1992 (traduction de l'anglais dans ce texte par Dominique Gauzin-Müller).

FREY (Pierre), *Learning from vernacular – Pour une nouvelle architecture vernaculaire*, Arles, Actes Sud, 2010.

MADEC (Philippe), GAUZIN-MÜLLER (Dominique), *Viavino – Modernité rurale*, éditions Jean-Michel Place, 2014.

BORNAREL (Alain), GAUZIN-MÜLLER (Dominique), MADEC (Philippe), janvier 2018, « Manifeste de la frugalité heureuse et créative », [www.frugalite.org](http://www.frugalite.org)

GAUZIN-MÜLLER (Dominique), *Le défi de Beauséjour – Une ville tropicale durable à La Réunion*, Paris, éditions Eyrolles, 2014.

GAUZIN-MÜLLER (Dominique), *Architecture en terre d'aujourd'hui*, Plaisan, éditions Muséo, 2017.

GAUZIN-MÜLLER (Dominique), *Architecture en fibres végétales d'aujourd'hui*, Plaisan, éditions Muséo, 2019.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA CONFÉRENCE DE DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER**  
**« POUR UNE ARCHITECTURE FRUGALE ET CRÉATIVE EN TERRE, PIERRE ET FIBRES VÉGÉTALES »**

**Julien Castelnau, SHLMR**

Je voudrais apporter une précision. Le cryptomeria a fait l'objet d'une caractérisation pilotée par le CIRBAT Réunion (Centre d'Innovation et de recherche du Bâti tropical). Il existe aujourd'hui une fiche qui donne les caractéristiques du cryptomeria de La Réunion en termes de durabilité, de résistance mécanique, de résistance au feu. Il a même intégré la norme avec le classement CE des bois. D'un point de vue normatif et réglementaire, il est comme d'autres essences présentes sur le marché réunionnais.

**Dominique Gauzin-Müller**

C'est une excellente nouvelle.

Cela veut donc dire qu'on peut aujourd'hui construire avec du cryptomeria à La Réunion ?

**Julien Castelnau, SHLMR**

On peut, mais il manque encore un élément technique. La commercialisation de bois marqué CE n'est pas encore effective, car la chaîne de production de la scierie de Saint-Benoît (le seul transformateur de l'île) doit être modernisée. En usage purement décoratif, en parement, en bardage... on dispose aujourd'hui d'une fiche technique qui permet de le préconiser comme n'importe quelle autre essence sur le marché. Il est de classe naturelle de durabilité 3, il est donc compatible pour un emploi en extérieur. Mais à La Réunion, on a plutôt tendance à préconiser classe 4. On tolère toutefois si le bardage est abrité par un débord ou une varangue, une classe 3. Le CIRBAT vient également de finaliser une étude sur des isolants bio-sourcés de La Réunion : le cryptomeria, le bois de goyavier, le vétiver et la bagasse. Tous les éléments sont en ligne sur le [www.cirbat.re](http://www.cirbat.re).

**Laurent Segelstein, Ville de Saint-Denis**

Qu'en est-il de la maintenance et de l'entretien de ces matériaux (bambou, fibre, bois...), notamment par rapport aux termites ?

Quelle est la durabilité de ces matériaux, notamment sur des grandes constructions ?

**Dominique Gauzin-Müller**

Contre les champignons ou les insectes (sauf les termites), on traite le bambou au sel de bore. Au Japon, on le traitait traditionnellement en le fumant, mais aujourd'hui le bambou et le bois, un peu partout dans le monde, sont traités au sel de bore. Le problème des termites n'est pas lié au bio-sourcé, car elles mangent aussi le plâtre et d'autres matériaux. La réponse contre les termites doit donc être globale. On peut par exemple mettre une barrière physico-chimique autour du bâtiment. Et surtout on peut construire en décollant les bâtiments du sol, avec des vides sanitaires. Les termites c'est vraiment à traiter à part.

En France, il y a eu une polémique sur les sels de bore autour des isolants en cellulose, mais il n'y a pas vraiment de problème, sauf quand la dose est très forte, bien sûr. D'ailleurs on les utilise aussi pour la conservation du jambon. Par contre, les sels cuivre-chrome-arsenic longtemps utilisés pour traiter le bois, posaient un vrai problème. Des nappes phréatiques ont été polluées par ces sels-là, surtout par le chrome et l'arsenic.

**Jean-François Raffini, architecte et enseignant à l'ENSAM**

Concernant la terre à Mayotte. J'ai exercé un certain nombre d'années pour la construction de logements à la SIM (Société Immobilière de Mayotte). Les anciens logements étaient en brique de terre crue. Et j'ai eu à faire face à un échec total de la relance de cette filière.

Y a-t-il aujourd'hui des opportunités pour développer des compétences localement afin de réinvestir la terre dans ce territoire ?

**Nicolas Peyrebonne, architecte**

Il y a plusieurs projets dont le lycée des métiers du bâtiment (cf. Poster). Il y a une prise de conscience des Pouvoirs Publics, qui passe par le réglementaire pour pouvoir mettre en œuvre la BTC (brique de terre comprimée). On assiste actuellement à une vraie relance de la filière, avec à la fois la réactivation de la vingtaine de briqueteries qui existaient déjà sur le territoire et évidemment l'appui des grands groupes pour produire en masse les briques qui vont être nécessaires pour relever tous les enjeux actuels de Mayotte.





**CONSTRUIRE  
EN MILIEU TROPICAL**

34 // Conférence

**Yann FOLLAIN**, directeur, concepteur en chef WY-T0 Singapour // Managing Director, Head of Design, WY-T0 Singapore architecte, co-fondateur WY-T0 Singapore-Paris // Architect, Co-founder, WY-T0 Paris

## LA CONCEPTION POUR LA VIE. RENFORCER LE LIEN ENTRE LES DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX, LE BIEN-ÊTRE ET LA SANTÉ DES COMMUNAUTÉS<sup>1</sup>

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1 - Développement durable

« L'être humain a la capacité de rendre durable le développement, pour faire en sorte qu'il réponde aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. » (WCED, 1987)

Le développement durable implique un équilibre entre ses trois piliers : le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement (Figure 1). Si l'un de ces trois piliers de la durabilité n'est pas accompli, le développement initial peut donner l'impression d'avoir un impact positif, mais le développement ne sera pas durable à long terme.

## DESIGN FOR LIFE: HIGHLIGHTING THE LINK BETWEEN ENVIRONMENTAL CHALLENGES AND COMMUNITIES WELL-BEING AND HEALTH

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1 - Sustainable development

« Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. » (WCED, 1987)

Sustainable development involves striking a balance between the three pillars: Economic development, social development and environmental protection (Figure 1). If any of these three pillars of sustainability are not fulfilled, initial development may seem to have a positive impact, however development will not be sustainable in the long run.



Figure 1 Sustainable development Venn diagram

<sup>1</sup> Ce texte est la traduction française de la conférence prononcée par Yann Follain. Pour les illustrations et la bibliographie, se reporter à la version anglaise.

## 1.2 - Les défis environnementaux

La biodiversité est la clé de la résilience et le fondement des écosystèmes de la planète. Les systèmes écologiques indépendants maintiennent la santé de notre environnement, qui, à la longue, est intimement liée à notre bien-être.

Cependant, l'équilibre des cycles interdépendants de la biodiversité est souvent menacé par des activités humaines nuisibles. Les habitats sont détruits lorsque les forêts sont brûlées. La surexploitation des ressources, comme la pêche à grande échelle à des niveaux non durables, freine la durabilité et le renouvellement des stocks de poissons, et, par extension, a des effets négatifs sur d'autres organismes. La propagation d'espèces envahissantes ou de maladies peut également perturber l'équilibre délicat du système écologique. Les rejets illégaux d'eaux usées, de gaz d'échappement, de déchets, de produits agricoles chimiques, d'émissions en provenance de structures industrielles et de centrales électriques entraînent la pollution de l'eau, de l'air et des terres, ainsi que la pollution chimique, thermique, lumineuse et visuelle [Sen Nag, 2018]. Le changement climatique dû à l'augmentation des gaz à effet de serre provoque déjà une élévation du niveau de la mer et des températures, ce qui représente une menace énorme pour la flore et la faune, ainsi que pour les communautés.

Les effets du développement non durable se font sentir dans les métropoles urbanisées de toute la région de l'Asie du Sud-Est, comme, par exemple, la pollution de l'air à Jakarta, la pollution de l'eau à Kuala Lumpur, la pollution par le plastique à Manille, les crues subites et la pollution lumineuse à Singapour, la pollution visuelle à Bangkok et à Ho Chi Minh, la pollution des sols au Myanmar, ou l'élévation du niveau de la mer à Jakarta, pour n'en nommer que quelques-uns. Il est donc urgent de rendre les villes plus résilientes.

## 1.2 - Environmental challenges

Biodiversity is the key to resiliency and is the foundation of the planet's ecosystems. The independent ecological systems maintain the health of our environment, which is ultimately and intimately linked to our well-being.

However, the balance of the inter-dependent cycles of biodiversity is often threatened by unhealthy human activities. Habitats are obliterated when forests are burnt down. The over-exploitation of resources, like the massive harvesting of fish at unsustainable levels handicaps the fish population to sustain and repopulate, and by extension affects other organisms. The spread of invasive species or diseases can upset the delicate balance of the ecological system as well. Illegal discharge of sewage, exhaust, trash, agricultural chemicals, industrial and power plant emissions result in the pollution of water, air and land, also resulting in chemical, thermal, light and visual pollution [Sen Nag, 2018]. Climate change due to increased greenhouse gases is already causing a rise in sea levels and temperatures, which pose a huge threat to flora and fauna as well as communities.

The effects of unsustainable development are evident in urbanised metropolises all across the region of Southeast Asia, such as air pollution in Jakarta, water pollution in Kuala Lumpur, plastic pollution in Manila, flash floods and light pollution in Singapore, visual pollution in Bangkok and Ho Chi Minh, soil pollution in Myanmar, rising sea levels in Jakarta, just to name a few. There is therefore an urgent need for cities to be more resilient.

### 1.3 - Des villes résilientes et durables

Pourquoi est-il important d'avoir des villes résilientes ?

Afin que les individus, les communautés, les institutions, les entreprises et les structures au sein d'une ville puissent continuer à survivre, à s'adapter et à croître, quel que soit le stress chronique ou le choc aigu qui pourrait survenir et afin d'être en mesure d'accomplir les fonctions de base, aussi bien dans les bonnes que dans les mauvaises périodes, et pour toutes les populations [OCDE, 2019].

Les stratégies durables couramment appliquées peuvent être des stratégies passives ou actives. La conception passive est généralement la première étape. Il s'agit d'un bâtiment conçu pour être intrinsèquement économe en énergie, pour que les besoins en matière de chauffage et de refroidissement soient réduits. Ceci peut se faire grâce à la bonne orientation du bâtiment, à un volume et une façade aérodynamiques, à l'incorporation d'espaces verts, ainsi qu'à l'optimisation de la lumière du jour, de la ventilation naturelle et de la protection solaire [Marro, 2018]. Les stratégies actives sont des systèmes de construction qui sont ajoutés au bâtiment pour en augmenter l'efficacité et entraînent souvent un coût supplémentaire. Quelques exemples de stratégies durables actives sont les éoliennes, les cellules photovoltaïques, les zones de captage d'eau et les bassins biologiques.

Les stratégies passives durables rappellent souvent les principes de l'architecture vernaculaire traditionnelle, à l'époque où les gens cherchaient simplement des moyens modestes et ingénieux pour répondre à leurs besoins grâce à l'architecture [Holland, 2017]. En Asie du Sud-Est, il existe des exemples d'architecture durable traditionnelle, à savoir la maison *Kampung* (Figure 2), qui est la maison malaisienne traditionnelle que l'on trouve dans des pays comme, par exemple, Singapour, les Philippines, la Malaisie, la Thaïlande ou encore l'Indonésie.

### 1.3 - Resilient and sustainable cities

Why is it important to have resilient cities?

So that the capacity of individuals, communities, institutions, businesses and systems within a city could continue survive, adapt and grow, no matter what kind of chronic stresses and acute shocks come their way, to be able to deliver basic functions in both good and bad times, to all populations [OECD, 2019].

Sustainable strategies which are commonly used can either be passive or active strategies. Passive design is usually the first step, where a designer finds ways to ensure that a building is intrinsically energy efficient, and to reduce the need for heating and cooling systems. This can be done through proper building orientation, aerodynamic massing and façade, incorporation of green spaces, as well as optimisation of daylighting, natural ventilation and sun shading [Marro, 2018]. Active strategies are the building systems which are added on to the building to increase efficiency, and they often come at additional cost. Some examples of active sustainable strategies are wind turbines, photovoltaic cells, water catchment areas and bioswales.

Passive sustainable strategies are often similar to the principles of traditional vernacular architecture, back when people were simply finding modest and resourceful ways to address their needs through architecture [Holland, 2017]. In Southeast Asia, we can find examples of traditional sustainable architecture, namely the *Kampung* house (Figure 2) which is a traditional Malay house found in countries like Singapore, Philippines, Malaysia, Thailand, Indonesia and more.

La maison *Kampung* a même servi de modèle d'inspiration pour des projets de conception récente, le plus souvent implicitement plutôt qu'explicitement. Sa construction légère, ainsi que l'utilisation de matériaux à faible capacité thermique, permettent à la maison de conserver la fraîcheur. La toiture de la construction offre également une bonne isolation contre la chaleur. La conception de la maison, placée sur pilotis, assure une bonne ventilation, en canalisant les vents forts venant du bas, et elle protège également la maison en cas d'inondation. Les grands espaces intérieurs sont séparés par un minimum de cloisons et les fenêtres, toutes entièrement articulées, permettent la libre circulation du vent dans la maison. Ses grands avant-toits offrent une protection solaire efficace, tandis que le système de toit à deux niveaux permet à l'air chaud d'être libéré par les événements. Bien que l'architecture vernaculaire de la région soit parfaitement adaptée au climat, nous ne pouvons pas continuer à produire ce type de maison, car nous avons besoin de résidences à haute densité ayant un grand nombre de commodités et qui conviennent à notre vie moderne. Notre défi serait donc d'appliquer les principes fondamentaux de la maison *Kampung*, afin de trouver des solutions contextualisées pour l'habitat à haute densité, en particulier depuis que les sociétés développées de l'Asie du Sud-Est partagent des défis environnementaux similaires.

Dans les sections suivantes, d'autres exemples seront fournis pour illustrer la manière dont les bâtiments peuvent répondre aux défis environnementaux et assurer le bien-être des communautés. Le Mobile Lotus est un exemple qui répond directement aux besoins d'une communauté dans une zone rurale.

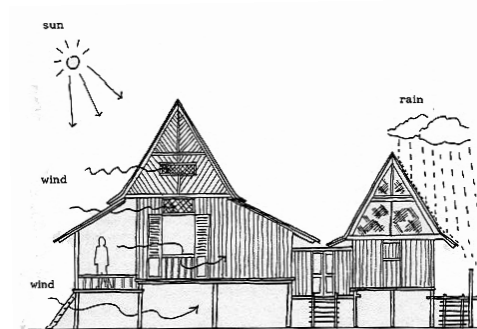


Figure 2 *Kampung House*

The *Kampung* house has been the model of inspiration even for design projects in recent times, mostly implicitly rather than explicitly. Its lightweight construction makes use of materials with low thermal capacity to keep the house cool. The atap roofing similarly provides good insulation against heat. The stilted house typology ensures good ventilation by catching winds of higher velocity from below, and it also elevates the house in the event of flooding. The large interior spaces have minimal partitions and fully operable windows to allow the free flow of wind through the house. Its large roof eaves provide effective sun shading, while the double-tiered roof system allows the hot air to be released through the ventilated roof vents. Although vernacular architecture in the region is perfectly suited for the climate, we cannot keep doing atap houses, as we require high density, high amenity residences that suit our modern life. So our challenge would be to apply the fundamental principles of the *Kampung* house to create contextualised solutions for high density living, especially since developed societies of Southeast Asia share similar environmental challenges.

In the following chapters, more examples will be provided to illustrate how buildings can respond to environmental challenges and ensure communities' wellbeing. The Mobile Lotus is an example in a rural area which responds directly to the needs of a community.

## 2. LE LOTUS MOBILE

### 2.1 - Le contexte

Partout sur la planète, la mondialisation a apporté de nombreuses avancées technologiques. Ce faisant, elle a rendu populaires de nombreuses idées qui ont parfois remplacé le savoir culturel. Si elle a permis aux agriculteurs cambodgiens d'accéder facilement aux engrais et aux pesticides, augmentant ainsi leurs rendements, personne n'a suffisamment informé la population sur leurs effets néfastes et sur la nécessité de surveiller l'utilisation de ces agrégats artificiels.

Le *Tonlé Sap*, le plus grand lac d'eau douce d'Asie du Sud-Est, est riche en diversité et une source de survie pour de nombreux villageois au Cambodge. Ce lac est un cas unique, car les agriculteurs et les pêcheurs partagent une grande source d'eau commune. Les poissons apportent de nombreux avantages pour les rizières et vice versa. Cependant, l'utilisation d'engrais et de pesticides pour répondre à la demande croissante de la riziculture a eu un impact considérable sur la vie aquatique de ce lac historique du Cambodge. L'absence d'éducation et la pauvreté croissante ont conduit à la surexploitation du lac. Pour éviter de continuer d'endommager son écosystème fragile, il est crucial d'informer et d'éduquer la population sur l'efficacité des méthodes durables, afin d'obtenir l'acceptation par la population et la mise en œuvre de ces solutions.

En raison du fort écoulement de nutriments vers le lac, ainsi que la pêche intense et la déforestation dans la région, il existe un danger de déclin important des bactéries du phytoplancton. Ces bactéries sont vitales pour la santé de la vie aquatique, car elles sont en grande partie responsables du maintien des niveaux d'oxygène dans l'eau. Sans elles, un état grave, appelé hypoxie, peut survenir. Cette eau hypoxique est responsable de l'augmentation des problèmes de santé des personnes vivant dans et autour du lac, un sujet d'inquiétude majeur. Une action urgente s'impose !

## 2. THE MOBILE LOTUS

### 2.1 - Contextual underpinning

Globalization brought a large amount of technological advancements around the world. In the process, it popularized many ideas that at times overshadowed cultural knowledge. While it gave Cambodian farmers easy access to fertilizers and pesticides, increasing their yields, it did not educate the population adequately about its adverse effects and the need to monitor the usage of such artificial aggregates.

Tonlé Sap is rich in diversity and is the largest freshwater lake in South-east Asia, making it a source for survival for many villagers in Cambodia. This lake is a unique case where farmers and fisherman share a large common water source. Fisheries are a great advantage to the rice plantation and vice versa. However, the use of fertilizers and pesticides to meet the rising demand of rice cultivation has drastically impacted the marine life of the historically significant lake of Cambodia. Poor education and increasing poverty has led to exploitation of the lake. To avoid any further damage to its fragile ecosystem, it is crucial to demonstrate and educate the population about the efficiency of sustainable methods. This could ensure the acceptance and implementation of these solutions.

Due to heavy nutrient drainage into the lake, as well as intense fishing and deforestation in the area, there is potential for a sharp decline in Phytoplankton bacteria. Those bacteria are vital to the marine health since they are hugely responsible for maintaining oxygen levels in water. Without them, a critical condition termed as Hypoxia can arise. This hypoxic water is responsible for rising health issues for people living in and around the lake, which is certainly an urgent concern. We must take action!

Les vraies solutions résident dans une élimination complète des sources du problème. Pour ce faire, un changement éclairé et responsable du mode de vie des personnes est nécessaire, afin de restaurer et stabiliser les eaux du lac et, par conséquent, la santé de ses habitants.

## 2.2 - Notre réponse

L'objectif du Lotus Mobile est de fournir des solutions holistiques aux problèmes graves actuels. Notre objectif est de construire une plateforme flottante qui permettra à la population de communiquer et de partager des méthodes efficaces d'agriculture et de pêche, tout en permettant aux personnes qui habitent autour de l'écosystème du lac de bénéficier de services essentiels tels que soins de santé, éducation et formation.

Construite en utilisant des matériaux locaux et faciles à assembler, la structure, basée sur la fleur de lotus, puise son inspiration dans un symbole traditionnel, le très ancien mandala khmer et sa géométrie emblématique, avec son centre sacré, ses voies alignées et les zones concentriques qui l'entourent. L'ensemble architectural offre un espace communautaire public dans un lieu qui, traditionnellement, n'en a jamais vraiment eu. Mobile, la structure peut se déplacer vers les villages flottants et informer les communautés sur les différentes causes de l'eau polluée, ainsi que les remèdes. Le principal objectif de cette plateforme est l'apprentissage par l'observation. Nous réintroduisons des notions telles que la rotation des cultures, les usines de biogaz, le traitement des déchets, la culture du vétiver et l'énergie solaire, parmi de nombreuses autres solutions proposées par cette plateforme à guichet unique. Agissant comme une boîte à outils, elle encourage les villageois à s'engager dans ce processus : ils sont maintenant actifs et non plus passifs.

Real solutions lie in a full circle prevention of the causes of the problem. To do so, an informed and responsible shift in lifestyle of people is required to restore and stabilize the lake, and by extent it's residents.

## 2.2 - Our response

The Mobile Lotus aims to provide those holistic solutions to the current critical issues. Our objective is to build a floating platform that can enable people to communicate and share efficient methods of farming, fishing and thus inhabiting the lake ecosystem as well as receive essential services such as health care, education and training.

Built of local materials and easily assembled, the lotus inspired design takes its iconic geometries, with its sacred centre, aligned pathways and concentric surrounding zones from a traditional symbol: the ancient Khmer Mandala. The architectural ensemble offers a public community space in a place that traditionally has never really had. Mobile, it reaches floating villages to inform communities about various causes and remedies of the polluted water. Learning by seeing is the prime motive of this platform. We re-introduce ideas like crop-rotation, bio-gas plants, waste treatment, vetiver systems, and solar energy among many other solutions into a one-stop platform. Acting as a toolbox, villagers are engaged in the process: from passive to active.



Aerial View © WY-TO



En plus des stratégies actives, la façade intelligente à basse technologie du Lotus Mobile est l'une de ses plus importantes caractéristiques. Des recherches ont été menées en collaboration avec des ingénieurs en structure et en environnement sur la façon dont cette façade peut fournir un abri et de la ventilation, tout en contribuant à l'écosystème du Lotus Mobile, en filtrant l'eau et en permettant la croissance de la végétation à l'intérieur de la façade. Les éléments fonctionnels de la façade permettent à l'utilisateur de réagir aux conditions météorologiques immédiates dans les domaines de l'abri et de la ventilation.

Le passage d'un cercle vicieux quotidien à un cycle vertueux nécessite la participation active de tous les villageois. Le Lotus Mobile fournit aux villages flottants une plate-forme sociale pour partager les connaissances, un accès aux équipements de base et aux techniques pertinentes, pour les rendre autonomes.

In addition to active strategies, the low tech, smart facade of the Mobile Lotus is one of its most important features. Research has been conducted with structural and environmental engineers into how the facade can provide shelter and ventilation while contributing to the ecosystem of the Mobile Lotus, by filtering water and allowing vegetation growth within the facade. The operable elements allow the user to respond to the immediate weather conditions for ventilation and shelter.

A shift from a daily vicious cycle to a virtuous cycle needs an active participation from all villagers. Mobile Lotus provides to the floating villages a social platform to share knowledge, access to basic amenities and relevant tools to be self-sustainable.



*View from the lake*  
© WY-T0

### 3. GREEN MARK : LA MARQUE VERTE

#### 3.1 - Description et objectif

Après avoir parlé de solutions dans le contexte rural, nous passons maintenant aux défis environnementaux et aux problèmes uniques auxquels sont confrontées les communautés des zones urbaines, comme Singapour. La *Building and Construction Authority* (BCA), une autorité à Singapour, a lancé en 2005 le programme « *Green Mark* » [Marque Verte], qui attribue une note écologique aux bâtiments qui répondent à des exigences et à des critères spécifiques visant à accroître l'efficacité énergétique et à améliorer la performance environnementale des bâtiments à Singapour.

Certains des critères de durabilité :

- **Le climat** : les bâtiments doivent faire preuve d'une réduction des émissions et une résilience aux effets du changement climatique.
- **Les ressources** : en tant que gardiens des ressources de la Terre, les bâtiments doivent utiliser les ressources de manière efficace, afin de réduire leur empreinte environnementale tout au long du cycle de vie du bâtiment.
- **Le bien-être** : un environnement bâti vivable est essentiel à la santé et au bien-être de tout un chacun.
- **L'écologie** : les bâtiments doivent tenir compte de leur impact plus général sur la biosphère, par l'intégration de la nature et la protection des systèmes naturels, y compris la flore et la faune [BCA, 2016].

### 3. GREEN MARK

#### 3.1 - Description and purpose

After talking about solutions in the rural context, we now move on to tackling the environmental challenges and unique problems faced by communities in urban areas like Singapore. An authority in Singapore, called the Building and Construction Authority (BCA) launched a Green Mark scheme in 2005 which awards green ratings to buildings which fulfil specific requirements and criteria set to increase energy efficiency and enhance environmental performance of buildings in Singapore.

Some of the sustainability outcomes are:

- **Climate**: Buildings should demonstrate emissions reduction and resilience to the effects of climate change.
- **Resources**: As stewards of the earth's resources, buildings should use resources in an efficient manner to reduce its environmental footprint over the building life cycle.
- **Wellbeing**: Liveable built environments are vital for our health and well-being.
- **Ecology**: Buildings should consider their wider impact on the biosphere through the integration of nature and protection of natural systems including flora and fauna. [BCA, 2016]

### 3.2 - Comment le programme est appliqué à Singapour

Le programme *Green Mark* mesure la durabilité d'un bâtiment en évaluant des aspects spécifiques : une conception qui tient compte du climat, la performance énergétique du bâtiment, la gestion des ressources, la construction intelligente et saine, et l'effort soutenu pour appliquer les technologies écologiques.

**3.2.1.** Les zones naturellement ventilées doivent être conçues pour contribuer au confort thermique et être saines pour les occupants [Critère 1.3c Performance de ventilation, Conception adaptée au climat]. Il doit y avoir des ouvertures en direction des vents dominants et une préférence pour les fenêtres qui permettent une ventilation traversante, plutôt qu'une ventilation unilatérale.

### 3.2 - How it is applied in Singapore

The Green Mark scheme measures how sustainable a building is through specific aspects: Climatic responsive design, building energy performance, resource stewardship, smart and healthy building, and advanced green efforts.

**3.2.1.** Natural ventilated areas should be designed to be thermally comfortable and healthy for occupants [Requirement 1.3c Ventilation Performance, Climatic Responsive Design]. There should be openings towards prevailing wind directions and a preference for windows that allow cross ventilation rather than single-sided ventilation.



Figure 3  
Sengkang Riverside Park Centre.  
© FREIGHT Architects

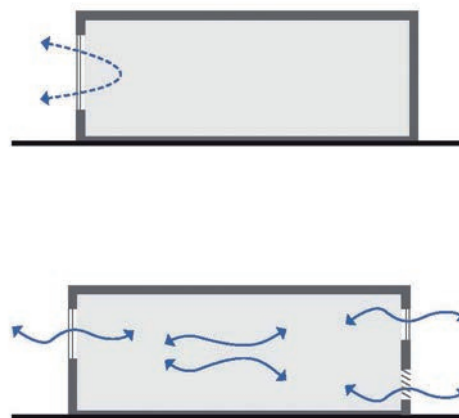


Figure 4  
Ventilation performance

**3.2.2.** L'organisation spatiale interne d'un bâtiment offre également des possibilités d'amélioration des performances du bâtiment (Critère 1.3b Organisation spatiale interne, Conception adaptée au climat). Les espaces non climatisés, par exemple les cages d'ascenseur, les escaliers et les toilettes seront situés de préférence sur les façades Est ou Ouest, qui reçoivent le soleil surtout le matin et le soir. Cela leur permet d'agir comme des zones tampons, réduisant ainsi la quantité de chaleur qui pénètre dans les espaces clos du bâtiment et à la longue de diminuer la charge du refroidissement et de créer une connexion entre les utilisateurs et l'extérieur.

**3.2.2.** The internal spatial organisation of a building can provide opportunities to enhance building performance as well (Requirement 1.3b Internal Spatial Organisation, Climatic Responsive Design). Non-air conditioned spaces e.g. lift cores, staircases and toilets are best located on the east and west facades which experience most of the morning and evening sun. This allows them to act as buffer zones which reduce the amount of heat entering the enclosed spaces of the building, ultimately decreasing the cooling load in the long run, and connecting users with the outdoors.

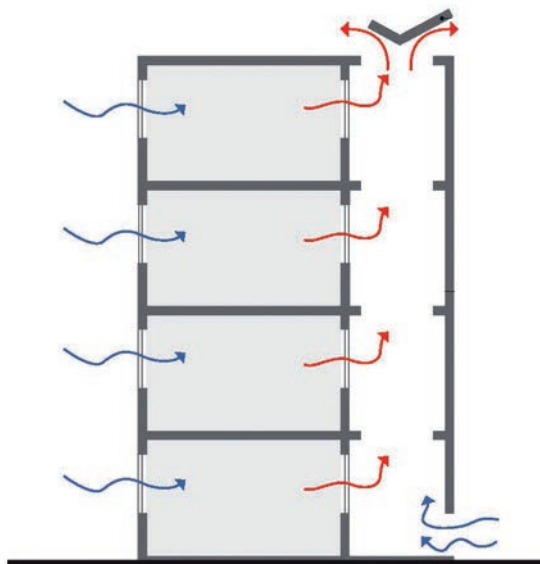


Figure 5  
Internal spatial organisation



Figure 6  
Sparkletots Preschool.  
© LAUD Architects

**3.2.3.** La conception passive prend en compte l'orientation du bâtiment dans son contexte climatique (Critère 1.3 Tropicalité, Conception adaptée au climat). Surtout dans les climats tropicaux comme Singapour, si les bâtiments sont orientés pour réduire la surface de la façade orientée Est-Ouest, cela peut réduire la charge thermique et la consommation d'énergie du bâtiment. Une construction ayant des saillies et des retraits peut contribuer à générer de l'ombre à certains moments de la journée, créant des espaces confortables et sains, pour le bien-être de la communauté.

**3.2.3.** Passive design considers building orientation in its climatic context (Requirement 1.3 Tropicality, Climatic Responsive Design). Especially in tropical climates like Singapore, if buildings orientate to reduce the façade area facing the east-west direction, this can reduce the building's heat load and energy usage. Having a form with protrusions and setbacks can help the building to shade itself at certain points in the day, creating comfortable and healing spaces for community wellness.



Figure 7  
Yishun Community Hospital.  
© CIAP Architects.

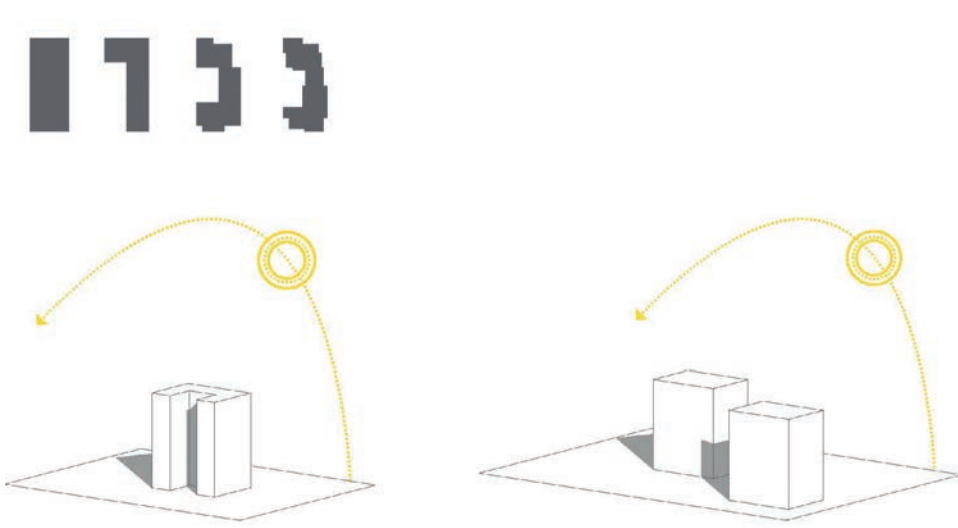


Figure 8 : Tropicality

**3.2.4.** Les traitements de façade réduisent l'ensoleillement qui pénètre directement dans les espaces intérieurs, faisant baisser la température et réduisent le besoin de refroidissement [Critère 1.3a Performances des façades tropicales, Conception adaptée au climat]. Ce critère prend en considération les valeurs U des fenêtres, des murs et du toit, qui est le facteur de transmission thermique pour chaque matériau utilisé dans l'enveloppe du bâtiment. Le rapport fenêtres-murs doit avoir une valeur inférieure, afin de réduire la transmission thermique, et la verdure verticale est encouragée sur les façades Est-Ouest.

**3.2.4.** Façade treatments reduce direct sunlight entering indoor spaces, minimise heat gain and reduce the need for cooling [Requirement 1.3a Tropical Façade Performance, Climatic Responsive Design]. This criteria takes into consideration the U-values of the windows, walls and roof, which is the thermal transmittance for each material used in the building envelope. The window-to-wall ratio should have a lower value for lower heat transmittance, and vertical greenery is encouraged on the east-west façades.

Figure 9  
School of the Arts.  
Photographed by Patrick Bingham Hall  
and designed by WOHA

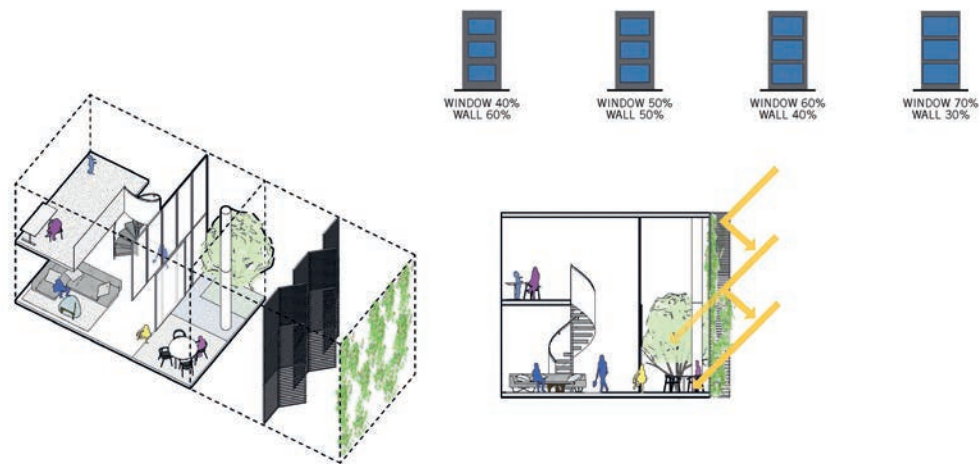


Figure 10 : Tropical facade performance

**3.2.5.** Le fait de maximiser la lumière du jour, tout en minimisant l'inconfort visuel et en maintenant l'efficacité thermique, représente un défi sous les tropiques (Critère 4.2a Éclairage, Construction intelligente et saine). Dès le début du processus de conception, il faut veiller à ce que les espaces soient suffisamment bien éclairés, ce qui peut être réalisé en assurant un éclairage indirect. Les étagères lumineuses filtrent et renvoient la lumière vers l'espace autour, tandis que les dispositifs d'ombrage de façade protègent les espaces de la lumière directe du soleil et réduisent l'éblouissement. Les espaces bien éclairés sont souvent des lieux de rassemblement populaires pour les activités communautaires.

**3.2.5.** Maximising daylight, while minimising visual discomfort and maintaining thermal efficiency, is a challenge of the tropics (Requirement 4.2a Lighting, Smart and Healthy Building). Ensuring that spaces are sufficiently well-lit needs to be a consideration early in the design process, and can be achieved by catering for indirect lighting. Light shelves filter and reflect light further into the space, while façade shading devices shade spaces from direct sunlight and reduce glare. Well-lit spaces are often popular gathering spaces for community activities.



Figure 11  
Kampung Admiralty.  
Photographed by Patrick Bingham Hall  
and designed by WOHA.

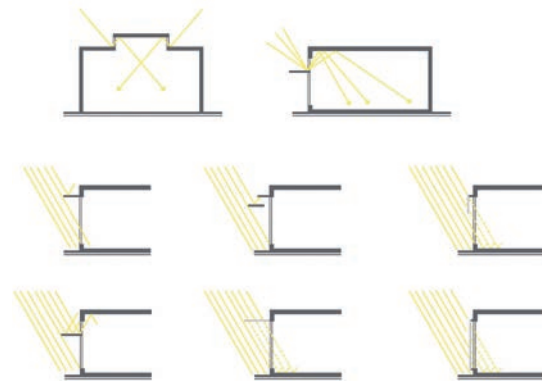


Figure 12  
Light shelves and facade shading devices

**3.2.6.** L'intégration du paysage dans la conception des bâtiments améliore la biodiversité et offre un cadre visuel agréable (Critère 1.2b Paysage et milieu aquatiques intégrés, Conception adaptée au climat). Il existe différentes façons d'intégrer la végétation dans le bâtiment, telles que les toits verts, les jardinières sur les balcons, les toits-terrasses, les façades vertes et plus encore, ajoutant souvent une touche de tranquillité aux environnements urbains ancrés dans la nature. Outre l'ajout de systèmes de verdure, la préservation des arbres existants sur le site peut contribuer à limiter la perturbation des habitats établis.

**3.2.6.** The integration of landscape into building design enhances biodiversity and provides visual relief (Requirement 1.2b Integrated Landscape and Waterscape, Climatic Responsive Design). There are various ways to incorporate vegetation in the building, such as green roofs, balcony plantings, sky terraces, green facades and more, which often add a layer of tranquillity to urban settings embedded in nature. Apart from the addition of greenery systems, the preservation of existing trees on-site can help to prevent disturbance to established habitats.



Figure 13  
Office of Estate Development  
in National University of Singapore. © MKPL

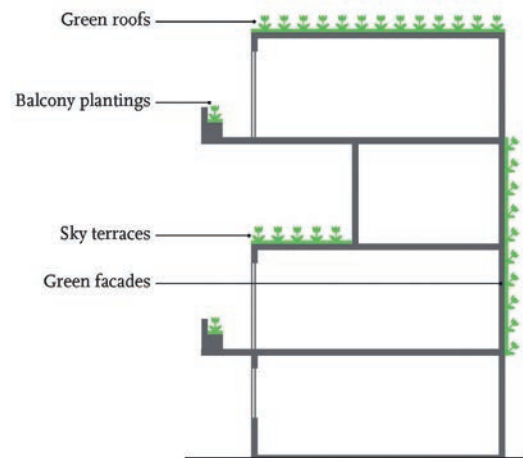


Figure 14  
Vegetation



#### 4. CONCLUSION

En conclusion, nous avons discuté des éléments fondamentaux du développement durable et cité des exemples dans le contexte à la fois rural et urbain, ainsi que leur impact sur l'environnement bâti et la vie des gens. L'impact est plus direct que la plupart des gens ne le supposent, mais dans notre pratique, nous avons conçu des exemples à Bali et en France, en appliquant une méthodologie qui puise dans la nature et qui s'en inspire au contexte. À Bali, par exemple, les bâtiments ont été considérés comme des éléments intégrés dans la nature, plutôt que comme des éléments qui prennent la place à la nature. Nous y avons pris en considération l'ensemble du cycle de planter, de fertiliser, de récolter, de produire et de consommer. Les êtres humains sont alors intimement liés à la nature et apportent une contribution cruciale au cycle de la vie dans son ensemble.

C'est pourquoi nous croyons fermement que le bien-être des communautés est étroitement lié à une symbiose et à une harmonie avec l'environnement naturel. Lorsque les bâtiments luttent toujours contre les éléments, plutôt que de s'y intégrer, la communauté en souffre, la longévité des bâtiments en souffre, ce qui, à long terme, n'est pas viable sur le plan économique. Souvent la durée de vie du bâtiment en est réduite, ce qui a également un impact sur l'environnement. Par ailleurs, lorsque nous utilisons ce qui est librement offert par la nature (comme, par exemple, le soleil, le vent et l'eau), le niveau de satisfaction augmente et la qualité de vie s'en trouve également améliorée, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la consommation énergétique.

#### 4. CONCLUSION

In conclusion, we have discussed about the fundamental elements of sustainable development, as well as examples in both rural and urban contexts, and their impact on the built environment and the life of people. The impact is more direct than most people would assume, but so in our practice we have designed examples in Bali and France which began with a methodology of being informed and inspired by nature, as well as responding to the context. For the example in Bali, buildings were seen as insertions into nature rather than replacements for nature, where we took into consideration the whole cycle of planting, fertilizing, harvesting, production and consumption. Humans are then intimately linked to nature and make crucial contributions to the whole cycle of life.

Therefore we believe strongly that communities' wellbeing is tied closely to being in symbiosis and harmony with the natural surroundings. When buildings are always fighting against the elements rather than embracing them, the community suffers, building longevity suffers, and it becomes economically unfeasible in the long run. This often results in a shortening of the life span of a building, which takes its toll on the environment as well. On the other hand, when we make use of what is freely available to us in nature (eg. sun, wind, water), life satisfaction increases and the quality of life likewise improves, without relying on higher energy consumption.

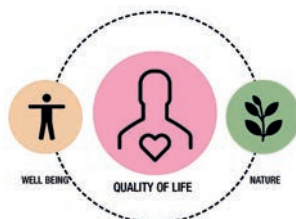


Figure 15 : Link between wellbeing and nature

Il existe de nombreux autres aspects à prendre en compte pour la conception durable, mais au-delà du projet de la Marque Verte, il est essentiel que les architectes trouvent des solutions innovantes, pour le bien-être de l'humanité. En fin de compte, l'architecture est le catalyseur, permettant aux générations de s'entraider et d'apprendre les unes des autres, en créant de nouveaux liens entre les personnes, ainsi qu'entre les personnes et la nature, dans l'optique d'améliorer la qualité de vie, ainsi que le bien-être des personnes et de l'environnement. C'est pourquoi nous avons décidé de promouvoir l'idée de *Design for Life* : la Conception pour la Vie.

There are many other aspects to consider when designing for sustainability, but beyond the Green Mark scheme, it is crucial for architects to innovate for humanity. Ultimately, architecture is the enabler for generations to help and learn from one another, reconnecting people to people, as well as people to nature, with the intention to improve the quality of life, human and environmental well-being. This is why we promote this idea of *Design for Life*.



Figure 16  
Sustainable project in Bali by WY-T0



Figure 17  
Arborescence by WY-T0

## BIBLIOGRAPHY

BCA., *Green Mark for Non-Residential Buildings NRB: 2015*. Regulation Handbook, Building and Construction Authority, Green Mark Department, Singapore, 2016

HOLLAND, O., What traditional buildings can teach architects about sustainability. *CNN International*, 2017, Retrieved 12 December, 2019, from <https://edition.cnn.com/style/article/vernacular-architecture-sustainability/index.html>

MARRO, M., *Passive Design Strategies: Expert tips on achieving an energy-efficient building*. Retrieved 26 November, 2019, from Metal Architecture, 2018, <https://www.metalarchitecture.com/articles/passive-design-strategies>

OECD, *Resilient Cities*. Retrieved 26 November, 2019, from Organisation for Economic Co-operation and Development: <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/resilient-cities.htm>

SEN NAG, O., *How Many Types Of Pollution Are There?*, 2018, Retrieved 26 November, 2019, from WorldAtlas: <https://www.worldatlas.com/articles/how-many-types-of-pollution-are-there.html>

WCED, *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. United Nations. Oxford; New York : Oxford University Press, 1987, Retrieved 26 November, 2019, from <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>



**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC  
SUITE À LA CONFÉRENCE DE YANN FOLLAIN  
« LA CONCEPTION POUR LA VIE,  
RENFORCER LE LIEN ENTRE LES DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX, LE BIEN-ÊTRE  
ET LA SANTÉ DES COMMUNAUTÉS »**

**Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

Vous parlez d'aération, de température, mais les villes asiatiques sont confrontées à la pollution de l'air, avec ces bâtiments qui s'ouvrent vers l'extérieur, comment est-ce géré ?

**Yann Follain**

À Singapour, on peut ouvrir des bâtiments vers l'extérieur car ce n'est pas pollué. Par contre à Jakarta, Bangkok, Kuala Lumpur c'est pollué, donc on essaie de créer une double façade, une sorte de filtre qui permette d'absorber la pollution de l'air. De nouvelles typologies sont en train de se mettre en place, avec de la végétation, des façades plus épaisses et dans cette épaisseur on met des plantes qui peuvent réduire la pollution de l'air. Ça ne permet pas de gérer toute la pollution, mais c'est un premier élément de réponse. Il faut cependant voir les choses de façon plus globale : l'architecture peut répondre à un élément mais elle doit rentrer dans un écosystème. Au-delà de l'architecture elle-même, d'autres solutions doivent être mises en place pour réduire la source de pollution.

**Yves-Michel Bernard, professeur d'histoire de l'art, ENSA Réunion**

Quid de la problématique équatoriale et tropicale ?

**Yann Follain**

Dans un contexte singapourien, on parle depuis peu d'un contexte équatorial. Jusque-là, on parlait d'architecture tropicale. Mais on se rend compte qu'il y a une grande différence. À La Réunion par exemple, il doit y avoir des différences de températures très importantes en fonction des saisons. Il y a une saison sèche très marquée par rapport à la saison humide. À Singapour, on est vraiment sur l'équateur. Les saisons se mélangent un peu. De plus, avec le dérèglement climatique, il pleut tout le temps et il y a aussi des zones de sécheresse, alors que c'est censé être la saison des pluies. Mais globalement il fait beaucoup plus humide. Les orientations du soleil sont aussi un peu différentes. En gros, sur l'équateur, on a besoin de se protéger du soleil à l'Est et à l'Ouest, et de s'ouvrir le plus au Nord et au Sud, car le soleil tourne très vite. Et dans cette période-là, il y a le plus de gain de chaleur sur le bâtiment.

**Catherine Morel, architecte, directrice du CAUE de La Réunion**

Les vents ne sont pas les mêmes dans les contextes équatorial et tropical. Ici, à La Réunion nous avons des cyclones avec des vents très violents. Nous avons donc des dispositifs différents qui ne peuvent pas être transposés. D'autre part, je trouve très intéressant cette intégration de la végétation dans les bâtiments, jusque dans les étages, car à Singapour il faut construire très haut, c'est donc important car c'est aussi cela qui fait accepter la densité. Avec la ventilation naturelle traversante, une question se pose de plus en plus, c'est celle du bruit. Quand on ouvre les fenêtres, il faut gérer le bruit des voisins, des voitures... Avez-vous déjà des réponses à ces questions ?

**Yann Follain**

Avant de vivre à Singapour, j'habitais en Indonésie. La première chose qui m'a marqué c'est le bruit. En tant qu'Européen on est très sensible au bruit. Dans un contexte d'Asie du Sud-Est, c'est l'opposé. Le bruit fait partie de la culture. Il faut tout le temps avoir du bruit autour de soi ; on a l'impression d'être connecté à la société. On a conçu des bâtiments dans lesquels on a essayé de mettre en place une sorte d'isolation acoustique, et les clients m'ont dit : on ne va pas mettre de tapis acoustique, car les gens n'aiment pas. Quand on marche dans un espace et que ça ne résonne pas, on ne se sent pas bien. Il faut qu'il y ait du bruit autour de soi. Vivre juste devant une autoroute, ça reste tout de même gênant. À Singapour, il y a aussi des autoroutes et même s'il y a moins de voitures qu'à Jakarta, ça reste important. Mais ça n'a pas l'air de trop gêner, même si ça peut avoir un impact sur la vie des gens. Et même au-delà du bruit des voitures, il y a le bruit des machines. À Singapour, on entend constamment le bruit de la clim. Ça fait partie du quotidien. C'est intégré. Ça paraît normal. Je n'ai pas de réponse à ça. C'est vrai qu'ouvrir sa fenêtre ça fait rentrer le bruit, la poussière, la pollution ; c'est la difficulté.

**Rodolphe Cousin, architecte et urbaniste**

Dans les projets qui ont été présentés, la question du transport n'a pas été évoquée, mais elle paraît primordiale, car on ne voit pas dans les coupes de place prégnante de la voiture, du stationnement. Quand on voit des logements sociaux qui montent en R+50 et qui sont entourés de parcs, on se dit que ce sont des modèles qui ont été développés dans un système où les transports en communs sont très développés et performants, car on imagine difficilement que chaque occupant ait une voiture. C'est peut-être la limite de l'exercice ici. Qu'en pensez-vous ?

**Yann Follain**

Je montre très rapidement ces bâtiments. Mais tous ces logements sociaux ont en fait des parkings. Il y a cependant une politique de développement à Singapour basée sur le transport public (métro, bus). On peut se déplacer partout dans le pays en transport public. Il y a une réduction considérable du nombre de voitures, avec en 2018, zéro nouvelle voiture mise sur le marché. Ce qui était une réelle volonté gouvernementale pour s'assurer que les gens vont prendre les transports en commun. Malgré ça, les bâtiments intègrent des parkings. Dans certains programmes, les parkings sont dissociés du bâtiment, donc dans le futur si on veut les réhabiliter, les changer, on peut le faire. Ils ne sont pas sous le bâtiment, ils sont à côté, pour une possible évolutivité, pour les transformer, voir les détruire pour en faire autre chose. On retrouve même ça dans les logements sociaux plus anciens, les parkings sont dissociés des bâtiments. Il y a en effet une vraie volonté de réduire le nombre de voitures pour s'assurer que les gens prennent les transports en commun.

**Antoine Perrau, architecte**

Comment la ventilation peut fonctionner dans les bâtiments avec les épaisseurs de bâti qu'ils ont ?

**Yann Follain**

Les bâtiments sont très fins, ils ont juste l'épaisseur d'un logement. Il y a un noyau central avec 4 appartements autour, chacun ayant trois façades, trois orientations ; ce sont des épaisseurs très fines.

**Jean-Philippe Rouzaud**, architecte DPLG – exercice en libéral  
enseignant à l'École Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux (ENSAP)  
enseignant à l'Institut Aménagement Tourisme Urbanisme (IATU) - Université Montaigne Bordeaux

## LE « RÉGIONALISME CRITIQUE » SELON KENNETH FRAMPTON EN TANT QU'ALTERNATIVE POUR UNE ARCHITECTURE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE EN MILIEU TROPICAL

### 1. INTRODUCTION

Au cours de ce colloque, vont être abordées sous différentes formes les questions sur le patrimoine naturel et bâti et sur le devenir architectural tropical de l'océan Indien suite à la prise en compte de données urgentes et nouvelles comme celles de l'écologie et de la préservation de l'environnement.

Patrimoine et modernité, développement durable et préservation d'une identité culturelle, l'enjeu est aussi important que complexe. L'île de La Réunion s'est fixée comme objectif le label « d'île verte » en 2030 pour la production d'électricité. Le débat et les actions sont engagés depuis plusieurs années ; notamment à travers les travaux et orientations fixés des collectivités locales et de l'État qui a regroupé les différents ministères et acteurs concernés par l'environnement tropical et insulaire en un seul représentant et interlocuteur : les Directions de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL). Créées en 2011 et s'appuyant sur la Direction des affaires culturelles pour l'architecture, elles prennent en compte toutes les problématiques liées au caractère insulaire de chaque département d'Outre-mer : la DEAL Réunion pour l'océan Indien. Depuis des années, ce service a établi des études et constats, défini des orientations, des réglementations, des cartographies, des espaces protégés, des incitations à de nouvelles ressources locales et des expérimentations architecturales et urbaines qui sont particulièrement pertinentes pour la protection de l'environnement (fiches RTAA Dom, synthèse du débat national sur la transition énergétique, etc.). Les collectivités se font le relais de ces actions et lancent entre autre des programmes d'éco-quartiers qui sont des processus cadrés, complexes à monter, avec des enjeux, des labels et des bilans.

Comment apporter sa pierre à l'édifice sur ces questions en quelques pages alors même que des collectivités, des services de l'État et des acteurs locaux ou externes y consacrent leur énergie et leurs actions depuis des années ?

Enseignant l'architecture et ayant une activité professionnelle dans l'océan Indien, il me semble que le champ théorique même s'il est connu, peut être une voie pour accompagner ou approfondir la démarche vers une architecture raisonnée et adaptée aux contraintes tropicales.

Est-ce que la recherche sur le développement durable et l'urgence que nous constatons avec la dégradation rapide de notre environnement peut éviter une banalisation et standardisation des solutions en milieu tropical ? Est-il possible de ne pas se retrouver comme face à l'urgence de la reconstruction qui a banalisé les pays européens par les grands ensembles après la seconde guerre mondiale ? Comment retrouver, perpétuer une identité architecturale et patrimoniale de l'île de La Réunion sans rejeter pour autant les bienfaits du confort de la société moderne ?

Est-ce que cette identité est figée ou à modeler en fonction des contraintes nouvelles liées au développement durable ?

Est-ce que la question de l'établissement humain en milieu tropical est isolée par les changements climatiques ou est-elle globale lorsque durant l'été 2019 des températures de 42°C sont enregistrées sur l'ensemble de la métropole française ?

Plutôt que d'aborder ces sujets par la technique, la technologie, les modèles à copier et les labels qui sont aussi séduisants qu'éphémères, cette intervention proposera une réflexion, une posture préalable à la notion de projet : la théorie en architecture.

**Le champ théorique de l'architecture moderne prônant une écriture régionale qui préserverait l'identité du lieu et des territoires, autoriserait l'emprunt au vernaculaire et à un savoir-faire constructif local sans pour autant renoncer à la modernité, est « le régionalisme critique » selon Kenneth Frampton (1985).**

Est-ce que l'architecture tropicale contemporaine est adaptée aux notions du régionalisme critique ? Ou est-ce que l'architecture tropicale n'est tout simplement pas la meilleure expression de cette théorie ? Des réalisations d'architectes qui depuis des années œuvrent dans ce sens comme Glen Murcutt en Australie ou Studio Mumbai en Inde nous permettent de vérifier cette adéquation.

Comment peut-on construire un régionalisme critique sans tomber dans le néo-régionalisme ou le néo-vernaculaire de l'architecture touristique qui est finalement une interprétation ou une invention d'un régionalisme universel tropical destiné à une clientèle (extérieure au territoire) en quête d'exotisme ? Sans retenir cette architecture contemporaine comme exemple, nous verrons qu'elle constitue une ressource économique importante dans les destinations tropicales qu'il n'est pas question de supprimer.

Quelles sont les alternatives envisageables à La Réunion ? Est-il possible d'établir une théorie sans types et modèles, qui permettrait de mettre en œuvre une cohérence territoriale et environnementale entre les projets d'architecture contemporaine par une démarche et écriture régionaliste critique ? Nous verrons que des écoles régionales d'architecture contemporaine tropicale se sont créées dans différents points du globe en relançant des filières et ressources locales. La Réunion nous semble le territoire particulier pour mener ces initiatives et fonder une « école d'architecture tropicale contextualisée. »

## **2. LA THEORIE DU RÉGIONALISME CRITIQUE, SON APPORT ET SES LIMITES.**

*La civilisation universelle et les cultures nationales.*  
Paul Ricœur, 1962

*« En même temps qu'une promotion de l'humanité, le phénomène d'universalisation constitue une sorte de subtile destruction, non seulement des cultures traditionnelles, ce qui ne serait peut-être pas un mal irréparable, mais de ce que j'appellerai (...) le noyau créateur des grandes civilisations, des grandes cultures, ce noyau à partir duquel nous interprétons la vie et que j'appelle par anticipation le noyau éthique et mythique de l'humanité....Voilà le paradoxe: comment se moderniser et retourner aux sources ? Comment réveiller une vieille culture endormie et entrer dans la civilisation universelle ? »*

### **2.1 - Le régionalisme critique**

#### **2.1-1 - Le régionalisme critique selon Alexander Tzonis et Liane Lelavre**

Le terme et la notion de régionalisme critique sont exposés pour la première fois par ces deux théoriciens à la fin des années 1970. Ils poursuivront et préciseront leur réflexion après la reprise de leur théorie par Kenneth Frampton en 1985 et l'impact qu'elle a eu. Ils vont rédiger un ouvrage consacré à ce sujet en 1990 « *Why critical regionalism today ?* » Ils considèrent alors que le régionalisme critique consiste à travailler en prenant en compte l'impact de la civilisation universelle sur l'architecture moderne tout en puisant des éléments tirés des particularités d'un lieu. Ils prônent de contextualiser le projet de l'architecture moderne. Selon eux, le régionalisme critique trouve son inspiration dans :

- le climat,
- la lumière,
- une forme tectonique tirée d'un mode structurel particulier,
- ou encore, la topographie du lieu.



Le régionalisme, selon eux, s'aligne avec l'architecture vernaculaire tandis que le régionalisme critique rend l'édifice « auto-réfléchissant » et « autoréférent » (quand en plus des affirmations explicites il contiendrait des affirmations métaphysiques implicites). Nous verrons que le régionalisme en tant que courant architectural et le vernaculaire ne sont pas forcément associés.

### 2.1-2 - Le régionalisme critique selon Kenneth Frampton

Kenneth Frampton aborde cette notion dans son livre *L'architecture moderne, une histoire critique* (1985). N'y consacrant que quelques pages par rapport à d'autres théories et/ou postures, ce chapitre sera et restera marquant pour toute une génération d'architectes qui trouvent dans cette théorie une façon de concilier patrimoine et modernité ; territoire et identité. Cette théorie aura un écho important contre l'uniformité de l'architecture moderne internationale qui efface les expressions culturelles régionales ou locales.

Kenneth Frampton clôture son chapitre sur ce sujet par sept postulats que nous reproduisons ci-dessous et sur lesquels nous nous appuyons. Nous essaierons de voir comment les adapter, les préciser ou les poursuivre pour la question d'une architecture régionaliste critique tropicale.

#### 2.1-2-1 - Les sept postulats du régionalisme critique selon Kenneth Frampton dans

*L'architecture moderne, une histoire critique* (1985)

1. « *Le régionalisme critique est une pratique marginale : bien que réservé vis-à-vis de la modernisation, il reste attaché aux valeurs libératrices et progressistes de l'héritage moderne. Son intérêt pour les marges et pour les fragments l'éloigne de la normalisation optimisante comme de l'utopisme naïf du premier Mouvement Moderne. Le régionalisme critique se démarque de la lignée allant de Haussmann à Le Corbusier par son goût pour les échelles modestes plutôt que pour les grands plans.* »

2. « *Aussi le régionalisme critique prône-t-il une architecture mesurée, qui privilégie le territoire généré par la construction d'un édifice sur un terrain donné, au bâtiment perçu comme objet isolé. Cette « forme-lieu » signifie que l'architecte sait discerner, dans les limites physiques de son travail, le moment où s'arrête l'acte même de construction.* »

3. « *Le régionalisme critique s'attache à ce que l'architecture soit incarnée par un fait tectonique plutôt qu'à réduire le cadre bâti à une collection d'épisodes scénographiques disparates.* »

4. « *On peut affirmer que le régionalisme critique est régional dans le sens où il insiste toujours sur des facteurs propres au site : la topographie – matrice en trois dimensions dans laquelle un édifice vient s'installer – et les jeux de lumière variés sur cet édifice. La lumière est toujours comprise comme l'acteur principal par lequel un volume et sa valeur tectonique sont révélés. Corollaire nécessaire, les conditions climatiques doivent être prises en compte. Le régionalisme critique est en cela opposé à la « civilisation universelle » prônant un recours systématique à l'air conditionné. Il voit dans les ouvertures des bâtiments de subtiles zones de transition à même de répondre aux spécificités du site, du climat et de la lumière.* »

5. « *Le régionalisme critique accorde autant d'importance aux sensations tactiles que visuelles. Il sait que l'on peut appréhender l'environnement autrement que par le seul regard. Il est attentif à de nombreuses perceptions annexes, comme les variations de lumières, les impressions de chaud ou de froid, l'humidité, les courants d'air, l'odeur et la résonance des matériaux selon les volumes dans lesquels ils sont utilisés, voire les textures des sols qui ont des incidences plus ou moins conscientes sur nos postures, notre démarche. À une époque dominée par les médias, tout cela va à l'opposé de la tendance à remplacer l'expérience par l'information.* »

6. « S'il refuse tout pastiche sentimentaliste des constructions vernaculaires, le régionalisme critique réinterprète certains éléments de ces dernières pour les glisser comme des anecdotes dans le propos d'ensemble. Ces éléments sont parfois puisés à des sources étrangères. Autrement dit, le régionalisme critique promeut une culture qui se veut à la fois contemporaine et ancrée dans le local, sans tomber dans l'hermétisme - qu'il soit de nature formelle ou technique. Il tend donc à la création paradoxale d'une « culture mondiale » attachée à diverses régions - conditions nécessaire à toute forme pertinente de pratique contemporaine. »

7. « Le régionalisme critique tend à s'épanouir dans les interstices culturels qui échappent au nivellement induit par la civilisation universelle. L'idée reçue selon laquelle un centre culturel dominant serait entouré de satellites dominés et dépendants devient alors un modèle inadéquat pour rendre compte de l'état actuel de l'architecture moderne. »

Ces postulats sont une réponse pour proposer une transition architecturale par rapport à une prise de conscience d'une partie de la profession sur la question de la contextualisation. Nous pouvons retenir de ces postulats que le régionalisme critique :

- est adapté ou plus particulièrement destiné à l'échelle modeste plutôt qu'aux grands plans et tracés urbains ;
- soutient une architecture mesurée qui privilégie le territoire généré par la construction d'un édifice sur un terrain donné plutôt qu'un geste architectural « objet » indépendant de son contexte ;
- encourage une intégration architecturale dans une composition tectonique d'ensemble contrairement à la tendance des phénomènes isolés ;

- prend en compte la topographie, la lumière, le climat et les solutions naturelles pour éviter l'air conditionné. La taille des ouvertures et leur rythme étant un facteur important des caractères régionaux de l'architecture ;
- considère que l'architecture ne se résume pas à un effet visuel ou d'image mais à produire une expérience sensorielle ;
- accorde l'emprunt à des solutions et expressions architecturales vernaculaires sans tomber dans le pastiche ou le néo régional ;
- est adapté pour se développer dans des territoires interstitiels par rapport à une société universelle dominante.

### 2.1-2-2 - Limites et propositions complémentaires aux sept postulats

Rédigés en 1985, les alertes étaient déjà données sur le climat mais il n'est pas encore fait mention de développement durable dans ces sept postulats si ce n'est sur le recours systématique à l'air conditionné. La situation tropicale et insulaire génère des contraintes qui amènent une complexité relativement importante qu'il est nécessaire d'approfondir pour que cette théorie intègre tous les critères particuliers à la question insulaire.

Pour contextualiser cette théorie au milieu tropical et aux contraintes insulaires, ces postulats pourraient être complétés ou adaptés par cinq autres articles que nous allons développer ci-dessous en poursuivant la numérotation de K. Frampton.

#### 8. La signification en architecture

#### 9. La vision et la perception complète du territoire concerné

#### 10. La prise en compte des contraintes constructives insulaires tropicales

#### 11. La priorité à une architecture écologique passive et pérenne en empruntant à l'expérience vernaculaire

#### 12. Le paysage

Le propre d'une théorie est de pouvoir être appliquée par plusieurs intervenants ou architectes en indiquant des lignes conductrices tout en laissant une part de créativité importante.

Ces douze postulats pourraient servir à la création d'une école régionaliste critique tropicale.

Cette notion « d'écoles régionales d'architecture » fait partie intégrante de la démonstration de Kenneth Frampton dans son livre. Nous verrons en fin de cet exposé, par des exemples d'écoles similaires, des orientations qui pourraient être retenues pour l'île de La Réunion ou les îles des Mascareignes avec leurs conditions géographiques et climatiques particulières.

L'ambition de cet article n'est autre que de se questionner « Comment pourrions-nous percevoir par l'architecture contemporaine que nous sommes à La Réunion et non pas dans le territoire métropolitain français ? Existe-t-il un régionalisme critique tropical différent entre les hémisphères, entre La Réunion et La Martinique par exemple ? »

### 3. VERS UNE ARCHITECTURE RÉGIONALISTE TROPICALE ET INSULAIRE

Sont repris ici les cinq postulats complémentaires mentionnés plus haut.

Il est d'ores et déjà important de souligner que l'architecture tropicale concerne aussi bien la petite et moyenne échelle que les immeubles de grande hauteur. La maison ou toutes autres constructions ne dépassant pas le R+1 illustrent l'archétype de l'architecture tropicale durant les premiers siècles de l'installation humaine (l'échelle moyenne adaptée à la théorie comme le mentionne Kenneth Frampton). Désormais des logements en R+5 ou R+6 d'éco-quartiers, des bâtiments tertiaires, des hôpitaux, constituent le paysage et la réalité des conditions territoriales. Par leur rationalité et leur recherche d'économie constructive, ils empruntent à l'architec-

ture moderne internationale. Cette catégorie d'édifices sera plus difficile à rendre régionaliste critique car l'échelle ainsi que le rapport au sol et à l'environnement de l'appartement sont complètement différents des cultures qui ont façonné le patrimoine architectural. La question se posera aussi au niveau de l'urbain.

#### 3.1 - La signification en architecture

« *Le système symbolique architectural permet ainsi à l'homme d'expérimenter où qu'il soit sur la Terre, un environnement signifiant et de cette manière, l'aide à trouver une assise existentielle. Ceci est en effet le véritable but de l'architecture : concourir à rendre l'existence humaine signifiante, toutes les autres fonctions comme celle de parer aux besoins purement physiques, peuvent être satisfaites sans l'architecture* » [Schulz, 1977].

C.N Schulz nous dit que les composantes classiques de l'architecture « beauté, solidité, commodité » pourraient être réalisées par d'autres corps de métier que l'architecte si elles sont dissociées. Elles ne font pas la spécificité de l'architecture si elles ne sont pas réunies et associées à une quatrième notion qui est la signification. Cette notion culturelle est liée aux sentiments d'appartenance ou pas à un lieu par la compréhension ou l'interprétation des signifiants et signifiés.

L'architecture formaliste moderne a trop souvent été utilisée par les architectes comme le moyen d'exprimer et de réinventer à chaque projet les codes architecturaux qui auparavant célébraient les règles ou principes d'une société ou d'une culture. Les territoires ont perdu leur particularisme pour s'unifier.

Dans un premier temps, la signification doit permettre à l'individu de comprendre les distinctions entre les lieux publics et les lieux privés, et dans le meilleur des cas, comprendre à quoi sont destinés ces lieux. L'architecture est une forme d'art à laquelle on ne peut se soustraire contrairement à toutes les autres formes d'arts. Pour ne pas être un art dérivé de la sculpture en faisant de l'architecture une forme de

sculpture habitée dont seul l'architecte concepteur en détiendrait les codes, l'architecture doit rester l'art de composer avec les règles communes. Elle ne doit pas troquer la signification pour la signalétique ou une communication palliative. Doit-on rester dans le pastiche ou le néo régionalisme ? Est-ce qu'une architecture contemporaine peut signifier une culture, une nation sans la pasticher ? Lorsque l'architecte Renzo Piano construit le centre Djibaou en Nouvelle Calédonie inauguré en 1998, il montre qu'un centre d'interprétation avec une écriture contemporaine par un architecte étranger peut célébrer la culture locale. Il est même étonnant de constater l'unanimité du peuple Kanak témoignant que cet ensemble résolument contemporain est le reflet exact de leur culture avec une forme d'habitat circulaire inachevée. Ce lieu moderne est porteur de signification sans tomber dans le pastiche. Il peut être retenu comme un exemple fort intéressant de régionalisme critique. Pour autant, il s'agit d'un équipement public de type « musée » pour lequel la signification est possible par son caractère de « monument », même si c'est un monument dédié à la culture. Pour les formes urbaines ou architecturales actuelles relevant de l'habitat et du domestique, la signification est bien plus difficile et reste posée.

### **3.2 - La vision et la perception complète du territoire concerné**

Le territoire doit être perçu et connu avec ses contraintes économiques, géographiques et politiques pour que le régionalisme critique ne soit pas un épiphénomène d'objets architecturaux isolés, mais un outil de spatialisation régional et territorial. Le développement durable est l'affaire de tous. Il est le résultat d'une société de consommation devenue universelle dans un temps très court, mais aussi de bienfaits et de confort apportés par la société moderne auxquels il serait impossible de renoncer. L'urgence climatique n'a pas encore supplanté la notion de profit. Dans la plupart des îles tropicales, on bétonne les bords de mers en rompant des barrières naturelles et des éco-systèmes qui ont mis des siècles à se mettre en place. Il n'est pas lieu de donner ici de leçons mais de tirer des enseignements.

On constate que lorsque les démarches environnementales sont cadrées, régies par une politique forte, celles-ci ont des chances d'aboutir. Bien des îles avec des États faibles sont encore à la merci de groupes ou de promoteurs qui n'ont pas de vision globale et d'ensemble d'un territoire. Pour eux, seule la parcelle concernée doit être rentable quoiqu'il en coûte en démesures et aberrations environnementales.

Entamée depuis des décennies, l'action publique de l'État français pour la protection du littoral métropolitain et d'Outre-mer porte ses fruits aujourd'hui en ayant évité une colonisation complète des rivages et un éparpillement urbain. Des améliorations sont toujours possibles et l'État s'y emploie, mais force est de reconnaître que la volonté de préserver des paysages naturels même arides comme le Cap La Houssaye ou les différentes plaines des Hauts pour condenser le développement urbain là où il est déjà établi distingue La Réunion de ses îles voisines.

Nous verrons plus loin que l'indépendance énergétique fixée pour 2030 à La Réunion n'anticipe pas uniquement le territoire bâti. Le développement de filières comme celle du bois (à bâtir ou comme source d'énergie combustible pour produire de l'électricité) avec les plantations de *Cryptoméria Japonica*, montre que la conception globale intègre la totalité du territoire. Des projections louables qui se heurtent à des contraintes comme l'espace restreint de plantations possibles entre les terrains d'altitude nécessaire, les espaces naturels classés des cirques, du littoral et du volcan.

Encore une fois et même si l'action pour le développement durable commence par changer individuellement ses habitudes, elle ne peut être menée à l'échelle d'une région, d'une culture, qu'avec une prise en compte générale d'un territoire. C'est probablement de ce même territoire que pourra émerger une architecture régionaliste critique contextualisée. L'effet papillon fait que la multiplicité des cyclones ou des ouragans liés au réchauffement climatique ne peut être diminuée localement qu'avec une action politique globale et mondiale.

Le mouvement moderne a établi sa théorie sur un monde mis à plat culturellement considérant le progrès de la société universelle uniquement lié au progrès technique. Écartant tous les autres facteurs, il n'a proposé qu'une façon universelle de répondre architecturalement. Le régionalisme critique refuse les recettes et aborde le sujet par le contexte. Cela demande à l'architecte de se mettre au service d'un territoire, de le connaître et de le comprendre pour y apporter des réponses et non pas de se servir de ce territoire pour s'auto-sublimer par des architectures formalistes importées. L'un des plus émouvants projets de Tadao Ando est une école réalisée au Népal. Un projet remarquable, loin de son esthétique minimaliste du béton banché, il a dû recourir au matériau local : la brique mais aussi à des modes de mise en œuvre ancestraux par le manque de moyens de levages mécaniques sur place (qui interdit notamment l'usage de banches à béton dont il est l'un des maîtres). Les imperfections de la brique et des bétons artisanaux associées à une architecture rationnelle adaptée au lieu par les contraintes constructives en font une œuvre majeure (régionaliste critique) de l'architecte.

### **3.3 - La prise en compte des contraintes insulaires tropicales**

Les tropiques apportent des contraintes supplémentaires aux notions de base du régionalisme critique. Nous les synthétiserons ci-dessous par article.

#### **3.3-1 - Le climat**

Avec une température quasi constante, l'habitat peut être singulier et rustique avec juste un toit qui peut aussi bien servir à se protéger de la pluie que du vent et du soleil. Cette efficace rationalité a son corolaire en fragilité avec la violence des cyclones. L'absence de parois qui permet, en temps normal, la ventilation naturelle devient un handicap majeur par le soulèvement et l'arrachement de la structure. Les risques de submersions par des raz-de-marée, les tremblements de terre, le sol trop rocheux ou trop sableux, les degrés hygrométriques parfois complètement à l'opposé suivant la localisation sur

l'île (La Réunion présente deux opposés hygrométriques entre l'Est et l'Ouest) sont des contraintes incontournables qui se traduisent en architecture. L'air salin génère également la corrosion des éléments de construction métalliques importés et difficiles à entretenir.

#### **3.3-2 - La topographie, les transports et déplacements**

Sachant que le transport est le second facteur polluant des îles tropicales (après la production de l'électricité par des ressources fossiles) il est important de le prendre en compte. La topographie ne simplifie pas la circulation. Il semble assez évident que les lieux de vie devraient se concentrer autant que possible autour des lieux de travail et d'échange pour que les éco-quartiers ne soient pas isolés en cités dortoirs. La sectorisation des lieux de l'habitat, des commerces et des bureaux rend le recours à la voiture systématique. Force est de constater que souvent lorsque les routes sont coupées pour un phénomène naturel, la vie de l'île est quasi à l'arrêt. Le mode urbain est à perfectionner.

#### **3.3-3 - Les ressources locales limitant l'indépendance énergétique**

L'homme a fortement déforesté ces îles de l'océan Indien pour produire de la canne à sucre. Des écosystèmes ont été détruits, des ressources naturelles comme le bois (source d'énergie et d'éléments de construction renouvelables tous les 50 ans par rapport aux énergies fossiles renouvelables toutes les 2 millions d'années) sont perdues et difficiles à réintroduire. L'architecture s'est tournée vers d'autres matériaux de construction, d'autres systèmes. Cela a entraîné la perte d'un artisanat et d'un savoir-faire local en plus d'avoir perdu une expression architecturale identitaire.

Comme vu plus haut, le régionalisme critique tropical, s'il génère des « écoles d'architectures » incitera à la reconstruction de filières et de savoir-faire.

### 3.3-4 - La mondialisation amène le paradoxe le plus polluant et le concentre sur ces îles tropicales

Peu ou plus de matériaux de construction sont issus du milieu. Ils sont quasiment tous importés et se calquent sur les modes constructifs rapides des zones tempérées et leurs équipements.

Le ciment, l'acier, le verre, le plastique sont extraits de minéraux fossiles divers à travers tout le globe. À l'état naturel, ils sont acheminés une première fois par cargos (source de transport la plus polluante de la planète avec un fioul lourd) jusqu'à des usines de transformations qui se situent parfois à un ou deux continents du lieu d'extraction. L'acheminement du produit transformé vers les îles se fait à nouveau par cargo et par camion. En fin de vie, certains de ces produits ne peuvent être recyclés sur place si bien que le plastique ou le verre repartent en cargo pour peu qu'ils ne soient pas abandonnés sur place...

Malheureusement, ces systèmes constructifs demeurent encore les plus économiques et privilégiés permettant les plus grandes portées, la résistance à la corrosion de l'air salin et aux séismes. Ils n'ont pas de concurrence directe mais nous verrons que des filières de la pierre à bâtir en basalte ou du bambou qui offre les mêmes résistances que l'acier, sont en train d'être développées dans d'autres territoires.

Enfin et tout en restant superficiel sur cette approche, ce monde nouveau ne vit que grâce à l'électricité dont nous bénéficions tous, mais qui souvent dans les îles est produites par des centrales dégageant du CO2 : fioul, charbon, bagasse... L'architecture bioclimatique passive et le bio-sourcé sont partie prenante du régionalisme critique.

### 3.3-5 - Le pluri-culturalisme et la vision idéalisée et uniformisée de l'architecture tropicale touristique

Le multiculturalisme des îles tropicales de l'océan Indien est un sujet important et fondamental de leurs identités. Des cultures, des communautés ont importé leurs modes de vies, leur habitat et leurs religions. Elles ont aussi sectorisé le territoire voire le système économique en se partageant les filières telles que le transport, l'électronique, le commerce, l'administration, etc.

Ce multiculturalisme participe pleinement à l'identité du territoire. Chacun a ses temples, ses églises, ses mosquées, ses autels, ses fêtes, ses « premier de l'an », ses quartiers, etc. Chacun se réfère aussi à un mode de vie, un type d'habitat qui emprunte souvent au pays d'origine de la communauté.

Est-ce que le régionalisme critique doit universaliser une seule et même approche régionaliste de l'architecture pour l'ensemble de ces cultures ? Certainement pas !

Il est impératif que la signification soit commune à tous pour comprendre les règles du « vivre-ensemble », c'est-à-dire de respecter les espaces communs et les espaces privés qui sont les bases d'une nation. Au-delà de ces règles de significations élémentaires, il est impératif que la signification propre à chaque culture puisse trouver un moyen d'être exprimée dans le régionalisme critique sans tomber dans le pastiche. La Mosquée contemporaine de Sancaklar en Turquie de l'architecte Emre Arolat illustre ce propos. Nous nous retrouvons donc avec une multitude de particularismes culturels concrets et un particularisme abstrait lié à l'invention de l'architecture tropicale hôtelière des *resorts* qui importent une conception utopique d'un habitat tropical « Balisien ». C'est une forme de post-modernisme qui pour l'observateur ordinaire extérieur au contexte peut lui laisser croire qu'ici se trouve la vraie architecture tropicale. Sur quelle architecture vernaculaire pourra s'appuyer le régionalisme critique, en existe-t-il uniquement un ?

### 3.4 - La priorité pour une architecture écologique passive et pérenne en empruntant à l'expérience du vernaculaire

L'architecture a de tous temps et de tous les points du globe témoigné de l'intelligence de l'homme à s'adapter et à tirer parti d'un milieu pour s'y installer de façon durable. L'architecture est le reflet de cette progression, de cette intelligence et de cette fabuleuse aptitude de l'homme à savoir tirer le meilleur parti du site pour construire son habitat avec les éléments (souvent ingrats et rudimentaires) mis à sa disposition. Plus les contraintes sont dures, plus l'homme redouble d'intelligence et plus l'architecture y trouve un premier sens technique lié aux urgences de la survie et un second sens lié à la signification des règles civiles et spirituelles régissant la vie en communauté. Le vernaculaire est l'expression d'une architecture sans architecte où la notion d'esthétique ne dicte pas directement la conception, l'esthétique en est induite. La conception est dictée par une forme de rationalité de savoir-faire et d'expérience pour déterminer l'implantation, l'orientation, la taille et l'usage de la forme bâtie. L'architecture sans architecte y trouve peut-être toute sa raison première, sa force induite : la machine habitée, l'habitat outil, l'essentialité qui caractérise une culture régionale.

L'architecture occidentale amène l'aisance et le confort spatial auxquels il est difficile de renoncer. La maîtrise de la lumière naturelle et artificielle, le changement des systèmes constructifs, le changement de la façon d'habiter en passant du système originel individuel (la case) au système de l'habitat collectif avec un formalisme atypique ont fait perdre les attributs initiaux de l'architecture tropicale (les raisons sont multiples et répondent à un monde qui a subi un bouleversement rapide).

On perd le toit en pente pour accéder au statut de la modernité donné par le toit-terrasse. C'est probablement le plus grand paradoxe du mouvement moderne. De nos jours encore et en tout lieu du territoire français (métropolitain et d'Outre-Mer), la maison est avant tout synonyme de toit en pente. Cette base n'est plus enseignée dans les écoles d'architectures et les architectes s'interrogent sur le manque de

commande au détriment de l'attrait des pavillonneurs qui ont toujours conservé le toit dans leurs illustrations de pavillons. Pourtant le toit est un élément important de la convection naturelle :

- On ferme les pièces pour les rafraîchir mécaniquement avec de la consommation électrique importante.
- On agrandit le volume bâti de la cellule de vie courante.
- On agrandit les ouvertures vitrées pour bénéficier de vues et de lumières réchauffant irrémédiablement l'habitat qu'il faudra obligatoirement rafraîchir mécaniquement.
- On perd le savoir-faire local, son économie, son patrimoine artisanal et son indépendance.

C. N. Schulz [1997] à propos du modernisme international : « *Aussi longtemps que les bâtiments sont isolés des lieux auxquels ils appartiennent, le résultat restera nécessairement inessentiel, malgré toute sa fonctionnalité. Le résultat est vraiment l'environnement d'aujourd'hui, fragmenté et sans signification* ». Le soin d'expliquer la conception de l'architecture écologique passive d'inspiration vernaculaire est laissé à d'autres intervenants, mais nous la considérons comme un élément indissociable d'une écriture du régionalisme critique tropical.

Le développement durable est aussi une économie et un lobbie. À nos yeux, ces questions sont trop importantes et ne doivent pas être instrumentalisées pour des raisons mercantiles éphémères.

Nous constatons que les fiches techniques de la RTAA DOM rédigées par la DEAL se réfèrent à un mode d'habitat passif en privilégiant la ventilation naturelle des locaux et la préservation des nuisances sonores. La promiscuité des habitats collectifs entraîne les habitants à se réfugier chez eux en fermant les ouvertures, coupant la ventilation naturelle en ayant recours à la climatisation mécanique. L'obligation du respect de ces fiches techniques de la RTAA DOM pour l'obtention des permis de construire est contraignante mais véritablement salutaire.

De plus en plus, le végétal n'est plus considéré comme un élément exotique décoratif de l'architecture, il rentre complètement et dès la conception dans la démarche environnementale par l'agriculture urbaine, la notion du « jardin ressource », la trame verte, etc. Il illustre un retour à l'habitat traditionnel tropical avec le jardin d'apparat devant et le jardin nourricier à l'arrière et entre eux une pièce ouverte apportant la fraîcheur : la varangue.

Ces modes passifs et doux correspondent également à une nouvelle façon de consommer en recherchant des produits naturels qu'on peut (comme dans l'ancienne case créole) avoir à disposition immédiate comme étant une extension naturelle de la cellule habitable. La question végétale interroge également sur la plantation d'arbres parfois de façon urbaine pour alimenter la filière bois en renonçant aux palmistes. Une autre piste est l'utilisation du bambou pour ses qualités structurelles équivalentes à l'acier et qui n'a pas à pâtir de la corrosion. Toutes les initiatives privilégiant les éléments naturels et permettant une économie territoriale participent à la conception de l'architecture régionaliste critique tropicale.

### 3.5 - Le Paysage

Il est impensable de parler territoire, régionalisme critique, économies et ressources locales avec des filières naturelles insulaires sans parler de paysage... Encore moins lorsque l'ambition est d'évoquer une école régionaliste critique tropicale.

S'il revient à d'autres intervenants de parler de paysage voire du « paysage ressource » et qu'il est impossible de développer ce sujet sur une seule page, seront évoqués sommairement ici les paysages fabriqués de façon idyllique, les paysages urbains sans signification et le changement d'échelles du bâti dans le paysage.

L'économie touristique est parfois la première ressource de certaines destinations tropicales. Les hôtels de type *resort* que l'on trouve dans de nombreuses îles sont illustrés par un régionalisme inventé fondé sur le pittoresque et l'exotisme. Ils forment un micro paysage clos coupé de son environnement immédiat par des clôtures franches et nettes. Sont-ils les modèles régionalistes à reproduire et à poursuivre ? Le terme de « régionalisme » est né au XIX<sup>e</sup> siècle avec la naissance du tourisme. C'est un paradoxe car au lieu de promouvoir le vernaculaire local que l'on pouvait découvrir, le régionalisme introduit un type d'architecture inspiré de la ferme anglo-normande qui sera déclinée sous diverses formes à travers le territoire français : des thermes et hôtels aux villas balnéaires des bords de mer, Arcachon, Deauville, Biarritz, Hendaye...

L'essor du tourisme grâce à l'avion dans la deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle va créer un nouvel archétype de l'architecture pour le tourisme tropical. Le régionalisme critique est davantage orienté sur la réalité du temps présent et sa modernité que l'invention et la transposition sur les territoires tropicaux de modèles identiques qui ne sont qu'une autre expression de l'internationalisation des cultures.

Sans pouvoir développer dans le format requis toutes les nuances du régionalisme, il est indispensable de connaître le travail théorique de l'architecte Turc Suha Ozkan<sup>1</sup> (1985) sur le régionalisme.

<sup>1</sup> Suha Ozkan est un architecte théoricien et ancien secrétaire général du prix Aga Kahn de l'architecture (1982 à 2007) et président fondateur de la « World architecture community ».



Son propos parfaitement clair distingue :

- le vernacularisme conservateur du néo-vernacularisme ;
- le régionalisme concret du régionalisme abstrait et du régionalisme moderne.

Il ne serait pas responsable de renoncer à l'économie touristique liée à ces hôtels même si aujourd'hui une clientèle plus responsable est en recherche d'expériences naturelles au travers des écolodges. Il conviendrait cependant que les transitions paysagères soient étudiées et intégrées pour ne pas construire une collection de micro-univers additionnés et masquant finalement ce que vient chercher le touriste : l'océan, la montagne, au travers d'une vision occidentale de la nature première.

Les espaces entre l'aéroport et ces micro-univers ne doivent pas être des espaces résiduels, des délaisés sans signification, comme n'appartenant pas au paysage réel et idéal de la destination.

On note aussi l'impact paysager des échelles des nouveaux quartiers résidentiels, tertiaires et des éco-quartiers. La recherche de densité verticale introduit de nouveaux gabarits et des hauteurs qui font que le tissu bâti libère d'un côté de l'espace naturel mais de l'autre lui cause dommage en le rendant visible de toute part et donc omniprésent. Finalement, ces interventions déconnectées interrogent sur leur appartenance culturelle et leur perception. Il apparaît clairement qu'aborder le régionalisme critique sans aborder le paysage en le réduisant à l'exercice simple de l'architecture serait une aberration environnementale et un encouragement à la poursuite de collections d'objets architecturaux.

#### **4. VERS UNE ÉCOLE D'ARCHITECTURE RÉGIONALISTE CRITIQUE TROPICALE ET INSULAIRE**

L'un des points intéressants du développement de la notion du régionalisme critique par Kenneth Frampton est qu'il s'appuie sur des réalisations contemporaines. Celles-ci par leurs démarches et malgré leur modernité ont forgé des écoles qui contribuent à l'identité culturelle d'une région. Ce point est important car il ne se réfère à aucun moment à une architecture néo-régionale voire vernaculaire dans son discours.

Il aborde les régions de la Vénétie avec le travail de Carlo Scarpa. D'autres architectes locaux vont suivre en traduisant de façon actuelle les détails et l'assemblage des matériaux que l'on retrouve dans la finesse architecturale des palais vénitiens. Des artisans vont poursuivre ce travail, permettant une mise en commun de l'expérience de la conception à la réalisation, développant ainsi une école régionale contemporaine et une économie artisanale et du savoir-faire. Il décrit l'école portugaise d'Alvaro Siza, l'école du Tessin de Snozzi et Botta etc.

Il mentionne également l'école Japonaise avec comme représentant Tadao Ando qui, à travers son épuration de style, son travail sur la lumière et ses modules de banches de béton comme seuls ornements, retranscrit la mémoire du tatami « module » de l'habitat japonais. Il poursuit de façon contemporaine une culture régionale.

Pour illustrer cette notion d'école d'architecture régionaliste critique tropicale et insulaire, nous finirons sur des exemples d'écoles tropicales. Le développement de chacun de ces exemples a été fait lors de l'intervention. Loin d'être isolée, cette tendance architecturale s'exprime par l'emploi de matériaux d'origine locale et l'expression de l'architecture bio-climatique passive.

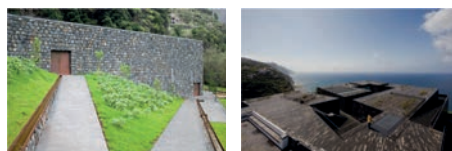
**Tadao ANDO** architecte : Le module du béton banché rappelle le module du tatami. École au Népal.



**Studio MUMBAI** architecture – INDE. L'agence dispose de ses propres artisans permettant d'élaborer et tester de nouveaux assemblages avec des matériaux locaux et naturels. L'architecte revient à des formes rationnelles et locales alors qu'il a travaillé des années chez Franck Gery, l'un des architectes les plus formalistes.



**Paulo DAVID** architecte – Madère (Portugal). L'architecte a développé une école régionale d'architecture contemporaine par l'emploi de formes simples et épurées se confondant dans le paysage par l'usage de la pierre de taille de basalte à bâtir et non pas en parement. Cette filière locale est quasiment inexistante à La Réunion.



© Leonardo FINOTTI

**Francis KERE** architecte (Burkina-Faso/Allemagne). L'architecte a créé une école contemporaine d'architecture faisant connaître le Burkina-Faso mais aussi ses traditions de construction en blocs de terre cuite naturelle. L'architecture bio-climatique passive est au centre du dispositif.



**Milinda PATHIRAJA** (Studio Robust architecture workshop) – Ambepussa – Sri Lanka. L'architecte illustre parfaitement les postulats du régionalisme critique. Cet équipement a été construit par des militaires démobilisés. La technique de la terre banchée a été utilisée se servant des ressources locales.



**Kerry HILL** architecte – Australie. Cet architecte est connu comme étant l'un de ceux ayant le plus exploré les nuances du régionalisme entre le régionalisme moderne et le régionalisme critique. Son exemple est remarquable pour permettre d'identifier les régions du monde dans lesquelles il a œuvré. Il a su à chaque fois signifier l'architecture du désert de celle de l'Himalaya. Ci-dessous : villa en Australie, Hôtel au Japon, en Malaisie et au Mustang où il a été confronté à la contrainte du matériau local comme T. Ando au Népal.



*Hôtels en Malaisie et au Mustang*  
© Kerry HILL

**La nouvelle école régionale contemporaine Chinoise**

Face à la destruction massive de leur patrimoine et la construction sans retenue de leurs mégalo-poles, des architectes chinois réagissent en formant une école de pensée dont l'un des instigateurs : Wang Shu sera récompensé du prix Pritzker 2012.

Au-delà de l'architecture, ils abordent désormais l'urbain régionaliste critique.

**WANG SHU** architecte (Chine) : ci-contre village de Wencun. Wang Shu vient saupoudrer le village ancien d'interventions contemporaines de même taille et de même gabarit. Au lieu de faire un quartier neuf périphérique, il choisit de réinvestir l'urbain existant.



**Li XIAODONG** architecte (Chine). Ci-contre. Intervention avec patrimoine bâti et paysager.



*Pont école Xiaoshi, Fujan – Bibliothèque LI Yuan – Maison d'eau*  
© Li Xiaodong

**GAD. LINE+STUDIO** architecte (Chine) Projet de quartier de ville Dongziguang Village, Zhejiang. Par la retranscription moderne de l'architecture de toits tels les pagodes, le réemploi de matériaux anciens (ici dallage), ces architectes permettent une transition douce entre modernité et patrimoine.



© FAN YI

## 5. CONCLUSION

La Réunion avec son territoire, ses contraintes mais aussi sa politique environnementale est le laboratoire idéal pour la création d'une école d'architecture régionaliste critique tropicale. Elle permettrait de diversifier une économie en travaillant davantage sur les ressources locales. Elle conférerait une meilleure autonomie et indépendance pour ses ressources et des créations d'emplois qui ne peuvent que participer à la conception générale du développement durable. Lorsqu'on consulte les prix d'architecture à La Réunion, les plaquettes du CAUE, etc. Cette recherche et cette démarche sont déjà en place et illustrées par des architectes locaux. L'énergie, les exemples émergent, aussi la contribution de la création d'une école sur le régionalisme critique tropical pourrait par les réalisations mais aussi par l'enseignement de l'école d'architecture de La Réunion en faire une spécificité peut-être pilote.

## BIBLIOGRAPHIE

BRITTON Karla, « L'architecture du régionalisme critique : Liane Lefavre et Alexander Tzonis », in *Architecture of Regionalism in the Age of Globalization : Peaks and Valleys in the Flat World*, Londres et New York : Routledge, 2012.  
Traduit par Alice Delarbre, « L'architecture du régionalisme critique » Métropolitiques, 15 mars 2013.  
URL: <http://www.metropolitiques.eu/L-architecture-du-regionalisme.html>.

DEAL REUNION – 2010-2016 – RTAA DOM – Règlementation thermique, acoustique et Aération du Département d'outre mer de la Réunion. [www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/presentation-de-la-rtaa-dom](http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/presentation-de-la-rtaa-dom)

Débat national transition énergétique – Synthèse régionale de la Réunion – République Française – Région La Réunion. [www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/la-contribution-de-la-reunion](http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/la-contribution-de-la-reunion)

FRAMPTON Kenneth, *L'architecture moderne, une histoire critique*, Edition Thames & Hudson, 1985, 1992, édition française 2006

GRUET S., MARFAING JL., CASTAN FM, TENAILLE, F., BEAUX D., FRAMPTON K., SCHULZ CN., VIGATO JC., *Régionalisme/Internationalisme* – Revue POIESIS n°5 – architecture, art sciences et philosophie, A.E.R.A éditions, 1997

MAGNAGHI Alberto, *Le projet local*, Pierre MARDAGA éditeur, 2000, Bollati Bolinghieri – Torino, 2003

MAGNAGHI, Alberto, *La conscience du lieu*, Association culturelle Eterotopia France éditeur, Paris, 2017

MAILLOT Ulrich, *La perception du développement durable à La Réunion. Entre discours et réalités, politiques publiques et perceptions d'acteurs*. Thèse de doctorat, sous la direction de Gilles LAJOIE – Université de la Réunion, 2015, HAL archives ouvertes – NTT : 2015LARE0015

OZKAN Suha, *Régionalisme et mouvement moderne – À la recherche d'une architecture contemporaine en harmonie avec la culture*, in R. Powel, *Régionalism in Architecture*, Concept média, (Singapour), 1985, réimprimé dans Serageldin I., [1989]

RIBEIRO, Ugo, *L'espace, Le Lieu et Le concours d'architecture : L'alchimie d'une qualité architecturale contemporaine*, Mémoire d'architecture, sous la direction de Paolo AMALDI, ENSAL, 2012

SCHULZ Christian Norberg, *L'art du lieu : architecture et paysage, permanence et mutations* – Edition Groupe Moniteur, 1997, Première édition 1996, Skira Editore Spa – Milano

SCHULZ Christian Norberg, *La signification dans l'architecture occidentale* – Edition Electa, 1974, traduction française 1977, Pierre Mardaga éditions

VIGATO Jean-Claude, *L'architecture Régionaliste – France 1890-1950*, Institut Français d'Architecture, Norma Editions, 1994

**Sophie Paviol**, architecte DPLG, docteure en histoire de l'architecture de l'EHESS, HDR en histoire de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, maître de conférences à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Université Grenoble Alpes, membre de l'unité de recherche (Labex) AE&CC, « Architecture, Environnement & Cultures Constructives »

## CYCLES TYPOLOGIQUES CLIMATIQUES DE L'ARCHITECTURE MODERNE EN GUADELOUPE

### 1. EN QUOI CETTE MODERNITÉ POURRAIT-ELLE FAIRE PATRIMOINE ?

#### 1.1 - Difficultés de reconnaissance de la dimension patrimoniale de l'architecture moderne en Guadeloupe

L'histoire de la première modernité de la Guadeloupe est singulière au regard de celles de la Martinique et de la Guyane parce qu'elle construit les édifices publics de toutes les villes et bourgs de l'archipel, en présentant une triple unité de temps (1929-1936), de lieu (la Guadeloupe et ses îles) et d'auteur (Ali Tur). En effet, Ali Tur (Tunis, 1889-Paris, 1977), architecte parisien mandaté par le Ministère des Colonies, a projeté et réalisé non seulement les grands édifices de représentation de la France, mais tous les édifices publics des années 30 de la Guadeloupe : hôpital de Pointe-à-Pitre, mairies, églises, bureaux des postes, écoles et dispensaires. Grand nombre de ces architectures est aujourd'hui jugé vétuste, impropre à de bonnes conditions de travail. Plus inquiétant, elles seraient potentiellement vulnérables en cas de séisme majeur. Ainsi, le personnel de la préfecture a souhaité quitter l'ex-palais du Gouverneur (classé Monument Historique –MH– en 1997), le considérant trop dangereux. Le palais de justice de Pointe-à-Pitre, premier projet d'Ali Tur, a été vidé en 2018 au profit d'un nouvel édifice. L'église de Morne-à-l'Eau (classée MH en 2017), dans l'attente du renforcement de son clocher, n'accueille plus de fidèles depuis 2014. Le clocher de l'église de Sainte-Anne a été démolé au printemps 2019 pour être ultérieurement reconstruit dans une nouvelle matérialité. Or nous savons la rapidité avec laquelle le climat tropical peut ruiner ces architectures, dès lors qu'elles ne sont plus en usage. Par ailleurs, la médiocrité des architectures construites ces vingt dernières années et la désertion des centres historiques nous invitent à porter la plus grande attention à ces édifices de qualité dont la situation au cœur des villes et des bourgs est stratégique en terme de vie urbaine.

Que peut-il en être de la reconnaissance, puis de l'appropriation de ces architectures que nous dirons « modernes » pour ne pas, d'emblée, les qualifier de « coloniales » ? En quoi peuvent-elles faire patrimoine pour les Guadeloupéens ?

Il faut accepter et remettre au travail les traumatismes et ressentiments dont l'histoire de ces édifices est porteuse pour comprendre que les raisons de leur actuel désamour, voire rejet, sont pas uniquement d'ordre architectural. En s'emparant des édifices d'Ali Tur pour en faire l'emblème de la prétendue action progressiste de l'Empire colonial, le récit national a gommé une autre réalité de cette architecture, celle de la reconstruction suite à une catastrophe naturelle.

#### 1.2 - Le terrifiant cyclone de septembre 1928

Les contenus des rapports adressés par les maires au gouverneur, immédiatement après le cyclone du 12 septembre 1928, sont saisissants. Ils font état d'un territoire détruit dont la population qui vivait modestement en vendant journallement ses bras, est désormais sans abri, sans vivres et sans eau. Les cartes postales d'époque montrent la ville de Pointe-à-Pitre transformée en un gigantesque amas de branches cassées et de planches arrachées aux maisons. Les rues des faubourgs sont inondées. Le cyclone a frappé indistinctement les maisons de ville et les cases. Ici, c'est un soubassement en pierre qui s'est effondré, laissant intacte la partie supérieure en bois. Là, certaines cases ont étonnamment résisté, quand de leurs voisines, il ne reste rien.

Le discours prononcé par Théophile Tellier, gouverneur de la Guadeloupe et de ses dépendances, en ouverture de la Session extraordinaire du Conseil Général donne la trajectoire et l'ampleur du cyclone : « *Messieurs, il y a aujourd'hui un mois, le 11 septembre dans l'après-midi, les stations météorologiques de San-Juan, de Porto-Rico et de Cuba annonçaient qu'un cyclone d'une particulière violence était en*

*formation à 300 milles à l'Est de la Martinique et de la Dominique, en direction Ouest-Nord-Ouest, et qu'il y avait lieu de prendre à la Guadeloupe les plus grandes précautions. [...]*

*En quelques instants, les routes étaient coupées, les câbles et les communications télégraphiques détruits, les maisons s'abattaient, les cultures étaient saccagées, les tôles couvrant les maisons volaient arrachées des toitures, pendant que tombait une pluie et qu'un raz-de-marée enlevait les appontements, éventrant les maisons situées sur le rivage, balayait les îlets, venant jusque dans les villes et les bourgs consommer la destruction en engloutissant de nombreuses victimes. Et jusqu'au lendemain le cataclysme dura et sema le deuil sur le pays.*

*Le 13 au matin, lorsque sous un ciel sinistre la population put sortir des maisons ou de leurs décombres, le désastre était consommé.*

*Huit cents morts dénombrés sinon identifiés, de très nombreux blessés ou malades et partout la destruction, la ruine et la misère, tel est le bilan de ce désastre, par ses effets sans précédent peut-être dans l'histoire de notre colonie. En moins d'une journée, la perle des Antilles n'était plus qu'un champ de désolation » [Tellier, 1929].*

### **1.3 - Le cyclone : catalyseur de modernisation**

Dans la culture occidentale, la tempête en appelle au récit biblique du Déluge. Hubert Damisch, étudiant l'*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* de Diderot (1751-1772), a malicieusement interrogé les articulations, autres que la succession alphabétique, des articles « Arche » et « Architecture » rédigés respectivement par l'abbé Mallet et Jacques-François Blondel.

Voyant dans l'arche de Noé le modèle d'une « machine à habiter » au sens où l'entendra Le Corbusier, Damisch fait la proposition selon laquelle il ne saurait y avoir d'invention en architecture qu'après la catastrophe : « l'arche elle-même n'aura servi de refuge à la famille de Noé et aux animaux dont elle avait la charge que le temps que dura le Déluge : une fois les eaux définitivement retirées, chacun s'en alla

de son côté ; abandonnant le navire qui les avait sauvés du désastre, pour réinventer sa tanière, son terrier, son nid, sa maison. L'ordre alphabétique auquel obéit l'*Encyclopédie* n'a, en l'occurrence, rien d'arbitraire : si architecture il y a, et doit y avoir, elle ne saurait prendre place qu'après le Déluge » (Damisch, 1987). Ainsi le récit de l'arche de Noé instaure toute une culture de la reconstruction que je qualifierais de « moderne » parce qu'elle est liée à une crise (la rupture des digues élevées par Dieu entre les « eaux d'en haut » et « les eaux d'en bas ») et qu'elle est tendue par une idée de progrès.

Une société née dans les cales des navires négriers ne saurait faire sienne la dimension salvatrice de l'arche de Noé ; ce qui n'enlève rien au possible caractère régénérateur, voire libérateur, du cataclysme. Les essais et romans de Daniel Maximin nous permettent de mieux comprendre ce qu'il en est d'une « poétique » des habitants de la Caraïbe devant les quatre éléments (air, feu, terre et eau) dont la démesure peut, à tout moment, les sacrifier : cyclones, éruptions, séismes et raz-de-marée : « *Les ouragans naissent sur les côtes africaines, traversent l'Atlantique et arrivent, selon une ancienne croyance amérindienne, comme une vengeance ou un renfort pour détruire et balayer tout ce qui n'aurait pas dû être édifié. [...]* Les esclaves déportés pouvaient les considérer comme une réponse à leurs appels venus des côtes africaines au secours de leur révolte. [...] C'est comme s'il venait tout écraser, l'espérance comme l'oppression, l'opresseur et l'opprimé réunis sans distinction » (Maximin, 2006).

Pour l'esclave qui ne possède aucun bien matériel, le cyclone, puissance venue d'ailleurs, du pays des ancêtres, est un espoir de liberté qui s'insurge contre la prétention de l'homme occidental à tout dominer.

La catastrophe naturelle de septembre 1928 est le catalyseur de la modernisation de la Guadeloupe. Plus qu'une simple reconstruction, le projet défendu par le gouverneur Tellier et les élus est celui d'une transformation territoriale et architecturale de l'île. Pour l'État, l'objectif est double. Il s'agit d'effacer les traces du cyclone et doter la vieille colonie des équipements publics d'un pays moderne. Le choix du

béton armé est une décision de l'État. Ce matériau serait celui qui se comporterait le mieux en cas de cyclone ou de séisme. Pour Ali Tur, ce choix est une évidence. Présentant son œuvre guadeloupéenne dans le numéro spécial « France d'Outre-Mer » de *L'Architecture d'aujourd'hui* de mars 1936, il écrit : « matériaux locaux — La Guadeloupe où la construction était de très médiocre qualité, n'avait ni carrière, ni coupe de bois en exploitation. Je décidai, pour mieux résister aux cyclones, fréquents en ces parages, de tout construire en poteaux de ciment armé et remplissage en éléments creux de ciment moulés sur place » (Tur, 1936).

## 2. CYCLES TYPOLOGIQUES DES ÉDIFICES PUBLICS D'ALI TUR (1929-1937)

### 2.1 - Conception par cycles typologiques

L'historien de l'architecture italien Manfredo Tafuri identifie des cycles typologiques dans les séries des villas de Palladio et des églises reconstruites par Christopher Wren. Il fait siennes et précise les analyses de Rudolf Wittkower sur la systématisation du plan au sol et la multiplicité des variantes formelles qu'elle consent, en insistant sur l'importance de prendre en compte la succession des différents édifices dans le temps pour en comprendre l'invention (Wittkower, 1949). « *Palladio et Wren présentent des cycles d'architecture qui peuvent être définis comme de véritables variations à partir d'un thème. [...] Le fait qu'ils recherchent une qualité architecturale qui n'est perceptible que dans la succession des différents édifices transforme l'idée même d'architecture. Chaque villa et chaque église, en plus de sa propre valeur, acquiert une signification particulière en tant que moment de cycles typologiques unitaires. [...] Chaque architecture voit diminuer sa propre importance au profit d'une série, d'un cycle architectural, d'une conception nouvelle de la valeur des typologies* » (Tafuri, 1968).

C'est cette approche pragmatique et savante du métier qui permet à Ali Tur de croiser la culture classique du projet avec les dispositifs spatiaux de la tradition antillaise pour inventer, en sept ans, une centaine d'édifices différents, adaptés au climat tropical. La singularité de cette méthode, au regard de

celles enseignées à l'École des Beaux-Arts (Lucan, 2009), tient à ce qu'aux Antilles, la composition des pièces ne soit pas dictée par le programme, mais réglée par la direction des vents.

Chaque édifice fait sens à la fois pour ses qualités intrinsèques et par rapport aux autres, par la proposition qu'il apporte dans l'exploration d'un schéma spatial partagé. En cela, l'architecture de la reconstruction de la Guadeloupe après le cyclone de 1928 peut être considérée comme une véritable recherche scientifique, s'effectuant dans et par le projet. Les cycles typologiques formés par chaque programme (mairies, églises, écoles...) méritent d'être pris en considération. Je défends néanmoins que le cycle typologique le plus pertinent pour comprendre cette architecture — et son actualité — n'est pas programmatique, mais climatique (Paviol, 2019).

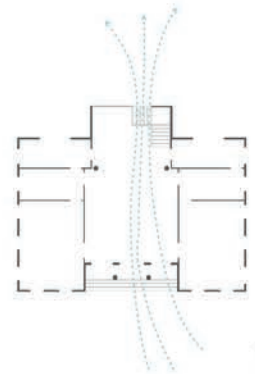
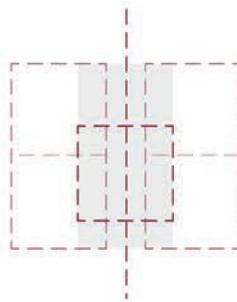
### 2.2 - Cycles typologiques des mairies

Les mairies sont toutes composées à partir d'un plan au sol carré. La figure régulière est subdivisée suivant une symétrie qui ordonne le plan et la façade principale. Le grand hall est, à chaque fois, placé dans l'axe central, légèrement en retrait du volume principal. Il introduit une composition tripartite de type plein/vide (claustras)/plein. Surélevé de quelques marches faisant soubassement, délimité par deux colonnes, il traverse la profondeur de l'édifice pour en permettre la ventilation. Au Lamentin, tout l'étage noble est en retrait pour ménager une vaste galerie qui ouvre la salle des conseils sur le square (ensemble urbain inscrit au titre des MH en 2009). La finesse de la dalle faisant toiture est amplifiée par son débord et le dédoublement des colonnes d'angle. Le plan carré de la mairie de Baie-Mahault (aujourd'hui détruite) donnait forme à un volume plus compact que celui du Lamentin. Par différence, il composait avec des dépendances dont les articulations avec le corps principal ouvraient d'autres passages aux vents. À Grand-Bourg de Marie-Galante, le plan carré fait, comme au Lamentin, l'objet d'une double symétrie. Mais ici, la profondeur du hall laisse place à une composition hall-escalier-galerie dans l'épaisseur de la façade principale. Deux tours carrées construisent les angles qui restaient évidés au Lamentin et à Baie-Mahault.

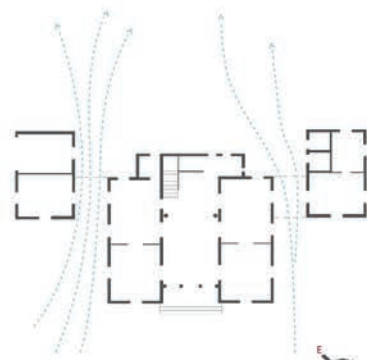
## LE PLAN CARRÉ LE CYCLE TYPOLOGIQUE DES MAIRIES



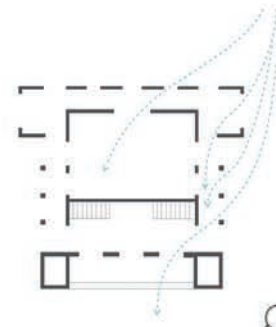
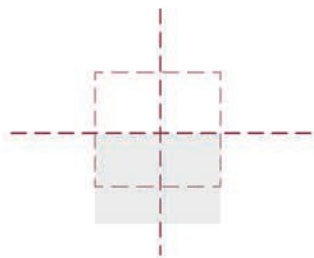
■ Mairie du Lamentin, 1931  
Double symétrie et composition en trois parties : plein/vide/plein.



■ Mairie de Baie-Mahault, 1931  
Symétrie et composition en trois parties : plein/vide/plein.



■ Mairie de Grand-Bourg de Marie-Galante, 1931  
Double symétrie avec vide sur rue de la galerie toute hauteur.



0 10m



### 2.3 - Cycles typologiques des églises

Les églises déclinent toutes un plan basilical, à l'exemple Notre-Dame-de-la-Consolation d'Auguste Perret (1923). La belle perspective au fusain qui dévoile aux lecteurs de *l'Encyclopédie de l'architecture* (Tur, 1931) l'intérieur de l'église Saint-André de Morne-à-l'Eau (1930-1933) montre tout autant la vastitude de l'espace, que la manière dont la lumière est filtrée. Elle entre par faisceaux, faisant vibrer les parois de la nef, percées de grandes fentes verticales (Paviol, 2014). Le volume du narthex est entièrement ajouré de claustras en béton. En façade, l'axe de l'église est matérialisé par un prisme plein. Les bandeaux de claustra s'inscrivent en retrait du volume principal, déterminés par des colonnes d'angle et des grandes lames de béton dont l'horizontalité devait protéger les claustras du soleil, de la pluie et des sa-lissures. Les plaintes de l'abbé Guilbault, immédiatement après sa consécration, en disent l'insuffisance. Le porche monumental abrite les sorties de messe en tenant la façade à distance du parvis.

L'entrée dans l'église Saint-Jean-Baptiste à Baie-Mahault (1931, inscrite au titre des MH en 2017) se fait sans socle, ni péristyle, dans la continuité de l'espace public. Elle est marquée par deux cylindres monumentaux. Le sommet de la façade est coiffé d'une horloge et de trois clochetons, là où le clocher de Morne-à-l'Eau est indépendant, placé à l'arrière de l'abside (la démolition de son sommet est programmée à l'automne 2019 car il présenterait des risques pour les riverains en cas de séisme majeur). Autre variation, à Baie-Mahault, ce n'est pas une lignée de colonnes, mais de piliers qui partitionne la nef et les bas-côtés. Les parois de la nef ne sont pas percées de claustra, mais de persiennes de bois. Ali Tur transfère la persienne de l'architecture domestique des Antilles à l'architecture religieuse. Le choix des dispositifs spatiaux est une question de confort, plus que de symbolique.

Le plan au sol de l'église de Sainte-Anne est similaire à celui de Baie-Mahault. En revanche, l'assemblage pilastres-travée y prend la forme d'un portique en ogive. Les volumes du narthex sont réduits et le clocher est davantage élevé en façade. Une sculpture d'Emile-André Leroy orne la partie basse du clocher dont la sommité était ajourée d'une croix monumentale, sur fond de lames horizontales en béton. Ce clocher, étêté par précaution, attend d'être reconstruit.

Cette conception du projet par variations permet à Ali Tur de construire l'identité architecturale de la Guadeloupe des années 30. Néanmoins, ces cycles typologiques ne sauraient être restreints à des cycles programmatiques. Ils méritent une autre reconnaissance, davantage en lien avec les questions actuelles du projet d'architecture en milieu tropical.

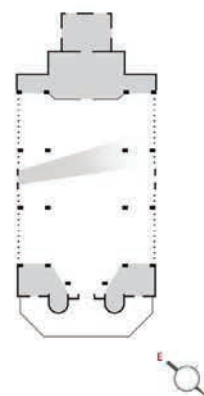
## LE PLAN SANS TRANSEPT LE CYCLE TYPOLOGIQUE DES EGLISES



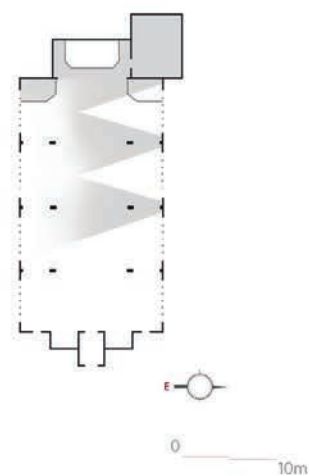
■ Eglise de Morne-à-l'eau, 1930  
La lumière est apaisée avant l'entrée par le porche.



■ Eglise de Baie-Mahault, 1931-33  
La lumière est filtrée par les persiennes en façade latérale.



■ Eglise de Sainte-Anne, 1933  
Les claustras en façade tamisent la lumière du narthex.



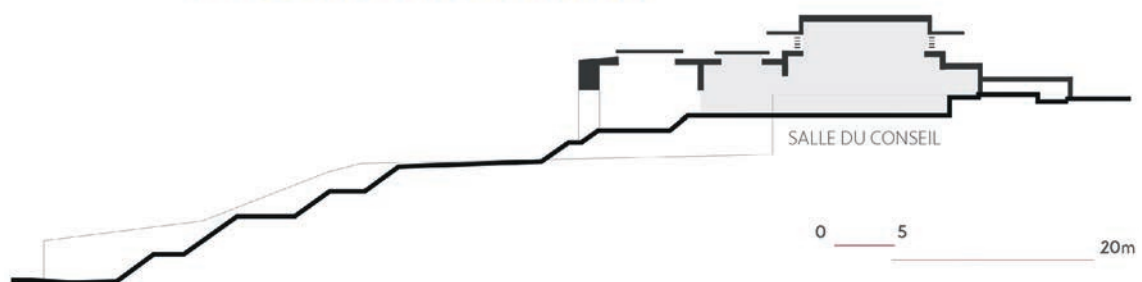
## 2.4 - Cycle typologique des dispositifs de ventilations hautes

Les cycles typologiques qu'Ali Tur explore et adapte à chaque situation sont, plus que tout, ceux d'une coupe climatique. Là est son invention. Les cycles typologiques des villas de Palladio en Vénétie [1548-1576], de Wright à Chicago [1893-1909], de Le Corbusier à Paris [1923-1929] ou des chalets de Le Même à Megève [1927-1942] expérimentent des organisations nouvelles de l'espace à partir de schémas pensés en plan. Le plan des édifices publics de Guadeloupe reste conventionnel. L'important est qu'il soit orienté correctement. En revanche, le dessin de la coupe détermine les échanges avec les éléments naturels. Il organise et donne forme aux relations entre les dispositifs de ventilation faisant volumes en toiture, les parois ajourées appelant l'air en partie haute, les ouvertures en face à face dans le lit des vents, les galeries ménageant des transitions abritées.

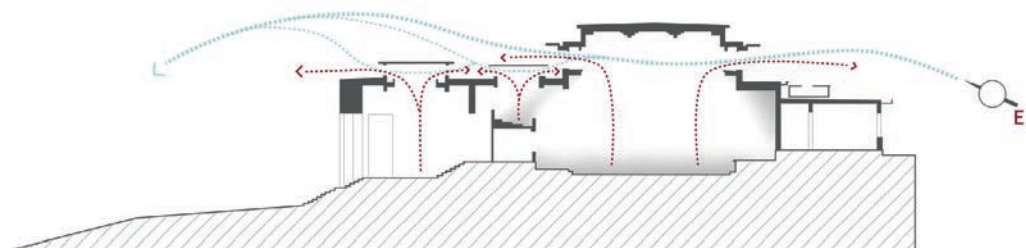
Les grands volumes gigognes posés sur la dalle de la toiture du palais de justice de Pointe-à-Pitre [1930-1932] pour couvrir les salles d'audience en faisant ventilation sont emblématiques de la manière dont les projets d'Ali Tur travaillent avec le climat chaud et humide des Antilles [Paviol 2014]. Les dispositifs techniques destinés au confort thermique sont pensés et dessinés pour faire architecture. La partie haute de la paroi des salles d'audience est doublée en une paroi intérieure en prismes verticaux et une paroi extérieure en persiennes, séparées par un grand vide. L'idée qui consiste à favoriser le passage de l'air par des bouches faisant lanterneaux en façade n'est pas sans référence aux éléments du système d'aération mis au point par Auguste Perret pour le théâtre de l'Exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes de 1925 [Gargiani, 1994]. Ces dispositifs sont simplifiés pour l'église Saint-André de Morne-à-l'Eau. Les grands volumes gigognes disparaissent, transformés en longs bandeaux logés sous la corniche. Le principe des deux parois séparées par un vide est conservé, mais les prismes sont réduits à l'inclinaison de lames verticales. Cette double paroi laisse place à un bandeau de claustras en béton en partie haute de la nef de l'église de Baie-Mahault. En retour, tout le mur qui est percé de persiennes en bois composées en trip-tiques.

Le dispositif de ventilation des salles d'audience du palais de justice à Basse-Terre [1931-1934, classé MH en 1997] est une déclinaison de la volumétrie de Pointe-à-Pitre pour laquelle les prismes de la paroi intérieure sont remplacés par un claustra. Celui du conseil général à Basse-Terre [1932-1933, classé MH en 1997] transforme la verticalité des prismes en longues moulurations. Leur démultiplication et la souplesse de leurs lignes réfléchissent la lumière pour la diffuser de manière homogène dans l'hémicycle.

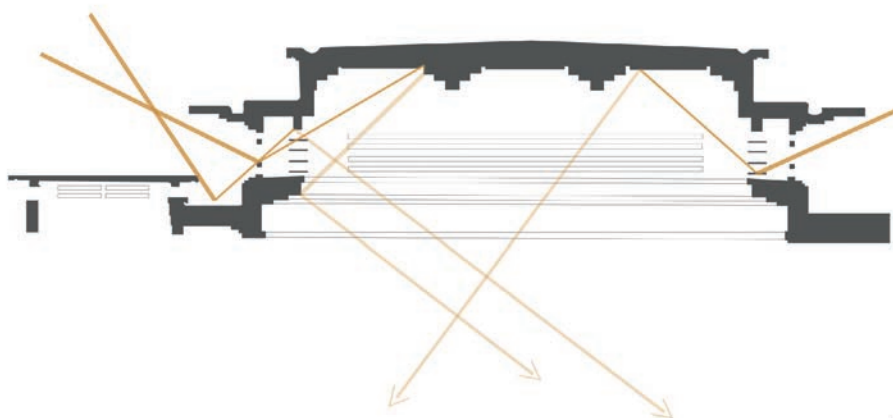
## LES VOLUMES DE VENTILATION - BASSE-TERRE DU CONSEIL GENERAL



■ Le grand emmarchement est imposé par le terrain dont il épouse la pente.



■ L'enchaînement des volumes de ventilation en toiture permet une bonne ventilation naturelle, bien que l'édifice ne soit pas dans le lit des alizés. La qualité des espaces est donnée par le profil des sols et de la couverture.



■ Les volumes de ventilation ont aussi pour fonction de réfléchir la lumière (claustras et moulurations) pour la diffuser de manière homogène dans toute la salle du conseil.

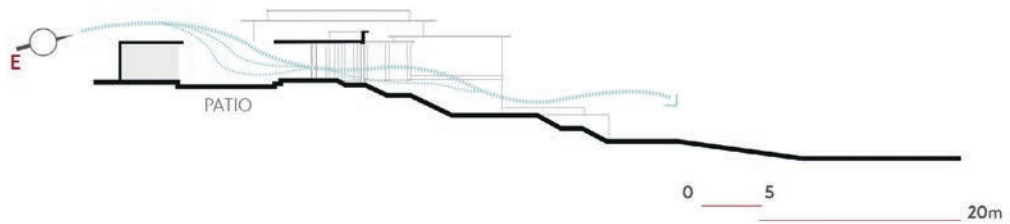
## 2.5 - Cycle typologique des distributions à patios

La composition à partir du patio peut être considérée comme le second cycle climatique qu'explorent les édifices publics des années 30. Ce schéma spatial, réservé aux plus prestigieux, permet de capter les vents pour mieux les répartir dans les pièces. Un grand patio rectangulaire ouvre sur le ciel l'intériorité du palais de justice de Pointe-à-Pitre. Agrémenté d'un miroir d'eau et d'arbustes, son caractère domestique rompt avec l'austérité de la façade. Dans le patio, la différence entre le socle et le bel étage est marquée par la forme des supports verticaux. Dans une réinterprétation de l'ordre classique, les piliers carrés qui entourent le miroir d'eau se transforment en colonnes à l'étage.

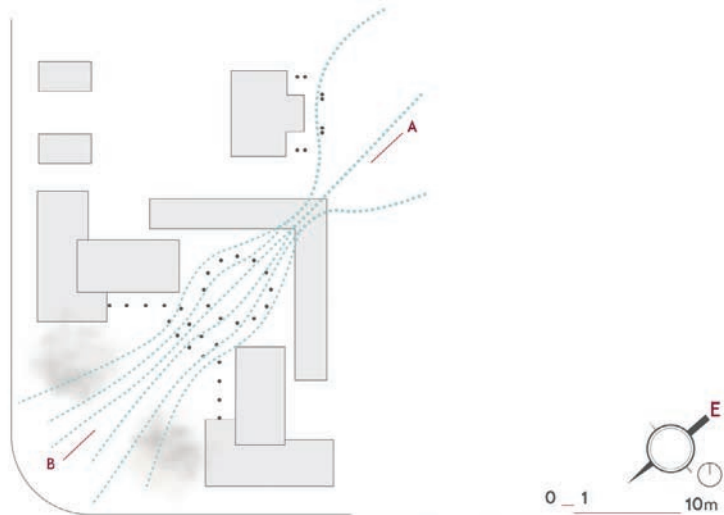
D'une toute autre manière, le patio du palais de justice de Basse-Terre s'inscrit dans la continuité d'un emmarchement monumental. Son vide, prolongé par la colonnade des pas perdus, articule les deux salles d'audience et les bureaux des magistrats pour que l'édifice soit traversé par les alizés. Ainsi à Basse-Terre, ce patio impose sa forme ovale à l'entablement, puis à l'emmarchement qui construit la pente. Tout est calé comme si la courbe de l'entablement avait été dessinée en tenant compte des règles de la correction optique de la culture classique pour installer le plus justement possible l'édifice dans la déclivité du site. En revanche, de l'autre côté de la rue, le palais du Conseil général ne donne pas à voir son patio. Il privilégie la bienséance d'un péristyle constitué d'un entablement monumental et d'une colonnade élégamment dédoublée d'une lignée de piliers. Ce vestibule dont trois faces sont ouvertes au vent, n'en possède pas moins tous les attributs d'un salon bourgeois : moulurations en plafond et magnifiques « tapis » de carrelage aux figures géométriques.

Je propose donc que ce ne soit pas les édifices les plus remarquables, mais l'unité des cycles typologiques de l'architecture des années 30 en Guadeloupe qui fasse patrimoine.

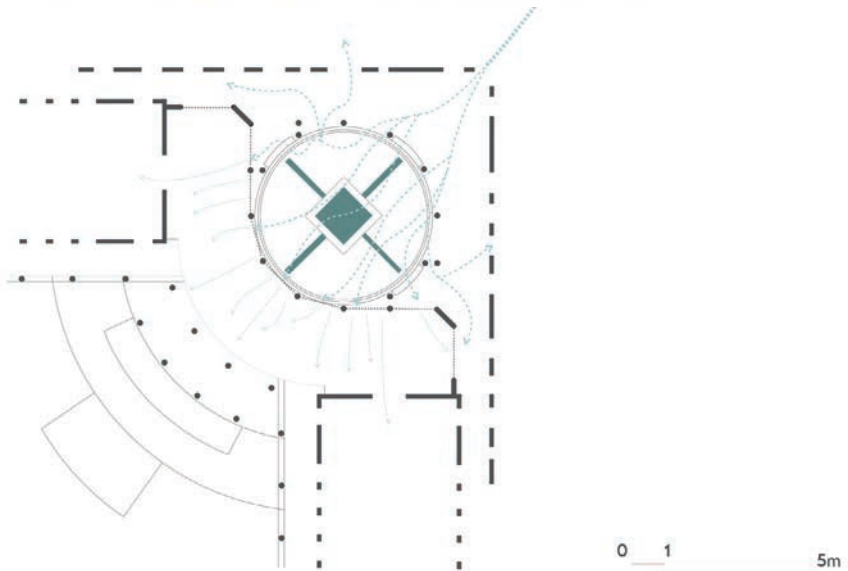
## LE PATIO DU PALAIS DE JUSTICE - BASSE-TERRE



■ Le patio du palais de justice fonctionne comme un capteur de vent.



■ Le patio et la galerie des pas perdus composent le plan du palais de justice pour qu'il soit traversé par les alizés.



■ Les colonnes et le claustra du patio créent des micro-dépressions qui contribuent à augmenter la ventilation naturelle.

### **3. CYCLES TYPOLOGIQUES DES PETITS IMMEUBLES MODERNES DE GÉRARD-MICHEL CORBIN ET GILBERT AMARIAS (1929-1959)**

#### **3.1 - Insertion de logements modernes dans le tissu traditionnel de Pointe-à-Pitre**

L'éveil d'une conscience patrimoniale pour les édifices de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle qui édifient, sans le transformer, le parcellaire du XVIII<sup>e</sup> siècle de la ville de Pointe-à-Pitre est d'autant plus urgente que son centre est délaissé. C'est avec l'œil exercé aux architectures d'Ali Tur que j'ai commencé à arpenter les quartiers historiques de Pointe-à-Pitre pour en repérer les immeubles modernes. Immeubles traditionnels et modernes s'y alternent dans le plus grand respect du parcellaire et des gabarits des constructions du début du XIX<sup>e</sup> siècle. C'est cette juxtaposition d'architectures de périodes différentes dans une cohérence donnée par la régularité de la trame urbaine qui fait la richesse patrimoniale de Pointe-à-Pitre.

À quelques exceptions près, ces immeubles de logements ont tous été conçus par l'ingénieur-architecte guadeloupéen Gérard-Michel Corbin. Diplômé au printemps 1929 de l'École Spéciale de Travaux Publics, il apprend rapidement le métier dans le cabinet d'Ali Tur à Pointe-à-Pitre, avant d'être recruté en 1944 en qualité d'Architecte de la Colonie, et cinq ans après, nommé Architecte des bâtiments civils de l'État et des monuments historiques. Ces fonctions lui permettent de construire, aux côtés des immeubles de rapport et villas de la nouvelle bourgeoisie, apparue suite à la départementalisation en 1946, l'aérogare du Raizet, la gare maritime de Pointe-à-Pitre, des agrandissements d'églises, dispensaires et écoles dans toute la Guadeloupe.

Là où les édifices publics élevés par Ali Tur à l'emplacement de ceux détruits par le cyclone ont une certaine indépendance — ou créent leur propre parcellaire —, la forme urbaine des édifices projetés à Pointe-à-Pitre par Gérard-Michel Corbin, en collaboration avec Gilbert Amarias à partir de 1952, est déterminée par les parcelles étroites et profondes qu'ils construisent. La propriété de Jean Sarkis au numéro 15 de la rue Barbès, mesure cinq mètres sur rue et seize mètres de profondeur ; les parcelles qui lotissent les damiers de la ville historique ayant — sauf exception — une surface inférieure à cent mètres carrés. Ces immeubles de rapport sont élevés sur deux ou trois niveaux au-dessus d'activités commerciales. L'étroitesse contraint fortement l'organisation des pièces, disposées en enfilade pour réduire les espaces de circulation.





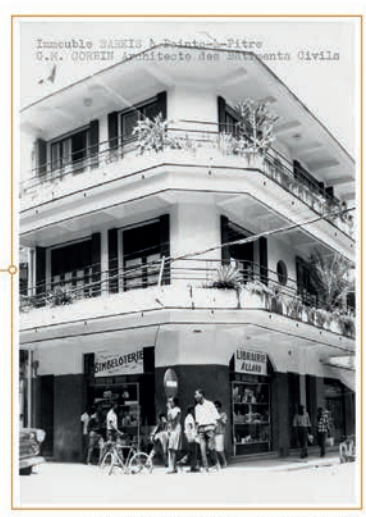
### 3.2 - Transformation des typologies du XIX<sup>e</sup> siècle

La chambre est distribuée en façade, dans la continuité du balcon, puis viennent le séjour en partie centrale et la cuisine, en fond de parcelle. Cette organisation réinterprète avec le confort et les formes architecturales modernes la typologie et les usages des immeubles du XIX<sup>e</sup> siècle dont les services (cuisine et salle d'eau) étaient en fond de parcelle, séparées du corps principal par une cour. Les ouvertures, désormais fermées par des menuiseries avec vitrages (et persiennes uniquement en partie haute), permettent d'installer la chambre sur rue. La position de la salle de bain en façade, à proximité de la chambre, en permet une bonne ventilation par un hublot. La cuisine est quant à elle aérée par le vide de la courrette. La pièce de vie, en partie centrale, est protégée de l'ensoleillement, mais en retour, privée de vue (immeuble Pérauld, rue René-Boisneuf, 1936 ; immeuble Sarkis, 15 rue Barbès). Dans les multiples variations de ce plan, seules les parcelles d'angle — reconstruites dans les années 50 — permettent d'ouvrir la pièce de vie sur la rue. Tel est le cas de l'immeuble Sarkis, à l'angle des rues Frébault et Lamartine (1952) et de l'immeuble Karam, à l'angle des rues du Frébault et Barbès (1955) dont les balcons filants jouent le rôle d'une circulation en façade.

La composition des façades sur rue ne laisse pas percevoir la forme irrégulière des parcelles. Elle fait de chaque parcellaire une unité qui donne sa mesure à l'unique ouverture, celle de la chambre. Les dimensions généreuses de cette ouverture qui se répète de parcelle en parcelle confèrent une régularité à la rue. La profondeur des balcons et le plein de leur garde-corps, souvent agrémenté d'une jardinière en débord, tiennent la rue à distance en développant d'élégants encastrement. Ces éléments, déclinés de manière différente pour chacun des immeubles, laissent place dans les années 50 à la déclinaison d'un autre dispositif : celui d'une structure en béton faisant balcon, brise-soleil et accélérateur des brises. Constituée de poutres ajourées et de poteaux, elle installe une façade poreuse qui dédouble le volume des édifices d'angle (immeuble Petrelluzzi, angle des rues Schœlcher et Sadi-Carnot, 1952 ; immeuble Pineau, angle des rues Frébault et Abbé-Grégoire, 1956 ; immeuble Martin, place de la Victoire, 1956).

La trentaine d'immeubles de logement construits par Gérard-Michel Corbin et Gilbert Amarias, des années 30 à la fin des années 50, ajuste leur modernité au quadrillage en damier du XVIII<sup>e</sup> siècle. Ce faisant, elle instaure une unité architecturale singulière dont les édifices sont aujourd'hui la réalité patrimoniale de Pointe-à-Pitre. Il faut en reconnaître les qualités spatiales, constructives et d'usages, pour pouvoir la préserver et la valoriser.

### 4 - RUE FREBAULT



Immeuble SARKIS à Pointe-à-Pitre  
G.M. CORBIN Architecte des Bâtiments Civils

Gérard-Michel Corbin, immeuble Sarkis, angle des rues Frébault et Barbès, 1948

Gérard-Michel Corbin, Gare maritime, quai Lesseps, avec Gilbert Amarias, 1953



- Édifices d'Ali Tur (1929-1936)
- Édifices de Gérard-Michel Corbin (1930-1955 circa pour cette sélection)



1 - Rue Schoelcher et boulevard Chanzy



2 - Immeuble Pineau, rues Frébault et Abbé Grégoire, avec Gilbert Amarias, 1956



3 - Rues Frébault et Abbé Grégoire



4 - Immeuble Sarkis, rues Frébault et Barbès, 1948



5 - Magasin et bureaux Petreluzzi, rues Schoelcher et Carnot, avec Gilbert Amarias, 1952



6 - Rues Schoelcher et Carnot, Peynier



7 - Garage Vivies, quai Lefebvre, 1949



8 - Gare maritime, quai Lesseps, avec Gilbert Amarias, 1953

#### 4. DEVENIR PATRIMONIAL DES MODERNITÉS TROPICALES

Questionner ce qu'il peut en être de la dimension patrimoniale d'architectures modestes, restées à la marge de la grande histoire de la modernité, nécessite un travail patient de recherche. Une certaine acuité du regard est requise pour pouvoir révéler, par l'analyse, les qualités spatiales et matérielles de ces édifices. Ce regard, croisé avec la pluralité de leurs histoires architecturales, politiques et mémorielles, peut contribuer à la reconnaissance de leurs singularités et à l'invention d'hypothèses projectuelles de conservation ou de transformation opportunes.

Je suis convaincue que les architectures modernes de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle en Guadeloupe doivent être redécouvertes au sein des cycles typologiques qu'elles expérimentent ; et en particulier les cycles climatiques naturels qu'il s'agisse d'édifices publics ou d'architectures domestiques. Interroger à partir des questions actuelles du projet d'architecture la manière dont les œuvres du passé ont été pensées permet d'en comprendre l'actualité et de les faire vivre.

Par ailleurs, les modernités tropicales de l'époque coloniale demandent, plus que toute autre, une compréhension fine de leurs relations, multiples et complexes, au politique pour pouvoir les regarder et les analyser, en dépassant les controverses générées par des régimes impérialistes et racistes, éthiquement indéfendables. Cette interrogation du politique, pour développer toute son efficacité, doit aussi être confrontée aux imaginaires des usagers, sans quoi la reconnaissance des dimensions patrimoniales de ces architectures ne rencontrera que l'intérêt des experts.

C'est ce pourquoi j'espère que cette ébauche de description de cycles typologiques permettra de regarder ces édifices autrement que comme réponses à des commandes spécifiques, pour les inscrire dans la recherche — au tournant de la départementalisation — d'une culture antillaise de l'habiter.

#### BIBLIOGRAPHIE

- DAMISCH Hubert, « L'Arche de Noé », *Critique*, « L'Objet architecture », n° 476-477, janvier-février 1987.
- GARGIANI Roberto, *Auguste Perret : la théorie et l'œuvre*, Paris/Milan, Gallimard/Electa, 1994.
- LUCAN Jacques, *Composition, non-composition : architectures et théories (XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles)*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2009.
- MAXIMIN Daniel, *Les Fruits du cyclone : une géopolitique de la Caraïbe*, Paris, Seuil, 2006.
- PAVIOL Sophie, *Modernités situées et devenir patrimonial : architectures du XX<sup>e</sup> siècle dans les Alpes et aux Antilles*, ouvrage inédit « Penser le patrimoine guadeloupéen du XX<sup>e</sup> siècle », HDR en histoire de l'art, sous le parrainage de Dominique Poulot, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, juin 2019.
- PAVIOL Sophie, *Ali Tur : un architecte moderne en Guadeloupe*, Gollion, Infolio, 2014.
- TAFURI Manfredo, « L'architettura come metalinguaggio : il valore critico dell'immagine », *Teorie e storia dell'architettura*, Rome/Bari, Laterza, 1968 ; coll. « Biblioteca universale Laterza », 1988.
- TELLIER Théophile, « Discours prononcé à l'occasion de l'ouverture de la session extraordinaire du Conseil général, 11 octobre 1928 » ; Basse-Terre, imprimerie du gouvernement, 1929 [Archives Départementales Guadeloupe, 1N128-135, imprimé].
- TUR Ali, *Encyclopédie de l'architecture : constructions modernes*, tomes IV, Paris, Morancé, s.d. (1931 circa).
- TUR Ali, « La reconstruction de la Guadeloupe », *L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° spécial « France d'outre-mer », n° 3, mars 1936.
- WITTKOWER Rudolf, *Architectural Principles in the Age of Humanism*, London, Warburg Institute, 1949 ; *Les principes de l'architecture à la Renaissance*, Paris, Passion, 1996.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC****SUITE À LA COMMUNICATION DE SOPHIE PAVIOL****« CYCLES TYPOLOGIQUES CLIMATIQUES DE L'ARCHITECTURE MODERNE EN GUADELOUPE »****Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

Je m'intéresse aux dynamiques des littoraux et si je regarde les bâtis qui sont construits sur le littoral encore aujourd'hui, ils n'intègrent pas du tout le fait qu'on a une montée des eaux, et une attaque des houles qui va être plus prégnante. On construit toujours des murs en dur qui accélèrent l'effet des houles. On a une typologie climatique, mais qu'on doit associer sur certains territoires (La Réunion, Mayotte, La Guadeloupe) à une réflexion sur les dynamiques des milieux et les risques associés.

**Sophie Paviol**

Ce qui caractérise cette architecture d'Ali Tur, c'est qu'elle a vraiment été conçue en réponse aux cyclones et aujourd'hui on l'interroge par rapport aux séismes. Et c'est sur ce point que les approches traditionnelles des bureaux d'études conventionnels considèrent qu'elles ont une extrême vulnérabilité. Donc notre travail avec Jean-Christophe Grosso et Alexandre de la Foye est d'essayer de démontrer qu'en ayant une analyse fine de ces architectures, de par leur typologie et de par leur matérialité, elles présentent certaines résistances y compris aux séismes.

**Jean-Christophe Grosso, architecte, maître de conférence à l'ENSA Grenoble**

Les schémas d'aérauliques présentés permettent de faire apparaître la question des champs de pression et dépressionnaires et notamment des champs de confort qu'Ali Tur a élaborés bien sûr pour les usagers du bâtiment, mais aussi pour le bâtiment lui-même.

**Sophie Paviol**

Notre travail de terrain, nous a permis de constater qu'il y avait dans la matérialité et la mise en œuvre de ces architectures des années 1930, à la fois une volonté de confort pour les usagers par cette ventilation naturelle, mais aussi que les usages d'enduits et de plâtres leur permettaient d'être respirantes. L'une des difficultés c'est qu'elles ont été par la suite climatisées ou recouvertes de peintures et d'enduits les empêchant de respirer. Elles ont perdu leur porosité à différentes échelles. Aujourd'hui encapsulées, elles ont en elles un degré d'humidité qu'elles ne peuvent plus évacuer, alors qu'elles étaient pensées comme de véritable peau, dans une porosité avec le milieu. Il y a donc tout un travail à faire, notamment sur la qualité des enduits.

NB. Les photos présentées sont des photos retouchées, car elles s'insèrent dans un ouvrage qui a pour volonté de montrer la beauté et les qualités spatiales de ces architectures au grand public.

**Karine Dupré, architecte, enseignante à Griffith University (Australie) et à l'ENSA de La Réunion**

Vous vous êtes intéressée dans vos recherches à « l'après Ali Tur » ? Avez-vous pu remarquer un intérêt particulier pour ces bâtiments dans les années 2000 ? C'est une période où en Guadeloupe beaucoup d'architectes ont redécouvert Ali Tur et ont voulu que ses bâtiments soient reconnus en tant que patrimoine. Des propositions d'usages différents ont-elles été faites à ce moment-là ?

**Sophie Paviol**

C'est un patrimoine qui a été classé en 1997, au moment de la création de la Direction des Affaires Culturelles en Guadeloupe. Il y a un travail très important qui a été fait par un architecte guadeloupéen, Christian Galpin, qui a beaucoup œuvré pour la reconnaissance de ces architectures. Tout l'intérêt de ces édifices c'est que, jusqu'à 4 ans auparavant, ils étaient tous en usage, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui. Avec des usages d'accueil du public. Et pour répondre à ces usages, ils ont été climatisés, on a fermé toutes les ouvertures pour avoir une confidentialité dans les salles d'audience. À la fin des années 1990, de façon paradoxale, ils ont été classés Monuments historiques et en même temps ils ont subi de grosses perturbations. Notamment le Palais du gouverneur, qui fait office de préfecture et qui est aujourd'hui vacant. Dans les années 1990, il a eu une extension post-moderne sans qualité. Je pense que la reconnaissance de leurs dispositifs spatiaux et leur inscription dans des cycles typologiques n'a pas été faite, ils ont plutôt été regardés en tant qu'édifices modernes.. Et s'il y a eu des cycles typologiques qui ont été recherchés c'est plutôt dans les cases, dans l'architecture vernaculaire, avec le travail de Jack Berthelot, et non dans cette architecture savante. Ce qui est intéressant, c'est de comprendre la continuité entre le travail d'Ali Tur et de Gérard-Michel Corbin, et les enseignements que nous pouvons en tirer aujourd'hui.

**Yann Follain, architecte**

Tous ces bâtiments sont prévus contre les cyclones et pas contre les dangers sismiques. Y a-t-il des mesures qui sont en train d'être prises ? En Indonésie, il y a des bâtiments coloniaux dans des zones sismiques et en cas de tremblement de terre, c'est tout un patrimoine qui va s'effondrer. Que peut-on apprendre de la Guadeloupe pour d'autres zones qui sont similaires ?

**Sophie Paviol**

N'étant pas ingénieur, je ne peux pas répondre. En Guadeloupe, nous n'avons pour l'instant que des micro-séismes, face auxquels nous n'avons pas constaté de pathologie majeure.

86 // COMMUNICATION

**Manon SCOTTO**, architecte – doctorante en architecture  
Unité de recherche Métiers de l'Histoire de l'Architecture, édifices-villes-territoires  
ENSA Grenoble – Univ. Grenoble-Alpes – Ministère de la Culture

## UNE ARCHITECTURE EN INTERACTION AVEC SON ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE, HUMAIN ET PAYSAGER L'EXEMPLE DU SYSTÈME EXN APPLIQUÉ AUX CASES TOMI À LA RÉUNION (FABIEN VIENNE, MAURICE TOMI)

« L'irruption du souci de la qualité environnementale au cœur des problématiques de l'aménagement a amené à penser à plusieurs échelles l'insertion des bâtiments dans des systèmes écologiques et sociaux étroitement imbriqués et dont les transformations sont difficiles à prédire » (Hoyet, 1983, p. 50). Tel est le constat dressé dès les années 1980 dans un numéro de la revue *Techniques et Architecture*<sup>1</sup> consacré au rôle potentiel du secteur de la construction pour un développement des territoires anciennement qualifiés de « Tiers-Monde. » Faisant état de quelques propositions architecturales jugées pertinentes au vu de ces questionnements, la revue fait notamment la lumière sur un projet réunionnais : le système EXN.

Utilisé à partir de 1973 pour la fabrication des « Cases Tomi » (ill. 1), dont le pseudonyme émane directement du nom du constructeur qui les produit localement, Maurice Tomi (1924-1996), le procédé constructif y est décrit comme particulièrement bien adapté aux milieux climatiques difficiles de l'île, et d'une grande souplesse d'utilisation.



Ill. 1 : Case individuelle Tomi-EXN, île de La Réunion (2019)  
© Manon Scotto

Afin de mieux comprendre l'histoire de ces « Cases Tomi », dont la popularité auprès des Réunionnais n'est plus à démontrer, il est essentiel de revenir rapidement sur les conditions de leur création. Maurice Tomi est un entrepreneur mauricien à la tête du groupe de construction Tomi, connu pour l'importante production d'habitations dont il fut l'instigateur sur l'île de La Réunion, du logement social jusqu'à la maison de standing. De 1961 à 1967, il collabore avec l'architecte Louis Dubreuil (1923-1986), avec qui il imagine une première génération de ces maisons économiques.

<sup>1</sup> *Techniques et Architecture*, n°345, déc. 1982-janv. 1983.

En 1973, désireux de renouveler sa gamme de logements, l'industriel fait appel à l'architecte Fabien Vienne (1925-2016 / ill. 2), qui devient le nouveau concepteur associé à la production des « Cases Tomi. » Les deux hommes imaginent alors conjointement le système constructif EXN, dorénavant utilisé pour la mise en œuvre de ces habitations<sup>2</sup>.



Ill. 2 : Fabien Vienne dans son agence-appartement, Paris (2015)  
© Manon Scotto

La croissance démographique observée dans les milieux urbains depuis plusieurs années, et déjà pointée du doigt par la revue *Techniques et Architecture* en 1983, nous conduit à nous pencher sur les enjeux qui se cristallisent autour de la question de l'habitat. Lieu des besoins existentiels de la vie humaine, et témoin de la transition d'une société agricole vers un monde fortement industrialisé, le logement est à considérer au même titre que la santé ou l'alimentation pour penser un environnement sain.

<sup>2</sup> La première case Tomi, appelée « Case 61 » ou « Case Carrousel », et conçue en collaboration avec Louis Dubreuil, date de 1961. Des pièces graphiques conservées dans le fonds d'archives du photographe Colbe (Archives départementales de la Réunion) en attestent, et précisent que les deux collaborateurs semblent imaginer les caractéristiques de cette case dès 1959 (plan). Par ailleurs, un article de presse du *Journal de l'île* du 2 juillet 2001, édité à l'occasion des quarante ans d'existence des cases Tomi, précise qu'à partir de 1969/1970 : « exit Dubreuil ». C'est après cela que Maurice Tomi et Fabien Vienne se contactent pour imaginer un renouvellement de la gamme de maisons. Le contrat liant officiellement Maurice Tomi et Fabien Vienne pour la production des cases Tomi avec le procédé EXN date ainsi du 19 février 1973. Il demeure donc encore quelques incertitudes quant à qui, de Dubreuil ou de Vienne, collabore réellement aux cases Tomi entre 1969/1970 et 1973.

Derrière cette notion relativement vaste d'*environnement*, nous lisons plutôt une composante complexe à laquelle se rattache l'ensemble des caractéristiques d'un territoire, tant géographiques que socio-culturelles, économiques ou encore constructives, et ne se limitant pas à une dimension purement climatique.

En effet, si cette dimension climatique était déjà largement présente dans les discours et les politiques des années 1970-80, nous interrogeons l'hypothèse selon laquelle les réflexions de notre cadre de vie actuel pourraient s'appuyer plus largement sur un respect raisonné de notre milieu dans sa globalité, grâce à une fine compréhension des intrications liant chacun de ses paramètres.

Or, selon Edgar Morin, sociologue et philosophe français, « nous avons une difficulté à penser le global, c'est-à-dire la relation entre le tout et les parties, les parties et le tout, les interactions, la complexité » (Morin, 2016, p. 76). En ce sens, si notre civilisation parle actuellement de « dérèglement climatique », il est essentiel de garder en tête que ce dernier s'accompagne d'un changement de nos modes de vie, ou encore d'une évolution de nos technologies. C'est un fait, la société évolue pour s'adapter aux changements climatiques successifs, mais pas seulement. Avec elle, se transforment les habitudes sociales, les moyens techniques et économiques de production, et donc un contexte global.

À ce stade de notre exposé, il est important de préciser que la vision « englobante » que nous soutenons ici émane de notre formation d'architecte. L'architecture constitue en effet une discipline dont les raisonnements ont tendance à envisager un problème comme un tout, et non comme différentes questions isolées, encourageant un croisement des données et des regards.



Giulio Carlo Argan, critique d'art italien, prolonge ce raisonnement en accordant à l'urbanisme, et par extension à l'architecture, une qualité que les autres disciplines semblent lui envier : celle d'avoir la capacité d'organiser ses données en un « système » (Argan, 1995, p. 162). Aussi, lorsque Fabien Vienne (architecte) et Maurice Tomi (constructeur) emploient le terme « système » pour qualifier le procédé EXN qu'ils conçoivent conjointement, nous lisons un intérêt tout particulier à questionner plus précisément cette notion comme une attitude conceptuelle pertinente pour proposer une architecture adaptée au contexte tropical.

Cette approche systémique nous paraît alors particulièrement intéressante pour appréhender et relier l'ensemble des dynamiques complexes<sup>3</sup> du territoire réunionnais que sont, entre autres, l'instabilité climatique (cyclones, éruptions volcaniques), le caractère cosmopolite de sa population ou encore la diversité de ses paysages.

C'est donc dans cette optique que cet article vise à saisir dans quelles mesures le système EXN, au-delà d'être strictement constructif, bénéficie d'une ouverture lui permettant, d'une part, d'être une réponse architecturale adaptée aux multiples enjeux de l'île de La Réunion (socio-culturels, climatiques, géographiques, économiques), et d'autre part, d'être modulable au cours du temps, constituant en cela un système multi-dimensionnel et évolutif.

## 1. POSTURES DU SYSTÈME EXN À L'ÉGARD DES COMPOSANTES CLIMATIQUES RÉUNIONNAISES

En 1983, le système EXN, associé à la production des Cases Tomi, est primé au concours « Construire avec le climat », organisé à l'île de La Réunion. Une telle reconnaissance honorifique nous amène à nous interroger sur la teneur des réponses que peut effectivement apporter le procédé au climat de ce territoire insulaire.

Telle que l'a décrit Francis Hallé, biologiste et botaniste français, la « condition tropicale » est troublante, presque dérangement, parce qu'elle sort de nos cadres habituels de pensée, sous-entendus ici comme ceux des habitants du continent (Hallé, 2010, p. 22).

Afin de s'adapter aux spécificités climatiques de cette « condition tropicale » réunionnaise, les concepteurs du système EXN développent ainsi plusieurs dispositifs architecturaux répondant à la dualité qui la caractérise, à savoir une chaleur humide et constante d'une part, et des événements cataclysmiques ponctuels d'autre part, et organisant notre propos tel qu'il suit en deux temps.

<sup>3</sup> Toujours selon Edgar Morin, le terme complexe est issu de celui de *complexus*, qui signifie « relié », « tissé ensemble » (Morin, 3 2016, p. 116).

### 1.1 - La vie quotidienne sur l'île de La Réunion : protection solaire et ventilation naturelle

La toiture de la Case Tomi-EXN, par la géométrie de ses lignes et la générosité de ses avancées, est l'un des traits de caractère essentiels de son architecture (ill. 3). Par ses larges débords, elle abrite des terrasses couvertes appelées « varangues », que les concepteurs empruntent aux cases créoles traditionnelles, et qui protègent la maison d'un soleil ardent.



Ill. 3 : Lignes et matérialité de la toiture EXN (2019)  
© Manon Scotto

Fabriqué à partir de tôles ondulées galvanisées à faible inertie thermique, ce faitage généreux constitue un moyen simple d'intercepter les rayons solaires, assurant la projection d'une ombre appréciable sur le pourtour du bâtiment. Dans le cadre du concours tenu en 1983, les concepteurs iront même jusqu'à proposer une version « améliorée » de cette toiture, alors surmontée d'une protection solaire supplémentaire en lames de pin d'Afrique.

Comme nous l'explique Rémy Meunier, ancien collaborateur de Fabien Vienne et membre de la SOAA<sup>4</sup>, « la proportion de terrasse couverte par rapport à l'espace fermé rend cette maison très agréable d'un point de vue climatique puisqu'elle est très protégée solairement. »<sup>5</sup> S'il décrit sous nos yeux le plan de l'ancienne maison de Maurice Tomi, entièrement construite à l'aide du procédé EXN, nous comprenons que le principe est valable pour l'ensemble des habitations imaginées par les concepteurs.

Prise entre ses terrasses couvertes, la case Tomi-EXN jouit d'une galerie périphérique qui fonctionne comme un filtre, limitant l'exposition directe des parois à la lumière, et assurant le maintien de la fraîcheur dans les pièces de vie intérieures.

Autre détail, et non des moindres, la couleur blanche des parois de tôle japonaise (ill. 4) présente un taux d'absorption du rayonnement solaire particulièrement bas, ne retenant qu'une faible partie des radiations et limitant la hausse des températures dans les espaces habitables.



Ill.4 : La couleur blanche de la tôle  
comme thermorégulateur (2019)  
© Manon Scotto

<sup>4</sup> Société d'Aménagement et d'Architecture créée par Fabien Vienne.

<sup>5</sup> Entretien mené par l'auteure dans les bureaux de la SOAA, au Port (mars 2019).

Enfin, l'implantation parcellaire des habitations fabrique une certaine promiscuité, limitant également leur exposition solaire. Le jardin créole complète cette thermorégulation en conservant une partie de l'humidité extérieure et en ombrageant les parois tout autant que le terrain afin d'éviter la formation de chaleur au niveau du sol.

« C'est un élément important de la vie quotidienne des tropiques [...] Le « temps lourd » implique un air humide et chaud, l'absence complète de vent, une nébulosité épaisse créant une lumière diffuse mais aveuglante, de sorte qu'il n'y a plus d'ombre nulle part et que l'on ne sait où se cacher, sous un ciel couleur de pastis » (Hallé, 2010, p. 98). Cet extrait de l'ouvrage *La condition tropicale* illustre parfaitement la complémentarité de deux composantes majeures du climat tropical que sont la chaleur et l'humidité, amenant les architectes à penser une ventilation fluide et permanente de l'habitat.

Le dessin des logements selon un plan traversant assure une ventilation naturelle efficace, renforcée par la disposition « en vis-à-vis » des ouvertures en façade. Cette « transparence de la pièce centrale », telle que la dénomment les concepteurs, rend ainsi possible un libre passage des vents qui élimine fumées et odeurs, aérant largement la maison.

Par ailleurs, de petits ouvrants à lames orientables, appelés localement « nacos », facilitent, eux aussi, la diffusion des courants d'air en partie supérieure des parois (ill. 5). Protégés par l'avancée de la toiture, ils demeurent à l'abri des intempéries, et restent donc toujours opérationnels. D'ores et déjà utilisés au sein des cases créoles traditionnelles, ce dispositif simple mais particulièrement efficace constitue une solution économique de ventilation qui favorise une échappée de l'air intérieur, plus chaud, vers ces voies hautes. Conformément à l'idée que chacune des commandes est l'occasion de réinterroger la série initiale des modèles de la gamme, certaines habitations de plus grande envergure bénéficient de certaines variantes, comme par exemple des aérateurs de faitage à lames fixes, situés au sommet des façades-pignons.



Ill. 5 : Dispositifs architecturaux du système EXN : « nacos », nœud d'assemblage cruciforme et mixité des matériaux, Mairie-Annexe de La Saline-les-Bains (2019) © Manon Scotto

L'analyse des pièces graphiques conservées dans le fonds d'archives de l'architecte<sup>6</sup>, conduite selon une approche plus technique, nous livre d'autres secrets sur les cases Tomi, abritant discrètement d'ingénieux dispositifs : vide d'air ventilé entre couverture et plafond, façade à double paroi avec vide d'air ventilé, cloisonnement arrêté avant plafond, etc.

Cette conception attentive et rigoureuse montre la détermination des inventeurs Tomi et Vienne, entourés de leurs équipes, pour proposer dès le milieu des années 1970 un habitat *adapté*, mélange de leurs réflexions collectives et des principes de l'architecture traditionnelle réunionnaise.

### **1.2 - Faire face aux épisodes climatiques exceptionnels : la maison qui résiste et qui secourt**

L'île de La Réunion subit fréquemment le passage de cyclones, et voit ses villes régulièrement menacées de destruction par des vents extrêmement violents. Afin de résister à ces catastrophes naturelles chroniques, les constructions réunionnaises doivent posséder des éléments de fondations à la fois souples et résistants. La résistance du système EXN à ces vents cycloniques repose notamment sur les propriétés de souplesse, d'ancrage par succion et de porosité de sa structure.

D'une part, le boulonnage des composants de l'ossature quelques centimètres au-dessus des fondations, crée un bras de levier entre ces deux points, permettant à la maison de se déformer légèrement sous la pression des vents. Forte de cette souplesse structurelle, la case Tomi-EXN fléchit mais ne rompt pas. D'autre part, le nœud d'assemblage cruciforme, résultant de la jonction des portiques (ill. 5), offre un creux central dans lequel sont insérées des pattes à scellement métalliques qui solidarisent les éléments bois de la structure avec la dalle et les fondations, coulées dans un second temps par l'équipe de montage.

Le dallage, solidaire du sol par effet de succion, retient alors également le reste de la structure.

Enfin, la porosité de cette structure de type poteaux-poutres dont les façades sont largement ajourées, réduit la pression des vents appliquée aux parois, rendant le volume peu sensible au phénomène d'arrachement.

Des articles de presse locale vanteront ainsi les mérites des constructions EXN, ayant résisté au passage du cyclone Firinga de 1989.

Faites pour être ponctuellement ancrées au sol, rapidement assemblées par les équipes de montage, et aisément déplacées par des camions de taille réduite, les constructions EXN démontrent leur aptitude à constituer une réponse architecturale judicieuse face aux conséquences des catastrophes naturelles frappant l'île.

Ces propriétés en font un habitat d'urgence propice à être mobilisé pour reloger les sinistrés de la commune de Sainte-Rose suite à l'éruption du Piton de la Fournaise de 1977, puis ceux du cyclone Hyacinthe qui touche l'ensemble du département en 1980.

Aussi, et malgré les dommages matériels qu'ils génèrent, ces accidents climatiques se révèlent être de véritables catalyseurs pour le procédé EXN, qui profite d'une montée des demandes de logements sociaux et de celle des subventions accordées par le gouvernement pour voir ses commandes exploser. Progressivement, ces habitations revêtent ainsi l'image populaire de la maison qui sauve, s'érigent *« comme un symbole de renouveau et de lutte contre l'adversité créée par la colère de la nature. »*<sup>7</sup>

De surcroît, grâce à un ancrage minimum de ses fondations, cet habitat éphémère et facilement démontable assure une certaine préservation des sols naturels, et donc une possible reconversion ultérieure des parcelles.

<sup>6</sup> Fonds Vienne, Fabien [1925-2016] et agence SOAA [434 ifa], Centre d'archives d'architecture du XX<sup>e</sup> siècle, Paris.

<sup>7</sup> *À travers notre île*, 18 janv. 1978.

Intégré en situation urbaine et rurale, sur le littoral comme en montagne, et mobilisé autant dans la fabrication d'un habitat permanent que temporaire, EXN est donc un système qui compose avec les dualités de son territoire. Pensé par ses concepteurs pour ne pas être totalement hermétique aux instabilités du climat réunionnais, il est à même de co-exister avec celles-ci. En effet, et pour reprendre les propos de Fabien Vienne, « *il n'y a donc pas de système sans site et inversement. C'est ce que j'appelle un projet : le résultat tient compte d'un tas d'éléments, qui en les additionnant ne donnerait rien, mais qui, combinés, fabriquent un vrai projet.* »<sup>8</sup>

## 2. LA CASE TOMI-EXN : HÉRITAGES ET INNOVATIONS

Il y a quarante ans déjà, la conférence des Nations Unies de 1976, portant sur les établissements humains, posait la question d'une production architecturale économique pour répondre aux besoins du plus grand nombre.

Le constat qui en émane met alors en exergue deux phénomènes : d'une part, les pratiques occidentales s'avèrent onéreuses et souvent déconnectées des habitudes culturelles locales, et d'autre part, un retour aux méthodes traditionnelles trouve parfois ses limites sur des questions de confort et de durabilité des installations. « *Il fallait donc imaginer des technologies, des compositions de matériaux, des procédés de mise en œuvre, des dispositions architecturales nouvelles qui soient mieux adaptées au contexte socio-économique des pays en voie de développement* » [Baillon, 1983, p. 120].

<sup>8</sup> Entretien avec Fabien Vienne, mené par l'auteur dans son agence-atelier, à Paris (octobre 2014).

Nombre de ces impératifs sont mobilisés par les deux concepteurs du système EXN : emploi de matériaux locaux (bois et résidus végétaux), préfabrication d'éléments manportables, conception de systèmes constructifs en vue d'une production bon marché de l'habitat, ou encore développement de l'auto-construction.

Articulant judicieusement tradition et modernité constructives, le procédé EXN nous livre ainsi les principes de sa mise en œuvre, inspirée d'un entrepreneur natif de l'océan Indien et d'un architecte venu de métropole.

### 2.1 - Expérimentations autour du matériau bois

Lorsque l'architecte Fabien Vienne arrive à l'île de La Réunion en 1973<sup>9</sup> pour développer le système EXN, la consigne imposée par son collaborateur Maurice Tomi est claire : il faut mobiliser les installations matérielles, les équipes d'ouvriers et les éléments bois déjà en place au sein de son entreprise. Bien qu'elle continue à mener des investigations sur le béton, la société oriente en effet largement sa production autour des possibilités de bois tropicaux qu'elle importe de Malaisie, de Singapour et de Madagascar.

Alors que la métropole est encore largement sous le joug des industriels du béton, le procédé EXN mise sur les multiples potentialités du matériau bois : une légèreté de manipulation, une flexibilité d'usage et une grande qualité des finitions par un montage à sec des éléments. Un tel choix architectural, encouragé par le contexte réunionnais, amène l'équipe de conception à porter des réflexions projectuelles innovantes, dans le but de garantir une solide logique économique.

<sup>9</sup> Fabien Vienne a déjà pratiqué sur l'île dans les années 1950 pour le compte de l'architecte Jean Bossu (1912-1983), qui lui confie la mission d'y implanter l'annexe de son agence parisienne. Pendant ces années d'exercice, il rencontre Maurice Tomi, et restera en contact avec l'industriel, au point de s'associer avec lui pour le développement du système EXN une vingtaine d'années plus tard. Pour en savoir plus sur la période Bossu-Vienne, voir l'ouvrage de Xavier Dousson, cité en bibliographie.

Conscients que cette ressource naturelle est sujette à certaines agressions biologiques (insectes, champignons), les deux associés font alors le pari d'investir dans une technologie qu'ils sont les premiers à proposer sur l'île : le bois autoclave. Une fois pré-découpés, les composants sont traités en machines et immunisés, leur assurant une meilleure résistance et donc une durée de vie plus importante.

Élargissant leurs recherches, l'industriel et l'architecte iront jusqu'à mobiliser ponctuellement le *Bagapan*<sup>10</sup>, un produit réunionnais constitué à partir de la bagasse, matière résiduelle issue de l'extraction de la canne à sucre. Inventé par les sucriers de l'île, en collaboration avec Tomi, « *qui en était probablement l'utilisateur premier* »<sup>11</sup>, ce matériau est connu pour sa résistance à la forte hygrométrie du climat tropical. Cet aggloméré, dérivé du « réemploi » des déchets agricoles locaux et moins onéreux que son analogue métropolitain, constitue une nouvelle ressource constructive, économique et respectueuse du territoire indianocéanique.

Par l'usage de matériaux de construction naturels (bois, bagasse), mais néanmoins parfaitement usinés, le procédé EXN réinterroge la case créole traditionnelle en y adjoignant la technicité d'un mode de production industrialisé. Un tel mariage, unissant coutume et innovation, fait alors de la case Tomi-EXN un habitat qui « *s'inscrit dans la tradition des savoir-faire locaux (en particulier en structure porteuse de tôle) et dans le paysage de l'architecture réunionnaise* » [Léna, 1982, p. 170].

## 2.2 - Des hommes et des machines : principes d'une industrialisation artisanale

La légèreté des éléments constructifs de l'habitat EXN permet d'en acheminer la structure directement sur site par des camions de petite taille, les seuls capables d'accéder à chacune des parcelles de l'île malgré une forte topographie et une épaisse végétation. Ne nécessitant pas d'infrastructure lourde, ni d'engin spécifique pour sa mise en œuvre, la maison « en kit » peut alors être assemblée avec un outillage extrêmement réduit. Une fois livrés sur place, les portiques et autres composants bois sont entièrement manipulables par quelques ouvriers, avec un poids maximal d'une centaine de kilos. Si les pièces constitutives de ce *meccano* grande nature sont préfabriquées en usine, au sein des Ateliers Bourbon Bois<sup>12</sup>, le montage est assuré par les ouvriers de l'entreprise, sans avoir à utiliser de machines de levage. Gérant de manière autonome les chantiers, chaque équipe d'ouvriers est alors précisément missionnée en termes d'effectifs, de temps de montage et de stocks de bois. Une telle logique organisationnelle assure une mise en place des constructions parfaitement rodée, dont Maurice Tomi a acquis une solide expérience au fil des années. Aux dires de l'équipe de conception, cette facilité de mise en œuvre du système favorise « *l'utilisation de réseaux d'artisans existants* »<sup>13</sup>, pour le montage de la structure comme pour la réalisation du second-œuvre.

De fait, l'une des idées fortes du procédé EXN est d'assurer la production industrielle des composants au sein de l'entreprise Tomi, tout en ouvrant sa mise en œuvre aux petites entreprises du bâtiment et aux artisans de l'île, s'adressant ainsi à un maximum de professionnels. Le système fait ainsi de la combinaison « industrie-artisanat » son leitmotiv, à la fois gage de qualité des finitions et d'ancrage culturel, se positionnant à la croisée de multiples acteurs et à diverses échelles.

<sup>10</sup> Le Bagapan est utilisé comme remplissage des panneaux de façades ou de planchers.

<sup>11</sup> Entretien avec Rémy Meunier mené par l'auteure (mars 2019), *op. cit.*

<sup>12</sup> Usine de production du bois utilisé pour les constructions EXN.

<sup>13</sup> Plaquette EXN, Fonds Vienne, Fabien (1925-2016) et agence SOAA, *op. cit.*

« Travailler avec l'industrie, c'est admettre que le projet fédère des entités déjà fortement formalisées. C'est admettre que le détail ne réside plus dans l'expression sublime du génie de l'architecte, mais qu'il fonctionne à l'interface des composants » (Bignon, 1986, p. 30). Par « entités », nous lisons plus particulièrement ici les personnalités réunies autour de la table du projet architectural, et qui, par une collaboration bienveillante et complémentaire, mène à sa réussite. L'une des forces du procédé EXN fut certainement l'association de deux visionnaires, dont l'un rêvait d'industrialisation et de géométrie (ill. 6), tandis que l'autre savait exactement ce que les Réunionnais attendaient de leurs logements. Ancré localement, Maurice Tomi a formé ses hommes, et connaît les pratiques constructives de l'île, qu'il a lui-même éprouvées ou initiées par le passé. Fabien Vienne, quant à lui, est force de proposition, apportant un regard neuf à une production qui le précède. La flexibilité du système EXN lui permet de s'adresser à l'ensemble de la population réunionnaise, aisée ou à faibles revenus. De plus, la simplicité de sa construction intègre largement le réseau d'artisans locaux, et son coût réduit de production séduit les pouvoirs politiques. Il constitue ainsi un système relationnel entre les différents acteurs du processus de conception de l'habitat, chose délicate à mettre en place dans la complexe réalité du bâtiment si l'on en croit l'article de la revue *Afrique Expansion* : « Il est nécessaire de souligner que ce succès est le résultat d'une rencontre – beaucoup plus rare qu'on ne le pense habituellement – entre une volonté politique (souci du logement des plus défavorisés), une administration capable de la traduire dans les faits (ministère de l'Équipement – organismes départementaux et municipaux), une capacité financière (financement spécifiques – Crédit agricole), un entrepreneur vraiment entreprenant, et un concepteur expérimenté... donc réaliste.<sup>14</sup> » Véritable outil de dialogue, il devient donc particulièrement pertinent dans une phase de renouvellement de la proposition architecturale en matière de logement.

<sup>14</sup> « Des ossatures préassemblées : le système de construction EXN », *Afrique Expansion*, n°13, nov. 1985, pp 69-71.



Ill. 6 : Construction géométrique réalisée à partir du jeu Tubespace imaginé par l'architecte en 2006, et exposée dans son agence-appartement, Paris (2015)  
© Manon Scotto

### 3. VERS UNE ARCHITECTURE

#### « NON-DURABLE »<sup>15</sup> ? UNE RÉPONSE ÉVOLUTIVE FACE À LA CONSTANTE MUTATION DES MODES DE VIE

La départementalisation de l'île de La Réunion en 1946 entraîne un développement considérable de l'économie locale, et notamment dans le secteur du logement. Vingt ans plus tard, la création de la Direction Départementale de l'Équipement, fusion du service des Ponts et Chaussée et de celui de la Construction, impulsera à son tour une forte dynamisation du marché de l'habitat. Les années 1970 constituent alors un moment charnière pour le renouvellement de la conception architecturale de ce programme, relativement en retard en comparaison

<sup>15</sup> Expression utilisée par Fabien Vienne au cours d'un entretien mené par l'auteure en mai 2015 (Paris).

des récentes campagnes de construction d'équipements neufs (sportifs, scolaires, hospitaliers). La population, dont les ressources financières sont limitées, ne peut cependant pas prétendre à la majeure partie de l'offre de logement qui lui est proposée. Dans cette optique, il devient indispensable de « relancer une politique sociale de l'habitat dont l'essoufflement devenait manifeste.<sup>16</sup> »

### 3.1 - Impliquer les habitants au cœur du processus architectural

Forts de ce constat, les concepteurs d'EXN réfléchissent à un moyen qui leur permettrait de réaliser une économie maximale de la construction afin de rendre leurs logements encore plus accessibles. L'idée de proposer des maisons « non-finies » les intéresse plus particulièrement. En effet, l'ingéniosité de ce système constructif repose notamment sur son ossature porteuse autonome, assurant une liberté totale des façades, en fonction des goûts, des moyens et du temps dont disposent les futurs usagers. À la différence d'autres constructions préfabriquées, les équipes ne livrent pas sur le chantier des panneaux d'ores et déjà prédéterminés, mais des portiques ouverts à tous types de remplissages, comme en témoigne le couple Cayla, anciens collaborateurs de l'agence SOAA : « Les gens pouvaient aller acheter leur structure chez Tomi (Bourbon bois) pour aller construire leur maison tout seul chez eux. C'est du Ikea dans le principe. Une fois que la structure est bien montée, les gens peuvent finir avec n'importe quoi.<sup>17</sup> »

De cette manière, l'architecte et l'industriel maîtrisent pleinement la production initiale de la structure par une préfabrication de tous les éléments en atelier, tout en laissant aux habitants l'opportunité de choisir le parement du logement : bois, tôle, parpaings, briques, etc. (ill. 5, p. 89).

Ces derniers sont ainsi impliqués dans les processus de conception et de construction, par des choix de matérialité et de spatialité. Libres d'étaler dans le temps les coûts de fabrication de leur maison, les usagers décident eux-mêmes des temporalités de la construction, avec la possibilité d'opter pour un « habillage progressif » des modules, ou de poser l'isolation par leurs propres moyens.

Par ailleurs, et toujours en vue d'une appropriation habitante optimale, le nombre des pièces à vivre (du T2 au T6), la hauteur des étages (2,30m ; 2,90m ; 3,50m) ou encore l'inclinaison des pentes de toitures (18% ; 36% ; 69% ; 87%) sont laissés au choix des futurs acquéreurs, composant leur case Tomi quasiment « sur-mesure. »

Plaçant les habitants au cœur des décisions architecturales, d'abord au moment de la commande sur catalogue de leur maison, puis au cours des transformations apportées au fil des années, les concepteurs font de ce dispositif un système ouvert, tant spatialement que temporellement. Dans un territoire où l'auto-construction est une pratique assez répandue, du fait notamment de la difficulté d'accès à certaines parcelles de l'île situées dans « Les Hauts », EXN réinterroge ainsi « l'auto-production de l'habitat [...] comme facteur d'évolution et d'intégration sociale » (Hoyet, 1983, p. 50).

### 3.2 - Le temps long de la fabrique de l'espace

« L'œuvre de construction ne repose plus dans les mains des habitants » (Alexander, 1971, p. 46).

Par le biais de cette formule, Christopher Alexander soulève les difficultés de notre civilisation à opérer toute transformation de ses formes construites. Selon lui, « la réaction à un défaut, jadis spontanée, devient de moins en moins directe », du fait d'une architecture d'une (trop) grande permanence. Dès lors, nos espaces, difficilement évolutifs, s'avèrent rapidement inadaptés aux besoins variables des générations successives.

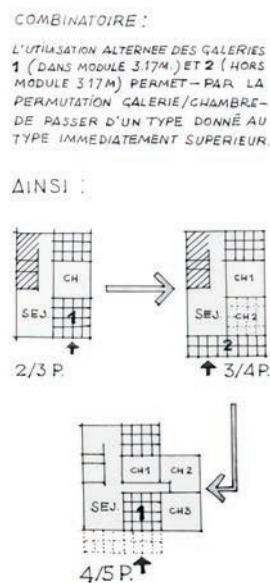
<sup>16</sup> *Le Moniteur*, n°23, janv. 1978, page non connue.

<sup>17</sup> Entretien avec Marianne et Marc CAYLA, anciens collaborateurs de Fabien Vienne au sein de l'agence SOAA, mené par l'auteure en avril 2018.



Par sa flexibilité structurelle et spatiale, le système EXN semble pourtant redonner aux habitants la faculté d'intervenir de manière simple et directe sur leur logement, s'approchant d'une certaine impermanence du bâti. L'industrialisation ouverte de l'habitat que défend Fabien Vienne l'autorise alors à proposer une architecture qu'il qualifie lui-même de « non-durable »<sup>18</sup>, à comprendre ici sous le sens de temporaire.

Avec ce mode de construction modulable, moins figé et définitif qu'une mise en œuvre dite « traditionnelle », les inventeurs d'EXN anticipent les possibles évolutions ultérieures, qui dépassent largement leur mission (ill. 7). Désireux d'une fabrication spatiale « *in progress* », les concepteurs finissent ainsi par s'effacer derrière la main de l'artisan, de l'habitant, et même celle d'autres architectes.



Ill.7 : Évolutivité de l'habitat, schéma redessiné à partir de la plaquette « Proposition pour un habitat social économique à caractère individuel », diffusée par l'agence SOAA et la société Bâtir'Antilles pour le Département de la Guadeloupe en septembre 1979 (Archives de l'agence SOAA)

De fait, le nœud d'assemblage, devenu le symbole du concept, est pensé pour être compatible avec les éléments de remplissage EXN, mais également avec les autres composants du marché de la construction. Jouant le rôle d'un canevas structurel, le système constructif peut alors être librement adopté par d'autres praticiens.

Pourtant, le système ne fait pas l'unanimité parmi les architectes de l'île, et certains lui reprocheront de « *brider leur sens individuel de la conception*. »<sup>19</sup> Trop contraignant par la trame précise qu'il impose, et bien loin d'une architecture « signature », le procédé EXN est peut-être jugé trop modeste et exigeant pour séduire tous les maîtres d'œuvres réunionnais.

À travers l'exemple de ce procédé léger, modulaire et réversible, nous avons pu observer les rouages d'une logique de réflexion globale, selon laquelle l'architecte pose les jalons d'une construction de l'espace évolutive, amenée à être poursuivie par d'autres.

Complice d'une certaine « écologie de l'action » [Le Moigne, 2007, p. 123], le concepteur accepte volontairement que le processus architectural finisse par lui échapper, misant sur les futures potentialités spatiales du projet initialement bâti. Par les qualités de son ossature, transformable dans le temps de façon simple et ludique, le système constructif et modulaire EXN participe ainsi d'une architecture vouée à muter, selon les désirs et les besoins de ses usagers.

À la notion de construction « durable », nous préférons donc ici celle d'architecture *ouverte*, reposant sur une logique systémique. L'architecture de demain, tout en tirant les enseignements de son histoire passée, ne serait donc pas immuable, mais bien au contraire transitoire, portant en elle la capacité de se renouveler à chaque situation rencontrée au fil du temps.

<sup>18</sup> Entretien avec Fabien Vienne, mai 2015 (Paris), op. cit.

<sup>19</sup> Entretien avec Rémi Meunier, op. cit.

#### 4. CONCLUSION

Parce que « *l'idée de diversité, [est] un terme qui, mieux que tout autre, symbolise les tropiques* » (Hallé, 2010, p. 622), la perspective de construire en milieu tropical conduit, selon nous, le concepteur à renouveler ses habitudes réflexives. Encouragé par les nombreuses spécificités de ces territoires singuliers, l'enjeu n'est pas tant de s'opposer aux contraintes locales que de les saisir comme opportunité de création, et point de départ du projet architectural.

Par leurs conditions parfois extrêmes, ces parties du globe semblent ainsi pousser populations et professionnels de l'aménagement à faire preuve d'une grande ingéniosité, adoptant une ouverture de raisonnement utile à la ré-interrogation de leurs savoirs.

On peut alors se demander si cette « tropicalité », reposant sur des composantes aussi variées que l'instabilité climatique ou la diversité des pratiques habitantes, est en mesure de constituer un levier d'inventivité et d'innovation architecturale.

Selon nous, l'intensité, la soudaineté et la fréquence des événements climatiques frappant les Tropiques encouragent, peut-être plus qu'ailleurs, les architectes qui construisent sous ces latitudes à adopter une conception « *multi-dimensionnelle, résultant d'inter-relations entre de nombreux facteurs [...] jamais figées dans leur devenir* » (Farel, 1991, p. 221). Aussi, comme le rappelle Bernard Tschumi, l'architecte se situe à la croisée des univers disciplinaires, tel un « inventeur de relations » (Tschumi, 1985, p. 27). Son rôle n'est alors pas tant d'isoler et/ou d'ajouter les différents aspects du problème que d'en faire un tout cohérent grâce à une approche combinatoire, méthode réflexive que l'architecte Fabien Vienne a exploré tout au long de sa vie.

Mettre en relation, organiser, coordonner, autant d'attitudes conceptuelles qui permettraient, peut-être, à l'architecte de mieux répondre aux problématiques qu'il rencontre.

En ce sens, la collaboration entre les acteurs du bâti (politiques, professionnels, usagers) constitue une forme d'écosystème organisationnel. Contournant les difficultés relatives à d'éventuelles incompréhensions entre les partis, cette coopération devient le moyen d'éviter toute dépense inutile de temps, de moyens et d'énergie humaine quant au montage du projet architectural.

En tant que système ouvert, EXN prouve ainsi sa capacité d'interaction avec l'ensemble des protagonistes de la fabrique de l'espace (architectes, entreprises, habitants, etc.), et compose avec les éléments du territoire réunionnais, qu'ils soient climatiques, socio-économiques ou culturels. Contrairement à « *un modèle, qui est un objet fini, le système permet donc de réaliser des choses uniques et toujours différentes.* »<sup>20</sup>

L'acronyme même du système EXN, « X Éléments pour N combinaisons », nous rappelle les enjeux qui sont les siens : imaginer, à partir d'une série limitée d'éléments, une multiplicité des possibles. Sa réponse n'est donc pas celle d'un projet fini, mais bien d'un système constructif et modulaire capable de produire une architecture en constante construction, au fil des changements de modes de vie de la famille.

En adoptant une telle logique évolutive, l'architecture devient non seulement une dynamique opérant dans l'espace, mais également dans le temps long des sociétés et des humanités, toujours prête à se métamorphoser.

<sup>20</sup> Entretien avec Fabien Vienne, mené par l'auteure en octobre 2014 (Paris).

Réalisées à plusieurs milliers d'exemplaires<sup>21</sup>, et s'inscrivant généreusement dans l'histoire récente et dans les paysages du territoire réunionnais, les cases Tomi-EXN nous montrent ainsi dans quelles mesures leurs concepteurs ont su penser une architecture adaptée au contexte tropical via des principes d'ouverture, de flexibilité et d'évolutivité, qu'il semble pertinent de réinterroger encore aujourd'hui. Peut-être un peu utopiques, nous nous accordons ainsi à penser que Fabien Vienne et Maurice Tomi comptaient sur nous, Réunionnais, architectes et curieux, pour comprendre et faire évoluer ce système, pour qu'il continue de répondre aux attentes de l'île et de ses habitants.

## BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDER, Christopher, *De la Synthèse de la Forme, essai*, Dunod, Paris, 1971.

ARGAN, Giulio Carlo, « Urbanisme, espace et environnement », in *L'histoire de l'Art et de la Ville*, Les éditions de la Passion, Paris, 1995, p. 162-173.

BAILLON, J., « Des centres de recherches dans le domaine de l'habitat à faible coût », *Techniques et Architecture*, n°345, déc. 1982-janv. 1983, p. 120-121.

BIGNON, Jean-Claude, *Maison à ossature bois, une nouvelle pratique architecturale / Tome 1 : analyse*, École d'architecture de Nancy, 1986.

DOUSSON, Xavier, *Jean Bossu : une trajectoire moderne singulière*, Éditions du Patrimoine : Centre des monuments nationaux, Paris, 2014.

FAREL, Alain, *Architecture et complexité : le troisième labyrinthe*, Les Éditions de la Passion, Paris, 1991.

HALLÉ, Francis, *La condition tropicale: une histoire naturelle, économique et sociale des basses latitudes*, Actes sud, Arles, 2010.

HOYET, Jean-Michel, « Introduction », *Techniques et Architecture*, n°345, déc. 1982-janv. 1983.

LE MOIGNE, Jean-Louis, *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris, 2007.

LÉNA, Maurice-Henri, *Bilan de la politique L.T.S. à la Réunion*, Secrétariat d'État auprès du Ministre de l'intérieur et de la décentralisation chargé des départements et territoires d'Outre-Mer, 1982.

MORIN, Edgar, *Penser global : l'homme et son univers*, Flammarion, Paris, 2016.

TSCHUMI, Bernard, *Des transcripts à la Villette*, Institut Français d'Urbanisme, Paris, 1985.

<sup>21</sup> Le Bilan de la Politique L.T.S. à la Réunion de décembre 1982, dressé par M.-H. Léna pour le compte du Secrétariat d'État auprès du Ministre de l'intérieur et de la décentralisation chargé des DOM-TOM, fait un état précis de ces chiffres (p. 136) : « Du début 1978 au 31 juillet 1981, le groupe TOMI s'est vu confié la réalisation de 2.782 logements sur 4.403 financés au titre des L.T.S., dont 2.423 avec le procédé EXN (TOMI-VIENNE). Il réalise ainsi 62% des logements programmés. »

Rémi Meunier, ancien collaborateur au sein de l'antenne réunionnaise de l'agence SOAA, rajoute au cours d'un entretien mené par l'auteure en mars 2019 (Le Port) : « Rien que sous notre responsabilité il a dû y en avoir sept à huit milles. En parallèle, il y avait un secteur diffus qui fonctionnait sans nous, qui faisait environ quatre cents logements par an, et tous les architectes qui utilisaient le système en parallèle de notre activité. »

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION DE MANON SCOTTO**  
**« UN SYSTÈME EN INTERACTION AVEC SON ENVIRONNEMENT HUMAIN, CLIMATIQUE ET PAYSAGER :**  
**L'EXEMPLE DU SYSTÈME EXN APPLIQUÉ AUX CASES TOMI À LA RÉUNION »**  
**(FABIEN VIENNE, MAURICE TOMI)**

**Nicolas Lebunetel, architecte**

Vous dites ce système « *in-progress* », donc quel est son devenir dans le contexte actuel bien différent des années 1970 ?

**Manon Scotto**

C'est bien de faire des recherches dans l'histoire de l'architecture, mais c'est peut-être plus intéressant de l'ancrer dans la problématique contemporaine. Une de nos hypothèses, est qu'utiliser un système poteau-poutres et non pas des murs porteurs autorise des extensions plus librement et qui feront peut-être moins « verrues » sur les architectures d'origine. Cela pourra laisser aux habitants la liberté, si la famille s'agrandit, si les moyens économiques le permettent, d'agrandir leurs espaces d'habitat. La fermeture d'une varangue par exemple, peut rester respectueuse du volume. Ce système assure une certaine évolutivité de l'habitat. Les trames peuvent être non pas une contrainte, mais un guide pour les architectes ou les habitants, elles leur permettent d'étendre leur maison tout en respectant l'idée initiale des concepteurs ou la leur. Actuellement, ces maisons sont amenées à être étendues latéralement, très peu en toiture car les toitures sont généralement à pente, ça pose aussi une certaine question. L'un des choix des concepteurs c'est que lorsque l'on a des toitures avec des pentes plus prononcées, on puisse dans un second temps construire une mezzanine comme salle de jeu pour les enfants ou espace de stockage. Ce procédé offre la liberté aux habitants d'augmenter la surface habitable.

**Alexandre Gardebien, architecte**

Aujourd'hui, les maisons Bourbon Bois font partie du patrimoine architectural de La Réunion. Elles se sont exportées aux Antilles, avec les « maisons 60 jours ». Mais je suis très inquiet pour l'avenir, car l'entreprise a été liquidée, les usines fermées. La filière est en partie reprise par une structure, mais qui ne propose pas la même typologie de structures, la même trame. Je crains qu'on ne voit plus de maison Bourbon Bois construites à La Réunion. Comme le système a été breveté, je pense qu'il est très difficile aujourd'hui pour des repreneurs (architectes, menuisiers, charpentiers...) de pouvoir à nouveau l'exploiter. N'est-ce pas la fin des maisons Bourbon Bois ?

**Manon Scotto**

L'un des objectifs de ce travail de recherche est aussi de mettre en lumière, ces architectures « modestes » (dans le sens positif du terme). L'objectif c'est aussi d'accompagner les acteurs locaux, les scientifiques intéressés, les architectes, les étudiants... tout public et curieux qui pourrait s'intéresser au sujet de plus près, pour comprendre le contexte historique dans lequel il a été créé et voir comment aujourd'hui on peut s'en ressaisir. À l'origine, la première génération a été conçue par Louis Dubreuil et Maurice Tomi, la seconde par Fabien Vienne et Maurice Tomi. Il y a eu une première vente à la compagnie Levillain qui a enclenché une certaine modification du procédé et quelques différences ; peu à peu le procédé a muté. Ça va sans doute être compliqué de reconstruire les cases Tomi telles qu'elles étaient il y a quelques années, en revanche j'espère qu'une sensibilisation en métropole et dans les îles (il y a eu des constructions aux Antilles, en Guyane et même en Australie de façon plus isolée) pourra apporter sa « pierre à l'édifice » pour revaloriser ce patrimoine réunionnais. Il est important de se saisir de la question et d'avoir une connaissance de ce patrimoine.

**Arlette Hérat, enseignante-chercheur, ENSA Marseille**

Ça pose des questions par rapport au patrimoine certes, mais surtout pour la prospective. Comment pourrait-on envisager que ce procédé permettant une architecture ouverte, évolutive et qui s'adresse à toutes les catégories de population, notamment les plus modestes, puisse être encore d'actualité par rapport à cette pensée sur le développement du territoire ? Ces constructions ont apparemment reçu un écho plus ou moins mesuré de la part des architectes, pas forcément séduits car on voit bien que leur place n'est plus tout à fait la même dans cette façon de faire de l'architecture. Ça pose la question du rôle de l'architecte. Mais au-delà de ça, quel a été le rôle des Pouvoirs Publics ? On a vu dans votre exposé qu'après un cyclone ou une coulée de lave, on a fait appel à ce procédé pour reloger les gens rapidement, mais est-ce qu'au-delà de ça il y a eu une pensée pour que ça devienne une part importante pour répondre à la question de l'habitat ?

**Manon Scotto**

Prospective. Je ne suis pas en capacité d'apporter de réponse figée. J'essaie toutefois dans mon travail de recherche de voir en quoi ce type de structure ouverte peut à la fois permettre une évolutivité de l'architecture, ce qui permet une économie avec une intervention directe des habitants et au fil du temps peut éviter une destruction définitive et une reconstruction et donc une économie du temps, de moyens et une certaine préservation de l'architecture initiale. En plus de Fabien Vienne, j'étudie aussi un architecte bordelais Pierre Lajus<sup>22</sup> qui travaille beaucoup sur la construction bois modulaire et tramée et qui dès les années 1970, essaie de mettre en place ce type de raisonnement. L'apport des habitants dans un second temps peut tout à fait correspondre à l'attente des architectes, mais aussi aux besoins des habitants. L'objectif de cette recherche n'est pas uniquement historique, mais aussi essayer de construire demain.

Concernant les Pouvoirs Publics, effectivement, les concepteurs et le constructeur donc l'agence SOAA et Maurice Tomi ont eu la chance d'échanger avec les Pouvoirs Publics qui étaient enclin à l'échange et l'innovation et qui ont soutenu financièrement la concrétisation de ces idéologies. Ils ont reçu un grand soutien du Crédit Agricole, un grand soutien des concours qui ont été organisés par le Département de La Réunion pour des logements très sociaux. Dès 1975, un concours est organisé pour les Logements Très Sociaux (LTS), alors que les collaborateurs raconteront par exemple qu'ils sont sélectionnés en 1990 à Paris pour le même type de logements ; ils expliquent alors au Ministère que c'est comme ça depuis 20 ans à La Réunion. Les Pouvoirs Publics ont joué un rôle essentiel : le système EXN a été lauréat des concours 1975, 1978 et 1982 organisés par le gouvernement.

**Etienne Bergold, architecte des Bâtiments de France, DAC Réunion**

Un recensement est en cours sur le patrimoine du XX<sup>e</sup> siècle sur l'ensemble du territoire réunionnais. Nous allons voir ce que nous allons labelliser ou protéger au titre des monuments historiques.

<sup>22</sup> « Pierre Lajus, architecte bordelais né en 1930, a consacré une grande part de sa carrière au programme de la maison individuelle, et s'est intéressé de près à la construction bois. Il a également été directeur-adjoint de l'Architecture entre 1984 et 1987, ainsi qu'architecte-conseil du Ministère de l'Équipement pendant près de vingt ans, notamment pour le département de La Réunion de 1991 à 1995. »

102 // COMMUNICATION

**Julien CASTELNAU**, responsable de la Politique Technique  
Société anonyme d'Habitations à Loyer Modérés de La Réunion (SHLMR)

## UN HABITAT TROPICAL DES HAUTS DE LA RÉUNION COMMENT MAITRISER L'HUMIDITÉ ET REDONNER DU CONFORT AUX LOCATAIRES UN RETOUR D'EXPÉRIENCE ET UNE RÉFLEXION À MENER

### 1. LA SHLMR FACE AUX LOGEMENTS DES HAUTS

La SHLMR est un bailleur social construisant depuis plus de 45 ans des logements à La Réunion. Elle compte aujourd'hui près de 25 000 logements répartis sur l'ensemble du territoire : essentiellement des logements sociaux, donc à coût maîtrisé, pour un loyer maîtrisé.

#### 1.1 - Construire dans les Bas et dans les Hauts de l'île

La SHLMR est amenée à construire dans les Bas de l'île comme dans les Hauts.

L'Habitat des Hauts est essentiellement un habitat individuel pour lesquels l'appropriation des lieux est très forte par les habitants.

Cependant, depuis quelques années, les pathologies de ce type d'habitat s'accroissent. Le développement de moisissures, d'infiltrations, d'entrées d'eau, des dégradations prématurées du bâti ou encore d'une forte insatisfaction sur le confort des logements sont de plus en plus présents.

#### 1.2 - Des logements non adaptés

Ce phénomène est ancien, car depuis des décennies nous avons plutôt reproduit la conception tropicale des Bas dans les Hauts, l'isolation des parois n'ayant pas toujours été intégrée, prétexté souvent par un coût à maîtriser.

Le logement social, historiquement et dans l'objectif de ne pas alourdir la charge logement pour le locataire, ne prévoit ni chauffage, ni climatisation, ni déshumidificateur, avec le minimum de coût de maintenance et de consommation, même si le climat le nécessite...

Nous pouvions imaginer que la RTAA-DOM allait améliorer les choses, tout particulièrement en termes d'isolation, mais cela n'a pas suffi. Les spécificités climatiques de La Réunion apparaissent beaucoup plus compliquées à appréhender et les différentes solutions ne se valent pas en fonction de la localisation des logements.

#### 1.3 - Des logements non adaptés

Toutefois, la problématique de l'inconfort des logements dans ces secteurs est un sujet de revendications de plus en plus fréquent des locataires de la SHLMR.

Le constat est clair : notre habitat ne répond pas à la notion de confort, car le climat tropical des Hauts est hostile : humidité, froid, pluviométrie mais aussi chaleur.

Ces dégradations sont accentuées par une qualité de finition insatisfaisante : les malfaçons non reprises en GPA ou après favorisent les pathologies liées à l'humidité.

Dans le but d'enrichir l'expertise des concepteurs locaux, nous souhaitons donc présenter ce diagnostic : il s'agit d'un constat, d'un témoignage d'un bailleur, et d'une interpellation des concepteurs du bâti tropical à définir un cadre de conception : les réponses sont parfois différentes, souvent techniques mais pas toujours appropriées à l'usage du bâti.

#### 1.4 - Typologie des logements des Hauts

En règle générale, nos opérations des Hauts comportent un nombre de logements relativement faibles : 30 à 50 logements par groupe d'habitation.

Nous privilégions en général, des habitations de type « maisons de ville » en R+1 et jumelées avec jardin privatif. Cette typologie renforce l'attachement des occupants à leur logement.



Opération : VUD  
Localisation : Le Guillaume Saint-Paul – 60 Logements  
© Thomas NOEL / IMROI



Opération : Ravine Daniel  
Localisation : Trois Bassins - 51 Logements  
© Thomas NOEL / IMROI



Opération : VUD  
Localisation : Le Guillaume Saint-Paul – 60 Logements  
© Thomas NOEL / IMROI



Opération : Ravine Daniel  
Localisation : Trois Bassins - 51 Logements  
© Thomas NOEL / IMROI



Opération : Fougères  
Localisation : La Plaine des Palmistes - 51 logements  
© Jean-Luc ALLEGRE



Opération : VUD  
Localisation : Le Guillaume Saint-Paul – 60 Logements  
© Thomas NOEL / IMROI



Opération : Fougères  
Localisation : La Plaine des Palmistes - 51 logements  
© Jean-Luc ALLEGRE





Opération : Madina  
Localisation : Le Plate Saint-Leu – 25 Logements  
© J-Philippe FAULIAU



Opération : Madina  
Localisation : Le Plate Saint-Leu – 25 Logements  
© J-Philippe FAULIAU



Opération : Madina  
Localisation : Le Plate Saint-Leu – 25 Logements  
© J-Philippe FAULIAU

## 2. DIAGNOSTIC DES LOGEMENTS DES HAUTS

### 2.1 - Échantillonnage

Ce diagnostic a nécessité la mise en place d'un plan d'échantillonnage de logement représentatif des problématiques liées à l'habitat dans les Hauts de l'île. Pour cela, il était important de couvrir les quatre secteurs de l'île (Nord, Sud, Est et Ouest) tout en tenant compte de l'altimétrie des habitations. Cet échantillonnage devait, dans la mesure du possible, être le plus représentatif des différents microclimats que l'on rencontre à La Réunion.

Au total, 12 opérations ont été sélectionnées. Ensuite, parmi ces opérations il a été retenu 3 à 4 logements pour les observations et prises de mesures sur le terrain.



Localisation des opérations diagnostiquées

Lieu	Nom Opération SHLMR	Nbre de logements	Altitude [m]
Plaine des Cafres, 22 <sup>ème</sup> km	VARGAS 3	26	1350
Plaine des Cafres, 17 <sup>ème</sup> km	KALDI	62	1000
Petite France	PENTE MANDARINE	20	930
Saint-Joseph, Jean Petit	LA PRISE	30	680
Le Plate Saint-Leu	MADINA	25	790
La Montagne	POINSETTIAS	35	500
Petite Ile, Ravine du Pont	LA CITERNE	28	510
Plaine des Palmistes	AZALEES	37	990
Guillaume Saint-Paul	VUD	60	660
Le Tampon	ANDROMEDE	95	700
La Montagne	BAUHINIAS	69	480
Saint-Denis	LES TERRASSES DE MONTGAILLARD	68	300

## 2.2 - Visites sur site

### Évaluation du logement

Chaque logement a fait l'objet d'une évaluation se basant sur différents critères devant mettre en avant :

- La typologie du logement,
- Les matériaux composant l'enveloppe du logement,
- Le nombre de locataire par logement
- Les habitudes des locataires (temps de présence, ventilation des locaux, fréquence d'utilisation d'appareils, ...)
- Le confort ou inconfort des locataires

## Identification des pathologies

Un relevé détaillé des pathologies a été effectué par logement avec prise de photos. Ce travail de terrain a permis de mettre en avant les phénomènes de condensation et de développement de moisissure à l'intérieur des logements avec une recherche des causes. Cela a permis de constituer un recueil de photos témoignant des dégâts associés à ces logements.

Nous pouvons classer ces pathologies selon trois causes principales :

### Causes des pathologies

Malfaçon	Conception	Usage
Non-respect des règles de l'art et/ou des prescriptions de mise en œuvre.	Gestion des eaux de pluies.	Mauvaise appropriation du logement.
	Aménagement intérieur des pièces humides.	Méconnaissance de l'utilité des équipements spécifiques.
	Ventilation mécanique ou naturelle des pièces humides.	Méconnaissance des phénomènes liés à l'exploitation du logement.
	Choix des matériaux ou produits non adapté.	

### Exemples

Défauts d'étanchéité.	Stagnation des eaux de pluies au pied de l'ouvrage.	Obstruction des grilles de ventilation.
Fuites de tuyauteries et de canalisations.	Risques de projections ou d'écoulement d'eau dans des zones non adaptées.	Défaut d'usage des systèmes de ventilation naturelle ou mécanique.
Fissuration de maçonnerie.	Dégradations des revêtements de surfaces.	Manque d'entretien général des revêtements de surfaces.
Présence de ponts thermiques.	Condensation sur parois intérieures.	
Condensation sur parois intérieures.	Développement de moisissures.	

Tous ces désordres ont pour point commun d'augmenter les risques d'infiltration d'eau et d'augmenter l'humidité dans les logements. Ils ont bien évidemment des conséquences sur la pérennité du logement mais aussi des conséquences sur la santé des occupants.

### Mesures de températures et d'humidité

Afin de caractériser le milieu à l'intérieur des logements, une série de prise de mesures a été effectuée à l'intérieur des logements pièce par pièce. Ces données ont permis de situer le logement par rapport à la zone de confort établi par le bureau d'étude.

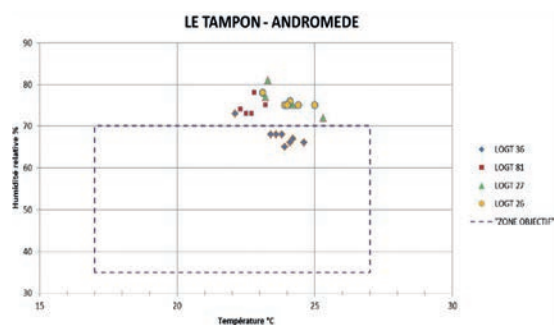
La zone de confort fixée par le bureau d'étude tient compte des particularités du climat de La Réunion. L'objectif serait d'avoir dans les logements un couple Température et Humidité compris dans les plages suivantes :

$$17^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 27^{\circ}\text{C}$$

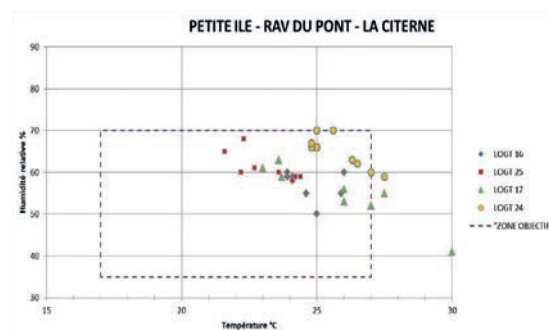
$$35\% < H\% < 70\%$$

Cela dit, le diagnostic a démontré que cette zone de confort n'était pas atteignable pour la majorité des logements visités. Une problématique sur laquelle il serait intéressant d'investiguer à travers une étude thermique plus poussée sur les logements.

Des expérimentations sont nécessaires pour établir une nouvelle typologie pour nos logements des Hauts en termes de conception, de choix techniques, d'équipement.



Opération : Andromede  
Localisation : Le Tampon - Altitude : 700 m



Opération : La Citerne  
Localisation : Petite Ile - Altitude : 510 m

### 2.3 - Des logements en péril

L'issue de ce diagnostic est sans appel : l'ensemble des logements visités présentait des pathologies en lien avec des phénomènes de forte humidité, de condensation et de développement de moisissure.

Pour autant, à ce stade il est difficile de faire le lien entre les causes de ces pathologies et la typologie de logement. Comme vu précédemment, ces pathologies ont différentes causes pouvant être liées à la conception, la mise en œuvre ou encore l'usage. Ces problèmes ne sont pas inhérents aux logements des Hauts et se retrouvent également dans les Bas.

**Opération** : Andromède **livrée** en 2011

**Localisation** : Le Tampon

**Altitude** : 700 m

**Observation** : Traces de condensation et développement de moisissures, principalement sur les murs de la salle de bain et de la cuisine.

**Causes envisagées** :

- Manque de ventilation hygiénique
- Remontée capillaire
- Fissures
- Étanchéité des menuiseries



Malfaçon

Usage

**Opération** : Azalées **livrée** en 2013

**Localisation** : La Plaine des Palmistes

**Altitude** : 990 m

**Observation** : Traces de condensation et développement de moisissures, principalement sur les murs de la salle de bain et de la cuisine. Condensation sur menuiserie. Forte humidité des façades extérieures

**Causes envisagées** :

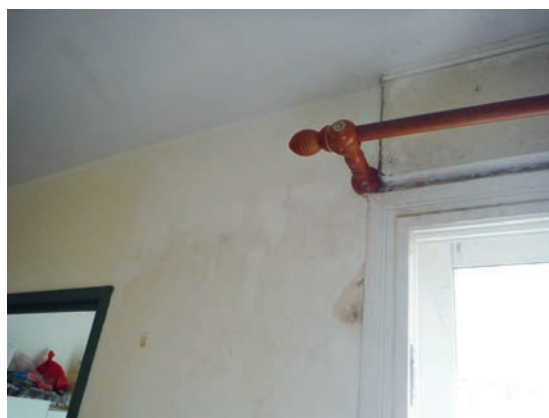
- Manque de ventilation hygiénique
- Proximité de la végétation extérieure et règles de mise en œuvre des bardages.
- Étanchéité des menuiseries et/ou choix du type de vitrage



Malfaçon

La différence est que ces causes ont un impact beaucoup plus significatif dans les Hauts où l'humidité relative dans les logements est plus élevée que dans les Bas.

Dans les Hauts, la moindre fuite, la moindre stagnation d'eau, le moindre problème de ventilation engendre des conséquences plus importantes sur l'ouvrage et par répercussion sur les occupants. Le stade ultime est le développement de moisissures qui peut porter atteinte à la santé des personnes.



Conception

Malfaçon



Usage

Conception



Conception



Conception

Malfaçon

Usage

**Opération** : VUD livrée en 2014

**Localisation** : Le Guillaume Saint-Paul

**Altitude** : 660 m

**Observation** : Traces de condensation sur les murs de la salle de bain.

**Causes envisagées** :

- Manque de ventilation hygiénique
- Remontée par capillarité
- Étanchéité des parois



Malfaçon

**Opération** : Pente Madarine livrée en 2013

**Localisation** : Petite France

**Altitude** : 930 m

**Observation** : Traces de condensation sur les murs de la salle de bain et développement de moisissures. Projection d'eau et développement de moisissures au niveau des portes. Condensation sur vitrage des menuiseries.

**Causes envisagées** :

- Manque de ventilation hygiénique et naturelle
- Choix des menuiseries
- Conception de la douche

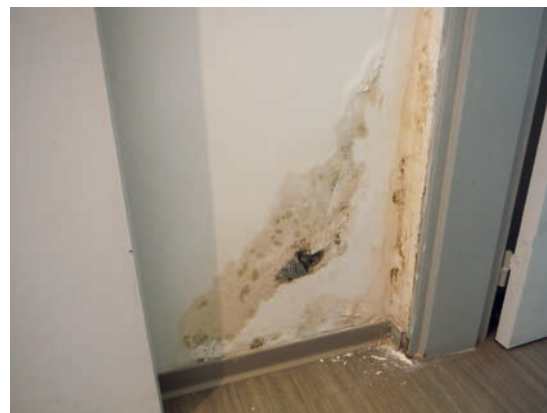


Conception

Usage



Malfaçon



Malfaçon



Conception

Usage



Conception

Usage

Ce diagnostic nous amène au constat suivant :

**Les logements des Hauts sont insuffisamment pensés au regard des usages des habitants et des règles de l'art de construire.**



### 3. PRÉCONISATIONS ET PISTES D'AMÉLIORATION

#### 3.1 - Principes généraux

Ces principes généraux sont applicables à toutes nos opérations, mais devront être encore plus pris en compte dans la conception des logements des Hauts de l'île, au-dessus de 600 m d'altitude.

#### Les risques de rétention d'eau

##### Aménagement du terrain

Prescriptions	Pourquoi ?	Risques d'exploitation
Modeler une pente de l'amont vers l'aval du terrain.	Éviter la stagnation d'eau au pied du bâti et réduire les risques de remontée d'humidité par capillarité.	Mauvais entretien des canalisations et risque de bouchon.
Récupérer les EP par des systèmes de canalisation et réseaux enterrés pour évacuation vers un exutoire.		
Réaliser un drainage périphérique de l'ouvrage.		

#### Conception architecturale « drainante »

##### Toitures

Réaliser des toitures à 1 ou 2 pans maximum.	Limitier les risques d'étanchéité et d'infiltration pouvant être liés à un défaut de mise en œuvre ou d'entretien de ces points singuliers.	
Limitier (proscrire ?) l'usage de toiture terrasses.		
Proscrire les noues de toitures ou chiens assis.		

##### Façades

Parement extérieur avec profil drainant et ventilé.	Limitier les pièges à eau et la prolifération de la végétation au pied des façades.	Mauvais entretien de la bande de propreté pour limiter la reprise de la végétations.
Bande de propreté au pied des façades.		

### 3.2 - Choix techniques

Aujourd'hui nous manquons encore de recul sur la prescription de solutions techniques adaptées au logement des Hauts. Notamment au niveau du choix des matériaux et de la composition de l'enveloppe du bâtiment.

La diversité des microclimats de La Réunion rend d'ailleurs difficile la généralisation d'une solution technique face à une autre.

Les principes suivants seraient des pistes d'amélioration pour prévenir au mieux les risques de condensation et l'élimination de moisissures.

#### Enveloppe du bâtiment

##### Isolation en façade et en toiture

Prescriptions	Pourquoi ?	Risques d'exploitation
Utiliser des isolants rigides ou semi-rigides.	Éviter les phénomènes de tassement de l'isolant.	
Associer un système de pare vapeur (double pare vapeur ?) à valider avec une étude thermique de l'ouvrage.	Limiter les transferts d'humidité à travers l'isolant.	
Prévenir le risque de condensation et de ruissellement en sous face de tôle.	Limiter les risques d'infiltration d'eau et préserver l'isolant.	

##### Menuiseries extérieures

Intégrer des impostes de ventilation dans les menuiseries (limiter aux chambres ?).	Préserver la ventilation de la pièce fenêtre fermée.	Obturation des impostes par les occupants.
Poser des menuiseries à rupture de pont thermique ou à faible inertie (menuiserie bois ?).	Limiter le risque de condensation sur la face intérieure de la menuiserie.	
Prévoir un précadre pour la pose des menuiseries.	Garantir une meilleure reprise de la paroi isolée tout en limitant les ponts thermiques.	

**Les pièces humides***Salle de bain*

<b>Prescriptions</b>	<b>Pourquoi ?</b>	<b>Risques d'exploitation</b>
Intégrer une ouverture vers l'extérieur combinée à une VMC.	Garantir une ventilation hygiénique combinée à une ventilation naturelle.	Obturation des grilles de ventilation et mauvais entretien de la VMC. Aucune ouverture de fenêtre.
Positionner la douche ou la baignoire à l'opposé de la porte d'entrée.	Éviter les projections d'eau dans la zone d'accès à la salle de bain.	Non utilisation d'un rideau ou d'une paroi de douche.
Continuité de la faïence entre le lavabo, la douche, la baignoire sur une hauteur de 2 m.	Faciliter le lessivage des parois et prévenir le développement de moisissures.	Aucun lessivage des parois.
Limiter les recoins dans la pièce.	Faciliter la circulation de l'air dans la pièce.	

*WC*

Intégrer une ouverture vers l'extérieur combinée à une VMC. Si cela s'avère impossible pour des raisons architecturales, les WC devront se trouver dans la salle de bain.	Garantir une ventilation hygiénique combinée à une ventilation naturelle.	Obturation des grilles de ventilation et mauvais entretien de la VMC. Aucune ouverture de fenêtre.
--	---	---

*Cuisine*

Intégrer une cuisine ouverte sur séjour. Si cela s'avère impossible pour des raisons architecturales, la cuisine devra comporter une ouverture vers l'extérieure combinée à une VMC.	Favoriser la ventilation naturelle de la pièce.	Obturation des grilles de ventilation et mauvaise entretien de la VMC. Aucune ouverture de fenêtre.
Continuité de la crédence le long de la zone à aménager d'une hauteur de 60 cm au-dessus du plan de travail.	Faciliter le lessivage des parois et prévenir le développement de moisissure.	Aucun lessivage des parois.

**Apport solaire***Véranda*

<b>Prescriptions</b>	<b>Pourquoi ?</b>	<b>Risques d'exploitation</b>
Privilégier des varangues pouvant être fermées en hiver comparables à une véranda.	Rafrâichir en été lorsque la véranda est ouverte. Réchauffer en hiver lorsque la véranda est fermée (effet de serre).	Risque que la véranda soit aménagée comme une pièce intérieure (chambre, ...).
Orienter le plus possible les pièces de vies vers le Nord, Nord/Ouest.	Favoriser l'ensoleillement et les apports solaires.	Utilisation abusive de rideaux ou autre brise vu intérieur.

**Equipements spécifiques***Chauffage*

Proposer un système de chauffage pour les logements au-dessus de 800 m.	Chauffer le logement en hiver.	Dégradation ou mauvaise utilisation du chauffage.
---	--------------------------------	---

*VMC Double flux et/ou VMC hygroréglable*

Proposer un système de VMC Double flux ou hygroréglable pour le logement.	Garantir une meilleure ventilation hygiénique du logement.	Obturation des grilles de ventilation et mauvais entretien de la VMC.
---	--	---

### 3.3 - Comportement du résident

Au-delà des prescriptions techniques, le comportement du résident est également un critère à prendre en compte dans la pérennité du logement, et encore plus dans les Hauts de l'île. D'autant plus que l'activité humaine va elle-même contribuer à la production d'humidité en plus de celle déjà présente dans l'air.

Il apparaît donc essentiel de le sensibiliser sur la « prise en main » de son logement afin de l'aider à réguler le plus efficacement possible les risques de condensation et de développement de moisissure.

Cette sensibilisation peut se présenter sous différentes formes : fiches d'information standardisées remises avec les clés du logement, affichages à l'intérieur du logement, guide pratique d'habitation pour les logements des Hauts...

Voici par exemple un ensemble de recommandations comportementales que l'on pourrait indiquer au résident :

#### Comment ventiler et réguler le niveau d'humidité de mon logement ?

- Ouvrir les fenêtres 10 à 15 min au moins une fois par jour en période d'ensoleillement.
- Repasser dans une pièce, fenêtre ouverte, ou à défaut, ouvrir 10 à 15 min une fois le repassage terminé.
- Cuisiner dans une pièce, fenêtre ouverte, ou à défaut, ouvrir 10 à 15 min une fois la cuisine terminée.
- Ouvrir la fenêtre de la salle de bain 10 à 15 min après une douche ou bain.
- Fermer les fenêtres en présence de brouillard.

L'entretien des VMC et le nettoyage des grilles de ventilation doivent également être assimilés par le résident. Nous nous devons de leur expliquer leur rôle dans la ventilation hygiénique du logement et leur rôle dans la prévention du développement des moisissures. Cela permettra également de prévenir l'obstruction des grilles par du mobilier.

### 3.4 - Études et expérimentations

Ce premier diagnostic doit ouvrir la voie à de nouvelles études afin de confirmer ou non des préconisations pour les logements des Hauts à La Réunion.

Dans les faits, peu d'études officielles et spécifiques à La Réunion existent sur ce sujet. Ceci dit, des acteurs locaux ont commencé à étudier la question et des premiers résultats sont disponibles. On pourra notamment citer le travail du CIRBAT en collaboration avec le Laboratoire PIMENT de l'Université de La Réunion qui ont caractérisé le confort de l'occupant et le risque de condensation dans les logements. Des résultats qui sont aujourd'hui disponibles à travers un guide et sur le site internet :

[www.isolation.re](http://www.isolation.re)



La SHLMR est tout à fait volontaire pour une expérimentation terrain des opérations de constructions neuves et de réhabilitation en partenariat avec des organismes compétents, mais aussi avec des maîtres d'œuvre sensibilisés sur cette problématique.

Il est impératif pour nous de pouvoir valider une typologie de logement pour les Hauts de l'île sur l'aspect technique et social :

- Étude thermique avec relevé des températures et humidités sur une année complète,
- Étude comportementale des occupants,
- Expérimentation de matériaux et équipements innovants,
- Etc.

Nous avons d'ailleurs déjà commencé à expérimenter de nouvelles solutions à travers justement l'utilisation d'équipements spécifiques permettant de réguler l'humidité dans les logements et d'amélioration du confort des occupants : chauffage à bois, VMC.

#### 4. CONCLUSION

Ce diagnostic de notre patrimoine est le point de départ du travail que nous devons mener pour la pérennité de nos ouvrages et pour améliorer le confort de nos habitants dans les Hauts de l'île.

Le climat des Hauts, pouvant être caractérisé par une forte humidité et une forte variation de température, doit être mieux appréhendé afin de limiter les risques de condensation et développement de moisissures.

Pour cela, il est indispensable de faire évoluer chaque étape de notre mode de construction : Conception, Réalisation, Exploitation. Ces évolutions doivent pouvoir être expérimentées et validées afin de les étendre plus largement à nos opérations futures.

C'est la raison pour laquelle, la SHLMR est aujourd'hui volontaire pour participer à tout type de travaux permettant de répondre à cette problématique, que ce soit à travers des études expérimentales ou à travers des projets d'architectes spécifiques.

C'est aussi pour cette raison que nous proposons de lancer un appel à idée à destination de l'ensemble des architectes dans le cadre de ce colloque sur la construction en milieu tropical.

« Vers un habitat meilleur pour le bâti tropical des Hauts de l'île ! »

C'est notre engagement pour les années à venir.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION DE JULIEN CASTELNAU**  
**« UN HABITAT TROPICAL DES HAUTS : COMMENT MAITRISER L'HUMIDITÉ ET REDONNER**  
**DU CONFORT AUX LOCATAIRES. UN RETOUR D'EXPÉRIENCE ET UNE RÉFLEXION À LANCER »**

**Pauline Lucas, étudiante en Master 2 à l'ENSA Réunion**

Vous avez proposé pas mal de solutions pour les nouvelles constructions. Mais quels sont les moyens à aborder dans les réhabilitations pour les cases dans les Hauts ?

**Julien Castelnaud**

Les solutions que j'ai proposées sont des solutions auxquelles nous avons pensé, mais qui ne sont pas toutes appliquées aujourd'hui. Il va falloir que nous voyons aussi comment réhabiliter au mieux, notamment les logements des Hauts. Certains sont très problématiques. Aujourd'hui on ne sait pas encore ce qui va fonctionner dans le temps. Nous avons fait des prescriptions, mais les réponses doivent aussi venir de la maîtrise d'œuvre en lien avec nos problématiques. Le but c'est de voir si ces solutions existent déjà, si elles ont été expérimentées, si on peut les appliquer à nos opérations.

**Émilie Lebas, architecte**

Pourquoi ne pas intégrer à toutes vos opérations, un gardien, un concierge pour éviter les pathologies dues à l'usage ? Une personne qui pourrait aussi avoir un rôle social et favoriser la maintenance en aiguillant les habitants pour ne pas faire d'erreur.

**Julien Castelnau**

Ça peut être une piste. Souvent on contraint nos architectes à un budget d'investissement qui est toujours assez limité. Et quand on veut construire dans les Hauts, on se contraint et on ne respecte pas toujours nos ambitions et nos objectifs en termes de pérennité d'ouvrage. Une des contraintes lorsque l'on construit dans les Hauts est que nos locataires ont peu de ressources, donc les loyers sont assez bas. Ce sont des opérations qui sont largement abondées en termes de financement public. Quand on met un gardien sur une opération de 30 logements, ça a un coût non négligeable que les locataires ne sont pas en capacité d'assumer. Je suis d'accord sur le fait qu'il faille socialiser les locataires sur la bonne utilisation et la gestion de leur logement, il y a des choses sur lesquelles on se rend compte que, même en leur laissant une brochure, un petit kit d'utilisation de leur logement, on n'arrive pas à faire perdurer dans le temps en termes de qualité d'ouvrage. Il faudrait donc par exemple systématiser la VMC pour que de façon passive le logement continue à ventiler, car on ne peut pas compter systématiquement sur les gens. À la SHLMR, on a fait ce constat. Parfois on a des dégradations en termes d'humidité au bout d'un an. On résonne donc en coût global, car parfois on réinjecte des fonds au bout d'un an et on se rend compte qu'on a mal agi en investissement. On essaie d'avoir une vision plus globale dans notre modèle économique, notamment pour les logements des Hauts. Le gardien constitue une véritable contrainte par rapport à ça. Je pense qu'il y a d'autres outils. On est doté d'équipes au niveau de la direction de l'action sociale de la SHLMR pour accompagner les gens de façon récurrente.

**Émilie Lebas, architecte**

Avez-vous fait ce coût global sur 10, 15 ans ? J'ai du mal à comprendre, car ça me semble une évidence d'avoir quelqu'un sur place ?

**Julien Castelnau**

Cette sensibilisation du locataire est à prendre en compte, mais ce n'est qu'un élément. Nous pouvons avoir la main, mais toujours en lien avec la maîtrise d'œuvre au niveau de la conception. Sur l'accompagnement de l'occupant, on a des guides du locataire, on les sensibilise lors de la remise des clés, on a des services qui accompagnent les locataires. L'aspect humain est fondamental. Notre priorité c'est le confort du locataire. Mais on doit agir sur des choix techniques. Dans le cas d'un appartement inoccupé par exemple, on va avoir un problème de développement de moisissure. C'est sur la phase de conception qu'il faut faire les bons choix.



120 // COMMUNICATION

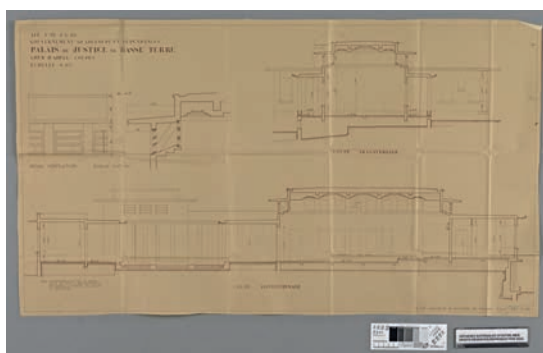
**Jean-Christophe GROSSO**, maître de conférence  
École Nationale Supérieure d'Architecture, Grenoble

## ARCHITECTURE TROPICALE POUR TOUS

### 1. INTRODUCTION

#### 1.1 - Postulat au sujet de l'architecture savante des années 30 en Guadeloupe

Ce patrimoine<sup>1</sup> est en péril. Il n'existe pas de financements spécifiques suffisants pour le mettre en conformité sismique sur la base des méthodes ordinaires de renforcement. Il a été conçu par Ali Tur, architecte des colonies, dans une situation post-catastrophe, suite au cyclone de 1928. Actuellement l'usage de budgets importants pour mettre en conformité les bâtiments à caractères monumentaux condamne à moyen terme un grand nombre de petits bâtiments modestes, de grandes qualités architecturales. La démolition des parties emblématiques des bâtiments les plus grands (clocher des églises) condamne également à moyen terme les bâtiments moins emblématiques nécessitant des méthodes spécifiques d'identification de leurs qualités physiques particulières. Sophie Paviol a montré dans son Habilitation à Diriger les Recherches (HDR) que ces bâtiments peuvent être regroupés sous forme de cycle typologique ce qui permet d'envisager des méthodes génériques par type de construction tout au long de la première partie du XX<sup>e</sup> siècle. Les hypothèses exposées dans ce colloque sont en marge de la recherche « La modernité tropicale face aux risques sismiques »<sup>2</sup> ; elles ont pour but de partager des domaines d'études au sujet des matérialités de l'architecture en situation tropicale.



*Coupe du palais de justice de Basse-Terre*

*Coupe produite par le cabinet d'architecture d'Ali Tur au sujet du « Juge de paix » Palais de justice de Basse-Terre, Fonds d'archives des colonies de Aix en Provence. Les qualités de l'architecture de Ali Tur sont lisibles sur les bases de la culture architecturale du géométral que possèdent en commun les architectes.*

Pour aborder l'architecture tropicale dans ce texte, je me réfère à mon intérêt depuis plus de deux décennies à l'architecture pour les personnes en situation de nécessité et aux ressources matérielles limitées. Mes objets d'études pratiques, puis progressivement théoriques, sont les ponts portatifs de désenclavement pour des groupes de personnes n'ayant pas accès aux modes de production ordinaire des infrastructures, ce qui est communément appelé l'enclavement rural et concerne l'accès aux écoles, marchés et dispensaires de santé.

<sup>1</sup> Architecture conçue par Ali Tur

<sup>2</sup> Sophie Paviol (dir), « La modernité tropicale face aux risques sismiques : histoires d'une modernité située et stratégies d'adaptabilité à partir des groupes scolaires de Guadeloupe [1929-1936] », dans le cadre de l'appel à projet « Architecture du XX<sup>e</sup> siècle, matière à projet pour la ville durable du XXI<sup>e</sup> siècle » lancé par le BRAUP, ministère de la Culture, 2019-2021, octobre 2018

## 1.2 - Le comportement des structures comme clef d'analyse

Le cadre cerné des constructions de ponts m'a permis en équipes de constituer des savoirs et méthodes de conception et fabrication des ouvrages. De ces expériences qui vont de la recherche et développements à la construction, en incluant l'enseignement post master, j'ai extrait des méthodes d'analyse de la construction savante spécifiques que j'utilise dans le projet de recherche « Patrimoine XX<sup>e</sup> siècle. »

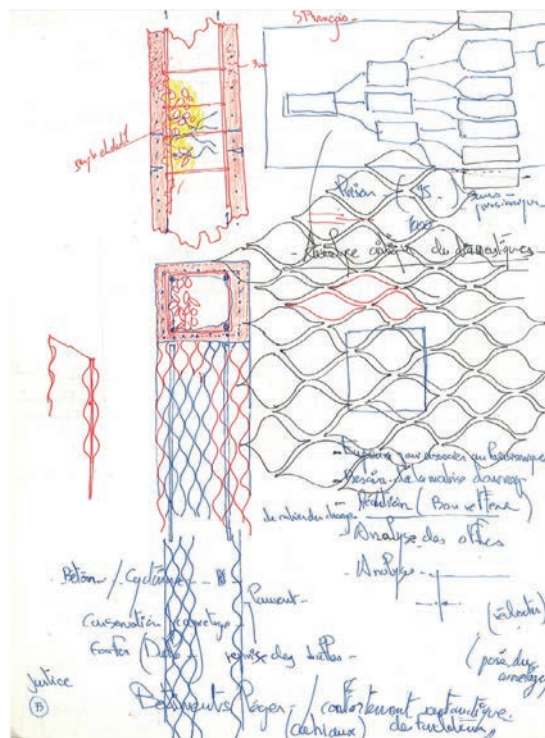


*Poteaux béton en bord de mer*

*Poteaux en béton armé sur un chantier désaffecté en bordure de mer sur l'île de Marie-Galante (2019). Après apparition des armatures en surface de poteaux la situation est stabilisée pour de nombreuses années*

## 1.3 - Les bâtiments d'architecture savante possèdent leurs propres ressources parasismiques

L'hypothèse principale de cette recherche en situation tropicale est la suivante : les bâtiments d'architecture savante conçus par Ali Tur recèlent dans leurs matérialités et morphologies des ressources significatives, non négligeables, pour être mis en conformité sismique sans apports importants de matière dédiée spécifiquement au renforcement.



*École des garçons de Mornes à l'eau : Relevés avril 2019. Détail de poteau en béton armé protégé par un enduit de mortier de chaux*

#### 1.4 - Les bétons d'Ali Tur comme objet d'étude relais

De cette étude est issue l'hypothèse au sujet de la matière de l'architecture d'Ali Tur : les bétons et maçonneries, environ une douzaine, possèdent des caractéristiques physiques subtiles qui produisent une résistance sismique spécifique<sup>3</sup>.

Les caractéristiques des bétons et maçonneries conçus par Ali Tur et construits par des entreprises italiennes partenaires ont permis la production de bâtiments qui possèdent des résistances sismiques spécifiques (non prises en compte par les études actuelles et qui méritent d'être caractérisées), sur la base de contraintes (ciment, granulats, acier) qui peuvent être qualifiées de tropicales.

De plus, ces constructions ont vécu dans un environnement tropical pendant plus de 90 ans, ce qui, suivant le point de vue de la résistance au temps, en fait également des constructions tropicales.



Sous face de dalle

*Sous face des dalles superposées du clocher de l'église de More à l'eau clocher en péril de démolition face à la volonté de ne pas intégrer les caractéristiques de l'existant comme résistance sismique de base, ce clocher ayant été conçu pour catastrophe cyclonique. Cette image nous montre le niveau de désinformation élevé au sujet de la matière qui propose une vue partielle des surfaces de la construction.*

<sup>3</sup> Définition circonstanciée et peut être « tropicale » de la résistance sismique d'un bâtiment :

Bâtiment réduit une structure homogène ayant un comportement homogène capacité à répartir les efforts sismiques de façon équitable sur les supports verticaux résistants aux efforts horizontaux.

La résistance sismique d'un bâtiment inclue trois critères fondamentaux :

- Les capacités de résistance d'un bâtiment aux efforts horizontaux en phase élastique.
- Les capacités d'amortissement d'une ossature et des éléments attachés, ce qui correspond à de la dissipation d'énergie pendant la phase élastique.
- La souplesse globale de la structure et sa capacité à être éloignée des zones d'accélération les plus importantes.

À ces trois critères peuvent être ajoutés deux autres critères qui opèrent au-delà de la zone élastique :

- Les capacités de dissipation de la structure en période plastique et la tenue de ces capacités dans le temps du séisme.
- Les possibilités de changements de comportement dès le début de plastification.

### 1.5 - Nécessité de l'augmentation du niveau de la contrainte

L'augmentation du niveau de la contrainte, en prenant le parti de travailler, sans aucune ressource ajoutée, est nécessaire à la constitution de l'hypothèse principale. Cela permet d'élaborer les possibilités de la souplesse.

Cette situation artificielle, pour laquelle il est impossible de s'opposer à l'aléa par renforcement, est nécessaire à l'émergence de nouvelles méthodes d'analyse et de justification.

Cela constitue une méthode de recherche qui n'est pas nécessaire d'infirmer ou de vérifier, mais qui constitue un seuil de connaissances à acquérir au sujet de l'existant quels que soient les types de caractéristiques physiques des bâtiments. Un cadre normal et habituel de contraintes sur les études de diagnostic ne suffit pas pour générer l'extraction de suffisamment de données de faibles intensités et notamment en matière de souplesse et de découplage des matériaux par rapport aux périodes propres de la structure primaire.

### 1.6 - La construction tropicale

Les contraintes tropicales et coloniales des années 30 en Guadeloupe (éloignement de la métropole) ont également agité sur les mises en œuvre de ces bétons – bétons armés et maçonneries – la reconnaissance de ces différences par rapport à la construction standard de l'époque, permet de qualifier ces bétons de tropicaux.



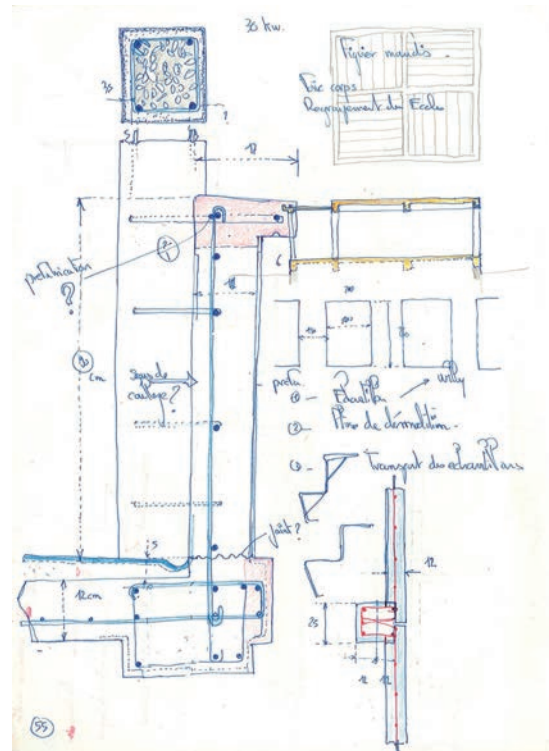
*Sous face de dalle en console (balcon) du bâtiment de l'ancienne gendarmerie de La ville de Morne à l'Eau. Le bâtiment a été construit en béton, bétons armés et maçonneries dans les années 1920, environ une dizaine d'années avant le cyclone de 1928, ce bâtiment de technologies et techniques militaires est en parfait état malgré le fait d'avoir été mal entretenu et depuis des décennies. Les différentes couches de peinture étanches empêchent la perspiration des bétons et la diffusion dans l'air de l'eau d'infiltration.*

### 1.7 - Architecture pour tous

Le « pour tous » de l'architecture tropicale accolé au titre de ce texte correspond à des territoires et situations sociales sans possibilité de choix de la ressource en quantité et en qualité<sup>4</sup>. Il est issu de la possibilité de découplage entre les qualités physiques standardisées des bétons armés et la résistance sismique des bâtiments et des bétons.

En d'autres termes, la résistance sismique des bâtiments n'est pas uniquement dépendante de la capacité à s'opposer aux efforts horizontaux. Elle n'est pas forcément corrélée avec les ressources financières dédiées à la résistance physique des ouvrages. Par exemple, un béton armé plus souple peut être un béton qui augmente la résistance sismique du bâtiment et qui diminue le prix des granulats.

Le « pour tous » réside dans la largeur du spectre social des personnes qui peuvent aujourd'hui accéder à une diminution du risque sismique dans la construction, car la ressource nécessaire est ordinaire et de piètres qualités physiques comparées aux standards de la construction contemporaine.



École de garçons de Morne à l'eau :  
Relevés juillet 2019. Détail de garde-corps, repérage  
des armatures, identification de la protection des bétons  
armés.

<sup>4</sup>Résistance sismique des bétons : ce qui peut être nommée « résistance sismique des bétons » est l'ensemble des caractéristiques physiques des bétons qui améliorent la résistance sismique du bâtiment en incluant comme dans la définition de la résistance sismique incluant ce que permet une augmentation de la souplesse. Ces qualités de résistance sismique des bétons sont parfois associées à une diminution des caractéristiques physiques, par exemple les diminutions du module de Young, qui accompagne une augmentation de la ductilité et une conservation de la résistance en compression mais, cependant, si l'on considère en prolongement les bétons armés conçus à partir de ces bétons, une augmentation du bras de levier des armatures et du confinement du béton même fracturé au sein des armatures. Attribuer une résistance sismique aux bétons armés permet de leur attribuer des qualités spécifiques qui ne sont pas valorisées par la standardisation des bétons et des bétons armés qui servent de référents aux approches classiques de l'ingénierie.

### 1.8 - Mise en défaut de l'architecture

La recherche « Patrimoine XX<sup>e</sup> siècle » permet d'établir comme postulat l'inversion de la proposition classique de l'ingénierie du bâtiment.

L'architecture et les architectes ne sont pas *a priori* en défauts de compétences et de capacités vis-à-vis d'une situation sismique donnée, évaluée suivant les Eurocodes ; les bâtiments conçus par Ali Tur sont inclus dans cette proposition.

Suite à cette inversion, nous pouvons faire la proposition suivante : les architectures savantes peuvent être envisagées comme parasismiques *a priori* car les principes du parasismique sont compatibles et similaires avec les compositions classiques de l'architecture (régularité).



Construction ordinaire en Haïti

Chantier de construction ordinaire à Port au Prince en Haïti (2007) avant le séisme de 2010 : les caractéristiques des bétons armés sont rapidement masquées derrière un enduit ciment, la dalle qui représente une grande partie de la masse présente sur site est reliée au signal sismique par l'intermédiaire des murs.

### 1.9 - Régularité, ductilité

Ces hypothèses ont pour objectif d'extraire de la construction des facteurs de résistance sismiques<sup>5</sup> supplémentaires au-delà des résultats déjà extraits de la méthode ordinaire qui consiste en la régularisation des structures et l'extension de la résistance par identification d'une ductilité supplémentaire. Cette ductilité [analogue] est constituée par inclusion dans le processus de résistance des premières phases de plasticité [partie pérenne à très court terme de la plasticité].

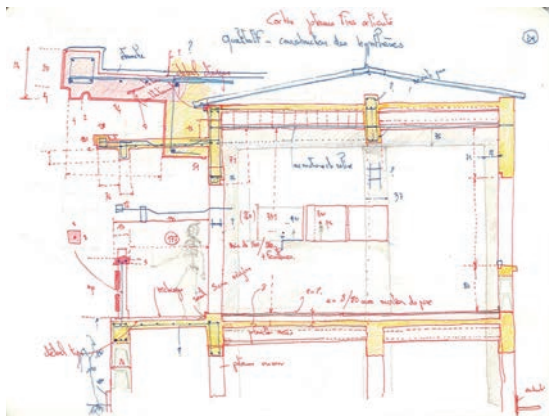


Déformation des ossatures ; juxtaposition de deux constructions vernaculaires en Haïti : Plaine des Cailles (2005), le séchoir à tabac possède les capacités de se déformer suivant des parallélogrammes, les poteaux de fonds fichés dans la terre dissipent l'énergie lors des déplacements.

<sup>5</sup> Facteur de résistance sismique : le facteur de résistance sismique correspond en quelque sorte à la résistance sismique comme je l'ai définie précédemment, le facteur correspond à l'augmentation des capacités de résistance du bâtiment à la ruine en incluant par ce facteur les capacités augmentées de la structure par la dissipation d'énergie en phase plastique pendant un temps plus ou moins long en fonction des matériaux.

### 1.10 - Variation du comportement des bâtiments en cours d'aléas

Un bâtiment soumis à une action sismique ou cyclonique de haute intensité en fonction de l'état de ses matériaux constituant, change de périodes au cours de l'aléa, en se déplaçant de gauche à droite du spectre et inversement dans certaines autres situations d'assemblage entre les matériaux. Les dispositifs constructifs d'une construction, en particulier les assemblages, n'ont pas des comportements linéaires soumis à des pressions, accélérations ou déplacements en fonction de l'intensité de ces phénomènes, ce qui produit des changements globaux de comportement pour l'ensemble du bâtiment en cours de sollicitation par les aléas.



École de Fille du Lamentin :  
Relevés juillet 2019  
Détail de bandeaux et bords de dalles, repérage des armatures dans les poutres de portiques entre salles de classes, composants de béton préfabriqué sur place, repérage des blocs ciments, géométrie de la sur-toiture de réhabilitation récente.

### 1.11 - Les structures souples, quels que soient les matériaux

La définition de la résistance sismique a pour base préalable « un bâtiment rendu à son comportement homogène », c'est-à-dire un bâtiment débarrassé des éléments qui perturbent son comportement archétypal, ramené à l'ossature de son type, assouplis par délestage des raideurs parasites. Cette forme de positionnement théorique qui à l'origine n'était qu'un outil pour étalonner la résistance sismique des types, s'avère ouvrir à des propositions méthodologiques nombreuses car il est plus facile en construction de soustraire que de renforcer. Des pans entiers de bâtiments peuvent être soustraits à l'accélération critique de ces mêmes bâtiments sans disparaître physiquement de la construction.

La stratégie de l'assouplissement et du découplage des parties propose de nombreuses possibilités d'amélioration de la résistance sismique des bâtiments, toutes en vue de les éloigner de la zone d'accélération réglementaire maximale [référence aux spectres proposés par les Eurocodes].



Construction ordinaire contemporaine

Exemple de construction ordinaire d'un bâtiment privé, les mises en œuvre non conforme au standard produisent des situations de résistance particulières. Mornes à l'eau Guadeloupe (2019)

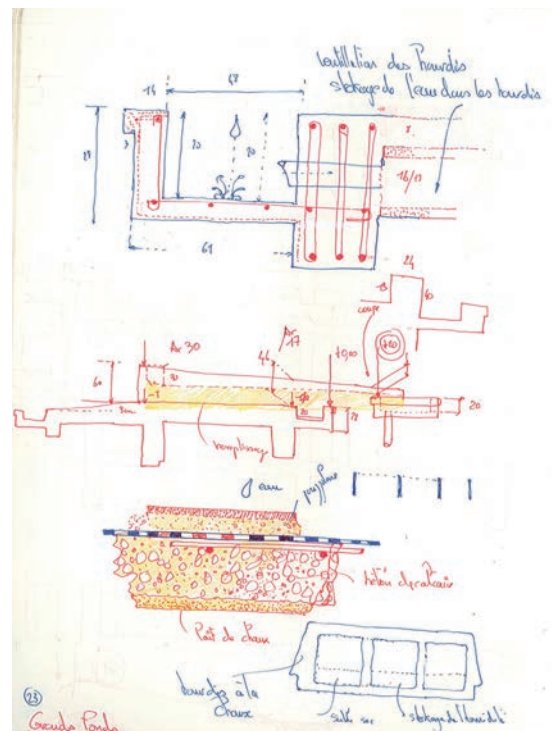
### 1.12 - Extraction du spectre réglementaire

Les hypothèses évoquées dans ce texte ne sont pas confirmées, elles sont en cours de construction de l'argument de validation, cependant elles sont le résultat de l'observation détaillée de la construction sur place en de nombreuses situations et suivant des types.

Ces hypothèses sont formulées sous forme de questions, auxquelles nous apportons pour l'instant que des réponses partielles en termes de généralisation. Il est probable que le temps et les moyens de cette première recherche ne soient pas suffisants pour définir précisément les cadres de fonctionnement de ces hypothèses ; cependant nous pouvons d'ores et déjà dire que les bâtiments échantillons possèdent le potentiel d'une résistance sismique qui permet d'édifier une conformité sismique pour de nombreux usages possibles. Ces bâtiments incluent le fait de rester dans leurs usages d'origine y compris si ce sont des salles de classe d'écoles primaires.

### 1.13 - Architecture en milieu tropical

Architecture en milieu tropical ou architecture tropicale ? Comme il existe une condition tropicale, il existe une architecture tropicale non pas une architecture qui s'est adaptée aux conditions tropicales, mais une architecture issue des conditions tropicales de conception et de mises en œuvre. L'architecture d'Ali Tur en Guadeloupe, même si elle a les apparences d'une filiation directe avec les propositions architecturales d'Auguste Perret, est entièrement, dans toutes ses dimensions singulières, nouvelle pour l'époque. L'architecture de Ali Tur en Guadeloupe est une architecture tropicale car conçue et mis en œuvre en situation tropicale, c'est-à-dire dans un contexte de contraintes spécifiques et de nécessités très élevées. Ces contraintes incontournables qui sont assimilables à des critères de conception, sont des questions de sécurité, santé et d'espérance de vie pour les usagers.



École de filles de Grands fonds : Relevés juillet 2019. Composition des dalles de toiture, identification des masses et de leurs couplages modaux avec les éléments primaires d'ossature.



### 1.14 - L'actualité de l'architecture d'Ali Tur

Les contraintes de nécessité et de ressources dans lesquelles Ali Tur conçoit et construit en compagnie ses édifices résonnent avec l'injonction de notre époque de partir de l'élévation du niveau des contraintes climatiques, matérielles et de risques. Par exemple, la difficulté d'approvisionnement en granulats se traduit par une pénurie de granulats standardisés. Ali Tur, pour concevoir ses bâtiments, fait appel à très peu d'énergie grise et de fonctionnement. Ali Tur, dans un souci d'amélioration de l'hygiène et des conditions de santé, utilise l'ensemble des ressources du site en eaux, en plantations, en végétation et en courants d'air. Les sites de construction sont assimilés comme des systèmes qui font corps avec les bâtiments construits.



Carottage

*Intérieur de carottage d'un des contreforts des bas-côtés de l'église de Morne à l'eau, l'intérieur de l'ossature nous montre la réalité de l'épaisseur de l'ossature dont les surfaces ne représentent que peu de caractéristiques.*

### 1.15 - Qualités de l'architecture tropicale à partir des bétons du début XX°

Comment définir l'architecture tropicale ? À partir d'exemples que nous préleverons et analysons pour les capacités à assumer les conditions tropicales contemporaines.

Pour cette étude et pour l'instant, nous cherchons les qualités de l'architecture tropicale dans la construction en béton du début du XX° siècle en Guadeloupe, à plusieurs échelles, de la morphologie des géométraux à l'échelle de l'anatomie constructive des bétons et autres matériaux utilisés à cette époque.

L'usage des bétons pour leurs masses anti-renversement et leurs monolithismes (cohérence entre murs et toiture) a permis au XX° siècle de répondre à la condition tropicale en matière de risques cycloniques pour les personnes à domicile dans leurs habitats individuels et dans l'espace public sous forme de refuges.

### 1.16 - Qualités de l'architecture de Ali Tur : architecture tropicale ?

Les architectes éduqués à la lecture des géométraux sont à même de reconnaître dans les coupes d'Ali Tur les qualités de son architecture et de les associer aux éléments dont elles sont dépendantes.

Ces qualités architecturales d'origines identifiées par Sophie Paviol (2014) sont à maintenir dans l'état ou à restaurer lors de la mise en conformité sismique. Ces qualités sont produites à partir de composants et de matières qui incluent entre autres des spécificités de leurs situations locales et tropicales. Par exemple, les débords de toitures en dalles de béton armé fines qui protègent de l'ensoleillement direct, réfléchissent et diffractent la lumière en sous face de plafond, organisent les courants d'air, collectent et stockent l'eau de pluie, protègent les façades des intempéries, tout en donnant ses proportions au bâtiment. La forme que prennent ces bâtiments peut être qualifiée d'architecture tropicale en béton armé à partir des critères spécifiques dont une partie vient d'être listée.



*Démontage de la construction ordinaire*

*Bâtiments construits partiellement en cours de déconstruction, les briques de terre cuite maçonnées à l'argile sont déposées pour être immédiatement réutilisées sur un autre chantier, Périphérie d'Antananarivo Madagascar (2019). La déconstruction laisse apparaître les liaisons mécaniques entre béton et briques lors de la mise en œuvre.*

### **1.17 - Qualités de la construction de Ali Tur : construction tropicale ?**

Les conditions tropicales de l'architecture sont pour la plupart, les critères qualifiants ordinaires de l'architecture, poussés en intensités et performances. Cependant certains de ces critères deviennent spécifiques à la situation tropicale car ils persistent en situation tropicale à un haut niveau d'intensité alors qu'ils ont régressé dans la construction ordinaire tout au long de la deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle. C'est le cas pour les trois critères suivants. La régulation systématique de l'hygrométrie des surfaces est une constante de l'architecture savante des années 30. Les objectifs sont multiples, tous en lien avec les conditions primaires d'existence : augmenter la salubrité quotidienne pour éviter le développement de bactéries, éviter le développement des mousses et champignons qui altèrent les caractéristiques de la construction, permettre aux bâtiments de sécher rapidement après les événements pluviométriques violents (bâtiment sec, construction sèche)<sup>6</sup>.

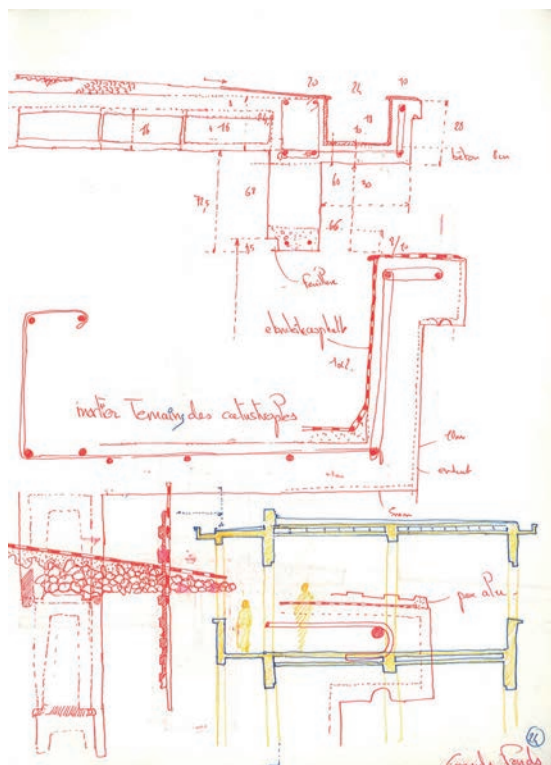
<sup>6</sup> Une construction sèche est un bâtiment que sèche vite en quelques heures après avoir subi des intempéries très violentes des périodes d'hygrométrie saturée.

Le contrôle de la température des surfaces, refroidie de quelques degrés par rapport à la température de l'air et de l'environnement, permet de fabriquer des pièces moins attractives pour les insectes et dont les parois absorbent de la chaleur corporelle par rayonnement. Le contrôle dans les détails des micros courants d'air permanents, permet d'augmenter les échanges entre les enveloppes et l'air ambiant ce qui améliore un grand nombre de phénomènes (évapotranspiration, assèchement...). L'ensemble de ces phénomènes qualifiants pour la construction peut être qualifié de régulation climatique du bâtiment pour lui-même. Assumer sa pérennité en état salubre peut être nommé « climat du bâtiment ».

Un bâtiment tropical du début du XX<sup>e</sup> siècle est un bâtiment qui, par l'intermédiaire de sa construction et de sa morphologie, prend soin de lui-même.

### **1.18 - Des qualités des bétons, bétons armés et maçonneries d'Ali Tur : bétons tropicaux ?**

La gamme des mortiers, maçonneries, bétons non armés et bétons armés utilisée dans l'œuvre d'Ali Tur est très étendue, il est possible d'en identifier au minimum une douzaine. Ces différences sont basées en partie sur la nature des ressources en circuits courts (granulats). Les types de liants importés et utilisés sur place interviennent fortement, en fonction de leurs usages complexes et spécifiques en situation tropicale (réservoirs à eau, égouts, garde-corps...). Les différences sont élaborées de façon non exhaustives à partir de l'usage mixte de la chaux et du ciment, des sables de plages, de rivière, des calcaires, basaltes et pouzzolanes, mise en œuvre aussi bien pour augmenter l'étanchéité des parois ou/et leurs porosités. Les différents usages des armatures ainsi que leurs formes participent également à la définition des bétons et des bétons armés. L'adéquation aux conditions tropicales de climats et ressources est centrale dans la dénomination des bétons tropicaux. Les cyclones et séismes sont géographiquement associés aux conditions tropicales, ce qui constitue des vecteurs supplémentaires de caractérisation.



*Ecole de filles de Grands fonds : Relevés juillet 2019.  
Positionnement des armatures dans les dalles fines  
en console, vis-à-vis des systèmes d'étanchéité nouveaux  
et d'origines, identification de la nature du lesté et forme  
de pente.*

### 1.19 - Demandes de la maîtrise d'ouvrage

Les maîtrises d'ouvrages publics de la Guadeloupe manquent de moyens pour mettre en conformité sismique leurs patrimoines actifs. Elles ont énoncé leurs souhaits d'envisager des méthodes différentes et comparatives lors des appels d'offre à maîtrise d'œuvre pour établir des diagnostics de réemploi et de réaffectation en usage. Ces patrimoines du XX<sup>e</sup> siècle sont fragilisés par le coût prohibitif que propose pour l'instant la solution unique du renforcement ou confortement.

La méthode du « renforcement » fonctionne avec le modèle économique ordinaire de rémunération des concepteurs sur la base du montant des travaux. Les mises en conformité basées sur le diagnostic approfondi de la ressource que constitue le bâtiment ne peuvent être rémunérées sur le montant des travaux à venir.

Une partie importante de l'étude consiste en l'élaboration de nouveaux cahiers des charges pour établir ces diagnostics sur la base d'une description précise des tâches d'études à réaliser et la rémunération nécessaire pour les réaliser tout en les rendant efficaces dans la diminution des coûts de mise en conformité.



*Armatures apparentes*

*Hôtel de ville de Port Louis sur Grande-Terre en Guadeloupe, le bâtiment fait face au large sous le vent de l'île. Plafonds des pièces de réception de l'étage de réception et de conseil. Le bâtiment désaffecté a été purgé des parties affectées des dalles par infiltration de l'eau salée à partir de la toiture terrasse. Les armatures apparentes se trouvent dès lors en situation plus stable car non en contexte direct.*

## 2. MÉTHODE D'ANALYSE DES BÂTIMENTS ET ÉMERGENCE D'HYPOTHÈSES

### 2.1 - Méthode d'analyse

La méthode consiste en une analyse fine des qualités subtiles des bâtiments existants. Les qualités subtiles correspondent aux qualités spécifiques qui permettent des possibilités d'augmentation de la résistance sismique d'un bâtiment. Cela correspond à l'intégration de vecteurs prospectifs pour l'augmentation de la résistance.

La méthode pour l'étude en général consiste en l'analyse du même corpus de petites écoles conçues par Ali Tur, à partir de savoirs et méthodes différentes, suivant trois objectifs complémentaires :

- La compréhension du contexte politico-économique de la reconstruction post-cyclone en Guadeloupe pour évaluer les valeurs de ce patrimoine fragile.
- La compréhension des caractéristiques physiques de l'existant pour établir ses qualités de résistance en l'état, ce qui correspond à un diagnostic en vue d'informer la maîtrise d'ouvrage des qualités réelles de son patrimoine supposé fragile. La détection des potentiels d'évolution de la résistance sismique des bâtiments existants sur la base de leurs constitutions et ressources propres.
- L'extraction à partir de l'analyse de l'existant des potentiels d'amélioration de la résistance sismique des bâtiments et entre autres, l'identification de projets d'améliorations associées à la requalification de leurs usages. Par exemple, la mise en conformité des classes pour l'évacuation lors des incendies ou l'amélioration de l'accessibilité et de l'évacuation, du confort thermique et du confort acoustique, de l'étanchéité lors des pluies tropicales, de la capacité à sécher rapidement post cyclone, de l'augmentation du potentiel d'usage, de l'augmentation du potentiel de refuge en cas de cyclone...

Les trois méthodes d'analyse sont distinctes, à partir de documents d'archives et de textes associés au passage de la colonie à la départementalisation de la Guadeloupe pour Sophie Paviol, à partir de relevés des caractéristiques mécaniques et structurelles de l'existant ainsi que d'essais *in situ*, d'amortissement et de détection de périodes propres des bâtiments pour Alexandre de la Foye et à partir de relevés d'anatomie constructive et architecturale sur l'existant ainsi que des pathologies pour la partie qui m'incombe.

La partie d'analyse qui m'incombe est réalisée à partir des méthodes d'introspection de l'Anatomie constructive<sup>7</sup> développées dans le cadre de mon enseignement et dans ma pratique personnelle de la conception en situation frugale. L'analyse est réalisée à la fois par le dessin de la matière, le texte et de petits calculs de quantification. La quantification simultanée est primordiale pour prendre conscience des caractéristiques physiques des bâtiments.

L'analyse est envisagée en permanence sous l'angle du projet prospectif sans ressource ajoutée. Le dessin d'analyse en géométral remet les bâtiments en situation de projet. La situation de projet pendant l'analyse permet d'identifier les méthodes de conception d'Ali Tur et des entrepreneurs. Les savoir-faire des entreprises et des ouvriers apparaissent dans l'analyse par la recherche des spécificités de la mise en œuvre et des décalages de celle-ci par rapport aux standards, contemporains et d'époque. Par exemple, la recherche des armatures permet de détecter et de comprendre l'absence d'armatures non pas par négligence mais par choix, la quantification de la corrosion des armatures permet de comprendre la faible proportion de cette corrosion, la recherche de cheminement de l'eau sous les étanchéités imparfaites permet de comprendre les modes de restitution de l'humidité dans l'air.

Les pathologies de tout ordre sont envisagées comme des indicateurs de comportement passés et à venir de la vie des bâtiments et non pas seulement de son ossature et structure. Ce type d'analyse a permis par exemple de prendre conscience de la volonté d'Ali Tur de faire respirer (perspirer) ses bâtiments par l'ensemble de ses surfaces de mur, les capacités d'échange des surfaces et sous faces ont dès lors intégré les critères d'analyse en général, conditions tropicales incluses.

<sup>7</sup> L'Anatomie constructive consiste en une technique de dessin d'analyse qui extrait les composants de structure et d'ossature et les représente avec le plus possible de caractéristiques matériels, tel que la pathologie.



*Chantier lent de construction informelle à partir de la technique la plus ordinaire de maçonnerie brique et de cadres de baies en pierre de bois fins et de bonne qualité. Périphérie d'Antananarivo, Madagascar (2019). Certains modes constructifs comme celui-ci proposent des rapports entre masse et raideurs beaucoup plus faibles que d'autres. Les raideurs (ou souplesses) de ces murs de briques maçonnées sur la base de lits de mortier de faible épaisseur est pour ainsi en correspondances directes avec le coefficient de frottement terre faiblement cuite/ terre crue, très proche d'un mur de maçonnerie monté à sec fortement dissipateur.*

## **2.2 - Rehaussement de la contrainte : a priori de la zone élastique**

Établir la conformité sismique d'un bâtiment existant tout en restant dans la zone élastique de travail des matériaux correspond à une élévation forte et contre-intuitive du cahier des charges, qui peut être qualifiée d'augmentation du niveau de la contrainte sur le processus d'étude et de conception de la mise en conformité sismique des bâtiments.

Ce positionnement semble optimiste dans les objectifs. Cet optimisme de la démarche<sup>8</sup>, en se coupant du potentiel sacrificiel du bâtiment, ouvre le sujet de la dissipation de l'énergie en phase élastique ce qui est communément appelé l'amortissement de la structure et qualifié suivant les divers types de struc-

<sup>8</sup> L'augmentation du cahier des charges correspond à la volonté de sauvegarder la valeur et l'intégrité physique des bâtiments lors de la catastrophe, ce qui coupe le processus de l'usage du potentiel physique sacrificiel du bâtiment pour établir et sauvegarder la sécurité des personnes dans le bâtiment.

tures. Envisager avec précision l'augmentation du coefficient d'amortissement ouvre sur la valorisation des essais *in situ* et sur l'intégration dans l'analyse de toutes les matières mises en œuvre dans le bâtiment, quelles que soient leurs consistances et caractéristiques physiques. Le rehaussement de la contrainte a comme premier effet d'élargir le territoire de l'analyse anatomique du bâti et constitue un des points incontournables d'un nouveau cahier des charges en matière de diagnostic.



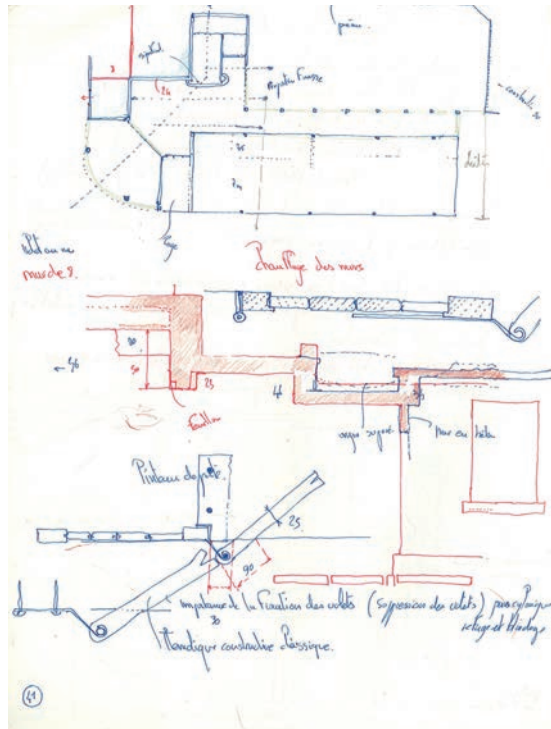
*Hôtel de ville de Port Louis sur Grande-Terre en Guadeloupe (2019), les sols en céramique sont posés sur des lits de sables, cette masse est indépendante vis-à-vis de l'ossature primaire du bâtiment.*

### 3. THÈMES D'ANALYSE

#### 3.1 - Les cycles de l'eau sur et dans les bâtiments d'Ali Tur

Tous les bâtiments du corpus collectent l'ensemble des eaux de pluie qui tombent sur les bâtiments, les acheminent en toitures vers des descentes et réservoirs.

La prise en considération de la captation complète des eaux induit des spécificités de la construction à plusieurs échelles : usages dans la construction de divers types et nature de bétons, de bétons armés, de mortier de protection ; usage dans la construction de techniques sophistiquées de mise en œuvre des ciments tel que celles nécessaires aux réservoirs ; organisations internes des armatures de béton armé pour les rendre indépendantes du cheminement de l'eau dans ces bétons (étanchéité d'origine relative) ; mise en place de stockages provisoires de l'eau avant l'acheminement vers les réservoirs ; mise en place d'un système de restitution de l'humidité dans l'air pour l'ensemble des surfaces (perspiration) ; mise en place d'un système d'étanchéité à très court terme et formes de pente pour collecter directement l'eau de pluie ; prise en considération des porosités des sols aux abords des bâtiments et mise en place des systèmes de séchage des bâtiments sur toutes leurs faces.



École de Fille du Lamentin : Relevés juillet 2019.  
Détails d'ancrage des volets de protection dans les maçonneries, les gonds permettent les dépôts devant le plan de façade ce qui permet l'ouverture alors que le bâtiment est fortement sollicité.

### 3.2 - Bétons situés

Un béton situé est un béton conçu à partir des ressources de proximité et pour améliorer son comportement dans le temps en situation. Les bétons sont encore conçus comme des pierres artificielles aptes à résister aux contraintes spécifiques du site et du climat.

Les caractéristiques des bétons sont données par le projet qui leur est associé, au même titre et dans le prolongement des projets de maçonneries. Chaque projet de construction pour l'architecture intègre un projet de maçonnerie qui lui-même comprenait la mise au point, la conception de plusieurs types de maçonnerie. La plus ordinaire des constructions en maçonnerie comprend au moins quatre types de maçonnerie qui sont toutes situées en fonction des ressources, des enjeux de l'architecture, des savoir-faire d'entreprise, de l'économie de la construction, de la destination sociale de la construction. Il en est de même pour les premiers bétons conçus et mis en œuvre à partir des savoirs de la maçonnerie afin de constituer des pierres artificielles monolithiques. Les enjeux de l'architecture étaient intégrés à l'échelle de la matérialité pendant le temps de conception de ces pierres artificielles. Un siècle plus tard, envisager le retour de l'existence des bétons situés permet de reconnecter en partie la construction avec les enjeux de l'architecture et de sa mise en conformité sismique.



Protection des bétons :  
Chantier de démolition d'un frigo industriel dans le Nord Isère (2019), les ossatures en béton armé sont incluses au mur par l'intermédiaire du coffrage perdu qui fait office d'isolation thermique partielle. La protection des bétons en usage dans le long terme est réalisée par le béton cellulaire, poreux au titre de la régulation climatique et hydrologique.

### 3.3 - Climat pour la construction

La construction et les techniques constructives anciennes cristallisées dans les techniques de mise en œuvre des maçonneries intègrent des savoirs et dispositifs pour prendre soin d'elles-mêmes, pour assurer leur pérennité à moyen et long terme. L'attention portée au climat de vie des constructions elles-mêmes semble s'être transmise de la maçonnerie vers la mise en œuvre de bétons et mortiers de ciments multiples tout au long du début du XX<sup>e</sup> siècle jusqu'à la Seconde Guerre Mondiale et l'apparition dans la deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle de bétons et bétons armés standardisés. La standardisation correspond à la perte de savoirs au sujet de la maçonnerie localisée auparavant chez les petites entreprises artisanales, les entreprises du type des compagnons de construction d'Ali Tur en Guadeloupe dans les années 30.

### 3.4 - Non enrobage des bétons armés

Le concept de bétons bruts<sup>9</sup> puis de bétons auto-protégés par l'enrobage des armatures quand les bétons armés sont soumis aux intempéries est un concept qui semble dater des alentours de la Seconde Guerre Mondiale. Pour s'auto-protéger, les bétons doivent intégrer de nouvelles qualités en vue de la protection des armatures contre la corrosion et notamment de par la diminution des divers types de porosités.

Ces caractéristiques nécessaires à la protection des bétons par eux-mêmes ont conduit à la standardisation des bétons en un petit nombre de bétons standards et en l'élimination des possibilités de bétons situés pour lesquels de très nombreuses qualités étaient possibles.

La mise en œuvre de bétons armés non enrobés<sup>10</sup> libérait les bétons armés d'un grand nombre de pathologies et de fragilité en résistance.

<sup>9</sup> Les bétons bruts sont des bétons qui peuvent se représenter en tant que tels dans l'espace, les peaux de ces bétons doivent assumer les fonctions de médiation avec l'espace, sans caractéristiques d'hygrométrie de pollutions, de contenus biologiques et d'usages.

<sup>10</sup> Le non-enrobage des bétons permet la mise en place de granulométries grossières dans des espaces confinés par des armatures qui ne perturbent en rien la mise en place.

### 3.5 - Bétons tropicaux : Les bétons tropicaux existent-ils ? Les bétons tropicaux ont-ils existé ? Comment caractériser les bétons tropicaux ?

Les bétons tropicaux en Guadeloupe contemporaine n'existent pas. Il n'existe pas à ma connaissance de prescriptions spécifiques pour les bétons au-delà des prescriptions standards pour les bétons réalisés et mis en œuvre en Guadeloupe. Des prescriptions spécifiques existaient pour Ali Tur à l'époque de la reconstruction dans les années 30. De plus, à cette époque les régionalismes des méthodes étaient en quelque sorte intégrés aux prescriptions nationales par la possibilité de divergence quant aux standards de la mise en œuvre.

La dénomination de bétons tropicaux pour la Guadeloupe intègre en plus de ces préconisations, la géologie spécifique de la Guadeloupe par l'intermédiaire des granulats disponibles, des spécificités de mises en œuvre issues de l'apport des entreprises italiennes de la reconstruction (apports de cultures constructives), les spécificités de mise en œuvre des premiers bétons en Guadeloupe par les concepteurs et constructeurs du génie militaire.

Les conditions tropicales climatiques d'humidité, de chaleur, de faune et de flore rendaient difficiles les conditions de vie pour les personnes déplacées dans le cadre colonial. L'architecture savante d'Ali Tur améliorait les conditions de vie dans la construction par intégration des conditions spécifiquement tropicales de vie et d'usage de l'architecture. Les bétons, bétons armés et enduits, principaux constituants des architectures et de leurs mises en œuvre étaient fortement sollicités et influencés en conception par l'intégration en direct de ces conditions tropicales.

L'intégration des contraintes spécifiques des situations tropicales participe à la caractérisation des bétons en bétons tropicaux. Les bétons tropicaux sont pluriels, ils se rapprochent en constitution des bétons de sites et du concept de bétons situés.





Plafond d'église

*Église de Mornes à l'eau, Dalle de plafonds en béton armé au-dessus des bas-côtés, la dalle inclut des claustras d'épaisseur similaire. Mornes à l'eau : Guadeloupe (2019). Les dalles significatives dans l'église d'une masse symbolique importante ne sont soumises qu'à des surcharges de maintenance, elles sont réalisées les plus légères possibles en incluant les nervures vers le haut qui correspondent dans cette situation architecturale particulière, à la protection des armatures.*

## 4. GÉNÉRALISATION

### 4.1 - Pour tous

Les propos de ce texte ont pour objet d'introduire de nouvelles méthodes d'approche pour améliorer la sécurité et la santé dans la construction. L'objectif de généralisation contenu dans le titre « pour tous » envisage les retombées pour la construction, l'amélioration des qualités de sécurité et santé de l'habitat pour les habitants qui ont accès à peu de ressources pour améliorer leurs conditions de vie.

Les situations tropicales de construction rencontrée par Ali Tur et ses compagnons en Guadeloupe post-cyclones sont similaires aux situations contemporaines dans de nombreuses parties du monde localisées autour de la condition tropicale, y compris dans l'Arc antillais. Je pense particulièrement à la construction en Haïti où les ressources en circuits courts sont identiques à celle de Grande-Terre en Guadeloupe.

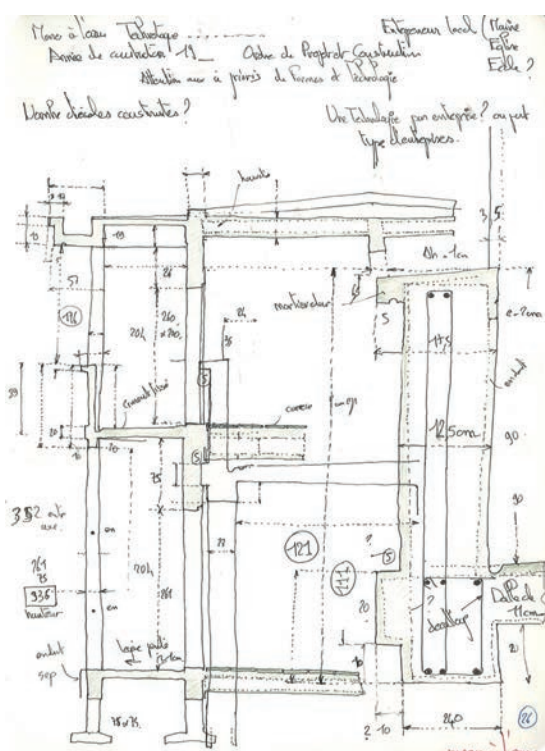


Galerie d'habitation

*École du Lamentin Culture de séparation entre l'école et la place publique. Le Lamentin, Basse-Terre, Guadeloupe (2019). L'armature unique du montant le plus fin de la clôture fonctionne suivant un mode structurel inversé ce qui permet d'inclure la protection de l'armature dans la géométrie de la barrière.*

#### 4.2 - Quantifications et justifications

La généralisation n'est possible qu'à partir de quantifications étalonnées sur la base des Eurocodes. Les quantifications constituent des cadres d'application des diverses techniques de mises en œuvre identifiées comme améliorant la sécurité et la santé dans la construction.



École de garçons de Morne à l'eau : Relevés juillet 2019.  
Coupe sur la galerie et les salles de classe,  
détail de garde-corps en béton armé, ciment armé  
et blocs ciment.

#### 5. CONCLUSION

Nous pouvons d'ores et déjà énoncer que faire l'hypothèse du « pour tous » extensible au « sans ressources ajoutées » permet d'extraire de la matière analysée de nombreux sujets de valorisation (patrimoniale et autres) de l'architecture savante (d'Ali Tur ou autres architectes du XX<sup>e</sup> siècle) que ce soit d'un point de vue de résistance sismique ou de qualités tropicales. Ces qualités subtiles de la matérialité de l'architecture sont aisément convertibles en vecteurs pédagogiques pour des enseignements de l'architecture et de la construction à l'écoute des enjeux sociétaux contemporains.

#### BIBLIGRAPHIE

PAVIOL S. (dir), « La modernité tropicale face aux risques sismiques : histoires d'une modernité située et stratégies d'adaptabilité à partir des groupes scolaires de Guadeloupe (1929-1936) », en préparation.

PAVIOL S., *Ali Tur : un architecte moderne en Guadeloupe*, Infolio, Gollion, 2014.

138 // Échanges avec le public

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC  
SUITE À LA COMMUNICATION DE JEAN-CHRISTOPHE GROSSO  
« ARCHITECTURE TROPICALE POUR TOUS.  
DES BÉTONS TROPICAUX CONÇUS AU DÉBUT DU XX<sup>E</sup> SIÈCLE, PUIS OUBLIÉS : À RÉINVENTER.  
LES BÉTONS TROPICAUX DE ALI TUR »**

**Richard Hyde**

Merci pour votre présentation. Je pense qu'il y a une autre hypothèse concernant le béton comme support de croissance organique. L'un des facteurs de l'architecture que nous étudions est la manière dont la surface du béton est détériorée dans certaines conditions par le processus organique en surface. Je me demande si vous en tenez compte en tant qu'hypothèse dans vos recherches.

**Jean-Christophe Grosso**

Le fait de revenir à la protection autonome des bétons permet de ramener la capacité à qualifier différemment l'environnement par l'intermédiaire de la surface. Le béton que je vous ai montré dans la première image est un corps qui ne travaille qu'à la compression avec des armatures en périphérie qui ne travaillent qu'à l'attraction. Donc, toutes les pathologies, tous les problèmes liés à la mise en œuvre du béton disparaissent car la partie constituée du béton lui-même travaille toujours à la compression, et surtout, peut se dégrader en partie. C'est-à-dire qu'on n'est plus du tout dépendant de la question de la fissuration, mais de la question de la pénétration de l'eau à l'intérieur des bétons.



**URBANISME  
& TROPIQUES**

142 // Conférence

**Dr Silvia TAVARES**, maître de conférences, Université James Cook, Australie  
Lecturer in Urban Design, James Cook University, Australia

## ESPACES PUBLICS SENSIBLES AU CLIMAT SOUS LES TROPIQUES : UNE APPROCHE URBAINE BIOCLIMATIQUE<sup>1</sup>

### 1. INTRODUCTION

Les villes ne couvrent que 2% de la surface de la planète, mais les agglomérations urbaines produisent entre 71% et 76% du dioxyde de carbone de la planète et environ 80% des émissions totales de gaz à effet de serre (Eisenbeiss, 2016). Ces mêmes régions urbaines sont exposées à des phénomènes météorologiques extrêmes, à des vagues de chaleur croissantes, à de fortes pluies et à des inondations urbaines, conséquences du changement climatique. Un aménagement urbain qui tient compte des conditions présentes et futures est extrêmement important, à la fois en termes de résilience climatique et de performance énergétique. Comme l'a souligné Erell (2008, p. 95), un aménagement urbain qui tient compte du climat est essentiel à toute notion de développement durable futur :

*« (...) Elle permet aux bâtiments individuels d'utiliser l'énergie «naturelle», elle améliore le confort et l'activité des piétons dans les espaces extérieurs et peut encourager les populations urbaines à devenir moins dépendantes des véhicules privés et de la climatisation dans les bâtiments. »*

Avant l'avènement des technologies de chauffage et de refroidissement, le climat déterminait de manière importante l'urbanisation et jouait un rôle important dans la conception des villes et des bâtiments anciens (Upadhyay, 2018). Alors que les technologies de confort thermique sont largement appliquées dans les espaces intérieurs, elles ont également eu un impact sur la façon dont les concepteurs considèrent le climat de manière générale.

<sup>1</sup> Ce texte est la traduction française de la conférence prononcée par Sylvia Tavares. Pour les illustrations et la bibliographie, se reporter à la version anglaise.

## CLIMATE RESPONSIVE PUBLIC SPACES IN THE TROPICS: A BIOCLIMATIC DESIGN APPROACH

### 1. INTRODUCTION

Cities cover only 2% of the planet's surface, but urban settlements correspond to 71% to 76% of the world's carbon dioxide and around 80% of total greenhouse gas emissions (Eisenbeiss, 2016). These same urban environments are at risk due to extreme weather events, increasing heatwaves, downpours and urban floods, which are consequences of climate change. Designing for present and future conditions is extremely important both regarding climate resilience and energy performance. Climate responsive urban design is, as Erell (2008, p. 95) pointed out, vital to any future notion of sustainability:

*(...) It enables individual buildings to make use of 'natural' energy, it enhances pedestrian comfort and activity in outdoor spaces, and it may encourage city dwellers to moderate their dependence upon air conditioning in buildings and upon private vehicles.*

Before the advancement of heating and cooling technologies, climate was a major design determinant and played a significant part in ancient city and building designs (Upadhyay, 2018). While thermal comfort technologies are largely focused in indoor spaces, it has impacted the way designers approach climate in a broader sense.

Comme il existe des espaces semi-publics climatisés – tels que des centres commerciaux – le climat des zones urbaines est devenu une question d'une importance secondaire. Cependant, les espaces publics et la vie urbaine jouent un rôle important à bien des égards, notamment dans le développement d'économies locales dynamiques et le bien-être des citoyens. Le microclimat urbain est un phénomène abstrait qui peut également avoir une influence sur le développement et le dynamisme des rues dans les villes, ayant une influence ainsi sur la santé, le bien-être, l'économie, etc. En outre, Speck (2012) démontre de manière explicite que le rôle de la conception des villes dans l'évaluation des risques auxquels sont exposés les citoyens est souvent sous-évalué. Speck souligne que la mort d'une personne qui s'effondre suite à un coup de chaleur ne sera pas imputée à l'absence d'arbres et de transports en commun, à une mauvaise planification urbaine et aux îlots de chaleur ; pour une personne tuée par un camion, la cause de la mort serait vraisemblablement indiquée comme étant due à un « traumatisme causé par un véhicule automobile » et non à une absence de trottoirs, à un mauvais aménagement urbain, et à des décisions politiques. Speck conclut ensuite que les risques les plus importants auxquels sont exposés les individus proviennent de l'environnement bâti et dans un monde qui se réchauffe, le climat urbain fait partie de ces risques.

Alors que les liens entre le climat et l'architecture dans le domaine des sciences de la construction sont maintenant étudiés depuis plus d'un demi-siècle (Bedford, 1964, Fanger, 1970), les études sur les liens entre l'aménagement, la conception urbaine et le changement climatique sont bien plus récentes (Brown et Gillespie, 1995 ; Givoni, 1994). En outre, des outils tels que la carte psychrométrique sont largement utilisés dans la conception architecturale, mais la manière dont ces outils peuvent indiquer les directions à suivre et servir de preuves scientifiques en faveur d'un aménagement urbain qui tient compte du climat reste encore sous-évalué.

As there are semi-public air-conditioned spaces – such as shopping malls – urban climate became a less important issue. However, public spaces and city life are important in many ways, including for the provision of strong local economies and the health and well-being of city dwellers. Urban microclimate is an abstract phenomenon that can also impact on the success and vibrancy of city streets, consequently influencing health, wellbeing, economy and so forth. In addition, Speck (2012) precisely explains the underrated role of planning in determining the risks to which city residents are exposed. Speck highlights that someone who collapses from heat stroke would not have their death attributed to lack of trees and public transportation, poor urban form, and heat-island effects; for someone killed by a truck the cause of death would likely be 'motor-vehicle trauma' instead of lack of sidewalks, poor urban planning, and political leadership. Speck then concludes that the biggest risks that people face come from the built environment, and in a warming world, urban climate is one of these risks.

While the relationships between climate and architecture in the building sciences discipline have been studied for over half a century (Bedford, 1964; Fanger, 1970), studies on the relationships between urban planning and design and climate are much newer (Brown & Gillespie, 1995; Givoni, 1994). In addition, tools such as the psychrometric chart have been extensively used in architectural design, but the ways in which these tools can provide guidance and scientific evidence for climate responsive urban design is still underexplored.



L'impact de l'aménagement bioclimatique varie en fonction de l'ampleur de l'intérêt et de l'intervention. L'aménagement urbain peut viser la canalisation des brises fraîches et / ou l'obstruction des vents chauds continentaux, la végétation peut diriger les vents vers un bâtiment, bloquer le flux d'air ou créer des couloirs qui augmentent la force du vent. La forme et l'emplacement des bâtiments sur le site peuvent déterminer la direction et la vitesse du vent (Givoni, 1994, Lamberts, Dutra et Pereira, 2014). Il est également important de reconnaître que la forme des constructions qui s'en suit dépend en grande partie des règlements de l'urbanisme. Il existe, par exemple, des zones résidentielles où la seule forme bâtie se limite à de nombreuses maisons individuelles à un ou deux étages. Dans d'autres quartiers, plus densément peuplés ou à usage mixte (Carmona, Tiesdell, Heath et Oc, 2010, Lamberts *et al.*, 2014), un seul bâtiment peut contenir le même nombre de logements. Ces bâtiments auront un impact visuel et thermique différent. En Australie, toutes les régions tropicales ont des villes ayant des bâtiments relativement bas et des densités relativement faibles. Ces villes régionales, toutefois, sont appelées à se développer. Dans ce contexte, je vais analyser l'avenir des villes tropicales en développement du Queensland, à partir d'une approche scientifique de l'aménagement urbain tropical.

Les données relatives au climat utilisées dans la conception - et plus particulièrement la conception urbaine - proviennent de la science du climat ou des connaissances empiriques. La température et l'humidité sont les principaux éléments climatiques ayant une incidence sur la santé et le confort de l'homme et, par conséquent, sur la consommation d'énergie des bâtiments. Le présent article traite des informations les plus importantes dont les urbanistes et les concepteurs urbains doivent tenir compte lors de l'aménagement et la conception de l'environnement urbain.

The impact of bioclimatic design varies according to the scale of interest and intervention. Urban planning can focus on channelling the cool breezes and/or blocking the continental warm wind, vegetation can direct the winds into a building, block airflow or allow for free corridors to increase wind, and the form and location of buildings on the site can influence wind flow and speed (Givoni, 1994; Lamberts, Dutra, & Pereira, 2014). It is also important to acknowledge that the resulting built form is largely a consequence of planning regulations. We can, for instance, have residential zones where many stand-alone one or two-storey homes are the only built form. In other areas - frequently higher density and more mixed-use areas - one single building may have the same number of units (Carmona, Tiesdell, Heath, & Oc, 2010; Lamberts *et al.*, 2014). Both the visual and thermal performance of these buildings are different. In the case of Australia, all tropical region is constituted of regional cities which tend to have lower buildings and density. These regional cities, however, are set to grow. In this context, I discuss the future of growing tropical Queensland cities based on a scientific approach to tropical design.

The climate-related data available for design - and urban design in particular - is either derived from climate science or from empirical knowledge. Temperature and humidity are the main climatic elements affecting human health and comfort, and consequently buildings' energy consumption. This paper is about the most needed information that urban planners and designers should be aware of whenever thinking about planning and designing urban environments.

J'analyse des solutions d'aménagement qui fournissent un confort thermique aux espaces publics et alors que la végétation peut et doit être utilisée pour améliorer les performances, les performances thermiques et le confort thermique fournis ne doivent pas dépendre uniquement d'organismes vivants, parfois éphémères. Sur la base de ces principes, je pose ensuite la question suivante : « Que peut-on apprendre sur l'aménagement d'un espace public adaptable, à partir des outils d'aménagement liés au climat qui ont été développés pour les espaces intérieurs ? »

L'étude de cas pour le présent article concerne Cairns et Townsville, deux villes d'Australie situées en zone tropicale, mais ayant des régimes de précipitation et d'humidité différents. Ces deux villes sont situées très près l'une de l'autre et sur beaucoup de plans se ressemblent, par exemple de par leurs traditions d'urbanisme, leur culture et leur systèmes politiques. Toutefois, tous leurs habitants pourront vous dire qu'elles sont très différentes du point de vue du climat. Malgré cette nette différence, les stratégies d'urbanisme adoptées en Australie - tant pour les bâtiments que pour les espaces ouverts - sont similaires dans toute l'Australie. Ce travail a donc pour objectif de démontrer que même pour des villes très proches et situées sous les tropiques, les sciences de l'environnement et de la construction qui visent l'aménagement bioclimatique peuvent nous amener à comprendre que les meilleures stratégies à adopter peuvent être différentes.

### 1.1 - Le confort thermique et l'aménagement bioclimatique

Le concept de confort thermique est né des sciences de l'architecture et de la construction, puisque le confort thermique à l'intérieur des habitations grâce au contrôle bioclimatique représente un des principaux soucis en architecture [Olgay, 2015]. Le confort thermique est défini comme étant un sentiment qui provient de la satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique : la personne concernée a le sentiment que le corps est ni trop chaud ni trop froid [ASHRAE, 1989]. Sur la base de ces notions, nous pouvons parler de la « zone de confort », selon l'explication d'Olgay [2015, p. 14-15] :

I explore design solutions that make public spaces thermally comfortable, and while vegetation can and should be used to improve performance, thermal performance and the thermal comfort it provides should not solely rely on living, and at times ephemeral, organisms. Based on these principles, I then question 'what can be learned about responsive public space design, from the climate-based design tools developed for indoor spaces?'

This study takes as case studies Cairns and Townsville, two cities located in tropical Australia, but with different rainfall patterns and consequent humidity. These cities are located reasonably close to each other and are similar in many ways - e.g. planning traditions, culture and political systems - however, any local can empirically tell they are significantly different regarding climate. Despite that clear difference, adopted design strategies in Australia - both for buildings and open spaces - are similar throughout Australia. This work, therefore, is invested in demonstrating that even for cities located reasonably close by and within the tropics, building and environmental science focused on bioclimatic design can demonstrate that best design strategies may vary.

#### 1.1 - Thermal comfort and bioclimatic design

The concept of thermal comfort originated from the architecture and building sciences, as bioclimatic control to provide thermal comfort within human shelter is one of the most important concerns in architecture [Olgay, 2015]. Thermal comfort has been conceptualised as a condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment without the feeling that the body is too warm or too cold [ASHRAE, 1989]. Based on these concepts, we refer to 'comfort zone' as per Olgay's [2015, pp. 14-15] explanation:

*«L'homme s'efforce d'atteindre le point où une dépense énergétique minimale est nécessaire pour s'adapter à son environnement. Les conditions dans lesquelles il réussit à le faire peuvent être définies comme étant la « zone de confort », et lui laissent la plupart de son énergie pour se consacrer à ses activités de production.»*

Une conception bioclimatique – ou une conception passive – consiste à avoir une réponse passive au climat local, afin d'améliorer le confort humain, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à des systèmes environnementaux d'ingénierie active. Les principes de conception bioclimatiques comprennent, par exemple, l'orientation et les ouvertures au vent, le choix des matériaux et l'ombre. Ces stratégies peuvent créer un accès à la lumière du soleil pour fournir un confort visuel et thermique, ainsi qu'une ventilation pour le refroidissement (Olgay, 2015, pp. Vii). La conception contemporaine qui s'appuie sur des systèmes environnementaux entièrement industriels est le contraire du mode passif. En outre :

*«Les secteurs du bâtiment et de la construction sont responsables de 36% de la consommation finale d'énergie dans le monde et de près de 40% des émissions totales de CO2 directes et indirectes. La demande énergétique des bâtiments et de la construction continue d'augmenter, suite à un meilleur accès à l'énergie dans les pays en développement, une utilisation et une consommation accrues des appareils consommateurs d'énergie et une croissance spectaculaire de la surface au sol des bâtiments dans le monde, de près de 3% par an (Agence Internationale de l'Énergie, 2019).»*

*«Man strives for the point at which minimum expenditure of energy is needed to adjust himself to his environment. Conditions under which he succeeds in doing so can be defined as the 'comfort zone', wherein most of his energy is freed for productivity.»*

Bioclimatic design – or passive design – means to be passively responsive to the local climate to improve human comfort conditions without making use of active-engineering environmental systems. Bioclimatic design principles include, for instance, wind orientation and openings, material selection and shading. These strategies can provide access to sunlight for visual and thermal comfort as well as access to ventilation for cooling (Olgay, 2015, p. vii). Contemporary design that use fully engineered environmental systems are the opposite of passive mode and:

*«The buildings and buildings construction sectors combined are responsible for 36% of global final energy consumption and nearly 40% of total direct and indirect CO2 emissions. Energy demand from buildings and buildings construction continues to rise, driven by improved access to energy in developing countries, greater ownership and use of energy-consuming devices, and rapid growth in global buildings floor area, at nearly 3% per year (International Energy Agency, 2019).»*

En Australie, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) et les systèmes d'éclairage représentent ensemble 64% de la consommation totale d'énergie du secteur du bâtiment (Département de l'Environnement et d'Énergie, 2013). Ce sont deux éléments déterminants du confort qui sont impactés par la conception et il existe des outils qui peuvent nous aider à identifier les meilleures solutions par rapport aux principes bioclimatiques. Le premier outil développé est le tableau bioclimatique d'Olgay (Olgay, 2015, p. 22) (Tableau 1a). Par la suite, Givoni (1992) a développé un tableau bioclimatique pour les bâtiments qui a corrigé certaines des lacunes du tableau bioclimatique d'Olgay (Tableau 1b). Le tableau de Givoni a été adapté sur un graphique psychrométrique et propose des stratégies de conception de bâtiments qui adaptent l'architecture au climat, tandis que le diagramme d'Olgay est axé sur les espaces extérieurs et donne un aperçu des changements à apporter, mais ne propose pas de stratégies d'aménagement. L'impact du microclimat extérieur sur la performance des espaces urbains et de ses bâtiments reste sous-estimé. Surtout dans les régions tropicales, le confort thermique ne peut être atteint que s'il existe une intégration entre la forme microclimatique et le tissu de l'environnement bâti (Rajapaksha & Hyde, 2012, p. 59).

Empiriquement, nous savons que lorsqu'il fait chaud, nous ajoutons de l'ombre et, pour ajouter de l'ombre, nous privilégions la végétation et les arbres, comme l'a souligné Givoni (1994, p. 1053) :

*« L'impact des plantes sur le confort humain dans les zones chaudes et humides peut prendre plusieurs formes. L'ombre fournie par les arbres est toujours bienvenue. Cependant, l'obstruction des vents et l'augmentation du niveau d'humidité par l'évaporation des feuilles augmentent l'inconfort. »*

In Australia, heating, ventilation and air-conditioning systems (HVAC) and lighting systems combined consume 64% of total building sector energy consumption (Department of Environment and Energy, 2013). These are two comfort determinants that are impacted by design and there are tools that help us identify what are the best solutions regarding bioclimatic principles. The first developed tool was Olgay's bioclimatic chart (Olgay, 2015, p. 22) (Figure 1a). Subsequently, Givoni (1992) developed a bioclimatic chart for buildings which corrected some of the limitations of Olgay's bioclimatic chart (Figure 1b). Givoni's chart is adapted on a psychrometric chart and proposes building design strategies to adapt architecture to the climate, while Olgay's diagram was focused on outdoor spaces and provides insights into the changes that have to be made but does not explore design strategies. The impact of outdoor microclimate on the performance of urban spaces and its buildings is still underestimated. Particularly in tropical regions, thermal comfort can only be achieved if there is integration between microclimate form and fabric of the built environment (Rajapaksha & Hyde, 2012, p. 59).

Empirically we know that when it is hot we add shade, and by adding shade we prioritise vegetation and trees, however, as Givoni (1994, p. 1053) pointed out:

*« The impact of plants on human comfort in hot-humid areas can be a mixed bag. The shading provided by trees is always welcomed. However, the blockage of the wind and the contribution to the humidity level by evaporation from the leaves increases human discomfort. »*

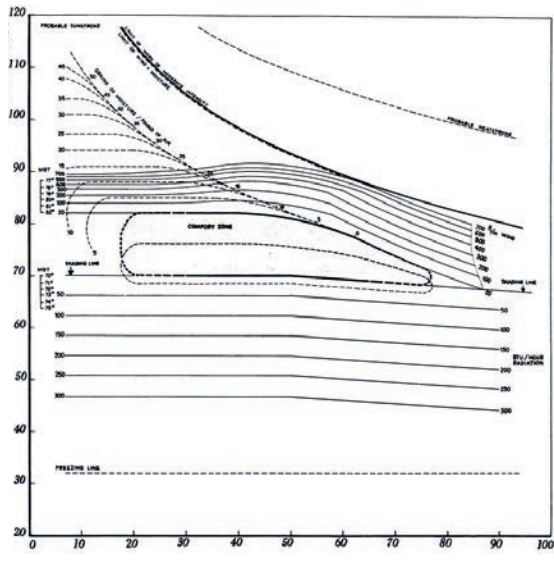
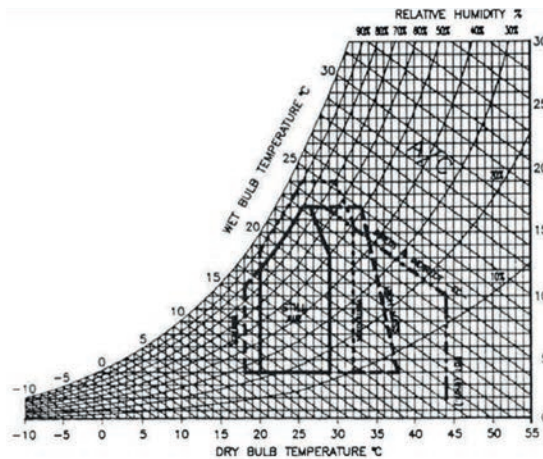


Figure 1: Olgay's bioclimatic chart [Olgay, 2015] (a)



and Givoni's bioclimatic chart for buildings [Givoni, 1992] (b)

Cela nous conduit à nous demander si tous les principes d'aménagement urbain pour les régions tropicales devraient être identiques et établis sur une base de la science de la construction, car nous savons qu'il existe des variantes. Des études antérieures ont démontré que les solutions de conception verte et grise, par exemple, génèrent des résultats thermiques différents dans des contextes climatiques différents. Abreu-Harbich, Labaki et Matzarakis [2015] et Abreu-Harbich et Labaki [2008] ont démontré que certaines espèces d'arbres peuvent fournir de l'ombre mais augmentent l'humidité, et bien que la température sous la couronne puisse être réduite de manière significative, le choix des espèces doit être bien informé, afin de favoriser le refroidissement, tout en réduisant l'augmentation indésirable de l'humidité.

Bien que l'environnement extérieur soit plus difficile à contrôler que l'intérieur, il existe des stratégies efficaces qui peuvent être appliquées pour minimiser l'îlot thermique urbain et, par conséquent, les impacts futurs sur le changement climatique, en particulier les vagues de chaleur [Santamouris, 2014].

This leads us to question if all urban design considerations for tropical regions should be the same and based on building science, we know variations do exist. Previous studies have shown that green and grey design solutions, for instance, generate different thermal outcomes in different climatic contexts. Abreu-Harbich, Labaki and Matzarakis [2015] and Abreu-Harbich and Labaki [2008] have demonstrated that some tree species may provide shade but increase humidity, and while it also significantly decreases the temperature under the crown, the choice for species should be well informed to promote cooling while minimising undesirable increase of humidity.

While the outdoor environment is not as controllable as indoors, there are effective strategies that can be used to minimise urban heat island (UHI) and consequently the future impacts climate change, in particular of heatwaves [Santamouris, 2014].

## 1.2 - Systèmes de classification du climat

La classification climatique la plus largement utilisée est le système de Köppen-Geiger, qui divise les climats en cinq groupes principaux : les climats équatoriaux (A), les climats arides (B), les climats tempérés chauds (C), les climats neigeux (D) et les climats polaires (E) [Kottek, Grieser, Beck, Rudolf et Rubel, 2006]. Ayant suivi une formation de physiologiste des plantes, Köppen a utilisé les plantes comme indicateurs et sa classification climatique a été construite sur la base de cinq groupes de végétaux et sur la possibilité de chacun des groupes à se développer dans une région climatique donnée.

L'autre classification climatique importante pour les besoins de cette étude est définie par le Code de la Construction de l'Australie (*Building Code of Australia* : BCA). Le guide *Your Home* (Reardon & Downton, 2013) a divisé l'Australie en huit zones climatiques, chacune ayant des besoins différents en matière de conception et de construction. Dans chaque zone principale, de nombreuses sous-zones régionales sont déterminées par les caractéristiques géographiques locales, notamment la configuration des vents et l'altitude. NatHERS (Commonwealth of Australia, 2019) identifie 69 autres sous-zones, appliquées par le BCA.

Il est également important de savoir que ces classifications climatiques sont susceptibles de changer à l'avenir (Reardon & Downton, 2013, p. 92), comme le montre la classification de Köppen-Geiger au fil des décennies (Groupe d'étude sur les changements climatiques et les maladies infectieuses : *Climate Change & Infectious Diseases Group 2019*). Toutefois, cela ne signifie pas que l'étude de la conception bioclimatique perd son importance, bien au contraire, car les températures tropicales risquent de devenir encore plus chaudes et plus rapidement l'environnement bâti réagira de manière adéquate en réponse aux conditions locales, plus grandes seront nos possibilités de pouvoir nous adapter aux conditions futures et peut-être d'atténuer certains résultats indésirables.

## 1.2 - Climate classification systems

The most widely used climate classification is the Köppen-Geiger system which divides climates into five main groups: equatorial climates (A), arid climates (B), warm temperate climates (C), snow climates (D), and polar climates (E) [Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006]. As Köppen was trained as a plant physiologist he used plants as indicators and his climate classification was constructed on the basis of five vegetation groups and which one of them could grow in a given climate classification region.

The other important climate classification for the purposes of this study is defined by the Building Code of Australia (BCA). The *Your Home* guide (Reardon & Downton, 2013) classified Australia into eight climate zones that have distinctly different design and construction requirements. Within each main zone are many regional sub-zones determined by local geographic features including wind patterns and height above sea level. NatHERS (Commonwealth of Australia, 2019) identifies other 69 sub-zones, which are addressed in the BCA.

It is also important to be aware that these climate classifications are likely to change in the future (Reardon & Downton, 2013, p. 92) as can be seen through the Köppen-Geiger classification over decades [Climate Change & Infectious Diseases Group, 2019]. This, however, does not mean that studying bioclimatic design becomes irrelevant, on the contrary, as the tropical temperatures are likely to become even warmer, the sooner the built environment performs adequately in response to the local conditions, the larger are our chances to be able to adapt to the future conditions and perhaps mitigate some undesirable outcomes.

## 2. CONCEPTION DE L'ÉTUDE

L'étude de cas de cette présentation concerne Cairns et Townsville, deux villes tropicales situées dans le Queensland, en Australie, l'objectif étant de déterminer quelles connaissances pourraient être acquises pour développer un aménagement urbain sensible au climat sur la base de méthodes et de stratégies d'aménagement bioclimatique. Un ensemble de données climatiques du Bureau de météorologie (BoM) pour les deux villes sur une période de 27 ans (1990 à 2017) a été utilisé pour étudier des stratégies bioclimatiques appropriées. De plus, j'étudie la manière dont les résultats de l'étude pourraient être traduits en stratégies d'aménagement urbain bioclimatique.

### 2.1 - Systèmes de classification du climat

Cairns et Townsville sont situées respectivement dans les régions tropicales Nord et extrême Nord du Queensland. Selon la classification de Köppen-Geiger [Kottek *et al.*, 2006], Cairns et Townsville sont classés dans deux catégories différentes en raison de leurs différences significatives en termes de précipitations et d'humidité, et par conséquent, des caractéristiques de la végétation. Dans cette classification, Cairns est classée dans la catégorie du climat de mousson tropicale (Am) et Townsville dans la catégorie du climat de savane tropicale (Aw). Par contre, pour le guide australien Your Home [Reardon & Downton, 2013], Cairns et Townsville se situent toutes deux dans la Zone 1 (étés chauds et humides, hivers doux), sans tenir compte du taux d'humidité. De plus, Townsville est la ville la plus proche de la limite entre la Zone 1 et la Zone 3 (étés chauds et secs, hivers doux), ce qui peut signifier que les régimes climatiques peuvent se rapprocher davantage à ceux de la Zone 3, en fonction de la direction du vent à différentes périodes de l'année [Tableau 2].

## 2. STUDY DESIGN

This study took Cairns and Townsville – both tropical cities located in Queensland, Australia – as case studies to investigate what insights could be acquired for climate-responsive urban design based on bioclimatic design methods and strategies. A climate data set from the Bureau of Meteorology (BoM) for both cities for 27 years (1990 to 2017) was used to investigate appropriate bioclimatic strategies. In addition, I explore ways the study findings could be translated into urban bioclimatic design strategies.

### 2.1 - The case studies

Cairns and Townsville are located in Queensland's Tropical North and Far North Regions respectively. According to the Köppen-Geiger classification [Kottek *et al.*, 2006] Cairns and Townsville are classified different due to its significant difference regarding rainfall and humidity, and consequently vegetation characteristics. In this classification, Cairns is classified as tropical monsoon climate (Am) and Townsville is classified as tropical savanna climate (Aw). On the other hand, for the Australian Your Home guide [Reardon & Downton, 2013], Cairns and Townsville are both in Zone 1 (Hot humid summer, warm winter), with no mention to humidity levels. Moreover, Townsville is closer to the division line between Zone 1 and Zone 3 (Hot dry summer, warm winter), which may mean the climate patterns may identify more with Zone 3 depending on the wind directions at different times of the year.

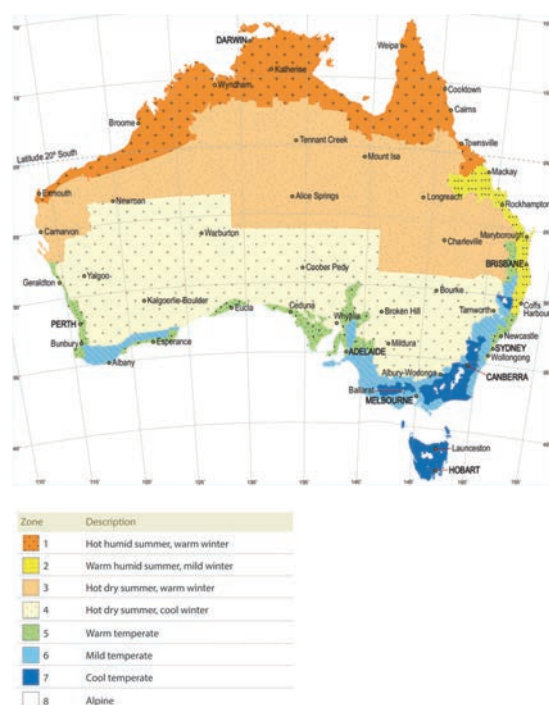
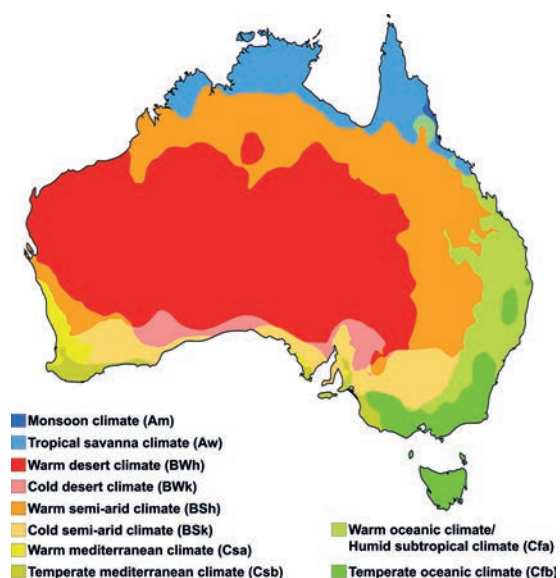


Figure 2 : Australia's climate according to Köppen-Geiger system (a)

and Your home classification (b)  
(Both maps used under CC BY 4.0)

Cairns (16°55'49"S) se situe entre deux sites classés Patrimoine Mondial : la Grande Barrière de corail et la forêt de Daintree. Le climat tropical de mousson de Cairns (Am) [Kottek *et al.*, 2006] a une saison des pluies et des précipitations souvent abondantes du mois de novembre au mois de mai. Au cours de ces mois, Cairns connaît des conditions très humides et il existe la possibilité d'orages et de cyclones tropicaux. De juin à octobre, la ville connaît une saison hivernale plus sèche, avec de légères averses. Les précipitations annuelles moyennes à Cairns sont de 1992 mm, durant 154 jours en moyenne. La plupart des précipitations à Cairns ont lieu en été entre janvier et mars.

Cairns (16°55'49"S) is located between two World Heritage areas: the Great Barrier Reef and the Daintree Rainforest. Cairns' tropical monsoon climate (Am) [Kottek *et al.*, 2006] has a wet season and often heavy rain from November to May. During these months Cairns experiences very humid conditions and the possibility of thunderstorms and tropical cyclones. From June to October the city has a dryer winter season when light showers can occur. Cairns' average annual rainfall is 1992mm on an average 154 days. Most of the Cairns' rainfall occurs during summer between January and March.



Comme dans la plupart des régions tropicales, Cairns a des températures assez uniformes tout au long de l'année, avec des températures diurnes allant d'un minimum de 23° C à un maximum de 31° C au milieu de l'été et d'un minimum de 18° C à un maximum de 26° C au milieu de l'hiver. Les vents dominants sont de l'Est en Sud-Est et les vents les plus forts (à l'exclusion des cyclones) soufflent généralement en avril et en août. Pendant les mois d'été, les brises de mer du Nord au Nord-Est prédominent [Bureau of Meteorology, n.d.-a].

Le littoral de Townsville (19° 15'23"S) est orienté Est-Ouest, de sorte qu'il ne subit pas l'effet de vent qui lève les précipitations plus au Nord sous les tropiques australiennes. Son climat de savane tropicale [Aw] [Kottek *et al.*, 2006] connaît principalement des hivers plus secs et plus ensoleillés, avec des journées chaudes et des nuits fraîches [Bureau of Meteorology, n.d.-b]. À partir d'octobre, des orages commencent à se former et les pluies de mousson sont fréquentes de la fin de décembre jusqu'au début d'avril. Les cyclones sont également possibles au cours de ces mêmes mois. Les précipitations annuelles moyennes sont de 1 143 mm sur une moyenne de 91 jours, dont la plupart se situent entre novembre et avril. Les mois d'été sont généralement chauds et humides, avec des températures moyennes de 29° C à 31° C en journée. Les températures nocturnes moyennes varient entre 20° C et 24° C. Comme à Cairns, pendant la saison estivale, la chaleur et l'humidité sont présentes, même la nuit. Les mois d'hiver sont plus cléments, avec des températures moyennes journalières comprises entre 25° C et 29° C et des températures moyennes nocturnes comprises entre 13° C et 18° C [Conseil municipal de Townsville, 2009].

As most tropical locations, Cairns has fairly uniform temperatures throughout the year with typical day-time temperature ranging from a minimum of 23oC to a maximum of 31oC in mid-summer and from a minimum of 18oC to a maximum of 26oC in mid-winter. Prevailing winds are from the east to south-easterly with strongest winds (cyclones excluded) usually occurring during April and August. During the summer months, north to north-easterly sea breezes are predominant [Bureau of Meteorology, n.d.-a].

Townsville's (19°15'23"S) coastline runs east-west so it does not experience the lifting wind effect that brings rainfall further north in the Australian tropics. Its tropical savanna climate [Aw] [Kottek *et al.*, 2006] experience mostly drier and sunnier winters with warm days and cool nights [Bureau of Meteorology, n.d.-b]. From October thunderstorms start to form and monsoon rain is common from late December to early April. Cyclones are also possible during the same months. Average annual rainfall is 1143mm on an average 91 days, most of which are between November and April. Summer months are generally warm and humid with average day temperatures between 29°C and 31°C. Average night temperatures range between 20°C to 24°C. As in Cairns, during the summer months there is little relief from the heat and humidity, even during the night. Winter months are milder with average day temperatures between 25°C and 29°C and average night temperatures between 13°C and 18°C [Townsville City Council, 2009].

## 2.2 - Collecte et analyse de données

Cette étude est basée sur des données climatiques secondaires initialement collectées par le *Bureau of Meteorology*. L'ensemble de données climatologiques comprend les températures de l'air, l'humidité relative et la pression atmosphérique heure par heure pendant 27 ans (1990 à 2017) dans les deux villes. Les données moyennes pour chacune des variables ont été calculées pour chaque heure en tenant compte des données pour les 27 années, ce qui constitue l'année d'analyse - 366 jours (le 29 février compris) et 8784 points de données. Ces données ont été tracées sur un graphique psychrométrique et superposées aux stratégies bioclimatiques d'aménagement établies par Givoni (1992) (Figure 3).

Bien que le tableau psychrométrique en tant que stratégie d'aménagement bioclimatique vise le confort pour les personnes, il indique également les cas extrêmes et les meilleures stratégies utilisées pour refroidir l'air dans un certain espace. Ces connaissances peuvent être appliquées aux espaces publics ouverts, bien que de manière moins contrôlée (Givoni, 1994), et peuvent contribuer à la mise en place de stratégies locales adaptées au climat pour faire face aux défis du changement climatique, telles que les vagues de chaleur.

Les résultats, basés sur les données reportées sur les graphiques, ont été analysés en fonction des stratégies recommandées pour la conception des bâtiments. Ces recommandations ont été transformées en stratégies d'aménagement urbain bioclimatique afin d'explorer les solutions les plus appropriées pour chacun des cas analysés.

## 2.2 - Data collection and analysis

This study was based on secondary climate data originally collected by the Bureau of Meteorology. The climate data set comprises hourly air temperature, relative humidity and air pressure for 27 years (1990 to 2017) in both cities. The average data for each one of the variables was calculated for every hour considering the 27 years, constituting the year of analysis - 366 days (including 29th February) and 8784 data points. This data was plotted in a psychrometric chart and overlaid with the bioclimatic strategies for design established by Givoni (1992) (Figure 3).

Although the psychrometric chart as a bioclimatic design strategy is aimed at human comfort, it also shows extreme cases and the best strategies used to cool down the air in a certain space. This knowledge is transferable to public open spaces, albeit in a less controlled way (Givoni, 1994), and can help inform climate-responsive place-based strategies to deal with climate change challenges such as heat-waves.

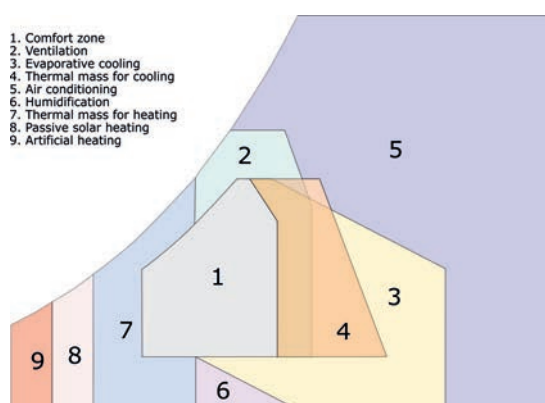


Figure 3 : Bioclimatic Strategies adapted from Givoni (1992) and used to explore the best strategies in Cairns and Townsville

The results based on the data plotted on the charts were analysed regarding the recommended strategies for building design. These recommendations were translated into bioclimatic urban design strategies to explore what the most appropriate solutions to each of the specific analysed cases.

### 3. LES RÉSULTATS

Aussi bien Köppen-Geiger que *Your home* sont très utiles pour comprendre la complexité des conditions climatiques et météorologiques à une macro échelle. Cependant, les conditions qui peuvent être modifiées par l'aménagement urbain sont essentiellement l'humidité et le vent (y compris sa vitesse et la direction). Pour comprendre comment Cairns et Townsville s'intègrent dans ces critères, le graphique psychrométrique peut être utilisé pour simplifier la classification du climat en quatre principaux groupes, utiles dans le domaine de l'aménagement urbain.

La figure 4 montre un graphique adapté de Silva, Kinsel et Tavares (2008), en indiquant les données annuelles moyennes pour les deux villes.

### 3. RESULTS

Both the Köppen-Geiger and the Your Home guide are very useful to understand the complex climate and weather patterns in a macro scale. However, the conditions that can be modified through urban design are essentially humidity and wind flow (including speed and direction). To understand how Cairns and Townsville fit into these criteria, the psychrometric chart can be used for the purpose of simplifying the climate classification into four main classifications that are useful for design.

Figure 4 show a chart adapted from Silva, Kinsel and Tavares (2008) with the average yearly data for both cities.

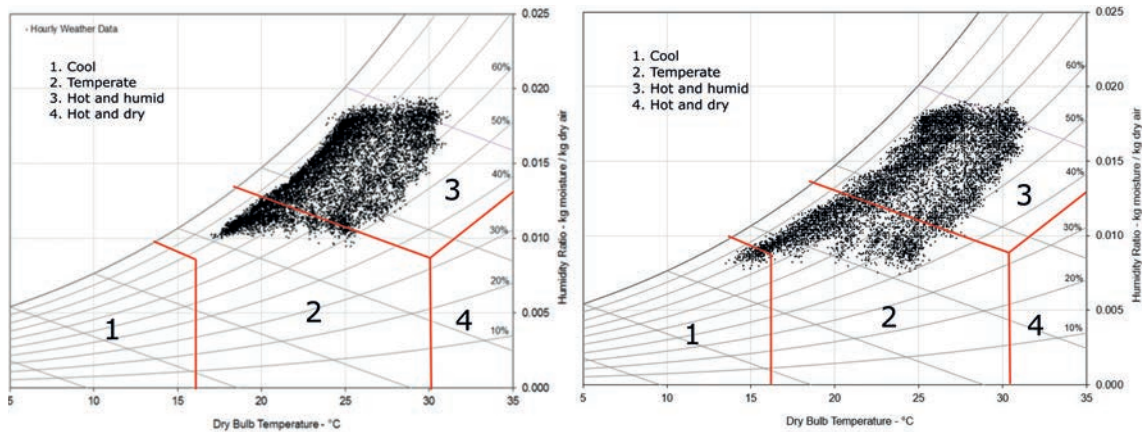


Figure 4 – Simplified climate classification for design for Cairns (a) and Townsville (b)

Le graphique psychrométrique de tous les points de données pour les deux villes (Figure 5) indique une petite différence d'humidité.

The psychrometric chart with all data points for both cities (Figure 5) show a slight difference in humidity.

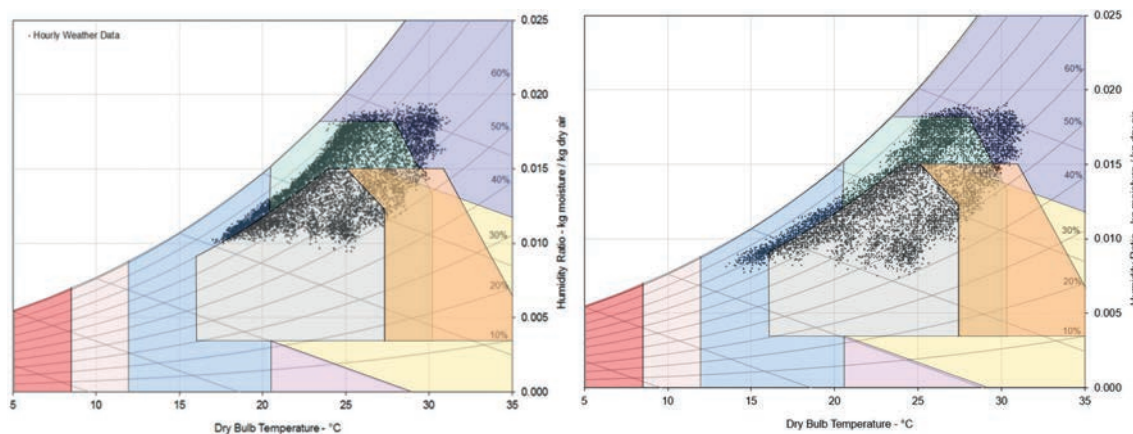


Figure 5 – Psychrometric chart for Cairns (a) and Townsville (b) with average data for each day of the year - including 29th February - over 27 years overlaid with bioclimatic design strategies

Par la suite, les données des mois les plus extrêmes ont été analysées. L'analyse portait surtout sur les mois de juillet et décembre, quand les températures moyennes les plus hautes et les plus basses enregistrées dans les villes ont été relevées, ainsi que sur le mois d'avril, qui représente les températures relevées de mi-saison (FarmOnline, n.d.-a, n.d.-b). Encore une fois, les stratégies bioclimatiques de Givoni ont été superposées sur ces données (Figure 6).

Data for the most extreme months was then analysed. The analysis was focused on July and December when the highest and lowest average temperatures registered in the cities were recorded and April which represents the mid-season recordings (FarmOnline, n.d.-a, n.d.-b). This data was once again overlaid with Givoni's bioclimatic strategies.

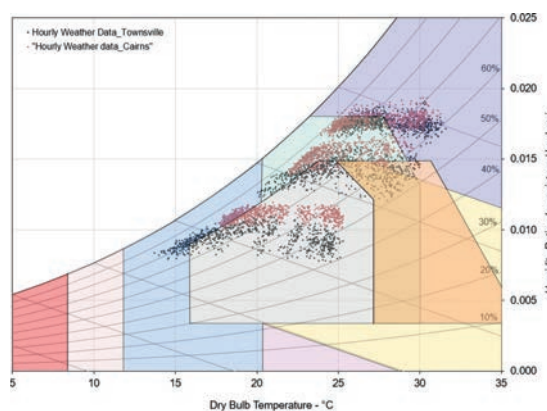


Figure 6 – Combined psychrometric chart for Cairns and Townsville with average data for each day of January, April and December overlaid with bioclimatic design strategies

#### 4. LA DISCUSSION

Cairns et Townsville ont une culture, une politique, un climat « tropical », ainsi que des traditions en matière d'aménagement, similaires. Alors que les résultats pour tous les points de données indiquent que les moyennes sont plus dispersées sur le graphique pour Townsville que pour Cairns, les données pour janvier - lorsque la sensation de chaleur extrême se produit - sont très similaires. Les données pour le mois de juillet démontrent que, avec une humidité plus faible due au climat de savane tropicale de Townsville, les températures à Townsville baissent de manière plus significative qu'à Cairns le soir et la nuit. Ce résultat était toutefois attendu et est empiriquement bien connu des habitants des deux villes.

La différence la plus importante et la plus significative entre ces deux villes se produit en mi-saison (Tableau 6), représentée dans le graphique par les données d'automne (avril), mais semblable au printemps. C'est la période cruciale, où la période d'utilisation d'un espace public peut être étendue dans le temps (Tavares, 2018). Dans les zones où l'aménagement n'est pas approprié sur le plan bioclimatique, les gains de chaleur peuvent compromettre la vie citadine plus tôt que nécessaire. Les graphiques montrent également que Townsville est plus facile à gérer que Cairns pendant cette période, car l'air est moins humide. Les températures se refroidissent donc plus efficacement en soirée et la nuit. À Cairns, en raison des conditions plus extrêmes en matière de confort thermique, un aménagement bioclimatique approprié pour les zones chaudes et humides est d'autant plus importante. Pendant les mois d'été, les points de données sont situés dans la zone d'utilisation de climatisation, ce qui signifie que peu de solutions existent pour améliorer la performance thermique de manière passive. Des appareils tels que des ventilateurs peuvent être utilisés, mais toute augmentation de la chaleur métabolique suite à des activités, même légères, est source d'inconfort (Lamberts *et al.*, 2014). L'inconfort dû au froid est rare dans les deux villes, mais peut se produire à Townsville certaines nuits d'hiver et il suffit de pallier ces conditions en utilisant des matériaux appropriés et une masse thermique suffisante.

#### 4. DISCUSSION

Cairns and Townsville are similar in culture, politics, and 'tropical' climate, they are also similar in planning traditions. While the results for all data points show averages more spread out over the chart for Townsville than for Cairns, data for January - when the extreme heat sensation happens - is very similar. July data shows that with the lower humidity of the Townsville tropical savanna climate the temperatures in Townsville decrease more significantly than in Cairns during the evening and night. This result, however, was expected and is empirically well known by the people living in both cities.

The key and most significant difference between these two cities happen in mid-season (Figure 6), represented in the chart by autumn data (April) but similar to spring. This is the crucial time when a well-designed public space can have its use extended through time (Tavares, 2018). In areas where the design is not bioclimatically appropriate, heat gains can compromise street life earlier than needed. The charts also show that Townsville is easier to deal with than Cairns during that time as there is less humidity in the air therefore the temperatures cool down more efficiently during the evening and night. In Cairns, due to the more extreme conditions for thermal comfort, the appropriate bioclimatic design for hot and humid areas is even more important. During the summer months the data points sit in the air-conditioning zone, which means there is little that can be done to improve thermal comfort passively. Resources such as fans can be used, but any addition of metabolic heat gains through even light activities cause discomfort (Lamberts *et al.*, 2014). Discomfort caused by the cold is rare in both cities, but may happen in Townsville in some winter nights and designing for those conditions by using appropriate materials and thermal mass is sufficient.

La conclusion la plus importante de cette étude réside peut-être dans le potentiel de ces saisons de transition et dans le rôle important que joue l'aménagement urbain dans la préparation de ces espaces à une utilisation plus longue dans l'année, en particulier en période de changement climatique, de réchauffement des régions tropicales et des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes. La mi-saison est une période extrêmement importante de l'année en ce qui concerne la performance des espaces publics ouverts et mérite de l'attention. Les températures mondiales vont probablement augmenter de quelques degrés et, dans les environnements urbains, cette augmentation peut être plus importante encore en raison des IHU (îlots de chaleur) si ces espaces n'ont pas été conçus de manière appropriée (Santamouris, 2014). À la mi-saison, les stratégies pour Townsville pourraient s'appuyer davantage sur la masse thermique pour le refroidissement et l'évapotranspiration qu'à Cairns. De plus, à Townsville pendant un plus grand nombre d'heures, les conditions climatiques se situent dans la zone climatique de la figure 5b.

Le défi soulevé par cette analyse est de savoir comment intégrer dans l'aménagement urbain la masse thermique qui vise le refroidissement et l'évapotranspiration. Il est également important de choisir les matériaux de manière appropriée et de déterminer le rapport largeur / hauteur des rues afin de fournir de l'ombre et canaliser les brises. Les environnements inconfortables peuvent avoir des conséquences sur la santé et le bien-être publics, ainsi que sur l'économie urbaine. Les professions de l'environnement bâti ont un rôle à jouer dans ce domaine.

Perhaps the most significant finding of this study so far lies on the potential of these transitioning seasons, and the significant role urban design plays in preparing these spaces for a lengthier use throughout the year, particularly in times of climate change, warming tropical regions and increasingly frequent heatwaves. Mid-season is an extremely important time of the year regarding public open space performance and deserves attention. Global temperatures may shift a few degrees up and in urban environments that may mean more than that due to UHI if not adequately designed (Santamouris, 2014). The mid-season the strategies for Townsville could rely more on thermal mass for cooling and evapotranspiration than in Cairns. Moreover, during a larger number of hours the climate conditions sit in the climate zone Figure 5b.

The challenge that this analysis raises is how can we incorporate thermal mass for cooling and evapotranspiration in urban design. It is also important to choose appropriately the materials and determine street width-height ratio to provide shade and channel breezes. Uncomfortable environments can impact on public health and well-being and in urban economics. Built environment professions have a role to play in this area.

Bien que nous sachions que sous les tropiques nous avons besoin d'ombre, nous pensons surtout aux solutions vertes. Cependant, il est important de tenir compte du fait que la verdure peut augmenter l'inconfort dans certaines situations où le taux d'humidité élevé est déjà problématique (Givoni, 1994). Comprendre comment les différents éléments du microclimat peuvent être modifiés et quelles sont les stratégies d'aménagement qui augmentent ou diminuent la chaleur des espaces (Brown, 2010, p. 157) est le seul moyen d'améliorer les performances thermiques des espaces publics ouverts par le biais d'un aménagement urbain bioclimatique. Le tableau ci-dessous montre les stratégies qui sont appropriées à la fois pour Cairns et pour Townsville sur la base de la section 3 (Résultats). Le tableau 1 montre la « traduction » en aménagement urbain des stratégies et des analyses architecturales bioclimatiques. Les sections en couleur verte indiquent les stratégies appropriées pour les deux sites, en couleur jaune les stratégies qu'il faudrait peut-être traiter avec prudence. Cela signifie, par exemple, qu'une zone ombragée est souhaitable dans les deux villes.

While we know that in the tropics we need shade, by shade we mostly think green solutions. It is important to think, however, that greenery can enhance discomfort in some situations where high humidity is already an issue (Givoni, 1994). The understanding of how the different elements of the microclimate can be modified and what are the design strategies that make the space feel warmer or cooler (Brown, 2010, p. 157) is the only way to improve thermal performance of public open spaces through bioclimatic urban design. The table below shows strategies that are good both for Cairns and Townsville based on the 3. Results section. Table 1 shows the 'translation' of the architectural bioclimatic strategies and analysis into urban design. Green cells show strategies that are desirable for both locations, yellow show strategies that may be taken with caution. This means, for instance, that a shaded area is desirable in both cities.

Stratégies d'aménagement bioclimatique	CNS [Am]	TSV [Aw]	Notes
Protection contre le soleil et la pluie des zones où les gens se promènent, restent assis et pratiquent des loisirs.			Appropriée et souhaitable pour les deux villes.
Aménagement urbain (régional) compact.			Les villes australiennes ont des bâtiments et des densités traditionnellement plus bas. Les zones résidentielles ont tendance à consister surtout en maisons individuelles. Alors que cette solution peut compromettre des solutions durables de mobilité, elle permet d'éviter les UHI (îlots de chaleur) de manière plus efficace. Le défi de la conception des espaces compacts qui ne génèrent pas d'UHI mérite qu'on y prête attention.
Cours ombragées.			Les zones ombragées sont efficaces, mais la conception doit donner la priorité à la ventilation naturelle, surtout dans les climats humides.
Éléments solides qui génèrent de l'ombre.			Appropriée et souhaitable pour les deux villes.
Éléments végétaux qui génèrent de l'ombre.			Comme les deux villes ont des étés humides, les espèces d'arbres doivent être soigneusement sélectionnées afin d'éviter une augmentation importante d'humidité. Alors que cette solution soit applicable pour les deux villes, elle est plus appropriée pour Cairns.
Orientation en fonction de la direction des brises/vents du Sud et de l'Est.			Appropriée et souhaitable pour les deux villes.
Ouvertures pour permettre la circulation de l'air.			Appropriée et souhaitable pour les deux villes.
Ouvertures, protection des vents chauds du Nord.			Appropriée et souhaitable pour les deux villes.



Stratégies d'aménagement bioclimatique	CNS [Am]	TSV [Aw]	Notes
Murs et sols froids <sup>2</sup> .			Townsville : Les matériaux légers pourraient rendre inconfortables les nuits fraîches.
Toits froids aux surfaces réfléchissantes.			Townsville : Les matériaux légers pourraient rendre inconfortables les nuits fraîches.
Murs et sols lourds.			Cairns : Les masses thermiques pour refroidir nécessitent des matériaux lourds qui pourraient gêner le passage de l'air.
Toits lourds.			Cairns : Les masses thermiques pour refroidir nécessitent des matériaux lourds qui pourraient gêner le passage de l'air.
Végétation.			Comme les deux villes ont des étés humides, les espèces des arbres doivent être choisies avec soin pour éviter une augmentation importante d'humidité. Ceci s'applique aux deux villes, mais est plus important pour Cairns.
Plans d'eau.			Les deux villes ont des étés humides et les plans d'eau augmentent l'humidité. Ceci s'applique aux deux villes, mais est plus important pour Cairns. Une solution possible pour Townsville – qui a des hivers très secs – serait l'organisation de zone(s) inondable(s) flexible(s) où l'eau serait retenue pendant la saison sèche.

Tableau 1 – Stratégies d'aménagement bioclimatique : pertinence pour Cairns et pour Townsville

<sup>2</sup> Les matériaux froids ont une réflectivité solaire élevée, ce qui réduit l'accumulation de chaleur en journée, ainsi qu'une émissivité thermique élevée qui, la nuit, permet la diffusion de la chaleur absorbée en journée. (Costanzo, 2016).

Bioclimatic design strategies	CNS [Am]	TSV [Aw]	Notes
Protect walking, sitting and leisure areas from rain and sun.	Green	Green	Suitable and desirable for both cities.
[Regional] Compact planning.	Yellow	Yellow	Australian regional cities have traditionally lower buildings and densities. Residential areas tend to be largely detached single-family houses. While this solution can compromise some sustainable mobility solutions, they are better for avoiding UHI. The challenge of designing compact spaces that do not generate significant UHI deserves attention.
Shaded courtyards.	Yellow	Yellow	Shaded areas are good, but the design has to prioritise cross ventilation, particularly in humid climates.
Solid shading elements.	Green	Green	Suitable and desirable for both cities.
Vegetated shading elements.	Yellow	Yellow	As both cities experience humid summers, tree species have to be chosen with care to avoid significant increase in humidity. While this is relevant for both cities, it is more significant for Cairns.
Orientation according to breeze/wind direction - South and east breezes.	Green	Green	Suitable and desirable for both cities.
Open spacing for breeze penetration.	Green	Green	Suitable and desirable for both cities.
Open spacing, protect from warm N winds.	Green	Green	Suitable and desirable for both cities.

Stratégies d'aménagement bioclimatique	CNS [Am]	TSV [Aw]	Notes
Cool <sup>1</sup> walls and floors.			Townsville: Light materials may make cooler nights uncomfortable.
Cool roofs with reflective surface.			Townsville: Light materials may make cooler nights uncomfortable.
Heavy walls and floors.			Cairns: Thermal mass for cooling imply heavy materials that may compromise airflow.
Heavy roofs.			Cairns: Thermal mass for cooling imply heavy materials that may compromise airflow.
Vegetation.			As both cities experience humid summers, tree species have to be chosen with case to avoid significant increase in humidity. While this is relevant for both cities, it is more significant for Cairns.
Water bodies.			Both cities experience humid summers and water bodies will increase humidity. While this is relevant for both cities, it is more significant for Cairns. A possible solution for Townsville – which experience very dry winters – would be to have flexible floodable area[s] that is/are kept with water during the dry season.

Table 1 – Bioclimatic design strategies suitability to Cairns and Townsville

<sup>1</sup> Cool materials have high solar reflectance reducing heat gains during daytime, and high thermal emissivity that enables dissipation of the heat absorbed throughout the day during night (Costanzo, 2016).

## 5. CONCLUSION

Les conditions climatiques dans le Nord et dans le Sud de l'Australie sont clairement différentes, mais les stratégies d'aménagement adoptées à travers l'Australie sont similaires. Cependant, dans les villes de Cairns et de Townsville, qui sont géographiquement proches, les connaissances empiriques locales indiquent que ces villes sont très différentes du point de vue climatique. Cette étude visait à démontrer que même pour les villes proches et techniquement situées dans des zones climatiques similaires, les meilleures stratégies d'aménagement à des fins bioclimatiques peuvent varier.

Le tableau psychrométrique est un outil puissant qui indique les conditions de confort sur une période prédéterminée et permet d'y superposer les stratégies les plus appropriées à appliquer aux structures bâties. Bien que ces stratégies soient centrées sur les espaces intérieurs, elles peuvent également fournir des informations importantes sur les meilleurs matériaux à utiliser dans les espaces publics, les périodes et les lieux pour l'utilisation de l'eau pour le refroidissement par évaporation, etc.

Ce travail a mis en lumière des considérations importantes et des stratégies plus appropriées que d'autres à appliquer à des endroits spécifiques, mais il reste encore beaucoup de travail à faire dans ce domaine. D'autres recherches à effectuer comprennent, mais ne se limitent pas à :

- *La Dynamique des Fluides par Ordinateur (CFD)*, qui peut contribuer à tester des stratégies d'aménagement, permettant d'évaluer les variations potentielles des régimes de vent et des températures de rayonnement dans différentes zones des villes. Il est important de mesurer les conditions existantes, mais l'aménagement doit reposer sur les performances futures des environnements nouveaux ou modifiés.

## 5. CONCLUSION

Climate conditions in northern and southern Australia are clearly different, but design strategies adopted in all Australia are similar. Cairns and Townsville, however, are geographically close, but even then, local empirical knowledge tells these cities are significantly different climate-wise. This study aimed at demonstrating that even for cities located close by and technically within similar climate zones, best design strategies for bioclimatic purposes may vary. The psychrometric chart is a powerful tool that indicates the comfort conditions of a pre-determined period of time and allows it to be overlaid with the most appropriate strategies regarding built structures. While these strategies are focused on indoor spaces, they can also provide important insights into best materials to be used in public spaces, when and where to use water for evaporative cooling and so forth.

This work has shed light into important considerations and strategies that are more appropriate than others for specific places, but there is still plenty of work to be done in this area. Further needed research include but is not limited to:

- *Computer Fluid Dynamics (CFD)* as it can help test design strategies to allow for the assessment of potential variations of wind patterns and radiant temperatures in different areas of the cities. Measurements of existing conditions are important, but design needs to be informed about future performance of new or modified environments.

- *Des tests pour mesurer la performance des matériaux locaux* dans des conditions climatiques spécifiques.
- Une analyse des *performances thermiques de différentes couvertures végétales* et d'espèces d'arbres pour des sites et des climats spécifiques, y compris leur potentiel de croissance et leur résilience.
- Des études portant sur *d'autres villes et régions climatiques* à travers une analyse d'ensembles de données climatiques riches et de stratégies bioclimatiques possibles pouvant être appliquées dans des espaces publics. Des études comme celle-ci seraient importantes pour rendre ces villes plus résilientes sur une planète plus chaude à l'avenir, en particulier sous les tropiques.
- Élaboration de *stratégies visant à optimiser les aménagements et dispositions de planification* en incorporant des directives visant à générer des résultats tels que le ratio largeur / hauteur de rue approprié, une augmentation de la densité afin d'atténuer les futures contributions au changement climatique, la création d'une morphologie urbaine suffisamment perméable pour permettre la circulation des piétons et suffisamment poreux pour permettre la circulation des vents.
- *Testing of locally sourced materials'* performance in specific climatic conditions.
- *Analysis of thermal performance of different vegetated ground cover and tree species* for specific locations and climates, also including their growth potential and resilience.
- Investigation of *other cities and climatic regions* through the analysis of rich climate datasets and possible bioclimatic strategies that can be translated to the public spaces. Studies like this would be significant to make these cities more resilient in a future warmer planet, particularly in the tropics.
- Development of *strategies to optimise planning schemes and provisions* by incorporating guidelines to generate outcomes such as appropriate street width/height ratio, increasing density to help mitigate future contributions to climate change, creation of an urban morphology that is permeable enough for people on foot and porous enough for the wind to flow.

Enfin, il serait également intéressant de créer une stratégie Green Star ou équivalente *LEED* pour évaluer la performance thermique des espaces publics sur la base des stratégies indiquées ci-dessus et par le Tableau 1. Bien que les systèmes d'évaluation des bâtiments tiennent compte des gains thermiques, ces systèmes sont souvent établis sur une base plus empirique et moins scientifique que les certifications des constructions, remettant en question leur efficacité. De plus, ces systèmes sont le plus souvent axés sur l'évaluation de la performance en matière de durabilité et incluent des critères qui ne sont pas directement liés à la performance thermique, tels que les supports à vélos, les fontaines à eau, etc. Ce sont des éléments extrêmement importants dans un environnement urbain, où la santé et le bien-être ont une importance primordiale. Mais ils faussent le résultat en ce qui concerne les performances thermiques des espaces publics.

Cette étude est un premier pas vers une meilleure compréhension de l'urbanisme tropical basé sur des stratégies d'aménagement bioclimatique consolidées. Les résultats démontrent que même de légères variations dans les données climatiques peuvent générer différentes stratégies pour une meilleure performance thermique des espaces publics. En outre, une conception éclairée des bâtiments et des espaces publics ouverts qui les entourent peut contribuer au processus d'adaptation des villes aux pressions climatiques actuelles, à la réduction de leur consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre et au renforcement de la résilience des communautés lors de catastrophes naturelles liées à la chaleur.

## 6. REMERCIEMENTS

Une première version de ce travail avait été présentée à la Conférence Rurale et Régionale de l'Institut Australien d'Urbanisme à Cairns (Queensland, Australie) en septembre 2019. L'auteur souhaite également remercier le Dr Anir Upadhyay pour sa contribution. Le Dr Upadhyay a partagé des données climatiques et a contribué à la production et à la révision des tableaux psychrométriques.

Finally, it would also be interesting to create a Green Star or LEED equivalent strategy to evaluate the thermal performance of public spaces based upon the strategies mentioned above and on Table 1. While building rating systems include thermal gains, they are frequently taken from a more empirical and less scientific approach than building certifications, putting their efficiency in question. Moreover, these systems are most commonly focused on rating sustainability performance and include criteria that is not directly related to thermal performance, such as bike racks, water fountains and so forth. These are extremely important elements of an urban environment that generates overarching health and wellbeing, but they distort the result regarding the thermal performance of public spaces.

This study demonstrated a first step towards a better understanding of tropical urbanism based on consolidated bioclimatic design strategies. Results show that even slight differences in climate data can generate different strategies for a better thermal performance of public spaces. Moreover, an informed design both of buildings and the public open space surrounding them, can help cities adapt to current climatic pressures, reduce energy consumption and greenhouse gas emissions, and make communities more resilient in the event of heat-related natural disasters.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

An earlier version of this work was presented at the Planning Institute of Australia Rural and Regional Conference in Cairns (Queensland, Australia) in September 2019. The author would also like to acknowledge Dr Anir Upadhyay contribution. Dr Upadhyay shared climate data and helped to generate and review the psychrometric charts in Psych.

## BIBLIOGRAPHY

ABREU-HARBICH, L. V. de, & LABAKI, L. C., "Evaluation of the radius of influence of different arboreal species on microclimate provided by vegetation". In *PLEA 2008 – Conference Proceedings*. Dublin - Ireland: University College Dublin, 2008

ABREU-HARBICH, L. V. de, LABAKI, L. C., & Matzarakis, A. "Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics". *Landscape and Urban Planning*, 138, 2015 : 99–109.

BEDFORD, T., *Basic principles of heating and ventilation*. London: H.K. Lewis Ltd, 1964

BROWN, R. D., *Design with microclimate: the secret to comfortable outdoors spaces*. Washington, USA: Island Press, 2010

BROWN, R. D., & GILLESPIE, T. J., *Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency*. New York, US: John Wiley & Sons Inc, 1995

Bureau of Meteorology. [n.d.-a]. Climate of Cairns. Retrieved February 25, 2019, from <http://www.bom.gov.au/qld/cairns/climate.shtml>

Bureau of Meteorology. [n.d.-b]. Climate of Townsville. Retrieved September 10, 2019, from [http://www.bom.gov.au/qld/townsville/climate\\_Townsville.shtml](http://www.bom.gov.au/qld/townsville/climate_Townsville.shtml)

CARMONA, M., TIESDELL, S., HEATH, T., & OC, T., *Public Places - Urban Spaces*. Taylor & Francis, 2010

Climate Change & Infectious Diseases Group. (2019). World Maps of Köppen-Geiger Climate Classification. Retrieved September 10, 2019, from <http://koepfen-geiger.vu-wien.ac.at/>

Commonwealth of Australia. (2019). Nationwide House Energy Rating Scheme (NatHERS). Retrieved September 9, 2019, from <http://www.nathers.gov.au/>

- Department of Environment and Energy. (2013). HVAC Energy Breakdown. HVAC HESS. Retrieved from <https://bit.ly/2m6w5e6>
- EISENBEISS, K., The SDGs go local! Why cities need to engage in integrated urban development, 2016, Retrieved May 16, 2019, from <https://bit.ly/2ktwK69>
- ERELL, E., "The application of urban climate research in the design of cities". *Advances in Building Energy Research*, 2(1), 2008 : 95-121. <https://doi.org/10.3763/aber.2008.0204>
- FANGER, P. O., *Thermal comfort: Analysis and application in Environmental Engineering*. Copenhagen, Denmark: Danish Technical Press, 1970
- FarmOnline. (n.d.-a). Cairns Ap climate. Retrieved September 5, 2019, from <http://www.farmonlineweather.com.au/climate/station.jsp?lt=site&lc=31011>
- FarmOnline. (n.d.-b). Townsville Ap climate. Retrieved September 5, 2019, from <http://www.farmonlineweather.com.au/climate/station.jsp?lt=site&lc=32040>
- GIVONI, B., "Climatic aspects of urban design in tropical regions". *Atmospheric Environment. Part B, Urban Atmosphere*, 26(3), 1992 : 397-406.
- GIVONI, B., *Passive Low Energy Cooling of Buildings*. Milton, Australia: John Wiley & Sons Australia Ltd, 1994
- International Energy Agency. (2019). Energy Efficiency: Buildings. Retrieved September 21, 2019, from <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/buildings/>
- KÖTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., & RUBEL, F., "World map of the Köppen-Geiger climate classification updated". *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 2006 : 259-263.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., & PEREIRA, F. O. R., *Eficiência Energética na Arquitetura* (3rd edition). São Paulo: Procel Eletrobras, 2014
- OLGYAY, V., *Design With Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press, 2015
- RAJAPAKSHA, U., & HYDE, R., "Barriers to and opportunities for advanced passive cooling in sub-tropical climates". *Architectural Science Review*, 55(1), 2012 : 49-60.
- REARDON, C., & DOWNTON, P., *Passive Design: Design for Climate. Your Home.*, 2013, Retrieved from <https://bit.ly/1PMHblu>
- SANTAMOURIS, M., "Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments". *Solar Energy*, 103, 2014 : 682-703.
- SILVA, H. da C., KINSEL, L. S., & TAVARES, S. G., "Climate analysis and strategies for bioclimatic design purposes". In PLEA 2008 - *Conference Proceedings*. Dublin - Ireland: University College Dublin, 2008
- SPECK, J., *Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at a Time*. New York, NY, USA: North Point Press. Kindle Edition, 2012
- TAVARES, S. G. (2018). Public Microclimates: Thermal Outdoor Expectations in Post-Earthquake Christchurch (New Zealand). In S. Roesler & M. Kobi (Eds.), *The Urban Microclimate as Artifact: Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity* Birkhäuser, 2018 : 82-100.
- Townsville City Council. (2009). *Orientation for Townsville Homes*. Townsville, Australia. Retrieved from <https://bit.ly/2m31kqJ>
- UPADHYAY, A. K., "Climate information for building designers: a graphical approach". *Architectural Science Review*, 61(1-2), 2018 : 58-67.



**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA CONFÉRENCE DU DR. SILVIA TAVARES**  
**« ESPACES PUBLICS SENSIBLES AU CLIMAT SOUS LES TROPIQUES : UNE APPROCHE URBAINE**  
**BIOCLIMATIQUE »**

**Claire Parin**

C'est un problème énorme et je pense que la relation entre la planification et la conception urbaines, puis entre la conception urbaine et l'architecture dépend beaucoup des réglementations des différents pays, donc très difficile à appliquer d'un endroit à un autre, mais vous avez de l'expérience au Brésil, peut-être en France, je ne sais pas ... peut-être en Europe et en Australie. Pourriez-vous nous dire ce que vous pensez des possibilités dans ces trois pays ?

**Silvia Tavares**

Mon expérience en Europe n'était pas en France mais en Allemagne. L'Allemagne a une très bonne politique en matière de respect de la circulation de l'air, ce dont nous ne parlons même pas en Australie, en partie parce que les villes sont si peu densément peuplées qu'on suppose qu'il n'y a pratiquement pas de perturbation en termes de qualité. Au Brésil, je pense que nous sommes encore très en retard dans ce domaine. Il est difficile de comparer les priorités dans les pays en voie de développement, mais il existe des façons d'envisager la planification en termes de zonage, non seulement en termes d'utilisation des sols, mais en termes de hauteur des bâtiments, en identifiant la direction des brises et en s'assurant qu'à l'avenir on ne va pas construire à cet endroit, que les brises ne vont pas être détournées, comme l'exemple de Marrakech que j'ai montré. Au Brésil, une chose qui a été faite plus récemment concerne plutôt le code de la construction. Il s'agit de la couleur, même pas la couleur, mais plutôt le fait de rendre les surfaces réfléchissantes. Peter a mentionné ce matin qu'il est entendu que nous devons mettre du béton blanc et des toits blancs partout, parce que ce sont les meilleurs moyens de réfléchir la lumière. Il y a une part de vérité à cela : ce sont de très bons éléments réfléchissants. Cependant, nous n'avons pas besoin de mettre du blanc partout. De nos jours, il y a des peintures noires qui ont des sphères à l'intérieur de leur composition et elles reflètent aussi beaucoup de cette lumière. Et ils sont bien meilleurs en termes de santé, car ils ne provoquent pas d'éblouissement, etc. C'est donc quelque chose qui s'est fait dans la construction des habitations au Brésil récemment, donc il y a beaucoup de possibilités différentes, je pense.

**Karine Dupré**

J'ai une question concernant l'habitabilité. La question concerne la manière dont on profite de la ville. Parce que lorsque nous parlons de confort, bien sûr, l'idée sous-jacente est que tout le monde aime être dans l'espace public et que tout le monde veut être dans l'espace public. Mais nous savons tous que dans les villes australiennes, ce n'est pas toujours faisable. Alors comment pensez-vous, grâce à vos études, pouvoir développer cet aspect, afin que les politiciens puissent comprendre que ce facteur de qualité de vie peut être lié au confort.

**Silvia Tavares**

Oui, il y a des villes, des cultures, qui sont plus axées sur les gens et qui utilisent davantage les espaces publics et les espaces publics jouent un rôle différent. L'Australie et la Nouvelle-Zélande, dont j'ai fait l'expérience, je peux en parler, comme d'autres pays anglo-saxons. Mais en Australie et en Nouvelle-Zélande, les villes sont très axées sur le lieu, de sorte que la relation au lieu est beaucoup plus forte que la relation avec les gens qui utilisent cet espace, donc l'endroit doit être très propre et bien entretenu pour que les gens puissent l'utiliser. Ceci étant dit, l'un des moteurs derrière cela, l'élément qui attire les gens, tout en créant ou non l'espace social, devrait être la viabilité économique des villes. Nous avons besoin de gens dans les rues. Nous avons besoin de ces achats impulsifs. Nous avons besoin de gens qui achètent des choses et qui font fonctionner l'économie locale. Nous avons besoin de zones piétonnes où je n'ai pas à penser que je vais sauter dans ma voiture, aller au café du coin et garer ma voiture à nouveau. Je marche dans la rue, je sens l'odeur du café et j'achète un café. Nous devons prendre en compte les différentes cultures, car les endroits qui vont attirer les gens doivent répondre à la culture. Par exemple, je suis du Brésil et au Brésil nous allons à des endroits pour les gens qui s'y trouvent. Il faut qu'il y ait des gens et il faut qu'il y ait de l'animation. S'il n'y a pas d'animation, peu importe si c'est beau : nous n'allons pas rester seuls dans ces endroits. En Nouvelle-Zélande, c'est le contraire. Mais nous avons toujours besoin de ces personnes pour utiliser ces espaces, donc tout commerce dans le quartier va les attirer. Il y a une étude qui a été faite sur Times Square à New York et on a fermé la rue aux voitures et cela a augmenté les bénéfices commerciaux de 72%, grâce au fait que les rues sont devenues piétonnes, donc il y a un avantage économique aux endroits accessibles à pied. Alors, quel est le rôle du climat dans tout ça ? Que signifie « être accessible à pied » sous les tropiques ? Peu importe que nous ayons un environnement très beau, très agréable, si c'est inconfortable, les gens ne vont pas s'y promener. Le climat est donc à nouveau sous-estimé dans cette équation de l'économie.

**Richard Hyde**

J'étais très intéressé par votre point de départ sur la notion du bioclimatique. Quelques questions : Je pense que l'un des scénarios que nous commençons à proposer est l'idée de la ville compacte, qui est une proposition très intéressante dans la mesure où nous devons commencer à construire des densités beaucoup plus grandes, avec une empreinte beaucoup plus petite pour les bâtiments. Si nous essayons d'aller un peu plus loin dans cette proposition et de commencer à explorer l'effet que ceci pourrait avoir sur le mode de vie des gens, je pense que nous nous trouvons face à une question tout à fait pertinente. Je pense que c'est ce que vous tentiez de démontrer dans votre article : savoir comment concevoir la ville compacte. Les villes australiennes ont toujours été à l'opposé. C'est donc un grand défi pour nous d'essayer de réaliser cela. La conception bioclimatique doit être mise en perspective en termes de politique et de développement : c'est la façon dont vous les intégrez ensemble, comme nous l'avons vu dans les présentations précédentes, pour faire une ville viable.

Si nous essayons d'analyser cette proposition, je pense que nous pourrions commencer à être en mesure de traiter certains des problèmes, comme l'utilisation de la voiture et ainsi de suite. Pour continuer dans cette voie, au fur et à mesure que vous progressez dans la chaîne vers l'espace urbain, je sais que Cairns a mis en place une politique d'augmentation de la quantité d'espaces verts dans la ville, afin de traiter la question de la ville compacte. Comment cela se passe-t-il ? Y a-t-il eu des études d'impact sur ce sujet ? Ont-elles eu du succès ? Y a-t-il eu des recherches ou des retours sur ce sujet ?

**Silvia Tavares**

Pouvez-vous juste clarifier ce que vous entendez par l'augmentation de la verdure à Cairns. Voulez-vous dire au niveau du sol ?

**Richard Hyde**

Cairns a en fait mis en place toute une politique d'augmentation des espaces verts dans la ville, pour y attirer des gens et faire face au problème des îlots de chaleur. Je me demande s'il y a eu des études externes sur le confort thermique pour ce type de bâtiment, pour évaluer son efficacité.

**Silvia Tavares**

Voulez-vous dire sur la base de l'urbanisme tropical... ?

**Richard Hyde**

Il y a eu une série de lignes directrices qui traitent des stratégies bioclimatiques qu'ils ont essayé de mettre en œuvre. Je me demandais s'il y a eu des recherches pour tester l'efficacité de cela.

**Silvia Tavares**

Il n'y en a pas eu et je dirais que Cairns n'y est pas encore parvenu. Ils ne l'ont pas encore suffisamment mis en œuvre, parce que leur politique est relativement récente. Il y a quelques parcs et quelques rues où la quantité de végétation a été augmentée, mais cette végétation est encore assez petite, assez basse. Ils sont en train de modifier certaines rues maintenant, mais ce n'est pas assez. Il y a une rue à Cairns qui a été transformée en rue piétonne et cette rue est censée relier l'esplanade au centre commercial principal de Cairns et elle a été entièrement transformée en rue piétonne et il y a des arbres et des jardins. Je parlais à quelqu'un du Conseil Municipal et cette dame a dit: «Nous ne savons pas pourquoi, mais c'est un échec total. Personne ne marche dans la rue. Vu de l'extérieur, c'est quelque chose dont nous parlions l'autre jour ... vu de l'extérieur, c'est évident. C'est une rue qui relie l'esplanade à nulle part, car la piétonisation n'arrive pas à ce centre commercial, donc en termes de ce que cet espace vert a ajouté, il n'y a pas assez de gens qui l'utilisent. Il y a le parc Munro Martin, qui est celui que j'ai montré sur la photo avec cette structure verte. Le parc Munro Martin est un très beau parc, mais il est très axé sur les équipements, donc il y a une scène et un parc pour les familles, mais il n'a pas d'écosystème en termes de gestion des eaux pluviales ou autre, donc je pense qu'une chose qui manque à Cairns - et à Townsville également - c'est une approche du paysage basée sur les services écosystémiques. Quels sont donc les multiples couches et les multiples services que les espaces verts et les rues vertes peuvent fournir ?

**Aude Guideboeuf**

En France métropolitaine, on est champion de la planification, on a des documents multiples et variés qui encadrent l'urbanisme. On a un code de l'urbanisme énorme, mais on a une trame verte, une trame bleue, pas encore une trame éolienne... Le gouvernement lance aussi des cycles d'expérimentations, de quartiers nouveaux où l'on va expérimenter, de nouvelles formes d'urbanisme... Existe-t-il des choses comparables en Australie ou dans les pays dans lesquels vous avez travaillé ?

**Silvia Tavares**

En termes de conception bioclimatique, en termes d'amélioration du microclimat, non, ni à Cairns ni à Townsville. Une chose qui a été faite récemment à Cairns, c'est tout un développement basé sur la conception urbaine sensible à l'eau. Il n'est pas basé sur l'utilisation des plans d'eau et des systèmes d'eau pour améliorer le microclimat, mais sur l'utilisation de la conception urbaine pour filtrer l'eau avant le ruissellement, avant que l'eau de la ville ne retourne à la Grande Barrière de corail, qui se trouve juste à l'extérieur de Cairns. Un problème qui est survenu avec ce développement particulier est que pour que quelque chose comme ça fonctionne, il doit y avoir une approche d'urbanisation où toutes les sous-divisions autour sont connectées et vous pouvez vous assurer que l'eau est filtrée jusqu'à la fin, jusqu'à ce qu'elle arrive à l'océan. Et puis nous avons subi des coupes budgétaires et cela ne s'est pas réellement produit, donc dans cet état spécifique du développement, cela fonctionne très bien, mais à l'heure actuelle ce n'est pas aussi bien planifié qu'il ne devrait l'être. Voilà où on en est à l'heure actuelle.

**Nicolas Lebunetel**

On prône beaucoup la ville dense et la densification de la ville. La ville c'est un endroit dans lequel on aime vivre ou on aimerait vivre. Et en même temps on prône le développement du paysage, du végétal dans cette même ville dense. N'y a-t-il pas un paradoxe entre la forme urbaine de la ville très intense et très dense et le développement d'un paysage à pratiquer ? Et est-ce que finalement à Singapour ou en Australie ça n'interroge pas la question de la mobilité et la réversibilité de l'espace public ou même plus loin de certains bâtiments ?

**Silvia Tavares**

Merci pour votre question. C'est une réponse à un million de dollars et je pense que nous ne l'avons pas. Les deux principales théories ou façons de penser les villes à l'heure actuelle sont le nouvel urbanisme et l'urbanisme paysager. Ce sont les deux principaux axes de réflexion en ce moment. Le nouvel urbanisme consiste essentiellement à créer des centres compacts et le nouvel urbanisme paysager consiste à utiliser le paysage comme infrastructure pour que les villes se développent de manière bio-phytique. C'est ça la question : plus les villes sont vertes, plus elles sont étalées parce que les espaces verts, la verdure, ça prend de la place, donc en disant cela, nous ne pouvons pas nous permettre d'avoir trop d'espaces verts, mais vous savez que nous avons New York. New York possède le magnifique Central Park et c'est l'une des villes les plus denses de la planète. Maintenant, comment pouvons-nous nous assurer qu'au niveau de la rue, vous avez encore suffisamment d'arbres et de végétation pour fournir cette ombre ? Une chose qui pourrait se produire, par exemple, serait que l'on plante plus de végétation au niveau du sol et que les éléments qui fournissent de l'ombre soient des éléments construits, car alors nous n'avons pas ce problème d'humidité accrue et ces arbres ne prennent pas autant d'espace et nous pouvons utiliser cette végétation au sol comme jardins ou autre chose, pour de multiples services. Mais oui, il y a la question de savoir quel est le pourcentage acceptable d'espaces verts dans un certain environnement urbain que nous voulons refroidir, mais qui ne va pas générer cet étalement indésirable.

En termes de mobilité, bien sûr, tout cela est lié. Il y a des études qui disent que pour que les transports en commun soient réalisables, même pas réussis, mais réalisables, nous avons besoin d'une certaine de personnes par hectare, c'est-à-dire d'avoir suffisamment de personnes pour utiliser un bus quand le bus arrive. Maintenant, en Australie, nous avons des pâtés de maisons de 200 par 100 avec une dizaine de maisons, donc c'est 25 personnes pour deux hectares. Nous avons 12,5 personnes dans un hectare. Pour que les transports en commun se concrétisent, nous avons besoin de 100, alors devons-nous augmenter la densité ? Nous faisons beaucoup d'efforts. Nous mettons en place des tramways, nous augmentons les lignes de bus. Nous faisons beaucoup d'efforts, mais les bus sont toujours vides car il n'y a pas assez de gens au même endroit. Et j'ai entendu des commentaires, des gens qui disaient : «Vous avez toutes ces bonnes idées, mais ça ne marchera jamais ici, parce que nous n'avons pas assez de gens, nous n'avons pas le nombre. » Nous parlons de villes ayant 350 000 habitants, 200 000 habitants. Nous avons donc les nombres mais nous n'avons pas les nombres au même endroit. Nous utilisons donc les infrastructures déjà mises en place au départ. Alors, quelle est la solution ? On doit en quelque sorte créer une ceinture. Les villes vont continuer de croître et maintenant vous allez croître à l'intérieur de cette ceinture. Ça a déjà été fait par le passé, en Angleterre. Portland l'a fait. Il a fallu 50 ans pour que ça fonctionne, mais c'est la seule façon. Ça prend du temps. Nous ne pouvons pas nous débarrasser des villes existantes et recommencer. Ce que nous pouvons faire, c'est de nous assurer que ce qui se fait désormais se fera de manière plus durable et plus efficace. Donc, ce n'est pas réversible, mais à long terme, nous pouvons réellement l'améliorer.

### **Claire Parin**

À propos de la conversation que nous avons eue sur la création de lieux, car c'est lié, ce dont vous parlez, c'est de la question de la densité et du confort des espaces ouverts. Jane Jacobs l'a traitée dans les années 70. Elle se demandait comment les espaces urbains pouvaient fonctionner et pourquoi ils fonctionnaient et la criminalité est un élément très important. Mais elle a également déclaré qu'un certain nombre d'autres paramètres tels que la densité et la mixité et la construction progressive, etc. étaient importants. Je l'ai rencontrée en 2000 et lui ai demandé : « Que pensez-vous de la densité ? » Elle vivait à Toronto, elle ne vivait plus à Greenwich Village, où la densité est très élevée, et elle a dit : « J'avais défini des normes, des ratios dans mon célèbre livre, mais maintenant je ne pense pas qu'il faut le faire. Maintenant, je vis à Toronto et la densité est beaucoup moins élevée en banlieue et je ne pense pas que ce soit le paramètre à appliquer dans cet environnement culturel. Je pense que cette question de la culture, de l'acceptabilité et de la manière d'établir une hiérarchie des valeurs est également très importante. Nous ne pouvons pas simplement parler du climat.

**Silvia Tavares**

Je pense que je parle ici à un public en grande partie européen et c'est assez différent quand on en parle en Australie. En Amérique du Sud, nous suivons les traditions européennes de planification urbaine et nous parlons également du fait de marcher dans la rue. On parle de l'odorat, de l'ambiance et tout ça. Tout ceci est inconnu en Australie. L'autre jour, je parlais à une amie qui m'a dit: « Je n'y ai jamais pensé, mais je n'ai jamais marché dans la rue. » Il n'y a pas de connexion avec la rue. En Australie, vous marchez du point A au point B, vous ne marchez pas pour profiter de la rue. Dans l'enseignement de la planification urbaine et de la conception, c'est vraiment difficile, parce que nous parlons de l'augmentation de la densité et les gens pensent à Hong Kong et à Singapour. J'ai eu cette conversation plusieurs fois en disant qu'à New York il y a la densité et c'est durable. Paris est deux fois plus dense que New York, Barcelone est deux fois plus dense que Paris et ce ne sont pas des villes construites à la verticale. C'est juste la façon dont nous voyons les choses et comment nous créons ces espaces qui vont générer la vie dont nous avons besoin dans la rue. Il est difficile d'en parler lorsque les gens n'ont pas eu cette expérience, donc dans notre domaine, dans notre discipline, voyager implique un travail sur le terrain et nous devons prendre nos étudiants et faire du travail sur le terrain et leur dire : « Allez découvrir l'Europe et nous en parlerons quand vous serez revenus. » C'est donc une approche différente.

**EXCHANGES WITH THE PUBLIC  
FOLLOWING THE CONFERENCE OF DR. SILVIA TAVARES  
«CLIMATE RESPONSIVE PUBLIC SPACES IN THE TROPICS : A BIOCLIMATIC DESIGN APPROACH »**

**Claire Parin**

It's a huge issue and I think that the relationship between planning and urban design and then urban design and architecture is very dependent on the different countries' regulations, so very difficult to apply from one place to another but you have experience in Brazil, maybe in France, I don't know maybe in Europe and in Australia, so could you tell us what you think about the possibilities in those 3 countries?

**Silvia Tavares**

My experience in Europe is not in France, it's actually in Germany. Germany has very good policies in term of protecting breeze channels, which in Australia is something which we don't even talk about, partly because the cities are so low-density that it's assumed that there's hardly any disturbance in terms of quality. In Brazil, I guess we are still very behind on that. It's hard to compare the priorities in developing countries, but there are ways of looking at planning in terms of zoning, in terms of height of buildings, not only land use, but in terms of height of buildings, identifying where the breezes are and making sure that in the future it's not going to be built, it's not going to be diverted, like the example of Marrakesh that I showed. So, in Brazil one thing that has been done is more in terms of building code recently. It's the colour, it's not even the colour, it's how reflective the surfaces have to be, so Peter mentioned this morning that there's an understanding that we have to put white concrete and white roofs everywhere because they are the best for reflecting and they are the best reflecting elements. There is a truth to that: they are very good reflecting elements. However, we don't need to put white everywhere. There are black paints these days that have spheres on them inside of the composition and it will reflect a lot of that light as well. And they're much better in terms of health because they don't cause glare and so on, so that is something that has been done in building homes in Brazil recently, so there are many different dimensions, I guess.

**Karine Dupré**

I have a question regarding the liveability. The question is 'How do you enjoy the city?' Because when we are talking about comfort, of course the underlying statement is that everyone enjoys being in the public space and everyone wants to be in the public space, but we all know that in the Australian cities that might not be feasible, so how do you think that you, through your studies that you could develop this aspect so that the politicians might understand that this liveability factor that might be pulling the comfort.

**Silvia Tavares**

Yes, there are some cities, some cultures that are more people-driven and use more the public spaces and the public spaces have a different role. Australia and New Zealand, which I have experienced, I can talk about and other Anglo-Saxon countries, but Australia and New Zealand are very much place-based, so that their relationship to place is much stronger than the relationship with the people that are using that space, so the place has to be pristine and manicured for them to use it. In saying that, one of the main things that should drive that, the reason for attracting people while creating the social space or not, is the economic viability of the cities. We need people in the streets. We need that impulse buy. We need people buying things and moving the local economies. We need walkable neighbourhoods where I don't have to think I'm going to jump in my car, go to that café in that corner and park my car again. I'm walking in the street and I smell the coffee and I buy a coffee. Now we do need to take into account the different cultures, because the places that are going to attract those people have to respond to the culture, so for example, I'm from Brazil and in Brazil we go to places because of the people. People have to be there and it has to be busy. If it's not busy, it doesn't matter how beautiful it is: we're not going to be alone in those places. New Zealand is the opposite. But we still need those people to use those spaces, so any business that is around will make that. There's a study that was done about Times Square in New York and they closed the street to cars and it increased business profit by 72%, because of walkability, so there's an economic benefit to a place being walkable. So how does the climate play in that? What does it mean to be walkable in the tropics? It doesn't matter if we have a very beautiful, very nice environment, if it's uncomfortable, people are not going to walk there. So the climate is again underrated in that equation of economy.

**Richard Hyde**

I was very interested in your bio-climatic starting point. A couple of questions: I think one of the scenarios that we're beginning to put forward is the idea of the compact city, which is a very interesting proposition in that we have to start to build a lot greater densities, with a lot smaller footprints of the buildings. If we try to take that proposition a bit further and begin to explore how that might impact on the lifestyle, I think we've got a reasonable question. I think that's what you were trying to argue in your paper, it's about how to inform compact cities. Australian cities have always been the opposite of that, so it's a great challenge for us to actually try and achieve that. The bio-climatic has to be put into perspective as regards policy and development: it's how you integrate those together, as we've seen in previous presentations, to make a workable city.



I think if we try to explore that proposition, I think we might start to be able to deal with some of the issues like car usage and so on. Just to continue with that line of inquiry, as you move down the chain into urban space, I know that Cairns has brought in a policy of actually increasing the amount of green space in the city as a way of attacking the problem of the compact city. How does that occur? Are there any impact studies on that? Has it been successful? Is there any research or feedback on that.

**Silvia Tavares**

Can you just clarify what you mean about Cairns increasing greenery. Do you mean at ground level?

**Richard Hyde**

Cairns has actually introduced a whole policy of increasing green space in the city to attract people there and to deal with the heat island problem. I wonder if there have been any external thermal comfort studies done on that kind of building to evaluate the effectiveness.

**Silvia Tavares**

Do you mean based on the tropical urbanism provision ... ?

**Richard Hyde**

There has been a series of guidelines which deal with bio-climatic strategies which they've been trying to implement. I was wondering whether there had been any research to test the effectiveness of that.

**Silvia Tavares**

There isn't and I'd say that Cairns hasn't got there yet in terms of having got enough of that implemented because their policy is reasonably new. There are a couple of parks and some streets where the vegetation has been increased, but this vegetation is still quite small, quite low. They are changing some streets now, but there isn't enough. There's one street in Cairns that was turned into a pedestrian street and that street is meant to connect the esplanade to the main shopping centre in Cairns and that was all pedestrianized and there are trees and gardens and I was talking to someone in the Council and this lady said 'We don't know why it's an epic fail. No one walks in the street and looking from outside it's something we were talking about the other day... looking from outside it's obvious. It's a street that links the esplanade to nowhere, because the pedestrianisation doesn't get to that shopping centre, so in terms of what that green space added, there aren't enough people using it. There is the Munro Martin park, which is the one I showed on the photo with that green structure. Munro Martin Park is a very nice park, but it's very much amenity focused, so there's a stage and there's a park for families, but it doesn't have any ecosystem so in terms of stormwater management or anything else, so I think that's one thing that Cairns is missing – and Townsville as well – that's an approach to the landscape that is based on ecosystem services. So what are the multiple layers and multiple services that green spaces and green streets can provide?

**Aude Quideboeuf**

In Mainland France, we really tend to plan everything, with a whole range of documents covering urban planning. We have a huge urban legal code: we have set up a green grid, a blue grid, but we haven't yet developed a wind grid. The government has also launched a series of experimental projects, with innovative neighbourhoods where new types of urban planning will be tried out. Does anything similar exist in Australia or in the other countries where you have worked?

**Silvia Tavares**

In terms of bio-climatic design, in terms of improving micro-climate, no, not in Cairns or in Townsville. One thing that has been done in Cairns recently is a whole development that was based on water-sensitive urban design, so it wasn't focused on using water bodies and systems to improve micro-climate, it was based on using urban design to filter before the run off, before the water from the city goes back into the Great Barrier reef which is just outside Cairns. An issue that arose with that particular development is that for something like that to work, it has to be a planning approach where all the sub-divisions around are connected and you can make sure that the water is filtered all the way to the end until it gets to the ocean. And then we had funding cuts and it didn't actually happen, so in that specific development it works very well, but it's not as well planned at the moment as it should be. So that's as close as we got there.

**Nicolas Lebunetel**

Dense cities and city densification are often advocated these days. People like living and would like to live in an urban environment. But at the same time we advocate the development of the landscape, of green spaces in the very same dense city. Isn't there a contradiction between the urban form of the very intense and very dense city and the development of green landscapes? And finally, in Singapore or Australia, doesn't that raise the question of the mobility and reversibility of public spaces or – even further – of certain buildings?

**Silvia Tavares**

Thank you for your question. That's a one million-dollar answer that I think we don't have. The two main theories or ways of thinking cities at the moment are new urbanism and landscape urbanism. They are the two main lines of thinking at the moment. Essentially new urbanism is about creating compact centres and new landscape urbanism is about using the landscape as an infrastructure for the cities to develop in a bio-phytic way. That's the issue: the greener the cities are the more spread out they are because green spaces, greenery take space, so in saying that we can't afford having too many green spaces and you know we have New York. New York has beautiful Central Park and it's one of the densest cities on the planet. Now how do we make sure that at street level you still have enough trees and vegetation to provide that shade? One thing that might need to happen for example is to have more vegetation at the ground level and the elements that provide shade to be built, because then we don't have this issue of increased humidity and those trees don't take so much space and we can use that ground vegetation as gardens or other things that provide multiple services. But yes, there is an issue of what is the acceptable percentage of green space in a certain urban environment that we will allow that space to cool and won't generate that undesirable outcome of spreading out.

In terms of mobility of course, that's all related. There are studies that say that for public transportation to be feasible, not even successful, but feasible, we need a hundred people per hectare, that's to have enough people to use a bus when the bus comes. Now in Australia we have blocks of 200 by 100 with around ten houses, so it's 25 people per two hectares. We have 12.5 people in one hectare. To make public transportation happen, we need 100, so do we need to increase density? Then we're trying really hard. We're putting trams, we're increasing buses. We're trying hard, but the buses are always empty because there aren't enough people in the same place. And I've heard comments, people saying that 'You have all these great ideas, but it's never going to happen here, because we don't have enough people, we don't have the numbers.' We're talking about cities of 350,000 people, 200,000 people. So we do have the numbers but we don't have the numbers in the same place. So we use that infrastructure that is built there in the first place. So what is the solution? You have to create a belt somehow. The cities are going to keep growing and now you grow inside of that belt. England has done that in the past. Portland has done that in the past. It took 50 years to fix, but that's the only way. It is over time. We can't get rid of the cities we have and start again. What we can do is to make sure that what happens from now on will happen in a more sustainable and better way. So, it's not reversible, but long term, we can actually improve it.

**Claire Parin**

About the conversation we had about place-making, because it's related to that. What you're talking about, this question of density and of comfort of open space. It has been very much treated by Jane Jacobs in the 70s. She was wondering how urban spaces can work and why they do work and the crime thing is very important but she also said that a number of other parameters like density, mixed use and gradual construction and so on. I met her sometime in 2000 and asked her 'What do you think about density?' She was living in Toronto, she was no longer living in Greenwich Village, where the density is very high, and she said well I gave some norms, ratios in my famous book, but now I don't think it is right to do that. Now I live in Toronto and the density is very much less high in the suburbs and I don't think this is the parameter in this cultural environment. I think this question of the culture, the acceptability and the way to make a hierarchy of values is also very important. We can't just talk about climate.

**Silvia Tavares**

I think I'm talking here to a European audience largely and it's quite different to talk about this in Australia. In South America we follow the European traditions of planning design and we also talk about walking down the street. We talk about smelling, the ambiance and all that. This is unknown in Australia. I talked to a friend the other day that said 'I've never thought about the fact I've never walked down the street.' There isn't this feeling of the street. In Australia you walk from point A to point B you don't walk to enjoy the street. In teaching planning and design, it's really difficult because we talk about increasing density and people think of Hong Kong and Singapore. I've had this conversation many times saying New York is dense and it's sustainable. Paris is twice as dense as New York, Barcelona is twice as dense as Paris and they're not high-rise cities. It's just the way we look at that and how we create those spaces that will generate the street-life that we need. So it's hard to talk when people haven't had that experience, so in our field, in our discipline, travelling is field work and we have to take our students and do field work and say 'Go and experience Europe and we'll talk when you come back, so it's a different approach.'

180 // COMMUNICATION

**Antoine PERRAU**, architecte ENSAIS - Laboratoire Piment, Université de La Réunion - maître de conférences associé, ENSAM La Réunion.

**François GARDE**, professeur, Laboratoire Piment, Université de La Réunion.

**Richard HYDE**, professeur honoraire, Université de Sydney.

## LA VILLE TROPICALE, VERS UN URBANISME ÉOLIEN AU TRAVERS UNE ÉTUDE DE CAS : L'ÉCO QUARTIER CŒUR DE VILLE LA POSSESSION



Source : Leu réunion

### 1. INTRODUCTION

Dans quelle mesure un « urbanisme éolien » pourrait se concevoir et quel impact aurait-il sur les méthodes conceptuelles et l'organisation urbaine en découlant ? Ce travail propose de réfléchir comment une conception urbaine appropriée en milieu tropical humide, peut favoriser ou optimiser le potentiel de ventilation naturelle des bâtiments constituant cet ensemble et comment garantir ce potentiel dans le temps ?

Nous chercherons dans un premier temps, dans la littérature, des exemples, quels documents d'urbanisme sont importants à considérer dans le contexte français et les enseignements à en tirer. Dans un second temps, nous analyserons un projet en cours de réalisation la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) Cœur de ville Possession. Nous verrons comment cette notion d'urbanisme éolien a été prise en compte, de la conception, à la transcription réglementaire. Dans un troisième temps, nous verrons comment la pérennité de ces dispositifs a pu être envisagée.

### 2. URBANISME ÉOLIEN - REVUE DE LA LITTÉRATURE

#### 2.1 - Problématique de la relation entre la ventilation d'une trame urbaine et d'un bâtiment dans cette trame

La théorisation de l'urbanisme en fonction de paramètres climatiques n'est pas neuve. Elle a souvent été basée sur la position du soleil par rapport aux rues et bâtiments, (Harzallah, 2007), mais aussi par rapport aux brises et vents dominants.

À la genèse de l'architecture et de l'urbanisme, Vitruve, dans son traité « de architectura », (Vitruvius and Perrault, 1979) proposait déjà d'organiser la ville sur une base circulaire dont les huit voies principales seraient déterminées par les huit vents dominants. Ce concept a fait l'objet depuis de publications et de théorisations. Au début du XX<sup>e</sup> siècle, Augustin Rey, comparait les villes à de vastes corps « *parcourus par des vaisseaux d'air* » (Ramirez, 2014). Dans les années 1950, Olgyay (Olgyay *et al.*, 2015) comparait un village traditionnel Africain en zone aride et tropicale. On note que ces préoccupations de recours à la ventilation naturelle relevaient des théories hygiénistes de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle où le danger semblait venir des miasmes présents dans l'air et responsables, des maladies tropicales. C'est un questionnement proche de celui-ci, les effets de la ventilation dans les canyons urbains (Chan *et al.*, 2003) et la dispersion de polluants, qui a aussi fait l'objet de littérature récente, (Ghiaus *et al.*, 2006) et qui a permis de mieux comprendre l'action du vent dans les villes denses (Ng, 2009). Ces études s'appuient sur le *Wind engineering* qui repose sur les principes de la mécanique des fluides appliqués à des objets (Blocken, 2014).

Toutefois, on perçoit rapidement certaines limites de ces exemples. Ils se préoccupent du confort urbain (Ahmad *et al.*, 2005) avec des simulations en soufflerie (Germano, 2006), mais pas du confort en ventilation naturelle des bâtiments induit par l'organisation de la ville. Ce point est pourtant fondamental, en effet, compte tenu de la pression démographique, il est généralement admis que la population urbaine va croître de manière significative. La question du potentiel de confort thermique induit par la ventilation naturelle va devenir cruciale pour la consommation énergétique en milieu tropical. Des études paramétriques ont été menées en ce sens pour donner des méthodes de conception (Ignatius *et al.*, 2015) à partir de plusieurs facteurs : énergie, ventilation urbaine, température extérieure sous les tropiques.

Une étude récente : (Ahmad Zaki *et al.*, 2012) aborde la corrélation entre le coefficient de pression  $C_p$  et la densité de l'îlot, mais reste au niveau théorique. Dans *Natural ventilation of urban buildings* (Ghiaus and Allard, 2005), l'auteur explicite une méthode de conception architecturale pour évaluer le potentiel d'un bâtiment neuf ou à réhabiliter en fonction du potentiel du site et par comparaison avec des bâtiments existants dont le potentiel est connu. On trouve par ailleurs des exemples théoriques d'optimisation de la ventilation d'une ville (Hang and Li, 2010), de l'impact des arcades (Wen *et al.*, 2017), de l'influence de la variation des hauteurs (Chen *et al.*, 2017), mais pas d'exemples appliqués sur des projets réels.

Il apparaîtrait intéressant d'étudier la relation entre un potentiel de ventilation urbain et de celui d'un logement dans un bâtiment situé dans cette trame. Dans l'analyse d'exemples, nous allons tenter d'en trouver des applications concrètes et d'en tirer des enseignements.

## 2.2 - Exemples de villes intégrant la donnée ventilation naturelle

Hong Kong, suite à l'épisode du Syndrome Respiratoire Aigu Sévère (SRAS), s'est interrogée sur la définition d'un urbanisme favorisant une bonne ventilation, malgré un faible potentiel de ventilation.

Elle a commandé une étude ayant débouché sur l'adoption de règles à respecter (*Air Ventilation Assessment* - [AVA] pour optimiser son urbanisation (Edward, 2008). Cet aspect de la ventilation des villes appliqué à la dispersion des polluants a aussi fait l'objet d'une étude à Nicosie, en comparant la simulation en soufflerie avec les outils LES (*Large Edding Simulation*) et RANS (Reynolds Average, Navier Stokes) (Sandberg, 1979).

D'une manière plus théorique, Thay Keng Soon (Tzonis *et al.*, 2001), développe le concept de la ville tropicale. La préoccupation de l'utilisation de la ventilation y est, là encore, évoquée, sous la forme d'une orientation des rues.

On constate une prise en compte depuis les temps les plus anciens, jusqu'à nos jours, de la problématique de l'usage de la ventilation naturelle des villes. On y voit l'importance qu'elle a dans le confort urbain, l'évacuation des polluants. On peut noter toutefois que la ventilation des bâtiments dans cette trame n'y est pas évoquée.

## 2.3 - Documents d'urbanisme intégrant la ventilation naturelle (réglementaire ou sur la base de recommandations)

Dans cette section, nous allons examiner des documents faisant référence à la prise en compte de la ventilation sous la forme réglementaire ou de recommandations.

Au niveau réglementaire, on peut relever le cas de Cairns. La ville située en zone tropicale, au Nord de l'Australie, s'est dotée d'un nouveau règlement d'urbanisme dans lequel apparaît la notion de tropicalité avec la prise en compte de cette spécificité.

Bruno Stagno et Jimena Ugarte (Stagno and Ugarte, 2006) évoquent l'usage de la ventilation pour le *design* urbain, sans proposer de méthodologie plus poussée. La référence à l'urbanisme se fait ici davantage par rapport à des recommandations pour les bâtiments constituant la ville.

La proposition de Golany, reprise par Morgane Colombert (Colombert, 2010), est aussi explicite sur la nécessité de favoriser les mouvements d'air et favoriser la ventilation, mais là encore c'est pour favoriser la ventilation de la ville et éviter sa surchauffe. Schiller et Evans rappellent qu'« *un développement urbain durable dépend de décisions prises à trois niveaux : urbain, architectural et de détails constructifs* » (Mohsen M. and sabah, 2011). Ils précisent des recommandations judicieuses en climat tropical, mais peu explicites quantitativement.

Il semble intéressant d'envisager le choix du cadre réglementaire le plus approprié à l'introduction du « droit à la ventilation naturelle » dans les textes utilisés en France.

La transcription dans les documents d'urbanisme de mesures pour influencer le climat urbain a fait l'objet d'une analyse (Colombert, 2010). Elle y précise que c'est à l'échelle du Plan Local d'Urbanisme (PLU) que cette transcription est la plus efficace car elle devient ainsi opposable aux tiers. Au regard de ces éléments, il apparaît donc essentiel, d'intégrer dans le règlement du PLU les éléments définissant notre projet de la ville éolienne.

#### **2.4 - Exemple de prise en compte globale : la ville nouvelle de Sidi Sayeh**

En 2010, la ville nouvelle Sidi Sayeh, Lybie, 70 000 habitants, a été étudiée par Day architectes, avec l'assistance du laboratoire Eiffel en y développant une stratégie aéroclimatique. On se trouve ici dans un contexte comparable à l'opération Cœur de ville Possession avec cependant deux différences notables :

- le contexte climatique qui conduit à des stratégies formelles différentes et à la prise en compte de dispositif aussi différents ;
- le niveau de contrôle du résultat, pour Sidi Sayeh, les urbanistes étaient aussi les architectes et n'avaient donc pas en charge la transcription réglementaire, ayant aussi la maîtrise d'œuvre des bâtiments (les maisons) dans leur mission.

#### **2.5 - Conclusions des exemples étudiés**

Dans aucun de ces exemples analysés, à l'exception de Sidi Sayeh, le lien entre la forme urbaine, facilitant la ventilation des espaces et les bâtiments dans cette trame, profitant de ce potentiel, ne semble clairement établi ou pas quantifié.

Comment proposer une méthodologie d'application de ce « droit à la ventilation naturelle » et sa transcription dans le PLU, afin de rendre ce concept de ville éolienne opposable, applicable et reproductible ?

### **3. MÉTHODOLOGIE**

Cette section va illustrer l'évolution de notre démarche pour intégrer toutes les échelles et d'optimiser le fonctionnement en ventilation des bâtiments. Nous avons réfléchi à l'intégration de ces concepts dans une démarche réglementaire, en trouvant les documents appropriés garantissant ce droit, condition *sine qua non* de l'optimisation du confort en ventilation. Nous allons donc expliciter notre méthode, avec ses jeux d'acteurs, les documents produits, comment ils ont été rendus opposables et avec quels résultats ?

#### **3.1 - Données utilisées**

Nous sommes partis du cahier des charges de la ville de La Possession (La Réunion), mais avec une ambition d'aller au-delà et de proposer un projet emblématique de la ville tropicale environnementale développant, entre autres, un concept novateur du **droit à la ventilation naturelle**.

##### **3.1-1 - Données climatiques**

Les données climatiques sont issues des données Météo France de la station de la ville du Port. Pour le vent, la collaboration avec notre ingénieur conseil en aérodynamique a fourni une étude aéroclimatique, définissant un recalage de celle-ci, prenant en compte le contexte topographique et la rugosité influençant fortement cette donnée.

### 3.1-2 - Données géographiques

La littérature et les chapitres précédents nous ont montré l'influence du contexte géographique, en particulier de la topographie et la rugosité environnante sur la modification du potentiel de ventilation d'un site.

### 3.1-3 - Données réglementaires

L'analyse bibliographique du travail de Morgane Colombert nous a montré que le PLU était l'échelle appropriée pour intégrer ces données.

### 3.1-4 - Données d'organisation de l'équipe

La méthode de co-conception ingénieur aéraluque/urbaniste s'est inspirée du concept de *integrated design process de synergie* (ou holisme) proposant une démarche transversale et non verticale (Smuts Hon J.C., 1927). Elle s'articule autour de deux missions principales successives : urbaniste mandataire et maîtrise d'œuvre urbaine réalisées par LEU Réunion en tant que mandataire (voir Figure 2 et Figure 1).

### 3.1-5 - Données de stratégie d'aéraluque urbaine

Pour prendre en compte le vent dans l'organisation urbaine, nous avons commandé une étude en soufflerie afin de déterminer les formes urbaines et leur organisation la plus propice à la préservation du potentiel de ventilation naturelle dans la trame urbaine et dans les bâtiments insérés dans cette trame, objectif final à atteindre.

## 4. CONTEXTE

### 4.1 - Contexte programmatique

Le projet s'inscrit dans une commande de La Possession, La Réunion, elle a pour cela édité un cahier des charges résumé ci-dessous :

L'opération « Cœur de Ville » est une opération d'aménagement d'envergure pour la commune qui constitue une véritable opportunité d'aménagement du centre-ville.

Cette opération a pour objectifs de :

- créer un centre-ville commerçant et une offre de services répondant aux attentes légitimes de la population ;
- dynamiser le centre-ville tout en conservant l'idée de « ville-jardin » ;
- densifier le centre-ville dans le cadre d'une offre diversifiée de logements.

Au-delà de ces points, les questions et les problématiques soulevées sont également :

- Comment créer un nouveau centre-ville pour la Commune ?
- Comment réussir l'urbanisation du quart du centre-ville sans tourner le dos à l'existant, mais au contraire, en se greffant sur lui ?



Figure 1 : Schéma d'organisation de l'équipe d'urbanisme

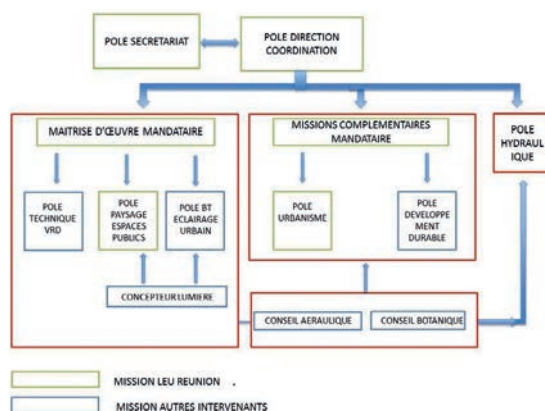


Figure 2 : Schéma d'organisation de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine



- Comment ouvrir la Commune vers son littoral, ses ravines, ses parcs ?
- Comment anticiper les possibilités de réalisation d'un Transport en Commun en Site Propre dans un urbanisme évolutif ?
- Comment créer la ville dense en préservant et développant la notion de Ville jardin ?



Figure 3 : Localisation du site d'étude – extrait carte (© IGN) à gauche – (© Google Earth) à droite

Le contexte programmatique est aussi défini par le projet de la ville de La Possession tant en termes d'équipement, que de typologie bâtie. Il doit définir un nouveau centre de vie. Il comprend environ 1670 logements, une grande esplanade arborée, une grande surface alimentaire et des commerces diversifiés ; de nouveaux équipements (médiathèque, groupe scolaire, crèche) ; une zone d'activité de bureaux.

#### 4.2 - Contexte géographique et climatique

La Figure 3 montre l'environnement montagneux du site, avec la falaise de la route du littoral au Nord, la montagne à l'Est, l'océan au Nord-Ouest. Il est aussi marqué par deux ravines, dont la principale, la Ravine à Marquet.

Les données climatiques (voir Figure 4) montrent que la situation n'est pas si favorable et le challenge bien réel.

**Température** : moyennes comprises entre 19 et 26 °C. Avec une température maximale extrême en saison chaude de 36,9°C et minimale extrême en saison froide de 14,9°C, une moyenne mensuelle maximale 31,8°C en février et une moyenne minimale mensuelle de 18,9°C en juillet.

**Pluviométrie** : faible, moyenne annuelle comprise inférieure à 1.5m, saison des pluies de janvier à mars.

**Insolation** : élevée, durée moyenne annuelle 2500 h/an, un rayonnement global moyen en janvier de 2900J/m<sup>2</sup> et de 1400J/m<sup>2</sup> en juillet.

**Vent** : faible, régime de brises dominant. Site d'étude protégé des vents par rapport à la ville du Port (rose des vents présentée).

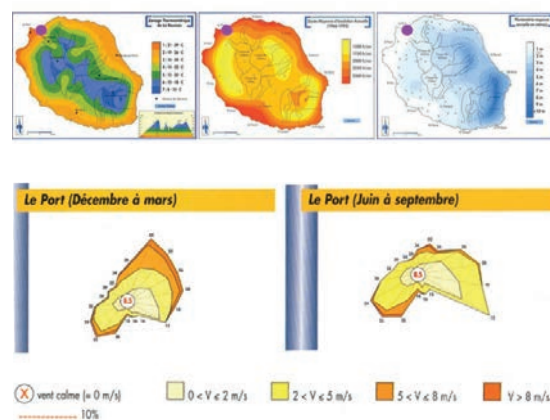


Figure 4 : Extrait carte météo et rose des vents, (© Météo France) « Atlas climatique de La Réunion »

Au niveau méthodologique, on voit ici le premier écueil rencontré dans tout projet bioclimatique : la fiabilité de la source. Notre connaissance du site et son contexte, nous permet d'affirmer que les données de la station de la ville du Port, distante de quelques kilomètres nécessitent d'être considérées avec prudence. La Possession est positionnée au pied d'une falaise importante située au Nord-Est. En analysant les données météo, on note qu'en période chaude les vents dominants viennent du Nord-Est. Ils seront surement perturbés par ce relief (la falaise de la route du littoral), diminuant ainsi de manière non négligeable, le potentiel de ventilation du site.



Figure 5 : Vue en plan, contexte du bâti environnant la zone d'étude - (© LEU Réunion)

#### 4.2-1 - Contexte aéroclimatique

Afin de palier cette incertitude, nous avons procédé à un recalage climatique, sur la base des données météo et de l'analyse de J. Gandemer [2011]. Nous avons donc travaillé avec une approche basée sur une transposition des données de la station du Port par la prise en compte du relief et de la rugosité du site d'un point de vue uniquement qualitatif [Gandemer, 2011] pour évaluer la direction des vents dominants [Figure 6].

#### 4.2-2 - Contexte bâti

Le projet est positionné dans un environnement urbain mixte, constitué de villas et de petits immeubles (R+3, R+4) relativement homogène, constituant une rugosité de type urbaine moyennement dense, ou de banlieue basse (voir Figure 5). Il faut en particulier considérer ce contexte au vent du projet, c'est-à-dire Ouest, Nord-Ouest.

#### 4.3 - Contexte réglementaire : le PLU

En plus des résultats de notre réflexion décrite ci-dessus, il s'avère nécessaire de transcrire ceux-ci dans un corpus de règles susceptible d'être suivi par les concepteurs des îlots pour garder la cohérence. Il a été trop souvent constaté que la description des ambitions ne permettait pas de garantir un résultat à la hauteur de celles-ci. Ce point a d'ailleurs été dénoncé récemment par N. Michelin [2016].

Après consultations de juristes, point confirmé par le travail de M. Colombert [2008], il est ressorti qu'une transcription de certaines règles dans les Orientations d'Aménagement et de Paysage [OAP], issues de l'étude urba-aéraulique, dans le PLU offrirait des garanties minimales pour assurer le succès du projet. C'est cette démarche et ce travail que nous allons exposer ci-après et qui permet de sortir de l'exemple Cœur de Ville et d'envisager une méthode de transcription réglementaire d'un urbanisme éolien.

#### 4.4 - Contexte de stratégie aéroclimatique

Les conditions de réussite de cette urbanisation climatique sont :

- la prise en compte de l'environnement existant du site (bâti, végétal, minéral) ;
- l'intégration des effets topographiques (dénivelé, ravines, couloirs, etc.) ;
- l'utilisation totale de toutes les données et ressources climatiques à des fins de contrôler et de gérer naturellement les ambiances climatiques ;
- une réflexion à toutes les échelles (de la macro au local) du bâti et des espaces intermédiaires (tous aussi déterminant climatiquement).

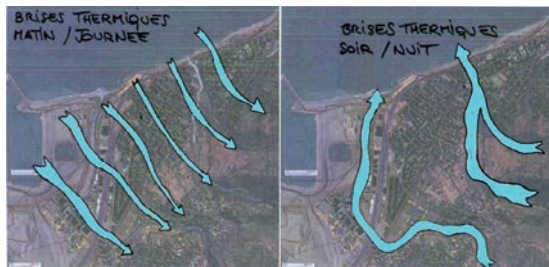


Figure 6 : Représentation des brises thermiques diurnes et nocturnes sur La Possession [© LEU / Gandemer]

Les principes aéroclimatiques proposés vont de l'échelle de l'urbanisation globale avec le jeu et le contrôle des interactions des masses bâties, des espaces intermédiaires, à la conception aérodynamique fine de plot « auto-ventilé ». L'optimisation de plots sera faite sur modélisation en maquette physique et permettra d'optimiser deux à trois plots de référence [Gandemer, 2011].

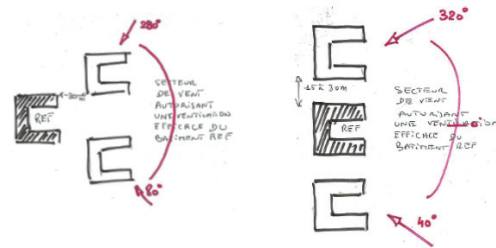


Figure 7 : Illustration des principes d'inter-distance pour une organisation en quinconce (à gauche) et alignés (à droite) © J Gandemer

En dernier lieu, la transcription a pu se concrétiser par l'utilisation des OAP et une définition du projet, dans le cadre d'une révision du PLU, afin de rendre ces dispositions opposables aux tiers et opérationnelles.

Les conclusions opérationnelles de l'étude commandée peuvent être résumées ainsi :

« L'architecture en plot patio ou en U ouvert dans les proportions et transparence étudiée fonctionne sous l'angle d'une ventilation naturelle efficace des appartements.

- en plots patio « isolé » [distance entre deux plots supérieure à 60m] et si l'on veut réussir la ventilation naturelle pour 100% des logements, il faudra privilégier l'implantation des deux façades à pilotis vers la direction des vents dominants (ou du vent que l'on veut essentiellement utiliser en ventilation naturelle) à plus ou moins 30° autour de la direction du vent moyen [Gandemer, 2011] ;
- pour le plot en U ouvert « isolé », si l'on veut réussir 100% de la ventilation naturelle des appartements il faudra orienter l'ouverture du U vers la direction des vents dominants (à + ou - 45° autour de la direction moyenne) [voir Figure 7] ;
- dans une urbanisation à plots et pour ne pas compromettre les mécanismes de ventilation traversante, nous conseillons

- des espaces minimum de 30m, et les mêmes recommandations d'orientation vis-à-vis des vents dominants que précédemment ;
- d'une façon générale il faudra privilégier les semis en quinconce (et non en ligne) des plots d'une part, et adopter toujours des orientations en légère obliquité du plan masse par rapport aux vents dominants (les incidences précises aux façades sont difficiles à « ajuster » compte tenu de la variabilité du vent et de sa connaissance sur le site) ;
  - l'architecture développée veut proposer une urbanisation relativement compacte de ventilation naturelle efficace pour tous les appartements. Or pour certaines configurations et directions de vent, il a été montré que 70% et même 50% seulement des appartements d'un plot fonctionnaient totalement en ventilation naturelle. Cependant les résultats et la nature instationnaire des mécanismes (siphonage, etc.) et quelles que soient les configurations retenues et recommandées (porosité et espacements notamment) nous assurent que tous les appartements auront des taux de renouvellement d'air d'au moins 10 vols/heure respectés.

Il reste maintenant à dessiner la ZAC, en utilisant largement ces prototypes aérodynamiques de plots à patios ou à U ouvert. »

## 5. RÉSULTATS ET DISCUSSION. SUPERPOSITION DE LA STRATÉGIE AÉROCLIMATIQUE ET DE LA RÉFLEXION URBAINE

La stratégie s'intègre à une démarche prenant en compte l'ensemble des éléments constitutifs d'un projet de ZAC : à celle-ci se superpose la stratégie urbaine abordée ci-après. L'originalité de la démarche et notre apport consiste en l'assistance en amont d'un conseil en aéraulique et de l'intégration dans le PLU des OAP (Orientations d'Aménagement et de Paysage) reprenant les prescriptions relatives au fonctionnement aéraulique de l'ensemble.

L'étude urbaine s'est faite en cinq étapes :

- définition des scénarii urbains initiaux ;
- définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle de la ZAC ;
- définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle de l'îlot ;
- définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle des bâtiments, finalisation du plan de masse de la ZAC ;
- révision du PLU avec intégration des OAP aérauliques.

### 5.1 - Première étape : définition de scénarii urbains initiaux juillet 2011

Les scénarii initiaux (voir Figure 8) permettent une première visualisation des intentions urbaines majeures, du programme élaboré en tout début d'étude et proposant deux variantes fonctionnelles. C'est ce document qui a servi de base de dialogue avec l'ingénieur aéroulique.

On y voit formalisé de manière distincte la zone commerciale en bleu et le futur mail tropical en vert. Ils sont distincts dans le scénario 1 et connectés dans le scénario 2.

Figure 8 : Scénario 1 en haut et en bas à droite, scénario 2 en haut et bas à gauche.



## 5.2 - Deuxième étape : définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle de la ZAC

Un principe général d'organisation du bâti basé sur la seule prise en compte de l'optimisation du potentiel aéraulique est esquissé. Il y montre une répartition non continue, en quinconce, des volumes bâtis perpendiculairement aux brises diurnes et nocturnes en prenant en compte des principes d'inter-distance  $D$  entre bâtiments, par rapport à la hauteur  $H$  de ceux-ci avec  $D > 5H$  pour les bâtiments en partie basse, une organisation en épis en partie médiane et des villas en partie haute.

Le concept s'est ensuite affiné en envisageant de réduire les inter-distances entre plots en utilisant la dépression de toiture (puits dépressionnaires). Ceci permet de proposer un principe final avec des inter-distances se réduisant à mesure que la hauteur des bâtiments diminue dans la pente.

Ces premiers éléments de stratégie aéroclimatique considèrent la formalisation de la prise en compte de la topographie, de la rugosité environnante, de l'organisation de la granulométrie bâtie et d'ébauche de forme bâtie (en particulier la proposition de toiture mono-pente dos aux vents dominants diurnes, optimisant le potentiel de dépression et donc de ventilation traversante) (Gandemer, 2011). C'est un travail à la macro-échelle de la ville, du quartier.

### 5.2-1 - Limites apparues sur les règles de base d'organisation urbaines

L'approche ci-dessus a montré les limites des concepts de base (voir Figure 9).

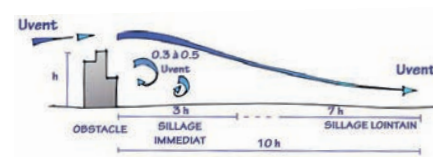


Figure 9 : Croquis sillage d'un obstacle bâti - [© F. Picgirard, J. Gandemer, 2012]

En effet, étudier un objet architectural en tant que tel et améliorer son efficacité en ventilation naturelle et par là réduire, voire supprimer, les besoins en climatisation est une chose, l'appliquer à un ensemble de bâtiments avec la prise en compte de leurs interactions en est une autre. Cette approche déjà théorisée et décrite et synthétisée dans (F Picgirard - J Gandemer, 2012) et dans les autres études citées précédemment, ne permet pas a priori, de concevoir une ville ou un quartier de densité raisonnable.

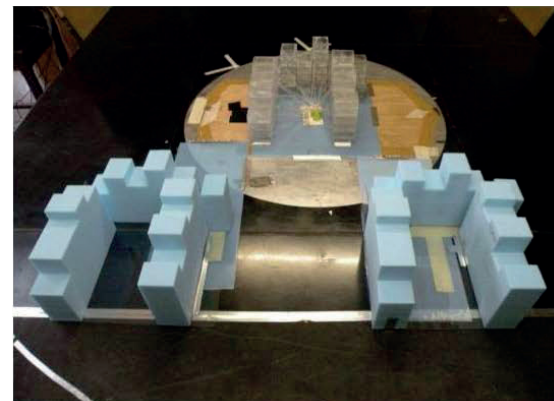
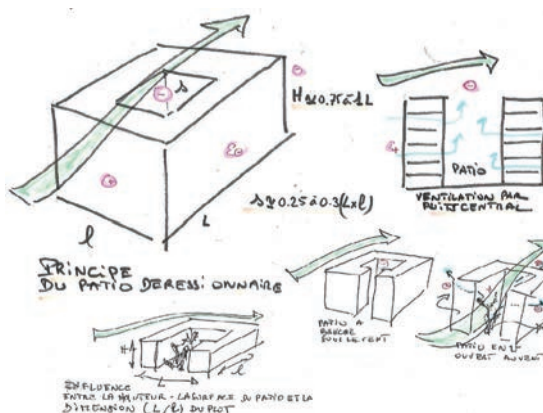


Figure 10 : Croquis et schéma conceptuels à l'échelle du bâti (en bas) - J Gandemer - maquette d'étude en soufflerie interactions entre bâtiments à l'échelle de l'ilot [©J Gandemer]- [© Laboratoire Eiffel] [ci-dessus]

Les principes simples définissant la distance minimale entre deux bâtiments pour retrouver le potentiel de ventilation initial au vent du premier bâtiment, les écarts entre bâtiments sont incompatibles avec la densité attendue du fait des impératifs de rareté et de cherté du foncier. Notre objectif a donc été de proposer des solutions opérationnelles, c'est-à-dire viables, tant en termes d'image urbaine, que de densification et donc économiquement. Il fallait « resserrer » les plots en partie basse et donc valider de nouveaux concepts. Il est donc apparu nécessaire d'approfondir nos connaissances sur les interactions entre formes bâties et l'optimisation de ces formes bâties elles-mêmes, afin de définir des fonctionnements à l'échelle de l'îlot, préservant et optimisant le potentiel de ventilation pour tous.

Une étude a été commandée au laboratoire Eiffel associé à Jacques Gandemer Conseil ayant pour but de nous apporter des éléments de réponse aux échelles suivantes :

- à l'échelle des îlots sur l'organisation des volumes bâtis entre eux en prenant en compte les interactions (effet de masque, disposition des bâtiments les uns par rapport aux autres, bâtiments alignés, en quinconce). [Voir Figure 10] ;
- à l'échelle des bâtiments sur la typologie architecturale la mieux adaptée au contexte (plot, plots avec patios fermés, U, bâtiment sur pilotis ou non, variabilité des hauteurs). [Voir Figure 11] ;
- à l'échelle des cellules dans un bâtiment pour évaluer les vitesses d'air et au final le potentiel de confort apporté par cette ventilation naturelle.

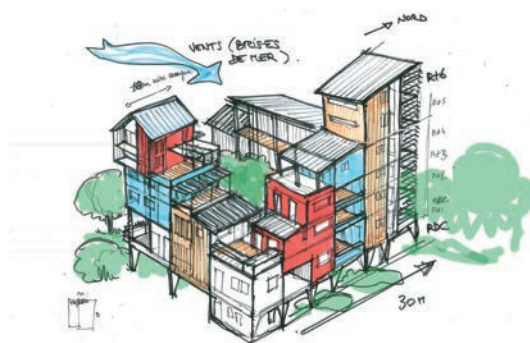


Figure 12 : Schéma concept architectural – (© LEU Réunion)

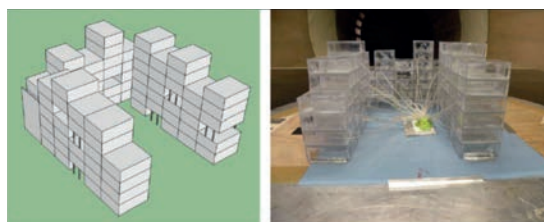


Figure 11 : Maquette d'étude en soufflerie pour simulation à l'échelle du bâtiment- (©J Gandemer)- (© Laboratoire Eiffel)

Les sorties attendues de cette étude étaient des coefficients de pression  $C_p$  et des vitesses d'air en façade des cellules pour en apprécier le potentiel de confort.

Ceci nous a donc amenés aux étapes suivantes :

### 5.3 - Troisième étape, définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle de l'îlot et définition des interactions entre îlots et forme bâties, décembre 2011

Différentes formes bâties (patio dépressionnaire, U ouvert...) ont été testées, associées entre elles (voir Figure 10) afin d'en déterminer les plus efficaces et dans quelles conditions d'inter-distance.

#### 5.4 - Quatrième étape, définition d'une stratégie aéroclimatique à l'échelle des bâtiments

Le travail s'est ensuite porté sur la forme bâtie pour l'optimiser. Le U ouvert retenu, nous avons testé différentes répartitions d'ouvertures et avec ou sans pilotis (Voir Figure 11). En parallèle, nous avons essayé de visualiser la transcription architecturale de cette forme de principe [voir Figure 12]. On note la volonté de hauteurs non uniformes sur le U, de trame fine traversante et les dimensions principales : 18m largeur de l'ouverture du U et 30m largeur du bâtiment. Il s'agit ici de passer d'une volumétrie théorique à un travail sur la forme architecturale fonctionnelle et viable. Ce travail de transposition est donc essentiel. On retrouve dans cette conclusion des points évoqués précédemment :

- l'importance d'une bonne connaissance des conditions de vent, pour réduire les incertitudes sur le potentiel initial et donc final (on peut souligner ici le manque de précision de la donnée vent sur le site qui amène une plus grande incertitude due à l'approche de recalage utilisée et la nécessité évoquée d'une étude complémentaire) ;
- le rappel des trois dimensions de la ventilation naturelle et en cas d'impossibilité d'utiliser pleinement la ventilation naturelle de confort avec des taux de renouvellement d'air supérieurs à 50 vols/heure, de se « rabattre » sur la ventilation naturelle d'évacuation de surcharge thermique et d'obtenir la vitesse d'air de 1m/s par des brasseurs d'air. Ce qui est préconisé dans certains cas pour ce projet ;
- l'adoption d'un vélum non homogène évitant un vélum constant type hauteur maximale à R+4, qui se traduit par une « nappe » homogène, moins favorable à l'efficacité en ventilation naturelle (voir Figure 12) ;

- ces préconisations précisent certaines contraintes à respecter pour atteindre l'objectif de conception d'une ville tropicale jardin, durable, une éco-cité tropicale.

##### 5.4-1 - Finalisation du plan masse

Les volontés urbaines et les conclusions de l'étude en soufflerie, nous ont amenés à proposer le plan masse final ci-dessous.

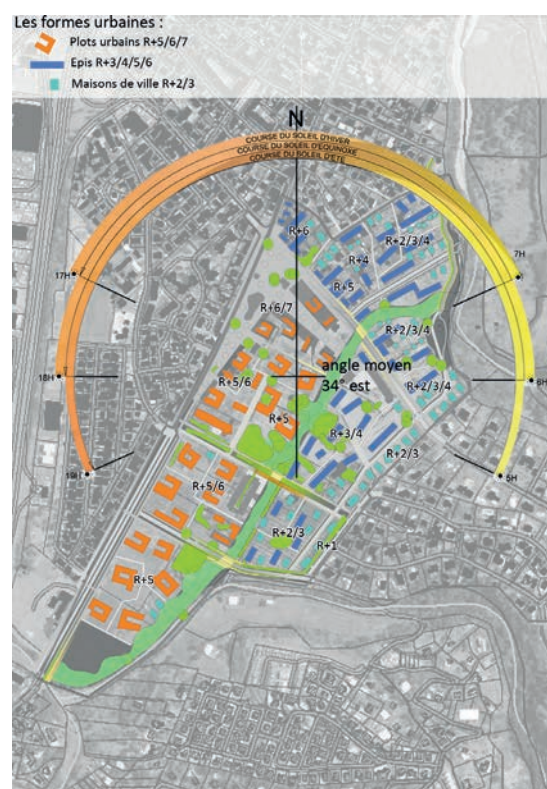


Figure 13 : Plan masse final de la ZAC, épannelage (© LEU Réunion)





Figure 14 : Plan masse final de la ZAC, aménagements  
(© LEU Réunion)

On retrouve la répartition des typologies de plots, barres et individuels, avec la formalisation du concept de U ouverts vers les vents dominants diurnes et on perçoit l'importance du végétal en périphérie des bâtiments en complément de la stratégie aéroulque. Les inter-distances des plots sont ici plus faibles que dans les premiers schémas d'intention, et ce, grâce au travail en soufflerie. On retrouve aussi la répartition typologique prenant en compte la topographie, bâtiments en U en pied de site, en barre en quinconce en partie intermédiaire et les maisons individuelles en partie haute. Il apparaît donc que les hypothèses aéroulques, les volontés programmatiques, architecturales et urbaines permettent d'organiser un plan d'urbanisme éolien avec une densité moyenne à l'ilot de 76 logements/ha soit un Coefficient d'Occupation du Sol (COS) de 0,6 environ, correspondant à une densité courante pour un ensemble d'habitat collectif et répondant aux objectifs de rentabilité énoncés par (Lehmann, 2010) avec une densité supérieure à 70 logts/ha.

Nous allons maintenant voir comment transcrire ce plan dans un règlement transposable, transmissible et opposable pour arriver à une ville réelle et fonctionnelle.

### 5.5 - Cinquième étape : transcription réglementaire, la révision du PLU et les OAP

La définition d'une organisation aéroulque doit pouvoir être traduite à l'échelle réglementaire pour être transposée et utilisée par les architectes, tout en étant « contrôlée » par le maître d'ouvrage et son Assistant Maître d'Ouvrage (AMO). Ceci doit permettre d'éviter les écueils énoncés précédemment. Dans la ZAC de Cœur de ville, l'outil réglementaire a été la révision du PLU et plus précisément les OAP. En parallèle et en complément du PLU et ses OAP, un référentiel « Développement Durable » (DD), incluant des recommandations (aspect pédagogique + outil d'aide à la conception) et des prescriptions (aspect réglementaire) a été établi en collaboration avec le bureau d'étude TRIBU (BET environnemental). Il n'est pas opposable mais a servi d'outil pédagogique.

#### 5.5-1 - Les OAP intégrées à la révision du PLU

L'objectif des OAP est de préciser les intentions urbaines et environnementales, elles constituent le cadre réglementaire à respecter dans le contexte de la révision du PLU nécessaire pour la ZAC détaillant les prescriptions par ilots, entre autres.

#### 5.5-2 - Retour d'expérience

On peut d'ores et déjà tirer quelques conclusions opérationnelles :

- importance de la gouvernance : compte tenu des enjeux, des changements politiques et techniques, le rôle de l'urbaniste en chef est fondamental ;
- respect des objectifs initiaux : les projets en cours de réalisation respectent globalement les prescriptions urbanistiques, toutefois l'absence de gouvernance a généré des dérives. Le dispositif semble donc perfectible.

Il reste à organiser un suivi pour évaluer les performances atteintes tant au niveau du confort que des consommations prévisionnelles pour tirer des conclusions plus définitives sur les résultats.

Suite à ces constats, des mesures correctives ont été apportées :

- intégration du référentiel DD remodelé dans le PLU le rendant ainsi opposable ;
- mise en place d'un conseil en ingénierie aéraulique en phase esquisse ;
- avis conforme de l'urbaniste en chef dès l'esquisse.

Ces mesures nouvelles seront évaluées au terme de la tranche 2 de travaux.

## 6. CONCLUSION

La littérature et les exemples analysés nous ont montrés l'intérêt et les limites de la prise en compte de la ventilation naturelle à l'échelle urbaine, aucun cas recensé, à l'exception de Sidi Sayeh, mais dans un contexte conceptuel spécifique, ne pousse la réflexion de la « ville éolienne » jusqu'à l'échelle du potentiel de ventilation des bâtiments constituant ces villes ou ces quartiers. Forts de ces constats, nous pouvons proposer une méthodologie pour l'élaboration et le respect d'un projet urbain aéroclimatique global, elle est résumée dans la Figure 15.

Nos apports (voir Figure 15) ont été décisifs et innovants à deux niveaux : la méthode de conception avec l'expertise aéraulique et la transcription réglementaire de cette étude aéraulique dans le PLU, par l'intermédiaire des OAP.

La transcription réglementaire a montré ici ses limites. Un avis conforme du concepteur avant validation du permis de construire et dans les phases finales de conception apparait indispensable. L'intégration du conseil aéraulique auprès des concepteurs dès la phase esquisse est un second apport nécessaire.

Ces objectifs doivent être partagés par toute la chaîne décisionnelle et en particulier le maître d'ouvrage, qui pourra ou devra le déléguer à son urbaniste en chef, en fonction de ses possibilités.

Un retour d'expérience au travers des enquêtes et de l'instrumentation est prévu dans un futur proche pour évaluer l'efficacité des dispositifs, les dysfonctionnements, leurs origines et les mesures correctives à envisager. Ce travail pourra faire l'objet d'un prolongement de cette étude.

L'extension de ce travail aux villes tempérées, qui surchauffent aujourd'hui dangereusement ne serait pas sans intérêt.

La ville tropicale de demain n'est pas une chimère, elle devra proposer son propre idéal, modelé par un contexte original, dans lequel, incontestablement, la ventilation naturelle aura un rôle essentiel à jouer, mais elle ne se fera pas sans la collaboration et l'adhésion de tous les acteurs.



Figure 15 : Évolution des méthodologies d'étude et jeux des acteurs avec l'apport spécifique de l'ingénierie aéraulique

## BIBLIOGRAPHIE

- AHMAD, K., KHARE, M., CHAUDHRY, K.K., "Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections—a review". *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 93, 2005, pp. 697–717. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2005.04.002>
- AHMAD Zaki, S., HAGISHIMA, A., TANIMOTO, J., "Experimental study of wind-induced ventilation in urban building of cube arrays with various layouts", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 103, 2012, pp. 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2012.02.008>
- BLOCKEN, B., "50 years of Computational Wind Engineering : Past, present and future", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 129, 2014, pp. 69–102. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2014.03.008>
- CHAN, A.T., AU, W.T.W., SO, E.S.P., "Strategic guidelines for street canyon geometry to achieve sustainable street air quality-part II: multiple canopies and canyons". *Atmospheric Environment* 37, 2003, pp : 2761–2772. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00252-8](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00252-8)
- CHEN, L., HANG, J., SANDBERG, M., CLAESSION, L., DI SABATINO, S., WIGO, H., "The impacts of building height variations and building packing densities on flow adjustment and city breathability" in *idealized urban models*. *Building and Environment* 118, 344–361. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.03.042>
- COLOMBERT, M., 2010. Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville, Thèse de doctorat, Université de Paris-Est, 541p.
- COLOMBERT, M., *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville* (phdthesis), 2008, Université Paris-Est.
- Eco-cité Zenata, Société d'aménagement de ZENATA, Groupe CDG, 2016, 20p.
- EDWARD, N., "Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong", *Building and Environment*, 2008, pp : 1478–1488.
- PICGIRARD F.- GANDEMER J., 2012. *La ventilation naturelle en pratique*, 2012, ADEME, 40p.
- GANDEMER, J., *Etude aérodynamique pour un urbanisme climatique du « centre-ville » de La Possession* (Rapport d'étude aéraulique). Carquefou - France, 2011
- GERMANO, M., *Qualitative modelling of the natural ventilation potential in urban context*, 2006, [WWW Document]. URL <https://infoscience.epfl.ch/record/64372?ln=fr> [accessed 5.9.17].
- GHIAUS, C., ALLARD, F., 2005. "Natural ventilation of urban buildings - summary of URBVENT project". Presented at the International Conférence " Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment," Santorini - Greece, 2006, p. 33.
- GHIAUS, C., ALLARD, F., SANTAMOURIS, M., GEORGAKIS, C., NICOL, F., Urban "environment influence on natural ventilation potential", *Building and Environment* 41, 2006, pp : 395–406 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.02.003>
- HANG, J., LI, Y., "Ventilation strategy and air change rates in idealized high-rise compact urban areas", *Building and Environment* 45, 2010, pp : 2754–2767. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.06.004>
- HARZALLAH, A., *Émergence et évolution des préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle à la deuxième guerre mondiale*, 2007, [WWW Document]. URL <http://www.theses.fr/2007NANT2001> [accessed 5.12.17].
- IGNATIUS, M., WONG, N.H., JUSUF, S.K., "Urban microclimate analysis with consideration of local ambient temperature, external heat gain, urban ventilation, and outdoor thermal comfort in the tropics.", *Sustainable Cities and Society* 19, 2015, pp : 121–135. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.016>

- LEHMANN, S., *The principles of green urbanism: transforming the city for sustainability*. Earthscan, London; Washington, DC, 2010.
- MICHELIN, N., *Manifeste pour une nouvelle fabrication de la ville*, AMC, 2016.
- MOHSEN M., A., SABAH, A., "Sustainable Cities : Strategy nad Indicators for Healthy Living Environments", Presented at the *World Renewable Energy Congress 2011*, Linköping - Sweden, 2011.
- NG, E., "Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong". *Building and Environment*, The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings (IAQVEC 2007), Sendai, Japan, 28-31 October, 2007 44, 1478-1488. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.06.013>
- OLGYAY, V., OLGAY, A., LYNDON, D., OLGAY, V.W., REYNOLDS, J., YEANG, K., *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*, New and expanded edition. ed. Princeton University Press, Princeton, 2015.
- RAMIREZ, E., 2014. "Triangular blocks and wind tunnels: Augustin Rey's logic of air resistance", *The Journal of Architecture*, Vol 19, No 2 [WWW Document]. URL <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13602365.2014.918560> [accessed 6.10.17], 2015.
- SANDBERG, M., *Building and Environment. Building and Environment* 14, 69. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(79\)90031-3](https://doi.org/10.1016/0360-1323(79)90031-3), 1979.
- SMUTS Hon J.C., *Holism And Evolution*. Macmillan And Company Limited, 1927
- STAGNO, B., UGARTE, J., *CIUDADES TROPICALES SOSTENIBLES*. Instituto de Arquitectura Tropical, San José, C.R., 2006
- TZONIS, A., STAGNO, B., LEFAIVRE, L. (Eds.), *Tropical architecture: critical regionalism in the age of globalization*. Wiley-Academic; C. Fonds, Chichester; New York: The Netherlands, 2001
- VITRUVIUS, PERRAULT, C., *Les dix livres d'Architecture de Vitruve : corrigés et traduits nouvellement en François, avec des notes et des figures*. Mardaga, Bruxelles., 1979
- WEN, C.-Y., JUAN, Y.-H., YANG, A.-S., "Enhancement of city breathability with half open spaces in ideal urban street canyons". *Building and Environment* 112, 2017, pp : 322-336. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.048>

## ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC

### SUITE À LA CONFÉRENCE D'ANTOINE PERRAU

#### « LA VILLE TROPICALE, VERS UN URBANISME ÉOLIEN AU TRAVERS D'UNE ÉTUDE DE CAS : L'ÉCO-QUARTIER CŒUR DE VILLE LA POSSESSION »

#### **Karine Dupré, architecte, Griffith University, Australie**

J'ai été très intéressée par cette chaîne de la ventilation naturelle. À partir d'où commence-t-on ? Quelle est la bonne distance pour évaluer la chaîne de la ventilation naturelle ?

#### **Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

La chaîne de la ventilation naturelle commence au signal météo initial. Il faut déjà s'assurer que ce signal peut être transposé (ou pas) sur le site sur lequel on travaille. C'est déjà là le premier écueil. Il faut que les maîtres d'ouvrage soient conscients que quand on fait un projet, on a impérativement besoin de cette donnée-là. On ne fait pas d'architecture bioclimatique en milieu tropical, si on n'est pas sûr d'où vient le vent. C'est évident. Cette chaîne commence au lointain et va jusqu'au lieu où l'on se trouve. Il faut savoir quel niveau de confort on veut offrir au niveau du poste de travail, du lit... Il faut arriver à ce degré de précision. On regarde comment on met le lit dans la pièce pour s'assurer qu'il y a éventuellement la possibilité d'avoir un courant d'air sur le corps quand il est sur le lit.

À La Réunion, si on utilise cette ventilation, on peut être en confort, car on a des températures maximales de 32°C, mais encore faut-il qu'on transforme l'essai.

#### **Aude Quidebœuf, directrice de l'aménagement de la Ville du Port**

J'étais maître d'ouvrage sur le projet Cœur de ville de La Possession qui vient d'être présenté par Antoine, et je voulais dire que pour moi c'était avant tout une rencontre entre un maître d'ouvrage et une équipe : urbanistes, architectes, des métiers et des experts, qu'on n'a pas l'habitude de voir. C'est avant tout une rencontre entre des humains très engagés et très militants qui se sont faits confiance, avec du droit à l'erreur, ce qui est essentiel sur ces projets qui portent beaucoup d'ambition. On ne peut pas tout réussir du premier coup. On a eu des financements exceptionnels, notamment de l'Ademe.

#### **Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

Il faut que l'État comprenne que sans l'Ademe beaucoup de nos projets n'auraient pas pu avoir autant d'ambition.

**Aude Guidebœuf, directrice de l'aménagement de la Ville du Port**

Ce ne sont pas forcément des gros montants. Une étude comme ça, c'est 15 000 €.

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

C'est important de le souligner, car certains de mes confrères me disent qu'on fait des Formule 1 chaque fois que l'on fait un projet (des études en soufflerie...). Non, on ne fait pas des Formule 1, on est dans le prédictif. On a besoin de rassurer nos clients grâce à ces éléments scientifiques. Ça nous aide à les convaincre, mais ça nous aide aussi dans notre travail de conception. Pour un bâtiment, une étude en soufflerie ça coûte maximum 20 à 25 000 €. Ce n'est rien par rapport au coût global de l'opération et par rapport à tout ce que ça nous apporte. C'est fondamental en milieu tropical d'avoir une compréhension des mécanismes. On commence à comprendre les grands principes, on a des ordres de grandeur, mais quand on veut aller plus loin, on a besoin d'outils experts.

**Aude Guidebœuf, directrice de l'aménagement de la Ville du Port**

Aujourd'hui je suis au Port, on commence une grande réflexion sur la ZAC Mascareignes et on vient de solliciter Jacques Gandemer pour qu'il vienne nous accompagner sur cette ZAC de 45 ha. Il y a des choses reproductibles. Je réitère sur d'autres projets, l'expérience sur le Cœur de ville de La Possession. À ce propos, comment les habitants sont-ils aujourd'hui dans leurs logements sociaux ?

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

On commence à avoir les premiers retours. Globalement ça se passe bien. On a eu des questionnements par rapport à l'acoustique, c'est récurrent. À l'époque la végétation n'avait pas pris toute son ampleur. Elle ne sert à rien au niveau de la mesure, par contre elle sert au niveau du ressenti, ça améliore vraiment les choses. Le quartier est un peu victime de son succès. Il y a des promenades ombragées. Il y a beaucoup de gens qui les pratiquent le week-end, ça génère de l'activité, donc des nuisances. Il y a un peu de nuisances de voitures, mais le parc automobile s'électrifie de plus en plus. Ce qui est bien au niveau des villes, car on a un problème en moins à régler au niveau de l'acoustique. On n'a pas tous les retours. On commence à identifier certains dysfonctionnements. On est en train d'appliquer des mesures correctives, car au niveau du suivi des permis il y a eu des lacunes : il y a des porosités qui sont trop faibles... On est dans les mesures correctives. Ce qui est intéressant c'est qu'on a posé des choses dès le début et qu'on est en train de travailler. On a aussi des projets de suivi avec l'école et la SEMADER pour avoir tous les enseignements humains de ce projet.

**Richard Hyde, professeur honoraire de l'Université de Sydney, Australie**

On a deux contextes très différents, un climat désertique à Ipswich et un climat tropical à La Réunion. Si on veut continuer à essayer d'améliorer ces deux environnements-là, on est obligé de retourner à des principes de rafraîchissement passifs. Selon le climat auquel on est confronté, les principes de rafraîchissement passifs ne sont pas les mêmes. Comment peut-on institutionnaliser ces principes-là et mettre en place des stratégies efficaces selon les différents climats ? Quelles organisations pourraient être moteur dans cette institutionnalisation ?

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

Il est évident que la problématique de la ventilation des villes est globale, mais avec des objectifs différents. En milieu aride, comme par exemple Sidi Sayeh en Lybie, il fallait se protéger des vents de sable. Une étude a donc été faite pour protéger la ville en créant des pièges à vent. Par contre dans d'autres cas, il fallait emmener ce vent dans la journée dans les espaces publics pour rafraîchir la ville et surtout pour obtenir un gain maximum de rafraîchissement nocturne, car c'est là qu'on va stocker du froid, contrairement en zone tropicale. Ce sont donc des stratégies différentes, mais toujours avec un même outil naturel : le vent. Comment peut-on l'utiliser ? Aujourd'hui il y a beaucoup de travail de modélisation en soufflerie numérique ou physique. Nous travaillons en soufflerie physique avec l'expert Jacques Gandemer. Ça permet d'avoir des outils prédictifs. C'est ce que j'expliquais dans la chaîne des acteurs, on a de plus en plus besoin d'expertise dans cette thématique ou d'autres thématiques environnementales. On a besoin de plus d'expertise sur la ville. Il faut vraiment mettre en place des écosystèmes pour faire de la co-conception.

**Rodolphe Coussin, architecte, enseignant à l'ENSAM**

Il y a effectivement un travail de contexte très fin à faire de façon systématique. On a travaillé avec des experts sur l'Eco cité de Cambaie. Le CSTB nous a déconseillé le système en U avec un système dépressionnaire car les conditions ne sont pas les mêmes, on est sur une zone moins ventée... il y a d'autres systèmes à inventer. On ne peut pas transposer ces systèmes du Cœur de Ville qui se situe seulement à 4 km de là.

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférences associé ENSAM**

Ce qui est important c'est la démarche. C'est une philosophie globale, ce n'est pas une recette de cuisine.

**Karine Dupré, architecte, Griffith University, Australie**

Les contextes tropicaux sont aussi très variés d'un pays à l'autre. L'institutionnalisation ne peut pas être pensée de la même façon à La Réunion et en Australie. En Australie, les urbanistes sont très ancrés sur la loi et ils vont faire les réglementations, alors qu'en France un urbaniste va faire des plans masses, des *guide-lines*... Il est dans le projet, dans l'opérationnel. On voit ces différences quand on veut exporter des modèles. Ça entraîne des incompréhensions et des projets qui n'aboutissent pas toujours comme on le voudrait.

À Mayotte, le contexte réglementaire n'est sans doute pas encore tout à fait 100% français comme il l'est à La Réunion. Les architectes de La Réunion qui vont à Mayotte ne peuvent pas avoir ce corpus institutionnel français, car le cadre est encore différent. D'un pays à l'autre dans cette aire tropicale, il y a des challenges qui sont plus que juste liés à la différence de climat. On est sur la prédominance du contexte et au cas par cas.

Nos trois présentations ont bien montré ces grands écarts d'un point à l'autre, mais aussi l'importance d'une approche pluridisciplinaire qui peut générer de l'innovation. Il reste des interrogations.

Quand on parle de confort, il ne s'agit pas de data et de statistiques, mais bien de personnes. Il ne faut pas l'oublier. Quand on se rapproche de l'aspect santé, bien-être des habitants, ce facteur-là permet aussi pour les politiques d'avoir un levier plus fort de financement et de collaboration, car on parle bien d'un mieux-vivre pour les habitants.

Je vois qu'en Australie ce type d'arguments commence à marcher. Quand un architecte vient en disant : je peux vous éviter tant de crises cardiaques, les nourrissons auront moins de séjour à l'hôpital et les personnes âgées ne mourront pas suite à une vague de chaleur... Les élus sont plus enclin à donner leur accord pour le financement d'études. Il y a des leviers et des stratégies qui permettent de mieux collaborer et au final de faire des meilleurs projets pour contribuer au mieux-vivre des habitants.



200 // COMMUNICATION

Pia MONNIER, chercheur invitée

Karine DUPRE, professeure associée<sup>1</sup>Silvia TAVARES, docteur<sup>2</sup>

## ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS ET VILLE : LA PERCEPTION DES HABITANTS

### 1. INTRODUCTION

L'aménagement urbain est défini par Boyko *et al.* (2006) comme « *l'art et le processus de dessiner, créer, concevoir et gérer des espaces et des lieux pour les habitants* ». L'aménagement urbain prend en compte « *La conception de bâtiments, de groupes de bâtiments, d'espaces et de paysages dans les villages et les villes, ainsi que la mise en place de cadres et de procédés facilitant un développement urbain réussi* » selon la Commission for Architecture & The Built Environment of Great Britain (2000, p.93). Cependant, au-delà de ces définitions qui restent très techniques et peut-être trop technocrates, l'aménagement urbain concerne avant tout la qualité de vie des habitants par la qualité du cadre bâti. Quand ce cadre devient défaillant, les conséquences sont immédiates dans la vie des habitants. Par exemple, on peut constater l'atrophie des relations sociales (Figuerola Martinez *et al.*, 2019 ; Engel *et al.*, 2016), une influence négative sur les réussites sociales et scolaires (Ocqueteau, 2007), l'augmentation de la criminalité (Rey, 1996) et même de certains problèmes de santé (Mouratidis, 2018; Tubiana, 2001).

Parallèlement, l'actualité de la crise climatique suscite une réflexion de fond sur les pratiques de l'aménagement urbain et ses résultats, notamment pour pouvoir générer de nouvelles stratégies d'adaptation et de mitigation, afin de continuer d'offrir une bonne qualité de vie dans des environnements résilients. Parmi les dérèglements climatiques qui affectent le cadre bâti, les vagues de chaleurs, ou canicules, s'imposent avec des records battus chaque année et une hausse considérable des températures dans le monde entier (IPCC, 2014 ; Alexander *et al.*, 2007).

Les villes sont plus fortement impactées par les canicules à cause du phénomène communément appelé îlot de Chaleur Urbain (ICU). L'ICU est un phénomène provoquant des températures plus élevées en milieu urbain que dans les périphéries moins urbanisées et les secteurs ruraux en raison de leur matérialité, de leur morphologie urbaine et de l'activité humaine excessive (Gartland, 2008). Plusieurs recherches ont démontré que les ICUs augmentent la chaleur extrême des canicules et renforcent ainsi leurs effets néfastes et parfois mortels sur la santé et le confort des habitants (Smargiassi *et al.*, 2009 ; Tan *et al.*, 2010).

En Australie, les canicules sont considérées comme le risque naturel le plus meurtrier du pays, causant près de 55% des décès liés aux risques naturels, bien devant les inondations ou les incendies dans l'arrière-pays australien (Coates *et al.*, 2014). Cependant, peu de recherches ont été menées à ce jour en Australie concernant la perception et la réponse des habitants vis-à-vis des canicules ; c'est donc l'objet de cet article qui se divise en trois sections principales. La première section présente le contexte bibliographique de l'étude ; la deuxième section décrit la méthodologie employée ; la troisième section concerne les résultats obtenus, avant la discussion en dernière section.

### 2. LE CONTEXTE BIBLIOGRAPHIQUE

Une revue systématique de la littérature scientifique sur le sujet des ICUs, de l'aménagement urbain et de la santé humaine a été effectuée au préalable afin d'obtenir une vue d'ensemble des recherches sur le sujet et d'identifier d'éventuelles lacunes. Quatre résultats majeurs en découlent.

<sup>1</sup> Griffith University, Australia

<sup>2</sup> James Cook University, Australia

L'analyse bibliographique de 71 articles montre que ce domaine de recherche est en nette progression mais se concentre pour l'instant principalement sur les aspects quantitatifs dans la collecte de données et sur les approches utilisées (Razzaghmane *et al.*, 2016 ; Wong *et al.*, 2011 ; Theeuwes *et al.*, 2013). Par conséquent, la majeure partie de la recherche actuelle est basée sur des données mesurables et tangibles dans le but de mitiger les ICUs (Yang *et al.*, 2011 ; Aleksandrowicz *et al.*, 2017 ; Coutts *et al.*, 2010). Cependant, en cherchant exclusivement à réduire la température dans certaines zones de la ville, la recherche autour des ICUs néglige la perception et l'expérience humaine dans la ville (Kleerekoper *et al.*, 2012 ; Wong *et al.*, 2017) traduisant ainsi un manque de réflexion en ce qui concerne l'adaptation aux ICUs.

Un autre résultat obtenu de cette analyse bibliographique, concerne la complexité des critères utilisés dans les recherches pour mitiger les effets indésirables produits par les ICUs (Tomlinson *et al.*, 2011 ; Van Der Hoeven et Wandl, 2015 ; Pigliautile et Pisello, 2018 ; Martins *et al.*, 2016). L'absence de lignes directrices et de méthodologies communes pour évaluer les ICUs et développer des stratégies de mitigation rend difficile la comparaison et la compréhension de leur efficacité (Aleksandrowicz *et al.*, 2017 ; Coutts *et al.*, 2010 ; Martins *et al.*, 2016). De plus, les variables impliquées dans les études sur les ICUs, l'aménagement urbain et la santé humaine sont dépendantes du contexte urbain, météorologique ou encore social (Yang *et al.*, 2011 ; Hathway et Sharples, 2012 ; Tomlinson *et al.*, 2011). Cependant, même si les résultats et stratégies considérés efficaces pour un lieu donné ne sont pas aisément transposables d'une ville à une autre, les méthodologies le sont plus facilement car elles admettent plus de flexibilité. Cela montre qu'une approche plus globale sur les ICUs pourrait être mise au point afin de générer plus tard une méthodologie et des outils universels (Kleerekoper *et al.*, 2012 ; Yang et Chen 2016 ; Wong *et al.*, 2011) pour lutter contre les ICUs et développer des villes résilientes.

Troisièmement, les travaux de recherche examinés ont montré le rôle important que l'aménagement urbain pourrait avoir dans la création de villes résilientes aux ICUs (Gago *et al.*, 2013 ; Lehmann, 2014 ; Martins *et al.*, 2016). Dû à la forte corrélation entre les ICUs et l'aménagement urbain, ce dernier peut être considéré comme une des stratégies permettant de mitiger les ICUs et de s'y adapter (Aleksandrowicz *et al.*, 2017 ; Coutts *et al.*, 2010 ; Kleerekoper *et al.*, 2012). Malheureusement, c'est actuellement encore sous-exploité.

Enfin, la bibliographie effectuée ne soulève que très peu la question du confort thermique humain dans le milieu urbain. Des indices tangibles tels que la Température Équivalente Physiologique (TEP), l'Indice de Predicted Mean Vote (PMV) et Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD), l'Indice de confort thermique universel (UTCI) et d'autres, démontrent que la température radiante moyenne et l'aérodynamique urbaine, sont deux problématiques majeures pour répondre au confort en milieu urbain tropical (Matzarakis *et al.*, 1999 ; Höpfe, 1999 ; Brager and De Dear, 1998). Cependant, seulement 15% des articles traitent des indices du confort thermique dans la recherche bibliographique sur les ICUs et l'aménagement urbain et 8% dans celle sur les ICUs et santé. De plus, beaucoup d'auteurs qui ont déjà traité de la question de l'homme lié à un confort thermique dans la ville dans le domaine de la recherche concernant l'urbanisme bioclimatique n'ont pas été relevés par cette recherche bibliographique tel que Santamouris (2014 ; 2017), Ng (2012 ; 2016), Matzarakis (2015 ; 2010). Par conséquent, les trois domaines étudiés sont très pointus dans leurs recherches respectives mais manquent fortement de communication et d'inter-disciplinarité.

Dans ce contexte, deux questions se posent : comment l'aménagement urbain peut-il augmenter ou diminuer les ICUs et comment les habitants perçoivent-ils la notion de chaleur dans leur environnement urbain ? C'est particulièrement de cette dernière question dont nous voulons traiter dans cette étude.

### 3. MÉTHODE

L'État de Queensland en Australie est régulièrement soumis aux risques naturels et, face à la hausse des températures de ces dernières années, l'État a commandité un rapport sur l'évaluation des risques de canicule. Ce rapport, le *Queensland State Heat-wave Risk Assessment 2019*, non seulement confirme les risques mais a évalué le degré de vulnérabilité de dix villes du Queensland, déjà connues pour leur pic de chaleur. Notre recherche s'est donc penchée sur deux de ces villes dans un premier temps, Ipswich et Townsville, pour mieux comprendre la perception de la population à l'égard de la chaleur en milieu urbain. Méthodologiquement, nous avons combiné approches quantitatives et qualitatives pour cette étude.

#### 3.1. Températures

En premier lieu, les données de température de chaque ville ont été récoltées pour observer l'évolution de la température maximale quotidienne au-dessus de 35 °C au cours des 80 dernières années. Cela permet aussi de vérifier que la population locale a bien été soumise à des pics de chaleur et de projeter sur les deux années à venir. La définition de l'indice de canicule de Frich *et al.* (2002) combinée aux températures maximales moyennes mesurées en été (décembre à février) pour les deux villes ont permis de définir le seuil de température de 35°C utilisé pour cette étude. L'indice de canicule défini par Frich *et al.* (2002) annonce une canicule lorsque, pendant cinq jours consécutifs, la température maximale moyenne est de 5°C supérieure à la température maximale moyenne quotidienne. La température maximale moyenne en été à Ipswich est comprise entre 31,1°C (février) et 32°C (janvier) et la température maximale moyenne annuelle est de 27,3°C.

À Townsville, la température mensuelle maximale moyenne en été est comprise entre 31,2°C (en février) et 31,5°C (décembre). Et la température annuelle moyenne est de 28,9°C. L'indice de canicule étant principalement valable dans les pays tempérés, et les températures maximales étudiées étant mensuelles et non quotidiennes, la définition de Frich *et al.* (2002) a été adaptée et le seuil de 35°C a donc été défini pour étudier l'évolution de la température maximale quotidienne au cours des 80 dernières années à Ipswich et Townsville.

Les données de température publiques du Bureau de météorologie du gouvernement australien 2019 ont été utilisées pour mesurer l'évolution du nombre de jours avec une température maximale supérieure à 35°C. Les données des huit dernières décennies commençant par l'ouverture de la première station climatologique basique dans les deux villes jusqu'à la décennie actuelle ont été récoltées : de 1941-2021 pour Townsville et de 1942-2022 pour Ipswich. L'évolution a été regroupée en termes de décennies afin d'obtenir des données plus évidentes. En ce qui concerne la dernière décennie étudiée, 2011-2020 pour Townsville et 2012-2021 pour Ipswich, des estimations ont été faites de juillet 2019 jusqu'à la fin de la décennie étudiée, en se basant sur les données de cette dernière. Pour la fin de l'année 2019, les données ont été estimées en calculant le nombre moyen de jours de juillet à décembre ayant une température maximale supérieure à 35 °C au cours de la dernière décennie jusqu'à l'année 2018 incluse. Pour les années suivantes, 2020 pour Townsville et 2020-2021 pour Ipswich, le nombre moyen de jours avec une température maximale supérieure à 35 °C a été prédit sur la base de cette décennie jusqu'à décembre 2019 inclus. Pour compléter l'analyse de l'évolution de la température, le rapport de 2019 sur les risques de canicules de l'État du Queensland a été utilisé (Chesnais *et al.*, 2019), ce qui donne une vision future du problème.

### 3.2. Enquêtes

Afin de mieux comprendre la perception de la chaleur par la communauté en milieu urbain, un premier questionnaire a été élaboré pour la ville d'Ipswich en se basant sur la revue bibliographique. Après les entretiens effectués à Ipswich en juillet 2019, ce questionnaire a été modifié pour renforcer sa pertinence à Townsville (enquête menée en juillet 2019). Il permettra aussi de servir d'étude pilote pour des recherches futures. Ce questionnaire comprend seize questions : les trois premières interrogent la connaissance des participants sur les ICUs ; les cinq questions suivantes le lien des participants avec leur ville, notamment quand il fait chaud ; tandis que les dernières évaluent la perception que les participants ont de leur santé et les stratégies individuelles mises en place pour faire face aux canicules (tableau 1).

Il y a plusieurs limitations à ces enquêtes. La première concerne la saison (hiver) pendant laquelle ces enquêtes ont été conduites : il y a très peu de pics de chaleur durant cette saison et les participants peuvent avoir oublié ou minimisé les conditions existantes en saison plus chaude. La seconde limitation concerne la différence entre les deux questionnaires : même si elle ne concerne intrinsèquement que l'ajout de quatre questions, tous les résultats ne peuvent donc pas être uniformément comparés, même s'ils le sont en grande partie. Une autre différence concerne la durée et l'heure des questionnaires, qui n'a pris qu'une journée pour Ipswich et s'est étalé sur deux jours pour Townsville avec un recrutement de participants plus conséquent.

**Q1** Je sais ce qu'est une vague de chaleur  
*oui/non*

---

**Q2** Je crois en savoir beaucoup sur les ICUs  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q3** Si vous avez répondu 4, 5 ou 6 à Q2,  
savez-vous comment réduire les ICUs ?

---

**Q4** Il y a des lieux où je me rends  
avec plaisir en ville  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q5** Quels lieux et pourquoi ?

---

**Q6** Je visite ces lieux quand il fait chaud  
car la chaleur me semble moins intense  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q7** Il y a des lieux plus frais que d'autres  
à Townsville  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q8** Si vous avez répondu 4, 5 ou 6 à Q7,  
quels lieux et pourquoi ?

---

**Q9** La chaleur affecte les activités  
que je mène en ville  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q10** J'ai tendance à rester à la maison  
quand il fait chaud  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q11** Si vous avez répondu 1, 2 ou 3 à Q10,  
où préférez-vous aller quand il fait chaud ?

---

**Q12** Il y a des lieux que j'évite en ville  
à cause de la chaleur  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q13** Si vous avez répondu 4, 5 ou 6 à Q12,  
quels lieux et pourquoi ?

---

**Q14** La chaleur m'affecte physiquement  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q15** La chaleur m'affecte mentalement  
*échelle de 1 à 6*

---

**Q16** La chaleur m'affecte socialement  
*échelle de 1 à 6*

---

Tableau 1 : Questionnaire de Townsville, traduit par ses auteures © Monnier, Dupré, Tavares

### 3.3. Politiques et littérature grise de 2000 à 2019

Le dernier aspect recherché dans cette étude concerne les discours dominants historiques et contemporains sur le sujet des canicules et des ICUs dans les deux villes choisies, afin de mettre en évidence –ou pas– la corrélation entre les perceptions individuelles et les discours en cours dans ces villes. Pour ce faire, une recherche sur l'évolution des politiques en vigueur et des préoccupations des médias en ce qui concerne les canicules et les ICUs a été réalisée de 2000 à 2019.

La page web officielle du conseil municipal local (Townsville City Council, 2019 ; City of Ipswich, 2019) a été utilisée pour analyser les politiques passées et en vigueur concernant les canicules et les ICUs. Par ailleurs, les quotidiens dont la principale couverture est la ville étudiée ont été choisis pour évaluer l'évolution de l'intérêt pour les canicules et les ICUs dans la littérature grise : *Queensland Times* pour Ipswich et ses environs et *Townsville Bulletin* pour Townsville et ses environs. Pour chaque journal, le nombre d'articles mentionnant « *heatwave* » (canicule en français) et le nom de la ville ont été évalués, permettant ainsi une appréciation quantitative de l'intérêt des médias pour les canicules à Ipswich et Townsville. Comme les ICUs ne sont pas encore un phénomène bien connu du public, la recherche sur le sujet dans ces médias n'a donné aucun résultat pour Townsville et un seul article pour Ipswich.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. Évolution des températures

Ipswich (coordonnées : 26,62°S; 152,76°E) est une ville située à l'intérieur des terres, à 30 km au Sud-Ouest de Brisbane, avec un climat subtropical. Townsville (coordonnées : 19,26°S; 146,82°E) est une ville côtière au Nord de Brisbane, avec un climat tropical donc plus humide que Ipswich.

L'analyse de l'évolution des températures met en évidence deux phénomènes communs aux deux villes. Tout d'abord, de manière générale, on observe une augmentation alarmante de la température. Ensuite, plus en détail, on observe un léger déclin inexplicable pendant les trois premières décennies d'étude (1940 à 1971), suivi d'une croissance affirmée de la température après 1970 (en dépit d'une faible diminution sur la première décennie du XXI<sup>e</sup> siècle).

Pour Townsville, l'augmentation est assez radicale : le nombre de jours avec une température maximale supérieure à 35°C passe de 25 de 1941 à 1950 à environ 55 jours entre 2011 et 2020, soit une augmentation de 120% entre la première et dernière décennie étudiée (ou 2,2 fois le nombre de jours). Pour Ipswich, cette croissance est de 80%. Concernant l'aspect quantitatif, Ipswich a environ quatre fois plus de jours avec une température maximale au-dessus de 35°C que Townsville, probablement en raison de la proximité de Townsville avec l'océan, un facteur de refroidissement de la température non-négligeable. Toutefois, la forte humidité présente à Townsville implique qu'une même température à Townsville pourra être plus fortement ressentie qu'à Ipswich.

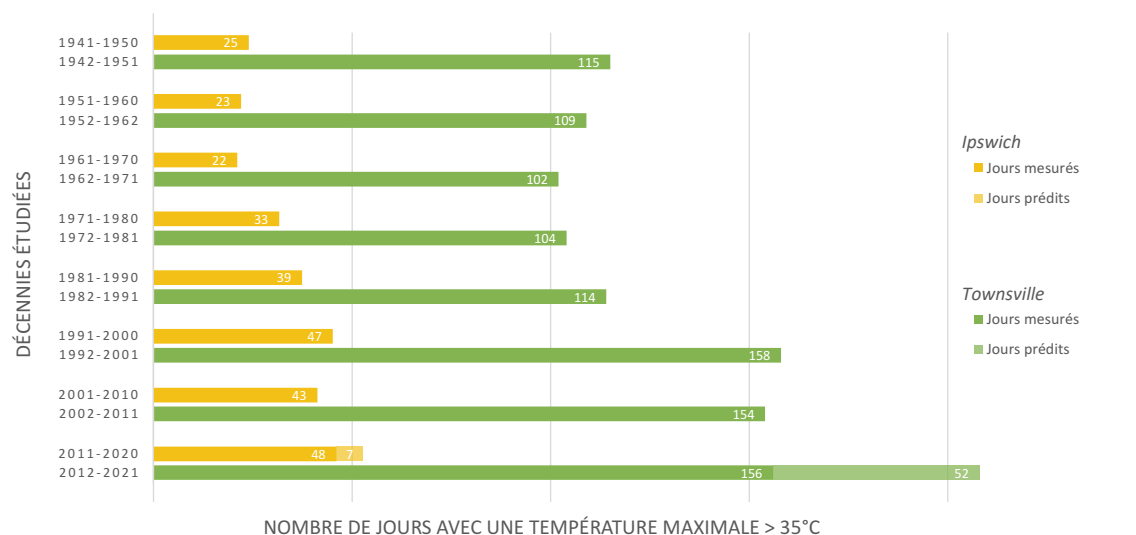


Figure 1 : Évolution du nombre de jours avec une température maximale supérieure à 35°C au cours des 80 dernières années à Ipswich (à gauche) et Townsville (à droite) © Monnier

Ces résultats sont encore plus inquiétants étant donné que l'État du Queensland prévoit également un accroissement du nombre de jours de canicules dans les décennies à venir, passant de 18 jours de canicule par an à Townsville entre 2008-2018, à 63 jours en 2050 et 156 jours en 2090 (Chesnais *et al.*, 2019). Pour Ipswich, les prédictions sont moins alarmantes mais une augmentation est tout de même prévue, passant de 22 jours à 29 jours en 2050 à 93 jours en 2090. Cependant, en raison d'autres facteurs, tels que le niveau de chaleur, la vulnérabilité socio-économique, la santé des habitants ou bien l'accès aux espaces verts, Ipswich est considérée comme la ville la plus à risque de l'État du Queensland en ce qui concerne les canicules (Chesnais *et al.*, 2019).

#### 4.2. Enquêtes

L'objectif des enquêtes était de comprendre la perception de la chaleur en général et en milieu urbain par les habitants. 45 participants ont été interrogés à Ipswich (dont 36% hommes, 64 % femmes) et 91X à Townsville (36% hommes, 64 % femmes). Trois résultats majeurs émergent.

Premièrement, les gens ne sont pas au courant de ce que sont les ICUs puisque seulement 14% des participants de Townsville affirment connaître le phénomène et 7% pour ceux d'Ipswich.

Deuxièmement, les participants interrogés ressentent des effets négatifs de la chaleur sur leur santé. En effet, les participants sont unanimes sur le fait que la chaleur les affecte physiquement, allant de la simple transpiration à l'aggravement de problèmes cardiaques. Près de la moitié des participants perçoivent également que la chaleur a un impact sur leur santé mentale, se sentant d'humeur plus agressive (15% pour Ipswich et 21% pour Townsville) ou plus dépressive (22% pour Ipswich et 23% pour Townsville). Enfin, les participants ont aussi le sentiment que la chaleur les affecte socialement (24% à Ipswich et 33% à Townsville), parce qu'ils ne pourront pas sortir de chez eux à cause de la chaleur ou de leur humeur antisociale. Il est également intéressant de constater que certaines personnes ne se sentent pas touchées par la chaleur intense de l'été (17% à Ipswich et 26% à Townsville). Cela peut être dû au fait que les entretiens ayant été menés en hiver, les participants peuvent avoir tendance à oublier les effets indésirables de la chaleur sur leur santé et attitude. Une autre raison peut être leur acclimatation à la chaleur après avoir vécu si longtemps dans cet environnement, les amenant ainsi à adapter leur mode de vie pour ne plus ressentir l'impact de la chaleur sur leur santé.

Troisièmement, en ce qui concerne la perception de leur environnement, les participants des deux villes considèrent que certaines zones de leur ville ont des températures plus faibles que d'autres. Il n'est pas surprenant de voir que les principaux lieux cités dans ce cas-là sont des espaces naturels, tels que les lieux proches de l'eau ou bien les parcs ombragés avec des arbres. À Townsville en particulier, 30% des participants ont cité un parc spécifique appelé *The Strand*, situé le long de la côte et considéré comme plus frais en raison de son environnement naturel et de la brise thermique de l'océan. Les participants d'Ipswich mentionnent également la brise thermique de la rivière lorsqu'ils citent des zones autour de l'eau. Il est assez curieux de voir que le centre-ville d'Ipswich peut aussi être décrit comme une région plus fraîche par certains participants, ce qui peut être dû à des corridors de ventilation et à une ombre considérable dans le centre-ville en raison de la hauteur des bâtiments environnants.

Pourtant, même si certaines zones sont considérées comme plus fraîches en ville, la plupart des gens restent à la maison pour faire face à la chaleur (76% à Ipswich et 59% à Townsville). Dans une moindre mesure, d'autres stratégies sont mentionnées, telles que l'accès aux zones de baignade, aux magasins climatisés, aux parcs arborés et aux zones ombragées.

Questions	Ipswich	Townsville
<b>Q8</b> Si vous avez répondu 4, 5 ou 6 à Q7, quels lieux et pourquoi ?	Espaces naturels : 26% Zones urbaines : 15% Endroits avec l'air conditionné : 13%	Espaces naturels : 56% Zones urbaines : 0% Endroits avec l'air conditionné : 13%
<b>Q11</b> Si vous avez répondu 1, 2 ou 3 à Q10, où préférez vous aller quand il fait chaud ?	Maison : 76% Zone de baignade : 22% Magasins : 11% Parc avec arbres : 7% Rester à l'ombre : 7%	Maison : 59% Zone de baignade : 10% Magasins : 10% Parc avec arbres : 9% Rester à l'ombre : 5%

Tableau 2 : Résultats qualitatifs de l'enquête, traduit par son auteure © Monnier

#### 4.3. Politique et littérature grise de 2000 à 2019

Concernant les politiques locales et les réglementations à propos des canicules, dans les deux villes, peu de résultats ont été trouvés. Particulièrement à Ipswich, rien n'a été trouvé au sujet des ICUs, ni sur les canicules dans la section relative aux risques naturels du Plan d'urbanisme d'Ipswich 2020. Ce qui est étonnant par comparaison avec les inondations et les incendies qui sont identifiés comme des risques naturels et disposent de leurs propres mesures de gestion de risque (*Natural area estate fire management policy, 2018 ; Floodplain Management Strategy, 2015*). En outre, les canicules ne sont que rapidement mentionnées dans le Plan secondaire 2018 d'Ipswich relatif à la gestion des catastrophes au niveau local, sans qu'aucune réelle solution au problème ne soit proposée.

À Townsville, l'absence d'intérêt pour les canicules dans les réglementations locales est similaire. Le *Townsville Local Disaster Management Plan* (Plan local de gestion des catastrophes d'avril) de 2019 ne semble pas avoir de paragraphe mentionnant la gestion des canicules, ni dans le *Local Recovery and Resilience Sub Plan* (Plan local secondaire de rétablissement et de résilience) d'avril 2019, alors que les inondations et les tempêtes, qui ont des conséquences directes et visibles sur la communauté, sont considérées comme un problème à résoudre. De plus, il n'existe pas de rapports techniques sur les risques naturels liés aux canicules, mais il en existe d'autres sur les inondations, la demande en eau, les tempêtes et les analyses géologiques.

Par conséquent, il semblerait que les canicules ne soient pas encore traitées comme un problème alarmant à Ipswich et Townsville. Cependant, Ipswich étant décrite comme la ville la plus vulnérable du Queensland en ce qui concerne les canicules (Chesnais *et al.*, 2019), la situation est appelée à changer.



En ce qui concerne la littérature grise à Ipswich, l'intérêt porté aux canicules dans le quotidien *Queensland Time* a enflé aux cours des dernières années. Cela traduit une prise de conscience parmi les médias et les citoyens, qui est très probablement liée aux températures de plus en plus menaçantes chaque été et à une compréhension progressive des effets néfastes des canicules sur la population. La recherche d'articles sur le sujet des canicules et d'Ipswich n'a donné aucun résultat avant 2005. Un seul article sur les ICUs est paru le 5 juin 2019, en citant Ipswich comme l'une des plus vulnérables d'Australie.

À Townsville, une situation semblable est notée avec le quotidien *Townsville Bulletin*, mais dans une moindre mesure qu'à Ipswich, ce qui pourrait être lié à la différence de nombre de jours avec une température maximale supérieure à 35°C dans les deux villes. Mais avec la hausse rapide de la température et les prédictions de futures canicules de plus en plus nombreuses à Townsville, les préoccupations relatives aux canicules dans les médias risquent de s'intensifier dans un proche avenir. La recherche sur les canicules à Townsville n'a donné aucun résultat avant 2015 et aucun article sur le sujet des ICUs par rapport à Townsville.

En conclusion, l'inquiétude suscitée par les canicules est reflétée dans les médias de ces deux villes au cours des dernières années. Cependant, les stratégies locales de gestion des risques pour faire face aux canicules font défaut dans les deux villes, ce qui indique un manque d'action ou de connaissances sur le sujet de la part du gouvernement local. De plus, les ICUs ne semblent pas présents ni dans les réglementations ni dans la littérature grise, soutenant une des conclusions des enquêtes comme quoi les communautés d'Ipswich et de Townsville ne sont pas bien informées sur les ICUs.

La réalité est cependant en train de changer et les gouvernements locaux d'Ipswich et de Townsville ont entrepris les premières démarches pour pouvoir évaluer les ICUs dans leurs villes respectives afin de développer des villes résistantes à la chaleur, et d'améliorer ainsi la santé de leurs citoyens.

Intérêt des médias sur le sujet des canicules à Townsville et Ipswich

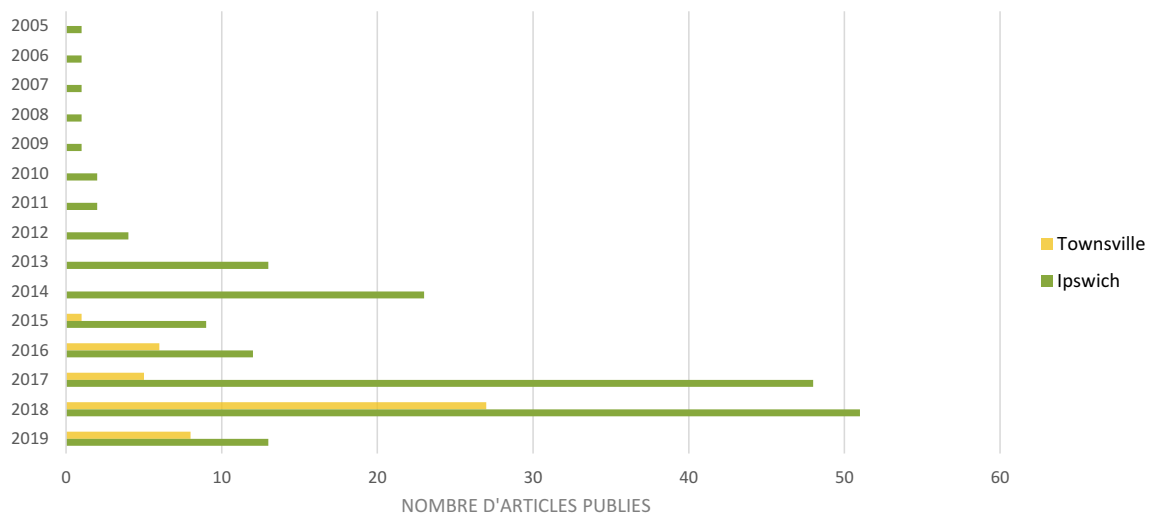


Figure 2 : Intérêt des médias en ce qui concerne les canicules à Ipswich et Townsville © Monnier

## 5. DISCUSSION

En dépit d'une augmentation constante des températures depuis ces trois dernières décennies dans les villes d'Ipswich et de Townsville, il existe une réelle carence informative sur les ICUs que ce soit par les médias ou les gouvernements locaux. Concrètement cela se traduit par peu ou prou de stratégies mises en place par les autorités locales et une ignorance relativement élevée de la population sondée sur ce sujet.

Il faudrait évidemment élargir le nombre de participants enquêtés pour que le nombre obtenu soit vraiment représentatif de la population de chaque ville, cependant cette première étude présuppose, à ce stade, que les villes étudiées ne protègent pas leur communauté et ne se servent pas encore des outils de l'aménagement urbain pour fournir des espaces urbains de qualité pour échapper à la chaleur.

À ce stade de la recherche, il n'est pas vraiment possible de comprendre les raisons d'un tel manque d'engagement de la part des autorités locales, cependant une hypothèse pourrait être tout de même suggérée. Du point de vue de la santé publique, comme Perkins et Alexander (2013) et Robinson (2000) l'ont déjà écrit, il reste difficile de mesurer l'impact précis des canicules sur la santé et sur le nombre de décès en découlant, car les canicules sont non-discriminatoires dans une certaine mesure. Elles affectent les malades chroniques, les personnes dites plus faibles (personnes âgées, nourrissons et enfants en bas âge), tout comme les personnes a priori en bonne santé. Ainsi les canicules, souvent surnommées « l'assassin silencieux », bénéficieraient d'un manque de spectacularité qui ne saisit pas l'opinion publique ni les autorités. Plusieurs chercheurs ont déjà essayé de mettre en évidence la causalité entre chaleurs et santé/décès (Baccini *et al.*, 2008 ; McMichael *et al.*, 2008 ; Rosenthal *et al.*, 2014 ; Tan *et al.*, 2010), mais les décès par incendie ou inondation par exemple restent toujours plus flagrants.

Il semble donc important de mettre en place des veilles systématiques, à l'échelle de la santé publique, qui pourraient comptabiliser et indiquer de manière rigoureuse les relations entre chaleur, santé et décès.

Cependant, les stratégies d'adaptation mises en place par les participants d'Ipswich et Townsville pour faire face à la chaleur montrent que la ville doit aussi s'engager davantage pour la prévention de ce risque. En effet, pour la plupart des personnes interrogées, la principale stratégie est de rester dans leur domicile. Malheureusement, cela crée une sorte d'isolement social qui affecte alors leur santé sociale et mentale. Ce type d'habitude provoque un manque d'activité physique et impacte donc leur santé physique. Par ailleurs, l'utilisation intensive de l'air conditionné dans ces cas-là accroît les ICUs et se répercute ensuite sur la santé générale des habitants, créant ainsi un cercle vicieux. Encore une fois, il faudrait élargir le nombre de participants à ces enquêtes pour confirmer ces résultats, néanmoins ce premier aperçu confirme que les infrastructures pour aider les habitants à faire face à la chaleur insupportable dans la ville ne peuvent se limiter aux zones de baignade. De plus, avec l'augmentation alarmante des températures prévue dans les prochaines décennies qui provoquera des températures encore plus élevées dans les villes, les impacts de la chaleur sur la santé physique, mentale et sociale de la communauté risquent de se multiplier et devenir intolérables dans un futur proche. Par conséquent, l'aménagement urbain d'Ipswich et de Townsville doit être modifié et amélioré afin de mitiger les ICUs et d'aider la population à s'adapter à la chaleur. La revue bibliographique a confirmé que l'aménagement urbain permettrait d'élaborer des stratégies de mitigation et d'adaptation aux ICUs applicables aux deux villes et certainement transférables à d'autres villes dans une certaine mesure.

## 6. CONCLUSION

L'objectif de cette recherche était de comprendre la perception et la réponse des habitants vis-à-vis des canicules à l'aide de deux cas d'études australiens. Les résultats sont sans équivoque : les communautés sont peu informées, les villes peu pro-actives et les stratégies quasi-inexistantes. Pourtant des solutions à l'échelle de l'aménagement urbain existent déjà et peuvent être utilisées pour mitiger les ICUs et améliorer ainsi le confort thermique des habitants dans la ville. On pense, par exemple, à la création de zones plus ombragées avec des auvents ou de la végétation haute qui peut aider à protéger à la fois les piétons des rayons du soleil, mais également les zones imperméables, les empêchant ainsi d'absorber trop de chaleur. Ou bien encore à l'insertion de davantage de végétation (tant au sol que surélevée) et de plans d'eau le long des rues, ce qui augmenterait la climatisation naturelle de la ville par évapotranspiration.

De même, une réflexion de fond sur la gestion des espaces urbains pourrait aussi générer une meilleure adaptation aux journées trop chaudes et aux ICUs. Par exemple, planifier l'aménagement urbain mais aussi des événements tout au long de la période estivale lors des températures basses de la journée, de façon à provoquer des rencontres sociales à certains moments plus frais de la journée, aideraient la communauté à s'adapter à la chaleur. Cela pourrait donner un objectif pour sortir de chez soi, telle qu'une soirée dans un parc qui sera plus frais le soir en raison de l'évapotranspiration naturelle. Ces opportunités sociales peuvent aider les citoyens à s'adapter aux canicules et ICUs et à devenir plus résilients à l'avenir.

Cependant, il semble impératif de travailler en interdisciplinarité, tant l'enjeu des villes résilientes sollicite des compétences variées (acteurs de l'aménagement urbain, des scientifiques du climat et de l'environnement, des praticiens de la santé, des responsables gouvernementaux, des politiques et la communauté) qui doivent fondamentalement travailler ensemble pour développer des stratégies efficaces de mitigation et d'adaptation aux ICUs notamment.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALEKSANDROWICZ, O., VUCKOVIC, M., KIESEL, K. et MAHDAVI, A., « Current trends in urban heat island mitigation research : Observations based on a comprehensive research repository », *Urban Climate* 21, 2017, pp : 1-26.
- ALEXANDER, L. V, HOPE, P., COLLINS, D., TREWIN, B., LYNCH, A. et NICHOLLS, N. (2007) « Trends in Australia's climate means and extremes : A global context », *Australian Meteorological Magazine* 56 (7), 2007 pp : 1-18.
- BOYKO, C.T., COOPER, R., DAVEY, C.L. et WOOTTON, A.B. (2006), « Addressing sustainability early in the urban design process, Management of Environmental Quality », *An International Journal* 17(6), 2006, pp : 689-706.
- Bureau of Meteorology, consulté en Juillet et Août 2019 : <http://www.bom.gov.au>
- CHESNAIS, M., GREEN, A., PHILLIPS, B., AITKEN, P., DYSON, J., TRANCOSO, R., RAJAN, J., DUNBAR, C., *Queensland State Heatwave Risk Assessment 2019*. Brisbane, Australia. Consulté en Juillet et Août 2019: <https://bit.ly/2RLGulf>
- CHOKHACHIAN, A., STANTUCCI, D. et AUER, T. (2017), « A Human-Centered Approach to Enhance Urban Resilience, Implications and Application to Improve Outdoor Comfort » in *Dense Urban Spaces, Buildings* 7, 2017, p. 113
- City of Ipswich, consulté en Août 2019 : <https://www.ipswich.qld.gov.au>
- COATES, L., HAYNES, K., O'BRIEN, J., MCANENEY, J. et DIMER de OLIVEIRA, F. (2014), Exploring 167 years of vulnerability : An examination of extreme heat events in Australia 1844-2010, *Environmental Science & Policy* 42, 2014, pp : 33-44.
- Commission for Architecture and the Built Environment, *By design, Urban design in the planning system : towards better practice*, 2000, London, Telford.
- COUTTS, A., BERINGER, J. et TAPPER, N. (2010), « Changing Urban climate and CO 2 emissions: Implications for the development of policies for sustainable cities », *Urban Policy and Research* 28(1), 2010 , pp : 27-47.
- ENGEL, L., CHUDYK, A.M., ASHE, M.C., BRYAN, S., « Older adults' quality of life- Exploring the role of the built environment and social cohesion in community-dwelling seniors on low income », *Social Science & Medecine*, 164, 2016, pp : 1-11.
- FIGUEROA MARTINEZ, C., HOGSON, F., MULLEN, C., TIMMS, P. (2019), « Walking through deprived neighbourhoods: Meanings and constructions behind the attributes of the built environment », *Travel Behaviour and Society*, 16, 2019, pp : 171-181.
- FRICH, P., L. V. ALEXANDER, P. DELLA-MARTA, B. GLEASON, M. HAYLOCK, A. KLEIN TANK, et T. PETERSON (2002), « Global changes in climatic extremes during the 2nd half of the 20th century », *Climate Research* 19, 2002, pp : 193-212.
- GAGLIANO, A., Nocera, F. et Aneli, S. (2017), Computational Fluid Dynamics Analysis for Evaluating the Urban Heat Island Effects, *Energy Procedia*, pp. 508.
- GAGO, E.J., ROLDAN, J., PACHECO-TORRES, R. et ordóñez, J., « The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects », *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 25, 2013, pp : 749-758.
- GARTLAND, L., « Heat Islands Understanding and Mitigating Heat » in *Urban Areas in the UK and USA in 2008, Earthscan, London, 2008*.
- GIRIDHARAN, R., LAU, S.S.Y., GANESAN, S. and GIVONI, B. (2007), Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high-density environments of Hong Kong, *Building and Environment* 42(10): 3669-3684.
- HATHWAY, E.A. and Sharples, S. (2012), The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study, *Building and Environment* 58: 14-22.

IPCC 2014, Climate Change, Synthesis Report. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2014

JIHAD, A.S. and TAHIRI, M. (2016), « Analysis of canyon aspect ratio impact on Urban Heat Island and buildings energy consumption in Fez climatic zone, Morocco », *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 11(5)*, 2016, pp : 3059-3073.

KLEEREKOPER, L., van den DOBBELSTEEN, A.A.J.F., HORDIJK, G.J., van DORST, M.J. and MARTIN, C.L. , « Climate adaptation strategies: Achieving insight in microclimate effects of redevelopment options », *Smart and Sustainable Built Environment 4(1)*, 2015, pp : 110-136.

KLEEREKOPER, L., Van ESCH, M. and SALCEDO, T.B., « How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect, Resources », *Conservation and Recycling 64*, 2012, pp : 30-38.

KONG, L., LAU, K.K.-., YUAN, C., CHEN, Y., XU, Y., REN, C. and NG, E., « Regulation of outdoor thermal comfort by trees » in *Hong Kong, Sustainable Cities and Society 31*, 2017, pp : 12-25.

LEHMANN, S. (2014), « Low carbon districts : Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure », *City, Culture and Society 5(1)*, 2014, pp : 1-8.

LOWE, M., BOULANGE, C. and GILES-CORTI, B. (2014), « Urban design and health: progress to date and future challenges », *Health Promotion Journal of Australia 25(1)*, 2014, pp : 14-8.

MANTEGHI, G., BIN LIMIT, H. and REMAZ, D. (2015), « Water bodies an urban microclimate : A review », *Modern Applied Science 9(6)*, 2015, pp : 1-12.

MARTINS, T.A.L., ADOLPHE, L., BONHOMME, M., BONNEAUD, F., FARAUT, S., GINESTET, S., MICHEL, C. and GUYARD, W. (2016), « Impact of Urban Cool Island measures on outdoor climate and pedestrian comfort: Simulations for a new district of Toulouse, France », *Sustainable Cities and Society 26*, 2016 pp : 9-26.

MOURATIDIS, K. (2018), « Built environment and social well-being: How does urban form affect social life and personal relationships? » *Cities 74*, 2018, pp : 7-20

OCQUETEAU, F. (2007), « Les émeutes urbaines de l'automne 2005: cadres d'analyse et points aveugles de la sociologie française », *Sociologie du Travail 49(4)*, 2007, pp : 531-543.

PERKINS, S.E., ALEXANDER, L.V. 2013, « On the measurement of heatwaves », *Journal of Climate 26*, 2013, pp : 4500-4517.

PIGLIAUTILE, I. and PISELLO, A.L., « A new wearable monitoring system for investigating pedestrians' environmental conditions: Development of the experimental tool and start-up findings », *Science of the Total Environment 630*, 2018, pp : 690-706.

RAZZAGHMANESH, M., BEECHAM, S. and SALEMI, T., « The role of green roofs in mitigating Urban Heat Island effects in the metropolitan area of Adelaide, South Australia », *Urban Forestry and Urban Greening 15*, 2016, pp : 89-102.

REY, H., *La peur des banlieues*, Paris, Presses de Sciences Po, 1996

SHIUE, I., « Future urban design strategies for health and wellbeing: Proposal of DIDID action plan and design mapping », *Journal of Engineering, Design and Technology 14(1)*, 2016, pp : 104-114.

SMARGIASSI, A., GOLDBERG, M.S., PLANTE, C., FOURNIER, M., BAUDOUIN, Y. and KOSATSKY, T., « Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands », *Journal of epidemiology and community health 63(8)*, 2009, pp : 659-664.

*The Queensland Times*, consulté en Août 2019 :  
<https://www.qt.com.au>

TAN, J., ZHENG, Y., TANG, X., GUO, C., LI, L., SONG, G., ZHEN, X.,  
 YUAN, D., KALKSTEIN, A.J., LI, F. and CHEN, H. (2010),  
 « The urban heat island and its impact on heat waves  
 and human health » in *Shanghai, International Journal  
 of biometeorology* 54(1), 2010, pp : 75-84.

THEEUWES, N.E., SOLCEROVA, A. and STEENEVELD, G.J.,  
 « Modeling the influence of open water surfaces  
 on the summertime temperature and thermal comfort  
 in the city », *Journal of Geophysical Research Atmospheres*  
 118(16), 2013, pp : 8881-8896.

*Townsville City Council*, consulté en Août 2019 :  
<https://www.townsville.qld.gov.au>

TOMLINSON, C.J., CHAPMAN, L., THORNES, J.E. and BAKER, C.J.,  
 Including the urban heat island in spatial heat health risk  
 assessment strategies: A case study for Birmingham, UK,  
*International Journal of Health Geographics* 10, 2011

TUBIANA, M., « La santé et la ville: santé physique et santé  
 mentale . Comptes Rendus de l'Académie des Sciences -  
 Series III » - *Sciences de la Vie*, 324 (8), 2001 pp : 757-767.

Van Der HOEVEN, F. and WANDL, A., Amsterwarm : Mapping  
 the land use, health and energy-efficiency implications  
 of the Amsterdam urban heat island, Building Services  
 Engineering », *Research and Technology* 36(1) 2015, pp : 67-88.

WATKINS, R., PALMER, J. and KOLOKOTRONI, M., « Increased  
 temperature and intensification of the urban heat island :  
 Implications for human comfort and urban design »,  
*Built Environment* 33(1), 2007, pp : 85-96.

WONG, L.P., Alias, H., AGHAMOHAMMADI, N., AGHAZADEH, S.  
 and NIK SULAIMAN, N.M., Urban heat island experience,  
 control measures and health impact : A survey among working  
 community in the city of Kuala Lumpur, *Sustainable Cities  
 and Society* 35, 2017, pp : 660-668.

WONG, N.H., JUSUF, S.K. and TAN, C.L., « Integrated urban  
 microclimate assessment method as a sustainable urban  
 development and urban design tool », *Landscape and Urban  
 Planning* 100(4), 2001, pp : 386-389.

YANG, F. et CHEN, L., « Developing a thermal atlas for climate-  
 responsive urban design based on empirical modeling and  
 urban morphological analysis », *Energy and Buildings* 111, 2016,  
 pp : 120-130.

YANG, F., LAU, S.S.Y. and QIAN, F., « Urban design to lower  
 summertime outdoor temperatures: An empirical study on  
 high-rise housing » in *Shanghai, Building and Environment* 46(3),  
 2011, pp : 769-785.

YUAN, J., EMURA, K. and FARNHAM, C., « Is urban albedo  
 or urban green covering more effective for urban microclimate  
 improvement ? : A simulation for Osaka », *Sustainable Cities  
 and Society* 32, 2017 pp : 78-86.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC  
SUITE À LA COMMUNICATION DE PIA MONNIER  
« ILÔTS DE CHALEUR URBAINS ET VILLE : LA PERCEPTION DES HABITANTS »**

**Karine Dupré, architecte, Griffith University, Australie**

Dans les entretiens, est-ce que des gens ont déjà émis des solutions ou répondu à des interrogations ?

**Pia Monnier**

Oui une vieille dame m'a dit par exemple : *il faudrait mettre plus de fontaines comme nous en avions avant*. Une autre dame m'a dit qu'il fallait revenir aux procédés de constructions d'avant. Les maisons étaient alors surélevées pour faire passer l'air en-dessous afin de les ventiler de façon naturelle.

**Claire Parin, architecte urbaniste, ENSAP Bordeaux**

À Melbourne, la gestion des espaces végétalisés qui sont très nombreux, est aujourd'hui entièrement revue en fonction de la gestion de l'eau et d'une économie drastique allant jusqu'à envisager l'usage d'une végétation quasiment désertique pour éviter d'avoir de l'eau à utiliser sur ces espaces-là. Comment intégrez-vous ces préconisations sur la végétalisation avec ces questions liées à la gestion de l'eau ?

**Pia Monnier**

La notion de l'eau est essentielle. Si on met beaucoup de végétation dans une ville et que l'on n'a pas l'eau pour l'arroser, elle va s'assécher et ça va diminuer son albédo et donc augmenter sa capacité à absorber les rayons de soleil. Donc au final, ça aura un effet néfaste sur la ville, car ça va créer des îlots de chaleur encore plus forts. Donc il est important de prendre en considération l'apport de l'eau dans chaque ville et chaque contexte. S'il n'y a pas d'apport d'eau suffisant peut-être vaut-il mieux mettre des auvents que de la végétation qui va se dessécher et n'avoir aucun effet d'évapotranspiration nécessaire au rafraîchissement de la ville.

**Karine Dupré, architecte, Griffith University, Australie**

À Townsville, l'ancien système d'irrigation des espaces végétalisés qui était en extérieur est en train d'être mis en sous-terrain. Ils revoient toutes les voiries. Ils ont fait ça pour irriguer dans certaines tranches, pour éviter l'évapotranspiration et ils ont remarqué que ça contribuait au microclimat, mais aussi à la rétention d'eau. Ils ont des grandes inondations et s'en servent aussi pour réguler les eaux et pouvoir continuer une maintenance régulée de leurs espaces végétalisés. Townsville a été récompensée pour cette solution qui n'est que ponctuelle pour l'instant, mais qui est en train d'être dupliquée. Le gros problème c'est bien sûr le coût, car il faut faire des infrastructures sous-terraines.

**Rodolphe Cousin, architecte et urbaniste, enseignant à l'ENSAM**

Est-ce que dans ces deux villes on a quantifié les apports de chaleur liés aux systèmes de climatisation ?

**Pia Monnier**

Non, pas encore.

**Rodolphe Cousin, architecte et urbaniste, enseignant à l'ENSAM**

Quels seraient les moyens sur lesquels on pourrait agir socialement pour les limiter ?

**Pia Monnier**

L'idée, c'est de changer cette habitude de recours systématique à la climatisation, mais aussi de faire sortir les gens de chez eux, afin d'avoir moins recours à la climatisation.

**Richard Hyde, professeur honoraire, Université de Sydney**

En Australie, c'est un challenge très important. J'aimerais que ces études se systématisent car c'est très important.





**PROJETER  
EN MILIEU TROPICAL**

**Diane AYMARD**, Doctorante, Centre de Recherche Nantais Architectures Urbanités (CRENAU)  
École Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA) Nantes

## APPRENDRE À PROJETER SUR UN TERRAIN ÉTRANGER ? LA PRATIQUE OPÉRATIONNELLE EN GUADELOUPE

Après plusieurs années avant-coureuses et un mois de mai tumultueux, décembre 1968 sonne la fin de l'enseignement de l'architecture à l'École des beaux-arts (ENSBA) (Violeau, 2005). Dès 1969, alors que les Unités Pédagogiques (UP) ouvrent leurs portes, plusieurs d'entre elles développent un enseignement spécialisé sur les pays tropicaux, majoritairement axé sur l'architecture bioclimatique et solaire. Puis, une deuxième vague d'enseignements, cette fois-ci plus généralement consacrés aux pays du « Tiers-monde »<sup>1</sup> survient à la fin des années 1970 et début 1980, avant d'adopter le terme « pays en voie de développement » dans leurs intitulés. En effet, à la suite des mouvements de décolonisation survenus entre les années 1940 et 1960, la France établit de nouvelles relations avec ses anciennes colonies : certaines acquièrent leur indépendance, d'autres deviennent des départements ou territoires d'Outre-Mer. Ce faisant, la France d'Outre-Mer d'autrefois se dissout pour prendre fréquemment la forme de coopérations bilatérales ou multilatérales. Les anciennes colonies - des DOM-TOM aux nouveaux États-nations - offrent alors de nouveaux marchés et de nouvelles opportunités dans le champ architectural et urbain pour la France métropolitaine. Nombre des recherches et d'actions y sont menées par des institutions gouvernementales telles l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer ou le Centre d'études de géographie tropicale, ainsi que par des organismes non-gouvernementaux comme le Groupe de recherche et d'échanges technologiques (Milbert, 1995). Les UP, quant à elles, y réalisent entre-autre - seules ou en partenariat avec ces institutions - des stages de « pratique opérationnelle », c'est-à-dire des études

ou des projets effectués par un groupe d'étudiants sous la direction d'enseignants à la suite d'une commande. C'est cette forme pédagogique, nouvelle dans les années 1970, qui fera l'objet de notre analyse. Au travers de l'exemple de deux expériences réalisées en Guadeloupe par deux établissements distincts avec vingt ans d'écart, cet article propose de questionner les méthodes et moyens de formation à la projection dans une zone étrangère aux jeunes architectes qui y interviennent, dans un contexte donné, celui des nouvelles relations postcoloniales entre Nord et Sud qui annoncent et préfigurent la mondialisation que nous connaissons aujourd'hui<sup>2</sup>.

### 1. De Nantes à Paris-La Villette, deux expériences en Guadeloupe

Durant les années 1970, l'Unité Pédagogique d'Architecture de Nantes (UPAN) s'essaye à une collaboration avec la municipalité des Abymes en Guadeloupe, à l'initiative de l'architecte André Gunot<sup>3</sup>, ancien responsable du groupe « Tiers-Monde » de Nantes entre 1969 et 1971, établi depuis sur l'île. Les discussions engagées dès mars 1972 n'aboutissent qu'en 1974 grâce à la persévérance de celui-ci et de Jean-Pierre Péneau, enseignant à l'UPAN. Cette année-là, six étudiants partent en stage aux Abymes du 4 mai au 31 septembre : Jacques Beaudouin, Mohamed Bichra, Yannick David, Jean-Felix Demba N'Telo, Moïse Flessel et Marie-Eugène Héraud. Leur mission est de travailler à la résorption du bidonville de la cité Delacroix - où malgré le phénomène de « durcification » des cases, 78% des constructions n'ont pas l'eau courante et 59% n'ont pas l'électricité - en pro-

<sup>1</sup> Les enseignements constituant le corpus de notre thèse utilisaient les termes « tropicaux », « tiers-monde » puis « pays en voie de développement » pour qualifier des zones extra-occidentales, allant aussi bien des départements d'Outre-Mer français aux pays du Sud. Bien qu'aujourd'hui désuets, nous emploierons - entre guillemets - les termes utilisés par les protagonistes du corpus.

<sup>2</sup> L'analyse s'appuiera principalement sur des archives : les fonds de l'ENSA Nantes aux archives départementales de Loire-Atlantique et ceux de l'ENSA Paris-La Villette conservés aux archives nationales contenant les rapports intermédiaires et finaux, les publications, les échanges épistolaires et les retours critiques tant des professeurs que des étudiants de ces expériences.

<sup>3</sup> André Gunot, d'origine martiniquaise, a fait ses études d'architecture à Nantes où il a enseigné pendant deux ans. Il part ensuite travailler à l'Atelier d'urbanisme de la Guadeloupe (ADUAG). Dans les années 1980, il participe à la création du CAUE Guadeloupe, dont il prendra la présidence plus tard.

posant de nouvelles « structures d'accueil » [UPAN, 1974]. Ayant une visée d'exemplarité, la mission consistait à proposer des projets d'amélioration pour les habitations de dix familles volontaires. Après avoir arpenté et analysé plusieurs quartiers de « structures d'accueil » déjà réalisés par la Société d'Équipement de la Guadeloupe (SODEG) notamment, les étudiants énoncent plusieurs principes pour leur projet : insérer le nouveau quartier dans le développement du bourg *via* un réseau viaire réfléchi, proposer des constructions « à la carte » selon les besoins des futurs usagers, concevoir un habitat évolutif, construire une structure principale (sous-bassement, bloc sanitaire, charpente et couverture) et laisser le reste des travaux à la charge des habitants (cloisons, peinture, etc.), encourager et encadrer la construction selon la pratique du « coup de main ». Quatre prototypes sont alors proposés selon l'état de la case en bois préexistante. Le premier prototype consiste à construire autour de la case – conservée car en bon état – une structure en maçonnerie comprenant un bloc sanitaire avec salle d'eau et cuisine, un couloir de distribution et une véranda (Fig. 1). Si la case ne peut être gardée, le deuxième prototype propose une structure comprenant un bloc sanitaire, une véranda et un espace couvert où les habitants pourront aménager un salon et une chambre selon leurs convenances. Les troisième et quatrième prototypes sont des dérivés et améliorations du premier. Le troisième offre un espace plus grand avec un couloir de distribution extérieur. Enfin, le quatrième, adapté aux cases de 3 x 6 mètres ou 6 x 6 mètres grâce à la forme de sa toiture, est équipé d'un claustra en cuisine pour une meilleure ventilation et d'une véranda plus large afin d'y aménager un espace repas (Fig. 2). C'est ce dernier qui sera le premier construit et privilégié par la suite. L'expérience fera par ailleurs l'objet d'une exposition du 13 au 20 août aux Abymes, ainsi que celui d'une émission radio et télévisée. En 1975, l'expérience se poursuit avec l'envoi de six étudiants de l'UPAN du 3 mai au 31 juillet : Kokou Paul Kaledzi, Jacques Beaudouin, Désiré Mefane Me N'dong, Issifou Boukari, Moïse Flessel et Mohamed Bennani. Il leur est demandé de réitérer le travail de 1974 sur un autre quartier des Abymes, celui de Bois-Ripeau. Enfin, le partenariat entre la municipalité des Abymes et

l'UPAN est renouvelée une troisième et dernière fois en 1976 avec l'envoi de seulement quatre étudiants du 1<sup>er</sup> juillet au 31 septembre : Salah Baddou, Florentin Boucher, Issifou Boukari et Moïse Flessel. À l'inverse de la première année, les expériences de 1975 et 1976 n'ont pas fait l'objet d'une publication de la part des étudiants, et les fonds conservés aux Archives départementales de Loire-Atlantique restent partiels. Une recherche plus approfondie, en rencontrant les anciens étudiants et en retrouvant les croquis de Jean-Pierre Péneau qui s'efforçait d'améliorer les « *propositions quelques fois un petit peu naïves* »<sup>4</sup>, nous permettrait sans doute de connaître les résultats et projets finaux de ces expériences, ainsi que l'état actuel des prototypes construits. Néanmoins, les dessins conservés aux archives donnent une première vue du travail effectué durant ses deux étés. Outre l'élaboration de plan masse, les étudiants ont proposé des extensions pour les quatre prototypes conçus en 1974 : la case en bois devient un espace séjour en dur, auquel trois à quatre chambres sont juxtaposées. Huit autres prototypes sont également développés en reprenant le principe d'une première étape transitoire avec la case en bois et un bloc sanitaire maçonné, suivie d'une seconde étape de « durcification » et d'extension de l'habitat. Sont également imaginés deux prototypes, l'un de plein-pied et l'autre avec étage, différents des précédents. La case en bois « traditionnelle » y est abandonnée pour une construction en dur où les espaces sanitaires sont petit-à-petit incorporés à l'intérieur même de l'habitat. L'ensemble rappelle les logements économiques de type pavillonnaire dont le modèle se fige en France au cours de ces années 1970 : un hall d'entrée desservant l'escalier avec, de part et d'autre, la cuisine adjointe à la salle de bain et aux toilettes puis le salon-séjour, et à l'étage, les chambres.

<sup>4</sup> Entretien avec Jean-Pierre Péneau, le 12 décembre 2019 à Nantes.

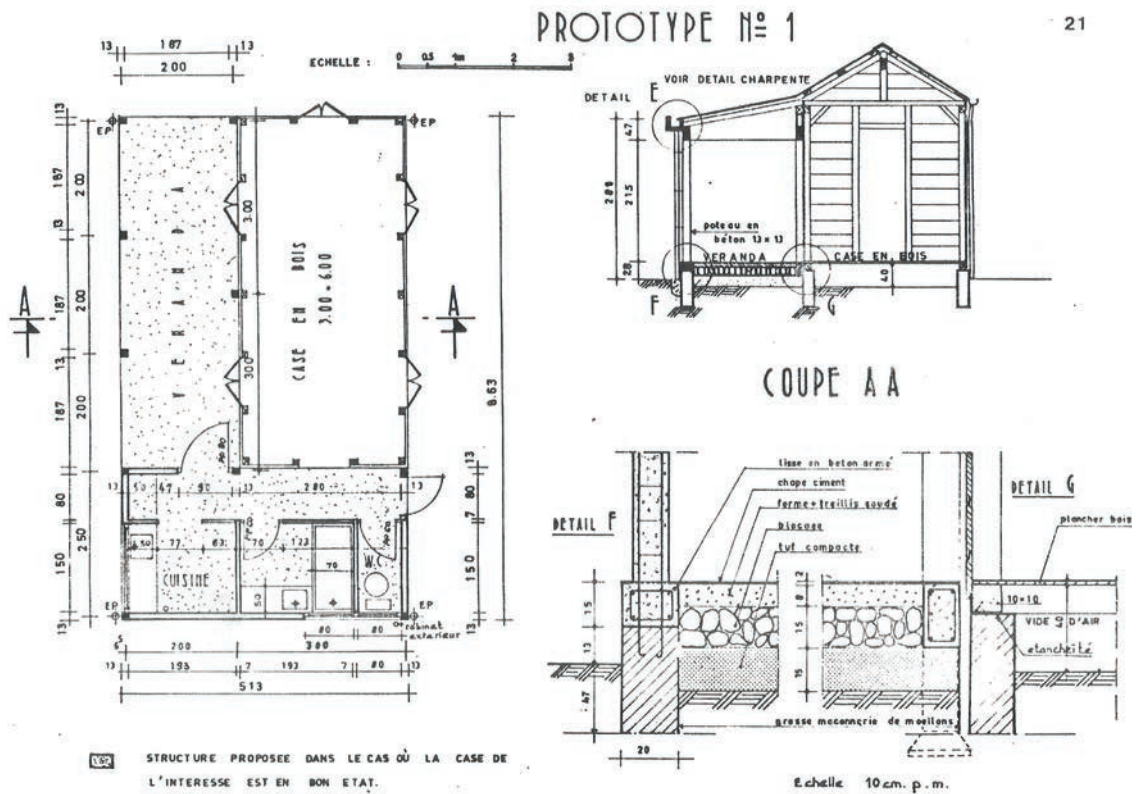


Fig. 1. Prototype n°1, planche tirée de UPAN, « Habitat social expérimental », Nantes, UPA de Nantes, Commune des Abymes [Guadeloupe], mai-septembre 1974, p.21.

Près de vingt ans plus tard, une École d'Architecture (EA)<sup>5</sup> parisienne, celle de La Villette, entame également une collaboration avec un organisme guadeloupéen. Grâce au pôle « Pratique Opérationnelle » soutenu par le Laboratoire d'Architecture Pratique (LAP), l'école signe un contrat avec le PACT Guadeloupe (Protection Amélioration Construction Transformation de l'habitat) pour l'étude de trois bourgs et la réalisation d'un « Manuel de construction en milieu tropical » en 1993. Sous la direction de deux enseignants – Bruno de Saint-Blanquat et Philippe Nick – huit étudiants, formant quatre équipes de deux, se relayent

en Guadeloupe durant six mois : Cécile Fraisse et Jean-Marc Adrea du 16 janvier au 25 février, Mathieu Rudent et Gaël Usandivaras du 21 février au 4 avril, Dominique Rosemain et Marco Santos-Perrone du 29 mars au 9 mai et Jean-Yves Le Floc'h et Jean-Baptiste Edouard du 3 mai au 13 juin. Leur mission consistait à établir un diagnostic urbain et architectural préalable à une opération programmée d'amélioration de l'habitat sur le quartier de la cour Zamia à Point-à-Pitre, sur Petit-Bourg et sur Sainte-Rose. Après trois mois de séminaires, à Paris, consacrés aux aspects économiques, culturels et historiques

<sup>5</sup> Entre 1978 et 1986, les unités pédagogiques d'architecture prennent petit à petit le statut d'établissement public administratif et deviennent des écoles d'architectures. Nous utiliserons les deux termes, pour parler du même établissement, en fonction de l'époque concernée : l'UP 6 devient par exemple l'EA Paris-La Villette.

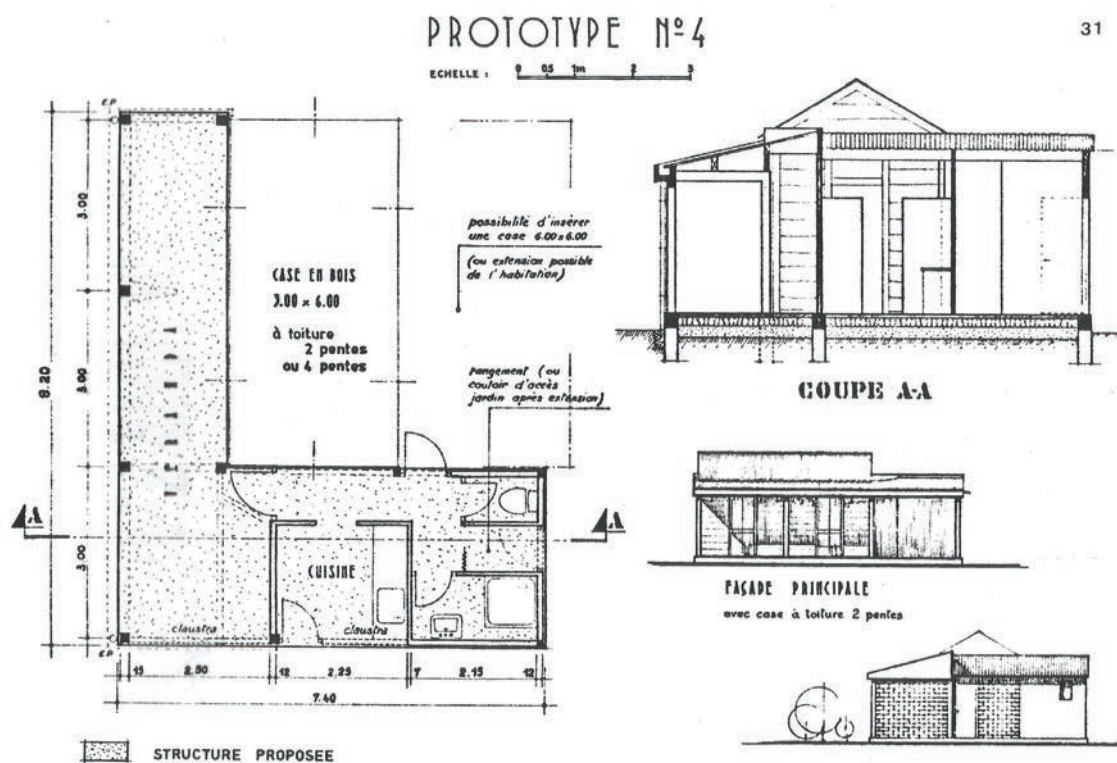


Fig. 2. Prototype n°4, planche tirée de UPAN, « Habitat social expérimental », Nantes, UPA de Nantes, Commune des Abymes (Guadeloupe), mai-septembre 1974, p.31.

de la Guadeloupe, à la ville et à l'habitat antillais, et aux modes de construction et leurs pathologies spécifiques, les étudiants partent donc au fur-et-à-mesure en Guadeloupe. Avec ce système de relais, les étudiants ont pu, d'une part, étendre dans le temps leur étude et leur présence sur place et, d'autre part, disposer d'une équipe de soutien à Paris pour préparer les documents d'analyse et de rendu. En Guadeloupe, les binômes se sont appliqués à répertorier les constructions situées dans leurs zones d'étude selon différents critères (typologie, état sanitaire, taille, dégradations, habitants propriétaires ou loca-

taires, composition de la famille, montants des revenus de la famille et du loyers, etc.) et à recenser les besoins des habitants au travers d'entretiens et d'études de type ethnographique. Dans le cadre du diagnostic de Petit-Bourg<sup>6</sup>, deux types de plans ont été produits (Fig. 3 et 4) : ceux indiquant la typologie de chacune des 850 constructions du quartier (la case, la case aménagée, le bâtiment en béton, le bâtiment en bois ou le bâtiment en bois et béton) et ceux signalant leur état (en bon état, à réhabiliter, en chantier, à démolir, en ruine ou les dents creuses). S'ensuit une analyse plus détaillée, à titre d'exemple,

<sup>6</sup> Dans ce fonds des archives nationales, un seul rapport final d'étude est conservé : celui du quartier de Petit-Bourg. Nous ne disposons pas des rapports finaux pour Point-à-Pitre et Sainte-Rose, ni d'aucun élément prouvant que les étudiants ont finalement bien réalisé ces deux études.

de plusieurs habitations au travers d'un descriptif des travaux d'amélioration à effectuer et d'un plan annoté, telle la maison en béton de 51 m<sup>2</sup> de Fanéus Latouche qui nécessite : « *En façade : masticage, traitement hydrofuge et remplacement du garde-corps. Assèchement des murs exposés à la pluie. Couverture : dépose des tôles et pose de faux plafonds, de tôles prélaquées et de gouttières descentes.*

*Électricité : pose de l'installation complète. Création d'un bloc sanitaire* » (LAP, 1993 ; Fig. 5). Enfin, le groupe s'attelle également à la réalisation d'un manuel de construction à l'usage des « *entrepreneurs guadeloupéens, mais aussi architectes, promoteurs sociaux, décideurs locaux, avec élargissement ultérieur aux DOM* »<sup>7</sup>, qui ne sera finalement pas publié.

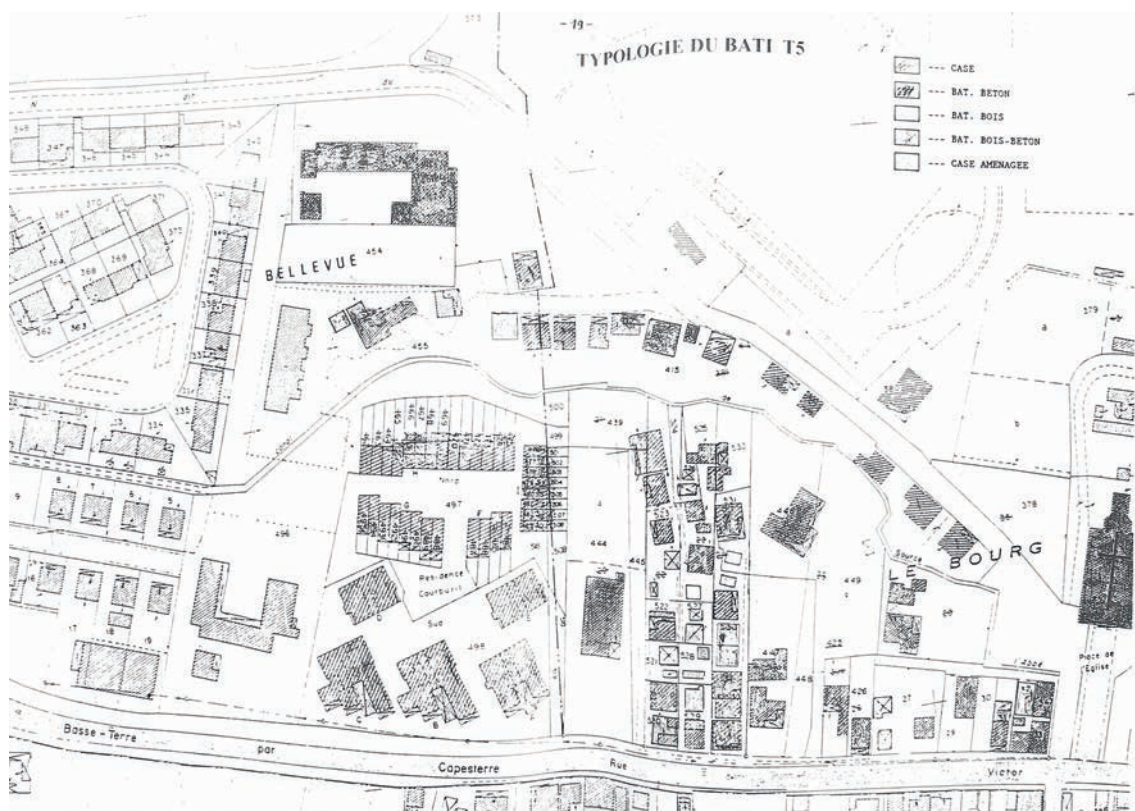


Fig. 3. Typologies du bâti de la zone 5, planche tirée de LAP, « Département de la Guadeloupe. Commune de Petit-Bourg. Opération programmée d'amélioration de l'habitat en centre-ville. Diagnostic de l'habitat existant. », Paris, EA Paris-La Villette, rapport final, avril 1993, p. 19. Archives Nationales (AN) : 20120112/159.

<sup>7</sup> Synthèse de la réunion du lundi 22 février 1993 avec monsieur Barcelo, madame Gautier et Philippe Nick. Archives Nationales : 20120112/159.

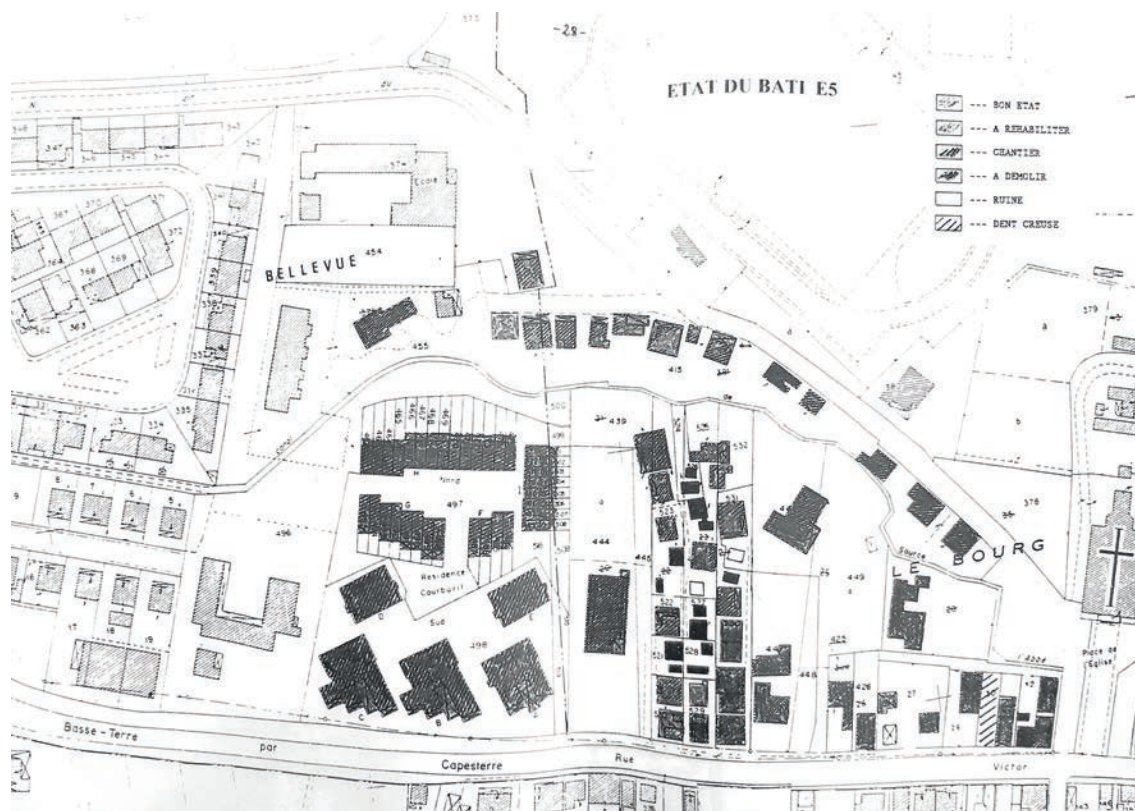


Fig. 4. État du bâti de la zone 5, planche tirée de LAP, « Département de la Guadeloupe. Commune de Petit-Bourg. Opération programmée d'amélioration de l'habitat en centre-ville. Diagnostic de l'habitat existant. », Paris, EA Paris-La Villette, rapport final, avril 1993, p. 28. AN : 20120112/159.

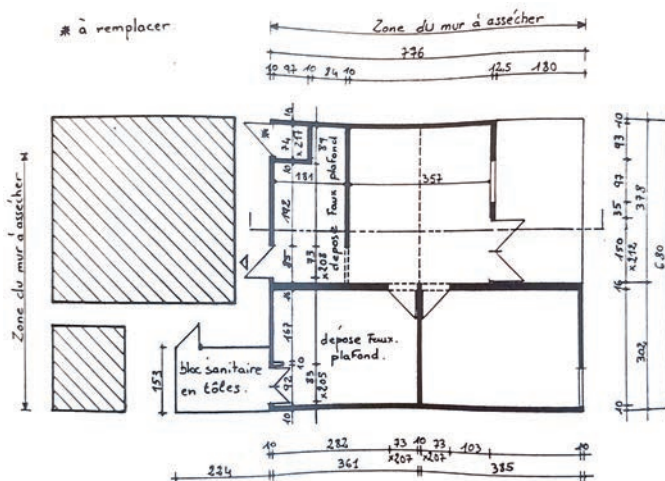


Fig. 5. Plan de diagnostic de la maison de Fanéus Latouche, planche tirée de LAP, « Département de la Guadeloupe. Commune de Petit-Bourg. Opération programmée d'amélioration de l'habitat en centre-ville. Diagnostic de l'habitat existant. », Paris, EA Paris-La Villette, rapport final, avril 1993, p.41. AN : 20120112/159.



## 2. La « pratique opérationnelle », une approche pédagogique du métier d'architecte

Avant 1968, à l'école de la rue Bonaparte, les étudiants « faisaient la place » dans les agences. Puis, dans les UP, la confrontation réelle au métier d'architecte se fait avec la mise en place petit-à-petit de stages contrôlés et validés par l'obtention de crédits ; lesquels peuvent parfois prendre la forme d'une « pratique opérationnelle ». En effet, l'une des critiques faite à l'enseignement de l'architecture à l'ENSBA était son manque d'adéquation avec la réalité tant des modes de vies et des besoins des usagers que celle de la pratique professionnelle des architectes. Aussi, dès 1968 est lancée une commission de « Réflexion sur l'introduction d'une pratique opérationnelle dans un enseignement universitaire de l'architecture ». On parlera d'Institut Universitaire d'Architecture et d'Urbanisme, d'Institut Pratique de Recherche Architecturale et d'Urbanisme ou d'Agence Universitaire d'Architecture (Chauzy, 1971 ; Fig. 6). Cela donnera lieu à quelques Antennes Pédagogiques Expérimentales comme celle de Cergy-Pontoise ouverte à toutes les UP, celle de l'UP n°1 à Trappes ou celle de l'UP n°6 dans les Cévennes (Decommer, 2017). Il y a donc une volonté de la part des étudiants – mais aussi des enseignants – d'ancrer leur formation dans le réalisme quotidien de leur futur métier, comme semble l'offrir la « pratique opérationnelle ». Celle-ci est alors définie en ces termes par un étudiant de l'UP n°6, à la suite d'une expérience à Aboisso en Côte d'Ivoire :

*« Depuis ces dernières années, s'est développée au sein de l'UPA 6, ce que nous appelons la Pratique Opérationnelle. Celle-ci a pour objet, dans le cadre du cursus d'étude conduisant au diplôme, de rendre possible aux étudiants la mise en œuvre concrète, en situation réelle, des connaissances qu'ils ont acquises, par la participation à un projet architectural ou urbanistique. Celui-ci est réalisé sous la conduite et la responsabilité d'enseignants professionnels.*

*Il faut noter que, au contraire de ce qui peut être le cas lors de stages en agence ou en entreprise, la Pratique Opérationnelle se veut pleinement didactique en articulant l'opérationnalité professionnelle avec la réflexion informative et critique des enseignements qui y sont liés. Il s'agit donc d'une démarche de formation tout autant intellectuelle que professionnelle<sup>8</sup>. »*

Ainsi, au travers de telles expériences, les étudiants se sont essayés aussi bien à négocier un contrat, établir un budget ou organiser leur temps selon un planning prédéfini qu'à situer leur travail et leur pensée par rapport à la société dans laquelle ils agissent, en somme adapter leur mode d'expression verbal et écrit selon les différents interlocuteurs autant que naviguer à travers la complexité des décisions et des intérêts souvent contradictoires des multiples acteurs d'un projet. En ce sens, ces stages opérationnels proposent une mise en pratique concrète des aptitudes nécessaires à l'architecte autres que celles purement relatives au projet. Sortir du cadre théorique et bienveillant de l'école est l'occasion pour les étudiants d'apprendre à gérer les exigences et les impératifs fixés par le maître d'ouvrage, de même que les déconvenues et aléas qui y sont liés. C'est ainsi qu'en 1975 le groupe d'étudiants nantais a été informé, une fois en Guadeloupe, qu'il devait rendre un premier plan masse seulement douze jours après son arrivée. Deux semaines de plus leurs seront heureusement accordées. Mais ce plan au 1/1000<sup>e</sup> qui devait pouvoir être retravaillé et amélioré ultérieurement est finalement devenu – une fois agrandi au 1/500<sup>e</sup> – le plan définitif car la municipalité des Abymes ne voulait pas que les étudiants accordent davantage de temps à cette partie de la mission<sup>9</sup>. Dans une lettre à Jean-Pierre Péneau, l'étudiant Moïse Flessel s'interroge – sans doute comme beaucoup d'architectes praticiens de l'époque et encore de nos jours – sur le bienfondé de la demande de rapidité de la part de la maîtrise d'ouvrage :

<sup>8</sup> François Simon, « Plan directeur d'urbanisme. Aboisso. Méthodes, objectifs, perspectives », UP 6, LAP, ACA/formation, décembre 1982, p.8. Archives Nationales : 20120112/161.

<sup>9</sup> Le déblocage des fonds de la SODEG dépendait du rendu de ce plan.

*La démarche que nous avons suivie jusqu'à maintenant est exactement celle de l'an dernier. Aller vite pour satisfaire qui ? Nous ne savons même pas.*<sup>10</sup>

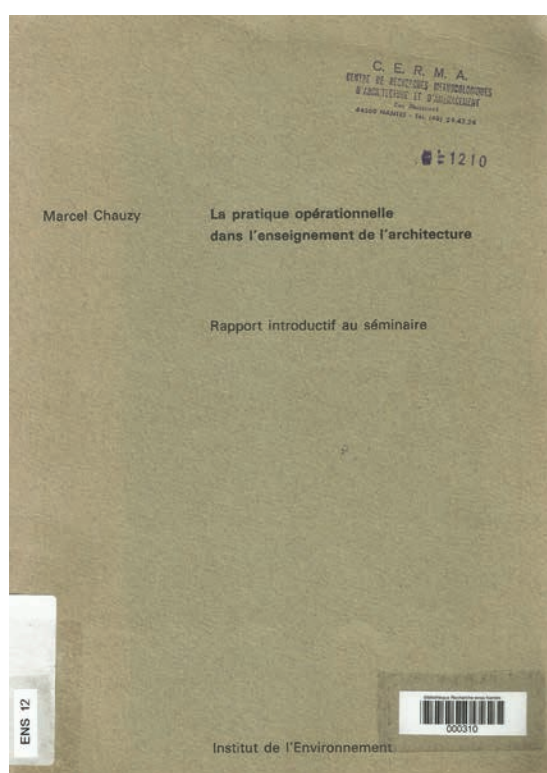


Fig. 6 - Marcel Chauzy, « La pratique opérationnelle dans l'enseignement de l'architecture », rapport introductif au séminaire, Paris, Institut de l'Environnement, mai 1971.

Aux délicates situations propres au métier d'architecte, s'ajoutent toutefois dans le cadre de la « pratique opérationnelle » des difficultés afférentes aux statuts même d'étudiant. Les étudiants ont parfois pu être confrontés à un manque de prise au sérieux et à un investissement minime de la part des différents interlocuteurs de la maîtrise d'ouvrage, pourtant commanditaire de la mission. Promesses non-tenues

de financement pour la construction du projet, délai long pour l'obtention de documents tel le relevé de terrain du géomètre, etc. ont pu décevoir les étudiants. À la suite de leur expérience à Aboisso, les étudiants de l'UP n°6 s'interrogent néanmoins sur les raisons de leur sentiment d'échec :

*« Bien sûr, on peut longuement souligner les hésitations de la Mairie à définir des objectifs d'études précis, et encore plus de réalisation, mais il ne faudrait pas négliger pour autant la part importante de notre rôle dans le sentiment d'échec relatif que nous ressentons tous aujourd'hui.*

*Ça ne s'est pas passé comme prévu, mais peut-être pouvons-nous nous demander ce qui était prévu et si nous l'avions préparé en conséquence.*

*Nous étions partis avec l'idée de construire quelque chose – un marché à Assouessi, par exemple – à la suite de propositions faites à la Mairie (ou PAR la Mairie ? 1<sup>ère</sup> question oubliée) et peut-être, avons-nous un peu rapidement pris nos propres désirs pour ceux des responsables municipaux<sup>11</sup>. »*

Jeunes, enthousiastes et idéalistes, les étudiants se retrouvent bien souvent face à des commanditaires aux attentes peu explicites et à devoir composer avec les pesanteurs administratives et les tâtonnements stratégiques de gouvernance, dont ils avaient sous-estimé la prépondérance face à leurs propres attentes. Quiproquo entre les deux parties et jeux de pouvoirs ont, par exemple, failli mettre un terme, dès sa première année, à l'expérience guadeloupéenne de l'UPAN. En effet, en 1974, un conflit – d'intérêts tacites – s'est formé entre l'équipe nantaise et la « SODEG qui visiblement aurait mieux voulu traiter avec un architecte [plutôt] qu'avec un groupe d'étudiants dans le cadre d'un stage »<sup>12</sup>. La société d'équipement voyait d'un mauvais œil que des étudiants soient

<sup>10</sup> Lettre de Moïse Flessel à Jean-Pierre Péneau, 3 juin 1975. AD Loire-Atlantique : 1880 W 159.

<sup>11</sup> François Simon dans LAP, « 11 projets d'architecture urbaine. Développement du plan directeur d'urbanisme de la ville d'Aboisso », UP 6, février 1984, p.135. AN : 20120112/161.

<sup>12</sup> Rapport de stage de Mohamed Bennani, mai-août 1975, n.p. AD Loire-Atlantique : 2357 W 250.

chargés du projet à la place d'un professionnel aguerri, d'autant plus que ceux-ci proposaient des interventions assez légères dont la conception et la réalisation se faisaient en collaboration étroite avec les futurs habitants. La SODEG - avec qui la municipalité des Abymes avait établi un contrat pour la réalisation des prototypes - a alors tenté de ralentir le projet afin de le récupérer à son compte, allant jusqu'à proposer à un étudiant du groupe d'en devenir le seul architecte. Dans une lettre à Jean-Pierre Péneau, André Gunot en explique les tenants et aboutissants :

*« Toujours est-il, ces messieurs [de la SODEG] ont été surpris qu'une municipalité de Guadeloupe demande que les lotissements d'accueil soient personnalisés (construction à la carte) et chose importante va jusqu'à leur imposer un type de construction induit des besoins immédiats des usagers. Les autres municipalités pourront faire autant et les honoraires risquent de disparaître. [...] Donc ils ont entamé un processus :*

- *Faire traîner le financement des prototypes.*
- *Ne pas parler de l'expérience en cours.*
- *Récolter nos idées, nos travaux.*<sup>13</sup> »

Malgré ces quelques déboires, Jean-Pierre Péneau soulignait *« que le succès d'une expérience ne se mesure pas à court terme, en proportion de la satisfaction personnelle immédiate. »*<sup>14</sup> Ce faisant, les expériences de « pratiques opérationnelles » dans les UP sont restées relativement rares - et cela encore plus lorsqu'il s'agissait de projets hors de la France métropolitaine - car difficiles à organiser ou à financer, demandant un investissement lourd de la part de tous les acteurs, engageant souvent la responsabilité de l'architecte-enseignant et posant la question des desseins sous-jacents des commanditaires. Si certaines expériences de « pratique opé-

rationnelle » ont été un succès dont les étudiants autant que les enseignants gardent un bon souvenir, plusieurs enseignants ayant conduit ce type d'expériences s'accordent rétrospectivement sur les travers de cette forme pédagogique, sur *« les limites de ce système, qui était séduisant sur le papier, mais qui dans la pratique s'avérait un peu difficile à mettre en œuvre. »*<sup>15</sup> Ainsi, Jean-Paul Flamand nous confiait lors d'un entretien que *« pour les commanditaires de ce genre de choses, c'était souvent le prétexte de quelque chose d'autre, une bonne raison pour dire "vous voyez, on a fait quelque chose mais cela n'a pas marché" ou "cela a marché mais cela aurait pu marcher mieux, ce n'est pas ce qu'on attendait" ».*<sup>16</sup> Aussi, les enseignements consacrés aux régions extra-occidentales s'organisaient plus couramment autour d'un voyage pédagogique de deux semaines environ, au cours duquel les enseignants et les étudiants rencontraient divers professionnels locaux, puis arpentaient et analysaient le terrain d'étude choisi avant de débiter, une fois de retour en France, la conception d'un projet. Les enseignants ont davantage eu l'occasion de travailler sur ces territoires au travers de leurs autres activités professionnelles : en tant qu'architecte praticien, en tant qu'expert-consultant ou en tant que chercheur, *via* le système de « recherche-action » proposé par le Plan construction (LTM, 1984), le programme REXCOOP<sup>17</sup> (Vilan, 1987) et bien d'autres.

### **3. Projeter dans une zone tropicale : une méthode spécifique ?**

Outre la confrontation concrète au métier d'architecte, la « pratique opérationnelle » en Guadeloupe, en milieu tropical ou dans un pays du « Tiers-Monde » pose la question du rapport entretenu entre deux aires géoculturelles différentes, des relations entre anciens colonisés et colonisateurs et du regard que chacun porte l'un sur l'autre. C'est ainsi que les étudiants de l'UP n°6 s'interrogent en 1982 - au milieu des vingt ans qui séparent les deux expériences relatées ci-dessus

<sup>13</sup> Lettre d'André Gunot à Jean-Pierre Péneau, 30 août 1974. AD Loire-Atlantique : 1880 W 159.

<sup>14</sup> Lettre de Jean-Pierre Péneau au groupe d'étudiants, 12 juillet 1974. AD Loire-Atlantique : 1880 W 159.

<sup>15</sup> Entretien avec Jean-Pierre Péneau, le 12 décembre 2019 à Nantes.

<sup>16</sup> Entretien avec Jean-Paul Flamand, le 4 juillet 2019 à La Rochelle.

<sup>17</sup> Le programme REXCOOP (Réalisations expérimentales en coopération) était un programme interministériel commun au Plan Construction et au Plan urbain, qui a débuté en 1981 et a fermé en 1987.

– sur leur légitimité en tant qu'étudiants d'un établissement français à intervenir dans un pays appartenant autrefois à l'Afrique occidentale française :

*« Toutefois, se posait, au préalable, une question qui suscita un débat de fond : dans quelle mesure pouvons-nous intervenir de la sorte sur une réalité étrangère ? C'était retrouver à notre échelle le problème de toute assistance technique. Est-il légitime de déclencher, par une intervention relativement ponctuelle dans le temps, des phénomènes de longue durée dont nous ne serons ni les maîtres, ni même les témoins ? Jusqu'à quel point pouvons-nous être partie prenante dans des choix urbanistiques qui renvoient, pour l'essentiel, à des choix politiques sur lesquels notre condition d'étranger nous interdit de peser ? Peut-on limiter le sens d'une telle intervention à celui d'un simple exercice pédagogique, en ignorant les retombées multiples qui découleront du produit de cet exercice ?*

*Et, plus au fond, nos connaissances théoriques, nos compétences techniques restent-elles valables dans un contexte social, économique et culturel autre, sans faire jouer des phénomènes de domination culturelle difficilement contrôlables ?<sup>18</sup> »*

La Guadeloupe et la Côte d'Ivoire ont bien évidemment une histoire différente avec la France métropolitaine : la première appartenait, depuis le XVII<sup>e</sup> siècle, au Premier empire colonial français tandis que l'autre faisait partie du Second empire colonial conquis au XIX<sup>e</sup> siècle sous l'impulsion de Napoléon III ; l'une, dont les habitants étaient déjà citoyens français, devient un département français en 1946 alors que la seconde obtient son indépendance plus de dix ans après. Néanmoins, intervenir dans l'une comme dans l'autre amène à réfléchir sur l'impact des analyses, des suggestions et des choix faits par un groupe exogène à la zone d'étude, dans son rapport hégémonique – ou non – à celle-ci. Ainsi, les étudiants de l'UP n°6 acceptent de réaliser le Plan directeur d'urbanisme d'Aboisso car ils estiment que

les conditions de sa réalisation s'apparentent aux réelles relations professionnelles entre un architecte et son client plutôt qu'à de « l'assistance technique », c'est-à-dire à des techniciens mandatés pour leur expertise.

Par suite, aborder, comprendre puis concevoir et bâtir sur un territoire étranger implique, plus particulièrement, de s'interroger sur la voie d'acquisition des connaissances nécessaires à l'appréhension du lieu. *« La question est en définitive : faut-il connaître le terrain ou même en être, pour pouvoir saisir les processus de production de l'espace ? Ou faut-il disposer d'une méthodologie souple permettant d'adapter les démarches d'acquisition de connaissances ? »* (LTM, 1983). Ainsi, est posée la question de l'existence d'une méthodologie spécifique aux pays tropicaux – et plus généralement aux « pays en voie de développement ». Les différentes personnalités ayant consacré, en France, leurs enseignements aux « pays en voie de développement » entre les années 1970 et 1990 s'accordent majoritairement à dire qu'il s'agissait davantage d'initier les étudiants à une sensibilité « Tiersmonde » plutôt qu'inculquer une méthode « Tiersmonde ». Les problèmes de développement dans ces zones géoculturelles et les problèmes de mal-développement dans les pays dits industrialisés étant les deux faces d'une même pièce, ils ne voyaient pas dans leurs enseignements une spécificité « Tiersmonde » qui nécessiterait une méthode propre. Les étudiants – et les enseignants ! – y acquéraient des connaissances sociologiques, économiques et politiques sur le fonctionnement de ces pays, une capacité et une ingéniosité de réponse dans des situations parfois nébuleuses, et une ouverture d'esprit face à une culture autre :

*« Rude épreuve aussi pour les enseignants, car en la matière, il est inutile (si ce n'est futile !) de se barder de connaissances ou de techniques sur le tas. La compétence ne peut s'assener, elle doit s'assurer au coup par coup qu'il vaut mieux former nos étu-*

<sup>18</sup> François Simon, « Plan directeur d'urbanisme, Aboisso. Méthodes, objectifs, perspectives », UP 6, LAP, ACA/formation, décembre 1982, p.10. Archives Nationales : 20120112/161.

*diants à l'ouverture d'esprit, à la compréhension des problèmes posés, à la capacité à s'adapter à une situation nouvelle et changeante plutôt que de les barder de fausses certitudes techniques qui ne résistent à aucun déplacement des facteurs.* »<sup>19</sup>

Ce faisant, les expériences de « pratiques opérationnelles » et, plus généralement, les enseignements sur les « pays en voie de développement » dispensés dans les UP avaient pour vocation notamment de participer à la formation des ressortissants de ces pays venus étudier en France (Aymard, 2019). En 1974, l'UPAN disait clairement que, dans le cadre du stage aux Abymes, « les étudiants seraient recrutés, par moitié, parmi les ressortissants des pays du Tiers-Monde, inscrits à l'Unité Pédagogique d'Architecture de Nantes. »<sup>20</sup> Des étudiants marocains, congolais, togolais et gabonais y ont ainsi participé ; ainsi que Moïse Flessel, présent durant les trois années, et Florentin Boucher, tous deux originaires de la Guadeloupe. Mais, s'il n'est pas nécessaire d'« en être » pour projeter sur un territoire étranger, si la question de l'aménagement urbain et architectural dans les pays « industriels » et dans les « pays en voie de développement » sont les deux versants d'un même problème, pourquoi privilégier la présence d'étudiants originaires d'un pays du « Tiers-monde » ? Selon Henri Tastemain, enseignant à l'UP n°7, les étudiants originaires de pays extra-occidentaux souhaitaient être « prépar[és] aux missions qui leur seront confiées »<sup>21</sup> une fois de retour dans leurs pays. Aucune méthodologie propre à la projection dans les pays du « Tiers-monde » n'existant, que pouvait-il y avoir de plus instructif que des stages de longue durée avec mise en situation concrète afin de mettre en pratique et à l'épreuve cette sensibilité « Tiers-monde » qui leur était enseignée ?

<sup>19</sup> LAP, « 11 projets d'architecture urbaine. Développement du plan directeur d'urbanisme de la ville d'Aboisso », UP 6, février 1984, p.152. AN : 20120112/161.

<sup>20</sup> « Projet de stage en Guadeloupe », vers 1974. AD Loire-Atlantique : 2357 W 250.

<sup>21</sup> Henri Tastemain, Demande d'habilitation pour le CEAA « Politique du logement dans les pays du Maghreb. Modernité et tradition », UP 7, 30 octobre 1985. AN, Fonds de la DAU : 19930151/39.

Seulement, nous l'avons vu, ces expériences de « pratique opérationnelle » ne se sont pas toujours parfaitement déroulées. Outre le sentiment d'échec chez certains étudiants au regard de l'investissement des commanditaires, les résultats de ces expériences ont parfois connu quelques infortunes auprès des commanditaires ou des usagers. Après la première expérience nantaise, par exemple, un étudiant soulignait que « tout le monde était d'accord sur le fait que l'expérience des prototypes réalisés n'a pas été très positive car les prototypes n'étaient pas habités »<sup>22</sup>, et cela en raison d'un coût de construction trop élevé. L'année suivante devait consister à « la réalisation d'un type de construction qui se trouverait au-dessous du type structure d'accueil – par exemple le coût de construction pourrait se situer entre 30 000 et 50 000 F. »<sup>23</sup>

En effet, malgré le travail d'enquête et de concertation auprès des familles, concevoir un habitat pouvant répondre aux exigences tant usuelles qu'économiques des habitants est une tâche difficile pour des étudiants n'étant pas accompagnés d'un spécialiste qui aurait précisément chiffré les prototypes. Dans un autre exemple, en 1993 - vingt ans après les premières publications des *Manuels d'urbanisme en pays tropical du Ministère de la Coopération* (SMUH, 1974) - le PACT Guadeloupe commande aux étudiants de l'EA Paris-La Villette un *Manuel de construction* spécifique à l'architecture de l'île dans lequel il s'agissait de « prendre en compte la perte du savoir-faire traditionnel, une connaissance parfois incomplète des règles de mise en œuvre pour les produits devenus, aujourd'hui, traditionnels. »<sup>24</sup> Cependant, à la suite de l'envoi d'une première ébauche, Jean-Yves Barcelo, directeur du PACT, manifeste son insatisfaction quant au résultat et met fin au travail :

<sup>22</sup> Rapport de stage de Mohamed Bennani, mai-août 1975, n.p. AD Loire-Atlantique : 2357 W 250.

<sup>23</sup> Lettre d'André Gunot à Jean-Pierre Péneau, 14 octobre 1974, AD Loire-Atlantique : 1880 W 159.

<sup>24</sup> Synthèse de la réunion du 22 février 1993 avec M.Barcelo, Mme Gautier et Philippe Nick. AN : 20120112/159.

« Je suis au regret de devoir refuser le travail présenté. Il ne peut être utilisé, ni comme manuel, ni comme outil pédagogique. En dehors de quelques passages qui répondent à l'objectif visé, l'essentiel est inutilisable.

Je cite :

Mise en œuvre de la poutre « ... On viendra disposer le ferrailage à l'intérieur du coffrage qui devra être parfaitement réalisé car il aura à résister à la poussée du béton... ».

Le risque était effectivement que les entrepreneurs ne ferrailent en dehors du coffrage !

[...]

Nous arrêterons là les exemples, le minimum demandé à un manuel à usage professionnel étant la justesse des propos tenus. En conséquence nous nous voyons dans l'obligation d'arrêter notre collaboration sur ce dossier. »<sup>25</sup>

Malgré leur clairvoyance quant à ce qu'ils ont nommé l'« extériorité-participante »<sup>26</sup> et l'établissement d'une permanence dans le quartier, les étudiants semblent ne pas avoir réussi à suffisamment appréhender la culture et les savoirs locaux pour répondre aux exigences du commanditaire. Mais, est-ce si aberrant qu'un groupe venu de Paris ne puisse connaître en quelques mois – moins de deux par étudiants – les techniques constructives ou le vocabulaire – un « potager » étant une paillasse avec un évier, « racascier » signifiant ragréer un enduit, etc. – aussi bien que les professionnels locaux ? De même, est-ce si saugrenu que des étudiants n'aient pas réussi à concevoir un habitat correspondant aux moyens économiques d'une population modeste d'une île sur laquelle ils ont vécu pendant seulement trois ou quatre mois, et cela au sein d'un cadre plutôt privilégié ? Une question qui se pose pour la compréhension de toute aire géoculturelle, avec sans doute plus d'acuité lorsque le projet ne reste pas à l'état d'exercice hypothétique. Ainsi, si

les étudiants et les enseignants pouvaient louvoyer quant à la légitimité de leur intervention, la discussion aurait dû porter aussi sur les raisons poussant paradoxalement des commanditaires – ici guadeloupéens – à faire appel à des institutions éloignées et profanes des données locales pour analyser, réhabiliter ou aménager leur territoire, ou encore pour rédiger un manuel sur les savoir-faire locaux à l'usage des constructeurs de l'île. Contrairement à l'exemple d'Aboisso, il n'est pas réellement indiqué de parler ici de l'assistance technique mise en place au sein de la Coopération ; seulement, les deux expériences présentées semblent signifier – sans doute davantage dans les années 1970 que 1990 – que la Guadeloupe peinait à prendre son autonomie technique dans le domaine architectural vis-à-vis de la France métropolitaine. En effet, d'une part, la Guadeloupe ne disposant pas d'établissement pour y former ses architectes, les jeunes devaient partir faire leurs études ailleurs – en Europe notamment – avant d'éventuellement revenir. D'autre part, durant ces années-là, alors que la profession est en crise, l'exportation devient « [...] une nécessité vitale pour l'architecture française et les architectes français : chez nous, les architectes sont de plus en plus nombreux et le volume des travaux diminue régulièrement. »<sup>27</sup> Les régions du Sud avec lesquelles la France métropolitaine entretient des relations privilégiées paraissent alors offrir de nouvelles opportunités pour une partie de cette génération d'architectes qui, marquée par des ouvrages tels *Tristes tropiques* (Lévi-Strauss, 1955), *Peau noire, masques blancs* (Fanon, 1952) ou *Architecture Without Architects* (Rudofsky, 1964), manifeste un intérêt particulier pour ces territoires. Aussi, était-il commun que des établissements métropolitains – de professionnels plus que d'enseignement – y réalisent ce type d'études et de projets, sans pour autant s'arrêter sur le caractère hégémonique ainsi maintenu ?

<sup>25</sup> Lettre de Jean-Yves Barcelo au directeur de l'EA Paris-La Villette, 5 novembre 1993. AN : 20120112/159.

<sup>26</sup> L'équipe est dans une situation d'extériorité-participante parce que d'origine parisienne mais aussi car son étude se situe sur le champ théorique. Voir : LAP, « Guadeloupe : diagnostic du logement à Sainte-Rose, Petit-Bourg et Pointe-à-Pitre. Proposition d'étude », vers octobre 1992. AN : 20120112/159.

<sup>27</sup> « Certificats d'études approfondies en architecture. Architecture comparée. « Villes Orientales ». Rapport d'activités, année 1984-1985 », mai 1985. AN : 19980580/10.

#### 4. Le XXI<sup>e</sup> siècle : écologie, humanité, solidarité

Les relatifs déboires des expériences de « pratique opérationnelle » - davantage dus à l'effacement de la dichotomie entre réalité et enseignement - pourraient alors mener à se demander s'il ne faut pas finalement « en être » pour projeter sur un terrain. Au cours de la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les particularismes ethniques, sociaux ou culturels sont effectivement de plus en plus reconnus, en même temps que la mondialisation s'accroît et tend vers la globalisation. Pour autant, cela doit-il signifier qu'il faut avoir étudié puis exercé en Guadeloupe pour être à même de concevoir correctement en Guadeloupe, et ainsi pour tout autre région ou pays ? La question n'est pas tant celle de l'existence d'une spécificité souveraine qui exigerait d'« en être » pour concevoir dans un lieu ; mais celle de la constitution d'une méthode d'acquisition des connaissances et d'appréhension du terrain car l'impératif de tout projet est l'adéquation de l'homme avec son milieu physique, culturel, etc. Les enjeux face auxquels se trouvaient les architectes il y a cinquante ou trente ans font alors échos à ceux d'aujourd'hui qui s'expriment avec davantage de vigueur. Il s'agit avant tout d'apprendre aux jeunes architectes à composer avec l'environnement afin de répondre aux impératifs globaux devant lesquels nos sociétés se retrouvent en raison de la crise sociale et écologique actuelle. Ainsi, lorsque l'ENSA de Nantes ouvre une antenne sur l'île Maurice, il n'est pas question d'y former des spécialistes de l'architecture « traditionnelle » mauricienne - quelle est-elle ? - mais de « donner les connaissances et les compétences nécessaires aux futurs architectes pour renforcer la relation entre l'Homme et ses environnements à l'ère de l'Anthropocène »<sup>28</sup> :

*« The lack of architectural references and modes of function specific to these [Asian and African] countries contribute to the adoption of generic architectural models seen all over the world. With its strategic location between Asia and Africa, ENSA Nantes aims to train local and foreign students into professional architects and urbanists capable of undertaking specific challenges within the region by developing original approaches, creating new references, modes of function and architectural models together with tutors. [...] The programmes aim to orient students towards thinking and working processes that address local issues that contribute to global challenges [...] »<sup>29</sup>*

En cela, une grande partie des enseignements et des expériences réalisées sur les pays extra-occidentaux de nos jours tendent - sans en revendiquer pour autant l'étiquette - vers le mouvement altermondialiste qui « [...] interroge les situations nouvelles nées du croisement de l'écologie avec les autres dimensions portées par les mouvements des luttes sociales, de la décolonisation, contre l'hégémonie géopolitique, contre le totalitarisme, pour les droits et les libertés » (Massiah, 2001). Ainsi, si les expériences de « pratiques opérationnelles » des années 1970 à 1990 n'ont pas toujours eu les résultats escomptés, ces dernières - de même que les cours qui y étaient liés - ont initié et ont évolué vers de nouvelles formes d'enseignement qui constituent de réelles collaborations et partenariats avec les institutions et écoles locales - *workshop*, ateliers internationaux, écoles d'été, etc. - favorisant une meilleure compréhension réciproque des contextes et de l'Autre.

<sup>28</sup> Farrah Jahangeer, enseignante et directrice des études à l'ENSA Nantes-Mauritius.

<sup>29</sup> *Ibid.*

## BIBLIOGRAPHIE

- AYMARD Diane, « Les étudiants étrangers et l'émergence d'enseignements sur les "pays en voie de développement", 1969-1984 », *HEnsA20*, cahier n° 7, 2019.
- BALANDIER Georges, *Le détour : pouvoir et modernité*, Paris, Fayard, 1985.
- CHAUZY Marcel, « La pratique opérationnelle dans l'enseignement de l'architecture », rapport introductif au séminaire, Paris, Institut de l'Environnement, mai 1971.
- DECOMMER Maxime, « Les enseignements de pratique opérationnelle après 1968 : le cas des antennes pédagogiques expérimentales », *HEnsA 20*, Cahier n°2, novembre 2017.
- FANON Frantz, *Peau noire, masques blancs*, Paris, Seuil, 1952.
- Laboratoire Architecture Pratique (LAP), « Département de la Guadeloupe. Commune de Petit-Bourg. Opération programmée d'amélioration de l'habitat en centre-ville. Diagnostic de l'habitat existant. », Paris, EA Paris-La Villette, rapport final, avril 1993.
- Laboratoire Tiers-Monde (LTM), *Bilan de 10 ans de mémoires de fin d'études portant sur les P.V.D. dans les U.P.A et autres instituts*, Paris, UP 6, rapport de recherche SRA, tome I et II, septembre 1983.
- Laboratoire Tiers-Monde (LTM), *L'action internationale du Plan Construction, 1979-1981*, rapport de recherche REXCOOP, juin 1984.
- LEVI-STRAUSS Claude, *Tristes tropiques*, Paris, Plon, 1955.
- MASSIAH Gustave, *Une stratégie altermondialiste*, Paris, La Découverte, 2011.
- MILBERT Isabelle, Geneviève Bianchi, *15 ans de recherches urbaines dans les pays en développement : 1980-1994, architecture, urbanisme, construction*, Paris, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1995.
- RUDOLFSKY Bernard, *Architecture without architects: a short introduction to a non-pedigreed architecture*, Museum of Modern Art, New York, 1964.
- SMUH, *Manuel d'urbanisme en pays tropical. Habitat (tome 1)*, Paris, Ministère de la Coopération, 1974.
- UPAN, « Habitat social expérimental », Nantes, UPA de Nantes, Commune des Abymes (Guadeloupe), mai-septembre 1974.
- VILAN Luc et THIEBAUT Alain (dir.), *Quel Habitat pour le tiers monde ? REXCOOP 87 : 6 ans de recherches et d'expérimentations en coopération* [cat. exp., Institut français d'architecture, 1987], Paris, IFA, 1987.
- VIOLEAU Jean-Louis, *Les architectes et mai 68*, Paris, Recherches, 2005.



232 // COMMUNICATION

**Laurence AUREJAC**, Paysagiste conceptrice & Architecte DPLG

Enseignante à l'École Nationale Supérieure d'Architecture et de Paysage de Bordeaux (ENSAP)

Enseignante à l'Institut d'Aménagement, de Tourisme et d'Urbanisme (IATU) - Université Bordeaux Montaigne

## CRÉATION D'UN QUARTIER HYBRIDE - VILLE ET NATURE - À L'ÎLE MAURICE

### 1. INTRODUCTION

Architecte et paysagiste concepteur, notre structure travaille depuis cinq ans en collaboration avec un cabinet mauricien d'architecture sur plusieurs projets de valorisation du patrimoine local notamment : la mise en valeur du château de Bel Ombre, bâtisse coloniale du XIX<sup>e</sup> siècle et ses espaces environnants, mais aussi la participation à un projet agri-culturel visant à la redécouverte de la caféiculture aux abords du site de Chamarel, formation géologique rare de l'île.

Notre démarche combinant visions patrimoniale et contemporaine, nous avons été invités avec l'architecte local à intervenir dans un domaine sucrier sur la reconversion de friches et dépendances de l'ancienne usine dans le but d'en faire un pôle tertiaire.

Très rapidement, la force du site, la taille du programme et la volonté du maître d'ouvrage, réunissent toutes les conditions pour nous permettre d'élaborer et d'initier un projet pilote en matière de paysage, d'urbanisme et d'environnement. À sa façon, nous verrons qu'il anticipe un nouveau mode d'urbaniser sur l'île.

Par rapport aux autres sites sur lesquels nous avons travaillé à Maurice, il ne s'agira pas de mener un projet paysager visant à la mise en valeur du patrimoine ancien et du paysage naturel. La part de paysage ici est intrinsèque au projet et le dirige. Il établit l'équation du système que nous appellerons symbiose de l'architecture passive et végétation active.

Pour ancrer durablement ce quartier dans son territoire, le projet s'organise autour d'une trame paysagère dans lequel le bâti s'insère. Outre la fonction écologique et patrimoniale de cette trame végétale, elle est utilisée pour rafraîchir les lieux et permettre la circulation piétonne.

Isolé dans sa démarche et son envergure, ce projet est une réponse partielle mais initiatrice face à la pression foncière sur l'île et une piste augurant une possible transformation écologique urbaine. Il prend en compte le territoire, s'appuie sur toutes les données et ressources paysagères locales pour les réemployer en formant des espaces urbains végétalisés et rafraîchis naturellement, redécouvre des modes de faire et usages anciens et favorise de nouvelles attitudes par la prise de conscience de l'urgence climatique.

Ce projet conçu dès le départ dans une démarche d'ensemble ne peut dissocier la forme urbaine, l'architecture et le paysage global et interstitiel. Il est un tout où la végétation dépasse l'ornement décoratif pour être au cœur du système de composition et du système du fonctionnement bioclimatique naturel de ce quartier tropical.

### 2. CONTEXTE

#### 2.1 – Apport du paysagiste

L'apport du paysagiste n'est pas nouveau lorsqu'on parle aménagements et développement durable mais à travers ces projets étrangers, la spécificité française de la profession se fait jour. À l'île Maurice il aura fallu dans un premier temps me distinguer des *landscapers* locaux qui sont une extension des entreprises de paysage, concevant des projets et les réalisant en puisant dans leur propre pépinière. L'aménagement de l'espace public à Maurice n'étant qu'à ses balbutiements, le *landscaper* travaille sur la commande privée avec une panoplie végétale utilisée fréquemment, s'approchant d'une vision universelle des aménagements paysagers tropicaux. Il est vrai que la clientèle des *landscapers* lorsqu'elle n'est pas hôtelière concerne essentiellement des ré-

sidences luxueuses et de grands ensembles de golf. L'architecte franco-mauricien avec qui nous travaillons, a fait ses études et une part de sa carrière en France. Il a intégré le positionnement différent des paysagistes européens sur des questionnements liés aux territoires urbains, périurbains, ruraux et naturels, leur capacité à varier les échelles de perception et à se positionner sur l'accompagnement, l'assistance et la réalisation face à une maîtrise d'ouvrage privée ou publique. Ce sont ces spécificités qui ont été recherchées pour mener collectivement une réflexion globale.

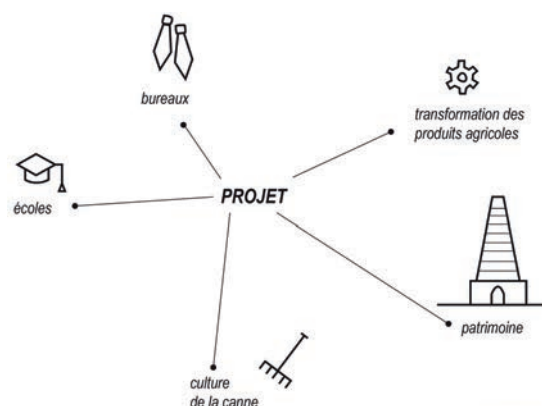
## 2.2 – La demande : vers une diversification d'activités sans renier son histoire

L'île Maurice a vu, en moins de cinq cents ans, l'arrivée de l'homme, la déforestation, l'introduction et la destruction d'espèces animales, la mise en place d'une agriculture unique et le déplacement de populations captives pour répondre à la production sucrière. Aujourd'hui, l'économie sucrière est en perte de vitesse, générant une transformation rapide des paysages. Les paysages côtiers se banalisent en calquant leur aménagement sur des « cartes postales » internationales pour destinations touristiques tropicales.

En l'absence de politique environnementale réelle et face à la frénésie de transformation des champs de canne en terrains morcelables pour l'hôtellerie touristique, l'immobilier de villégiature et les loisirs, les paysages mauriciens sont en train de perdre leur âme.

Bénéficiant d'un renom et de services déjà en place sur le domaine, notre maître d'ouvrage souhaite faire évoluer son patrimoine, composé de terres agricoles et de bâtis autour d'une ancienne usine sucrière. Ses préoccupations touchent à la valorisation et diversification économique du site en ayant soin de préserver ce patrimoine historique et culturel. La difficulté est bien de combiner différentes activités – touristique, tertiaire, commerciale, de services, industrielle – sans perdre l'ADN initial du domaine : la

ressource agricole et nourricière. Difficulté à avancer avec son époque, dans cette modernité globalisante, sans se couper de ce qui a fait le socle du site et plus globalement du grand territoire d'accueil. En cela, on retrouve les observations d'Alberto Magnaghi (2003, p. 16) : « *l'affranchissement progressif à l'égard des contraintes territoriales (déterritorialisation) génère une ignorance croissante de la relation primordiale qui lie l'établissement humain à son environnement. Autrement dit, il entraîne une amnésie territoriale et nous contraint à vivre dans des sites indifférents, dont le rôle se limite à servir de support aux fonctions d'une société instantanée, qui a subitement rompu toute relation avec l'histoire et la mémoire des lieux.* »



Inscrire le projet dans un contexte vivant et pluriel  
Source : agence Aurejac-Rouzaud

Ainsi, la question du territoire et de sa fragmentation tant physique qu'identitaire est au cœur de la réflexion. Nous proposons une réflexion globale sur la stratégie de développement du Domaine en envisageant son évolution en trois temps : à 5 ans, 15 ans et à plus de 25 ans. Cette planification territoriale s'attache à éviter l'éparpillement et le morcellement en valorisant les services en place.

### 2.3 – Contraintes et enjeux :

La contrainte forte du site est la situation « périurbaine » du Domaine, impliquant un accès motorisé. Les transports en commun sont développés mais peu efficaces et malcommodes. Ils sont très fortement polluants et leur lenteur ne correspond pas à l'aisance du déplacement en voiture particulière. De ce fait, les déplacements se font essentiellement en voiture. Ils génèrent des problèmes de trafic routier, de stationnement et de pollution due à une saturation du trafic et à des véhicules n'obéissant pas aux normes antipollution. Certaines habitudes sont ancrées comme la prise systématique du véhicule pour des trajets courts et le recours systématique à la climatisation dans les voitures.

Les enjeux identifiés sur ce territoire, en lien avec la démarche du développement durable, concernent plusieurs échelles.

#### Le grand paysage autour du domaine :

- diminuer l'étalement urbain et le mitage en concentrant les ressources et les lieux de vie. Cela permet de limiter les déplacements, deuxième facteur polluant de l'île après la production de l'électricité ;
- s'appuyer sur des filières et ressources environnantes renouvelables et développer une économie locale ;
- changer les habitudes concernant le recours systématique à la voiture pour revenir à une utilisation plus écologique des lieux et du territoire qui passe par le regroupement des usages et l'utilisation « utile » des interstices.

#### Le paysage de proximité directe et du lieu d'intervention :

- prendre en compte les éléments physiques de la trame verte en place - parcs, jardins, bosquets, champs de canne, alignement le long des routes, vergers, friches - comme participant à différents registres à la diversité et à la préservation de la biodiversité ;
- relier les polarités existantes entre elles dans une organisation plus rationnelle des déplacements privilégiant le recours à des modes doux ;
- s'appuyer sur le patrimoine bâti tangible - architecture de prestige, vestiges industriels, bâtis modestes agricoles, murets et meules de pierre des champs - et intangible - vie sous les tropiques, exubérance des jardins créoles, mixité des populations et des communautés - pour reconquérir et valoriser les éléments de l'histoire du lieu tout en les réinjectant dans de nouveaux schémas de vie ;
- intégrer les caractéristiques du climat afin que des contraintes locales inhérentes naissent des adaptations judicieuses et pérennes sur le construit et son confort d'usage : orientation du bâti, pente des toits, matériaux, taille et format des ouvertures, ventilations, système des varangues...

Un premier projet nous est confié. Il concerne la mise en forme d'un quartier d'activités de 12 000 m<sup>2</sup> avec commerces, bureaux et espaces communs à proximité immédiate de services existants (écoles, bureaux, tourisme) dans d'anciennes friches de l'usine sucrière.



*Friches de l'usine sucrière*  
© Laurence Aurejac

### 3 – MÉTHODOLOGIE

#### 3.1 – Une équipe pluridisciplinaire avec une approche partagée

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire – architecte franco-mauricien, paysagiste et architecte français en noyau dur accompagnés de bureaux d'études techniques locaux - permet de mettre en commun les approches et de partager des compétences. L'intérêt du groupement est le processus ouvert, chacun arrivant avec sa diversité culturelle (de naissance, d'éducation, d'imaginaire) et ses expériences propres liées à sa pratique professionnelle. Les points de vue se croisent, rebondissent à la faveur de réflexions personnelles, sont réinterrogées à la lumière des compétences (techniques, économiques, théoriques) et les priorités sont partagées, pesées, discutées collectivement. L'innovation, l'intuition et la recherche s'entremêlent pour fertiliser le projet. En rassemblant les savoir-faire et talents de chacun, chaque projet est un terrain d'expérimentation qui fait école pour la fois suivante.

Cette approche partagée prend en compte toutes les échelles et sa fréquence d'échange est hebdomadaire.

#### 3.2 – La notion de projets contextualisés

Nous sommes tous convaincus de la nécessité de contextualiser chaque projet. Le paysage constitue une clé d'entrée au projet urbain, à la grande et à la petite échelle, en replaçant le contexte urbain dans sa géographie. Le projet se construit à partir du site dans tous ses composants physiques, sensibles, historiques, économiques, symboliques, culturels. Plus celui-ci sera décrypté, observé et appréhendé, plus le projet gagnera en légitimité, et plus sa relation avec son socle paysager sera dynamique. C'est l'immersion dans le site, qui permet de trouver les fondations du projet à venir et de tester en direct sa capacité à accueillir les éléments du projet.

L'aboutissement dessiné du quartier mauricien a demandé une présence importante et régulière sur le site pour en comprendre tous les enjeux et toutes les composantes contextuelles mises au service du projet. Dans sa réalisation, le projet pourra être régulé par

des adaptations, allers et retours entre le projet initial et le master plan du domaine pour vérifier à tout moment la cohérence du schéma d'organisation d'ensemble.

#### 3.3 – Le lien maîtrise d'ouvrage / maîtrise d'œuvre

Un partenariat étroit maître d'ouvrage/maître d'œuvre se met en place dès le début de la réflexion. Rester en lien et tenir informée la maîtrise d'ouvrage est primordial pour cheminer et partager ensemble le processus de projet. La réponse formelle aux programmes identifiés est la base, mais il est souvent intéressant d'aller au-delà et d'imaginer des réponses polyvalentes qui peuvent offrir des usages complémentaires à la commande préalable. Enfin, plus les rencontres sont nombreuses, plus cela contribue à tisser un référentiel partagé car si les problématiques évoquées peuvent être communes, leur traduction peut être perçue différemment en fonction du parcours et de la culture de chacun. C'est plus vrai encore à l'île Maurice où le multiculturalisme est la base de la société.

#### 3.4 – Constitution d'un référencement et d'une documentation spécifique

Chaque territoire de projet est différent. Dans le cadre de ce projet, il a été nécessaire de s'informer sur sa dimension physique (géomorphologie et pédologie), son climat binaire et contrasté (saison humide et saison sèche avec de fortes précipitations), sa dimension structurelle (dessertes, réseaux), ses rapports de proximité au contexte large (polarités existantes) et ses usages anciens et actuels. Il a fallu apprendre la flore tropicale (caractéristiques et besoins spécifiques) et constituer un référentiel des plantes disponibles sur site et en pépinières (quantités).

Mon expérience chez Gilles Clément, paysagiste jardinier théoricien, a marqué une étape dans mon parcours professionnel en changeant les échelles de valeurs communément admises. Il a permis de faire évoluer mon regard sur ce que l'on nomme communément les « mauvaises herbes » et tous les espaces résiduels, délaissés ou non exploités qui les accueillent car, ils seront demain, les principaux territoires

refuges pour la diversité biologique. Dans cette défense de l'usuel qui renouvelle nos perceptions, l'emploi de plantes « ordinaires » ou « oubliées » dans le

projet a été bien accueilli et a fait consensus : plantes de fossés, bambous de rivières, papayers, pélargoniums, bégonias ...



*Palette végétale proposée et mise en culture des végétaux pour le projet*  
© Laurence Aurejac



*Friches de l'usine sucrière*  
© Laurence Aurejac

#### 4. PARTI / LE SYSTÈME D'ARCHITECTURE PASSIVE/VÉGÉTATION ACTIVE POUR UN ENSEMBLE BIOCLIMATIQUE

Le parti pris adopté dans ce projet est novateur à l'Île Maurice pour sa vision globale et proactive, son économie diversifiée, son introduction de la notion d'espace commun et de circulations piétonnes et enfin pour son organisation spatiale rationnelle basée sur la symbiose architecture passive/végétation active.

L'architecture bioclimatique tropicale est paradoxalement à l'opposé de l'architecture bioclimatique en zones tempérées bien que la distinction entre les zones s'amenuise avec des températures excessives relevées en métropole à l'été 2019 (cinq communes dépassant 45°C en France métropolitaine<sup>1</sup>). L'architecture bioclimatique européenne s'appuie sur le végétal par la création d'espaces tampons type serres pour réchauffer l'habitat. À l'inverse sous les tropiques, le jardin, souvent accolé à l'habitat, peut être considéré comme une serre ouverte servant à rafraîchir l'habitat. A contrario de la serre, le projet va s'en servir pour climatiser. L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)<sup>2</sup> préconise un certain nombre de bonnes pratiques dont l'utilisation des végétaux pour rafraîchir les bâtiments et faire baisser la température intérieure sans climatisation.

#### 4.1 – Renforcement des caractéristiques urbaines et paysagères des friches existantes

- Le parti est de garder le caractère « intimiste » du lieu et de minimiser l'impact paysager des bâtiments nouvellement créés en les contenant dans le mur d'enceinte existant et en gardant tous les murets en pierre de lave.
- Se réapproprier le principe des plantations en lanières des activités agricoles et horticoles adapté à la trame orthogonale de la friche industrielle.
- Valoriser le bâti patrimonial abandonné et s'en servir de référent architectural. Le projet emprunte aux longères et à l'habitat traditionnel en pierres leur gabarit sans tomber dans le pastiche.

<sup>1</sup> <http://www.meteofrance.fr/actualites/74345599-c-est-officiel-on-a-atteint-les-46-c-en-france-en-juin>

<sup>2</sup> <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-chaud-dehors-frais-dedans.pdf>

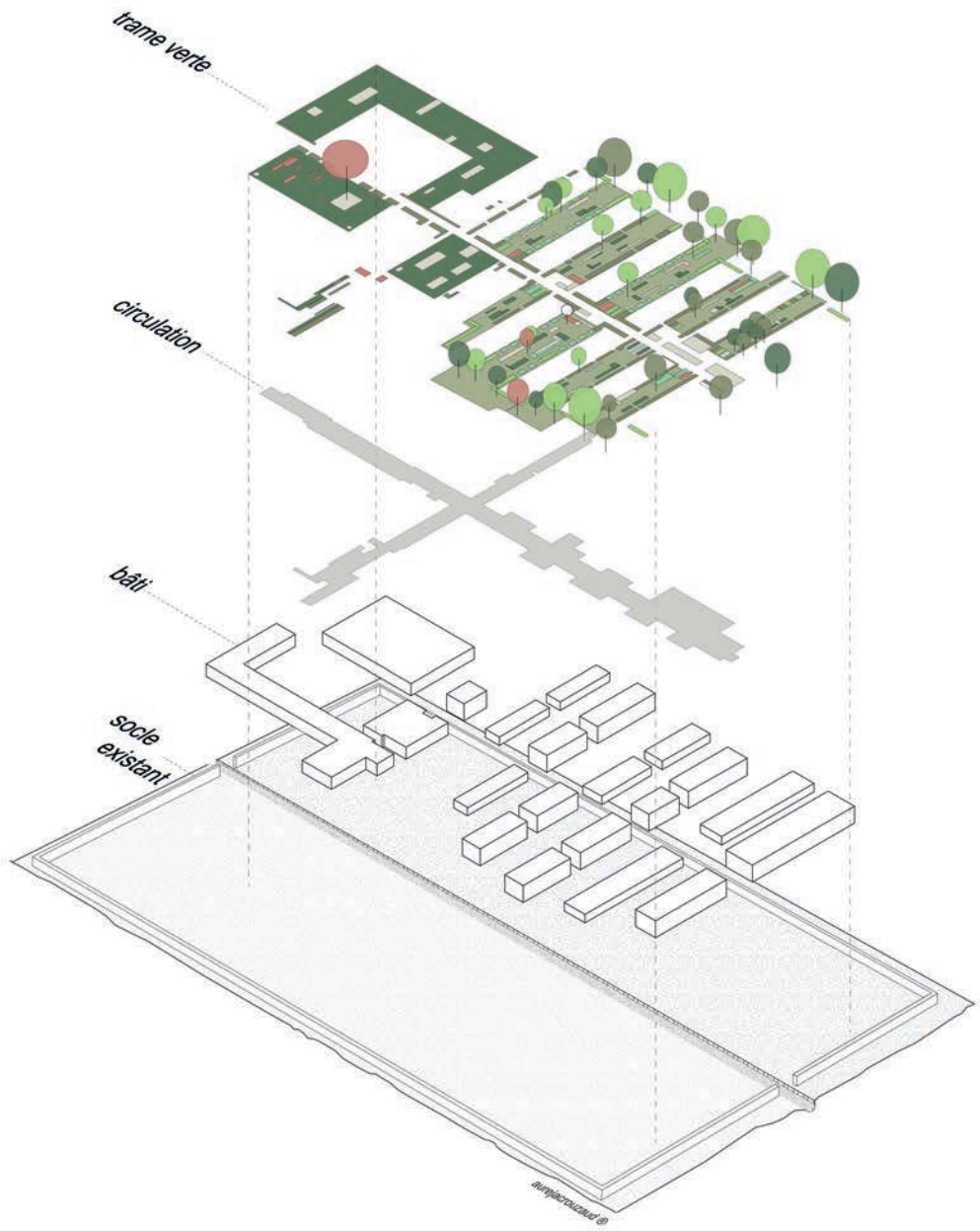
#### 4.2 – Composition urbaine inspirée du site, hybridant végétations et bâtis

- Reprendre la trame horticole et le gabarit d'une longère existante. La combinaison de ces deux éléments donne une trame virtuelle sur laquelle se déploie l'alternance du bâti et des espaces ouverts. Les bureaux et les jardins s'imbriquent pour créer un lieu de vie atypique inspiré du jardin créole, indissociable de la case. Le jardin créole est composé du jardin d'apparat devant la case et du jardin nourricier à l'arrière. Sans reprendre ce distinguo, deux typologies de jardins sont présentes suivant qu'ils soient ou non en vis-à-vis des varangues.
- L'espace interstitiel entre les bâtis produit un microclimat à partir de la végétation implantée, l'utilisant comme une source naturelle d'énergie passive par un rafraîchissement constant. L'ombrage, la diminution de la réflexion des espaces minéralisés, les sols perméables, le feuillage constant et la fraîcheur par la restitution de l'évaporation naturelle composent ce système.
- La conception prend en compte l'orientation, la largeur et la hauteur entre les bâtis pour permettre l'équilibre naturel entre constructions et strates végétales.

#### 4.3 – Un paysage contenu et stratifié

- L'exiguïté des parcelles de jardins entre les futurs bureaux est compensée par le caractère intensif des végétaux qui s'étagent verticalement. La diversité est recherchée ainsi que le recours aux mécanismes naturels favorisant la succession d'espèces, le recyclage, la lutte biologique, le maintien de l'hétérogénéité génétique.
- La fonction nourricière du jardin créole est maintenue avec des choix de plantes à usages multiples ayant un rôle à la fois décoratif et nourricier.
- L'organisation des jardins se fait en trois strates :
  - le sol unitaire et poreux, en creux par rapport aux constructions, permet le stockage des eaux lors d'épisodes pluvieux intenses. Il est prévu pour être temporairement inondable ;
  - l'arbustif, au pied des bâtiments, préserve l'intimité, récupère les eaux de pluie directement des toitures et permet un ancrage plus fort du bâti à son socle. Cette strate arbustive s'échelonne en hauteur pour accompagner la vision vers les extérieurs et offrir une diversité végétale ;
  - les grands arbres sont disposés en couronne, en périphérie des bureaux bordant le mur ancien. Cette disposition a pour but de renforcer l'aspect contenu des jardins tout en évitant les risques de chutes sur les bâtiments lors de cyclones.
- Des pergolas couvertes de plantes grimpantes offrent des lieux de travail « ouverts » dans les jardins en lanières.





Décomposition des éléments de programme

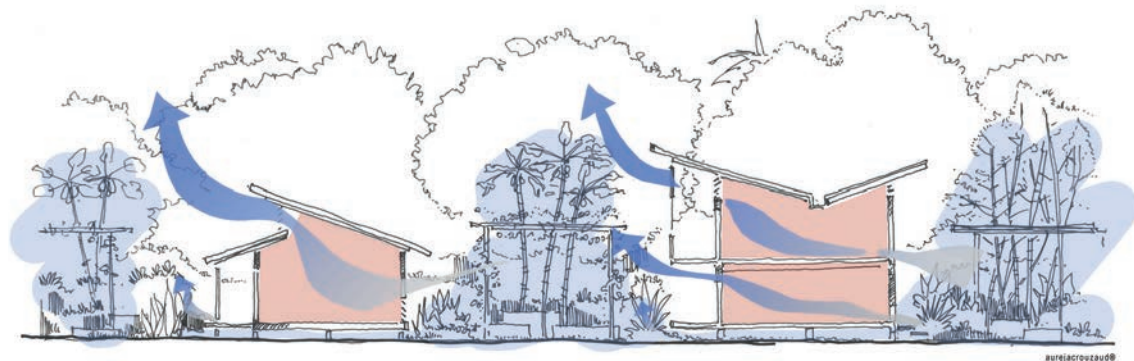
#### 4.4 – Une architecture située, empruntant aux bâtis traditionnels

La forme des bâtiments de bureaux tente de concilier modernité et tradition culturelle en puisant dans les maisons anciennes les systèmes d'implantation et éléments bâtis ayant fait leurs preuves face aux conditions climatiques de l'île Maurice. L'observation de l'habitat traditionnel donne des pistes en matière d'adaptation climatique qui ont été reprises dans le dispositif architectural et urbain.



Bâtiments traditionnels : Maison Eureka à Moka & Demeure Saint Antoine à Goodlands  
© Laurence Aurejac

- Les distances entre bâtiments prennent en compte la ventilation correcte et cohérente des bâtiments qui fonctionnent tous avec des ventilations traversantes. L'espacement entre les bâtiments permet également de traiter les nuisances sonores d'un bâtiment à un autre.
- Les façades longitudinales donnent entièrement et systématiquement sur les jardins en lanières de part et d'autre du bâtiment. Les îlots de fraîcheur et l'absence de minéralisation en pied de façade évitent la réflexion solaire et le réchauffement des bâtiments.
- L'orientation des longères est Nord/Sud, pour se protéger du soleil, des vents dominants et des pluies.
- La pente des toitures permet un écoulement rapide des eaux pluviales et s'articule en plusieurs pans (isolés avec un bac double peau) pour donner de la fraîcheur via le passage des vents.
- Le bâtiment est surélevé de quarante centimètres du sol par un système de pilotis de façon à permettre une aération constante. Il protège contre la montée d'humidité et procure une isolation contre la forte inertie du sol. Cette surélévation permet également de préserver la perméabilité du socle naturel et de gérer les fortes pluies.
- Une varangue court sur un côté et donne accès aux différents bureaux. Elle isole le corps du bâtiment en le préservant de la pluie et de l'exposition directe aux rayons du soleil. L'ombre qu'elle procure favorise un air frais et abaisse la température à l'intérieur des bureaux.
- Les ouvertures sont quasiment toutes des portes-fenêtres, hautes et étroites, placées selon un rythme régulier et en vis-à-vis des deux murs longitudinaux. Elles apportent de l'éclairage et dispensent un couloir d'air frais traversant.

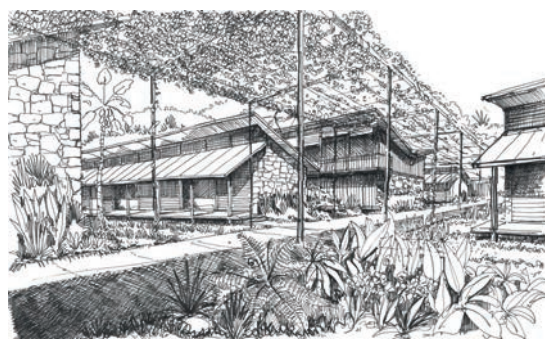


*Bâtiments traditionnels : Maison Eureka à Moka & Demeure Saint Antoine à Goodlands  
© Laurence Aurejac*

#### 4.5 – Un quartier mettant en relation selon trois logiques d'usages et de déplacement

- Les axes structurants pour tous : les distributions se font à partir de deux axes orthogonaux de longueurs différentes, contenus dans l'ancienne friche. Ces axes uniquement piétons sont destinés à relier les nouveaux bureaux et vont également permettre l'accès aux activités déjà présentes sur le site (unités de production agricole, commerces, restaurant, école et domaine patrimonial), incitant à limiter l'utilisation systématique à la voiture sur des distances courtes. Les espaces de circulation sont abrités sous une pergola végétalisée qui supporte des plantes grimpantes, offrant un confort ombragé et rafraîchissant aux piétons. Tous les piétons peuvent emprunter ces axes.
- Les varangues pour les clients et usagers des bureaux : les entrées aux bâtiments bureaux ne sont pas directes. Ceux-ci présentent, le long des axes structurants, leurs pignons aveugles permettant de bien distinguer ce qui est de l'ordre « commun », accessible à tous, de ce qui est de l'ordre « privé » de l'usage des bâtiments. Ces jonctions sont l'occasion d'articulations, comme des seuils intermédiaires de largeur variable, qui peuvent être support de rencontres ou regroupements pour des aménagements futurs. C'est la varangue qui permet l'accès au bâtiment et aux bureaux, introduisant un filtre supplémentaire entre espaces de distribution et espace de travail. C'est un espace de transition entre l'extérieur et l'intérieur.

- Les jardins en lanières pour les usagers des bureaux : les jardins sont accessibles directement depuis les bureaux, favorisant détente et travail dans un cadre naturel foisonnant. La capacité des bureaux est « doublée » avec la mise à disposition de pergolas. La générosité de la végétation apporte vitalité et plaisir des sens.



*Croquis d'insertion dans le site*

## 5. CONCLUSION / RECONDUCTIBILITÉ ET ADAPTABILITÉ DU PROCESS

À l'heure où l'urgence climatique se fait plus pressante, il est nécessaire de croiser et faire coexister les pratiques (urbaines et économiques) et les héritages (culturels et sociaux) dans un travail collectif pour inventer de nouveaux modèles permettant de faire « avec et à partir » de son environnement.

En synthèse, notre approche s'est attachée à territorialiser au mieux le projet en se mettant au service du lieu et de ses usagers (actuels et futurs) avec l'ambition de participer au développement durable de ces espaces - entre ville et nature - sur lesquels pèsent des pressions foncières et infrastructurelles.

Dans le cadre des thématiques énoncées - développement durable, protection des ressources locales, préservation de l'environnement et développement économique local - les objectifs ont été de :

- lutter contre le mitage rural et urbain par une urbanisation contrôlée, en comblant une friche agricole résiduelle et en y insérant une certaine densification y compris verticale ;
- concentrer des activités sur une polarité déjà constituée et la renforcer pour bénéficier des infrastructures de proximité sans en générer de nouvelles ;
- renforcer la polarité existante en diversifiant les produits bâtis - pôle tertiaire - et en jouant sur un registre architectural renouvelé, empruntant à la tradition et à la modernité ;
- remettre en cause certains automatismes bien ancrés dans les mentalités, notamment le recours à la voiture sur des trajets courts, en permettant la pratique piétonne sous une ombre confortable et incitatrice à la promenade ;

- préserver la ressource agricole en offrant une polyvalence économique sans empiéter sur les terres cultivées et en limitant les impacts sur le paysage cannier.

Trois points peuvent être reconduits sur de futurs projets en milieux tropicaux :

- les conditions climatiques tropicales sont favorables à une nature intense. Aussi, l'utilisation de la végétation est un levier d'évidence pour rafraîchir le cadre construit, apporter du bien-être social et constituer des zones de nature, possibles réservoirs de biodiversité. De plus, en puisant ses ressources dans le sous-sol et en s'élevant en surface, elle met en relation le dessous et le dessus, et renforce des chemins de vie au sein d'espaces bâtis ;
- la concentration et la diversification des fonctions méritent d'être amplifiées au sein de tissus constitués pour favoriser un changement dans les modes de vie et de déplacements. Il s'agit de résister à la pratique de « pôles thématiques » reliés par des infrastructures d'un autre âge, et d'encourager le renforcement de polarité existante à l'échelle du piéton et de sa temporalité. Et se faisant, réenchanter des quartiers par du lien social et des usages renouvelés ;
- retravailler dans les existants, densifier les friches, investir les interstices sont des manières de participer à la ville « durable ». Dans une optique de sauvegarde des ressources, construire sur du déjà là permet de préserver la richesse de ces paysages tropicaux dans toute l'épaisseur du territoire, d'optimiser l'infrastructure en place (assainissement, voirie, réseaux) et de valoriser un patrimoine modeste identitaire.

Enfin, la décomposition du processus de conception et de réalisation de ce projet peut-il être utilisée comme outil méthodologique ?

En synthèse, la démarche part de - et reste attachée à - une contextualisation car c'est la singularité du lieu, sa complexité, qui nourrit le projet. L'important est d'être attentif aux caractéristiques des lieux pour en faire des fils conducteurs, à toutes les échelles. À l'occasion de ce projet, tous les éléments échangés, recueillis, recherchés, produits, dessinés ont servi à nourrir nos connaissances et à composer un corpus commun qui bénéficiera à nos prochaines réflexions.

La réalisation de cette opération sera un moyen de vérifier la justesse et pertinence des intuitions. Et de nourrir nos expériences.

« *Agis dans ton lieu, pense avec le monde. Il n'est pas de lieu-dit qui ne signifie.* »<sup>3</sup>

« *Apprendre dans son existence à lire le paysage ou à le fréquenter, c'est à mon sens apprendre à en raconter la suite, ou la poursuite : c'est se donner les moyens de recomposer cet autre continuum, celui de la biographie collective.* »<sup>4</sup>

## BIBLIOGRAPHIE

ADEME Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, *Chaud dehors frais dedans Garder son logement frais en été.* <https://www.ademe.fr/>, 2018

Agence TER. Henri BAVA, Michel HÖSSLER, Olivier PHILIPPE, *L'urbanisme des milieux vivants.* Grand prix de l'urbanisme 2018. Collection Grand Prix de l'urbanisme. Sous la direction d'Ariella Masboungi, Edition Parenthèses.

BOUDET Catherine, *Les Franco-Mauriciens : une diaspora pollinisée.* Revue européenne des migrations internationales, vol. 23 - n°3, 2007

CAUBET Paul, *La canne à sucre à l'île Maurice.* In Annales de Géographie, t. 42, n°239, 1993, pp. 516-528.

Samuel COURGEY et Jean-Pierre OLIVA, *La conception bioclimatique des maisons économes et confortables.* Edition Terre vivante, 2006

DEAL Réunion. 2010-2016. RTAA DOM, Règlementation thermique, acoustique et aération du Département d'outre-mer de la Réunion. [www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/presentation-de-la-rtaa-dom](http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/presentation-de-la-rtaa-dom)

GLISSANT Edouard, Entretien d'Edouard Glissant réalisé par Rosa Moussaoui et Fernand Nouvet. L'Humanité. 6 février 2007.

GLISSANT Edouard, *Les entretiens de Bâton Rouge.* In Edouard Glissant, Alexandre Leupin. Paris, Gallimard, 2008, p.39.

JAUZE Jean-Michel, *La pluriethnicité dans les villes mauriciennes.* Les Cahiers d'Outre-Mer, 225 -Janvier-Mars, 2004

LEFEVRE Daniel, *L'organisation de l'espace mauricien.* In Annales de Géographie, t. 96, n°533. 1987, pp. 52-77.

MAGNAGHI Alberto, *Le projet local.* Pierre MARDAGA éditeur. 2000 Bollati Bolinghieri. Torino, 2003

NORBERG Schulz Christian, *La signification dans l'architecture occidentale.* Edition Mardaga. Première édition 1974 by Electa Editrice, Milano, 1977

NORBERG Schulz Christian. 1997. *L'art du lieu: architecture et paysage, permanence et mutations.* Edition Groupe Moniteur. Première édition 1996 Skira Editore spa, Milano 1997

<sup>3</sup> cf. Edouard Glissant, 2007

<sup>4</sup> cf. Edouard Glissant, 2008, p.39

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA CONFÉRENCE DE LAURENCE AUREJAC**  
**« CRÉATION D'UN QUARTIER HYBRIDE - VILLE ET NATURE - À L'ÎLE MAURICE »**

**Richard Hyde, professeur, Université de Sydney**

Comment avez-vous introduit les contours et la notion plus topographique du lieu dans votre projet ?

**Laurence Aurejac**

Le site est relativement plan. On est dans un contexte bâti relativement plan. À la grande échelle, on voit bien que quand on sort du contexte on a une vision. Pour la topographie, on a pris en compte les éléments du lieu en récupérant les éléments de drains existants qui permettaient de drainer ce terrain-là. Ensuite dans le contour à la grande échelle, on est allé voir autour et on a vu quelques éléments de relief qui donnaient à voir des effets de bosquets. Les éléments bâtis étonnement sont dans une végétation très importante qui les filtre. À travers la grille paysagère que j'ai voulu mettre en place, j'ai voulu reconduire cet effet de couronne végétale très importante qui filtrait les éléments de bâti. J'ai voulu une intégration par le végétal, à l'image de ce qu'il y a sur le site.

**Rodolphe Cousin, architecte urbaniste**

On se pose toujours la question de la prise en compte des masses végétales dans l'aéroulque urbaine. Car on a très peu de réponses scientifiques. On a travaillé avec le CSTB qui nous donne des exemples en Provence avec des haies de cyprès. Mais la prise en compte de l'humidification sur l'aéroulque, de l'ombrage est compliquée ici. Avez-vous pu l'intégrer à ce site ? La sorte d'enceinte végétale qui clôt ce terrain plat, contribue-t-elle à la bonne ventilation du site ou pas ?

**Laurence Aurejac**

Pour nous, elle va contribuer. On a mis les grands arbres en périphérie de site. À l'intérieur de ces jardins, on a des jardins plus contenus. On a des espaces de jardins de 9 ou 10 m dans lesquels on ne peut pas se permettre des grands arbres. Par contre, on va mettre des arbres de hauteur moins importante et une végétation arbustive plus ou moins haute et avec des systèmes de lianes qui vont venir compenser le manque de végétation beaucoup plus haute. On a à la fois des contraintes qui sont de l'ordre de l'exiguïté de la parcelle, on ne peut pas avoir de très grands arbres, donc on les met en périphérie et ensuite on met en place une strate arbustive étagée qui va participer à ces effets de rafraîchissement de l'air.

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférence associé École d'architecture de La Réunion**

On est en train de faire une étude « Des jardins pour le confort » avec le labo Eiffel pour caractériser et modéliser l'impact du végétal en périphérie immédiate des bâtiments sur l'augmentation ou pas, du potentiel de ventilation.

**Karine Dupré, architecte, Griffith University, Australie**

Aviez-vous une stratégie par rapport aux risques naturels comme le cyclone quand vous avez positionné vos arbres en périphérie de la parcelle ?

On sait que certains arbres vont retenir l'humidité et créer un microclimat qui peut être désagréable si la chaleur augmente et que l'humidité persiste. L'avez-vous pris en compte dans votre projet ?

**Laurence Aurejac**

Je me suis appuyée sur l'observation dans l'habitat traditionnel. On retrouve systématiquement des manguiers. C'est un arbre magnifique, avec une fonction nourricière et ornementale. Je me suis appuyée sur le manguier en considérant aussi que c'était quelque chose d'usité et qui correspondait à cette fonction de rafraîchissement.

**Antoine Perrau, architecte, maître de conférence associé École d'architecture de La Réunion**

Le botaniste réunionnais Thérésien Cadet a montré que sous une canopée en milieu tropical, les températures et les hygrométries extrêmes étaient écrêtées. Donc quand il pleut beaucoup ce sera moins humide qu'à l'extérieur et quand il fait sec, ce sera moins sec.



248 // COMMUNICATION

**Pierre-Yves MAURICE**, Paysagiste concepteur - Urbaniste  
Responsable pôle urbanisme, agence Tekhnê architectes

## ÉCOSYSTÈME URBAIN / LE CONTEXTE COMME GUIDE À L'URBANISATION

### 1. L'AGENCE *TEKHNE* ARCHITECTES ET URBANISTES

#### 1.1 – Une définition

Base étymologique grecque des déclinaisons en langue française comme en langue anglaise, la *tekhne* désigne non seulement un art mais aussi une connaissance, un savoir-faire qui résulte de la pratique de cet art répété à travers les temps.

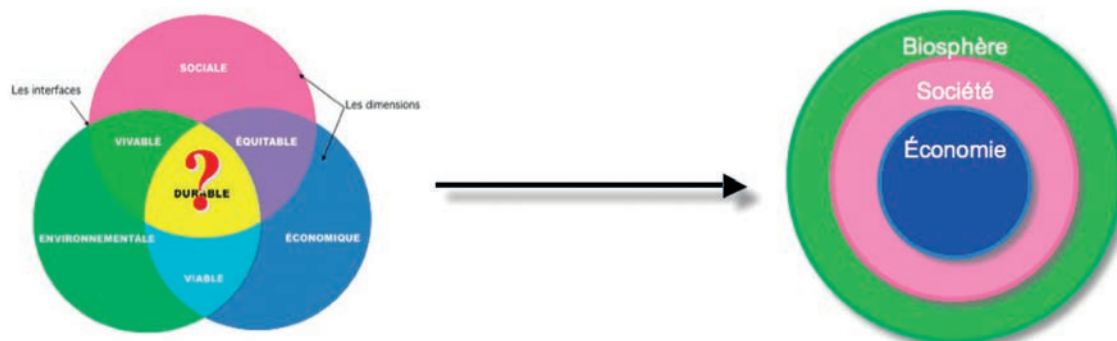
Plutôt que d'opérer une division entre les connaissances pures et appliquées, ce terme déconstruit cette distinction car les connaissances qu'il désigne ne précèdent pas l'acte mais en découlent. La division qui existe entre la connaissance et le monde, entre les concepts et leurs applications est effacée.

#### 1.2 – Une agence

L'agence Tekhnê est une agence d'architecture et d'urbanisme « bio-sourcée », en ce qu'elle fonde l'ensemble de ses réflexions et de ses productions dans la perspective d'un développement éco-responsable.

L'agence est engagée depuis toujours dans une éco-responsabilité de l'acte d'aménager et de bâtir, inspirée de Hans Jonas, où la biosphère englobe la société, qui elle-même contient l'économie. Dans cette approche, la démarche de projet croise de manière itérative, toutes les échelles d'observation et d'écoute, pour prendre acte de la situation, du site, du programme, du maître d'ouvrage et du maître d'usage. Le projet naît de cette complexité à travers une proposition unique, « figurable » et bio-compatible. Le travail de conception de l'agence trouve un prolongement militant lorsqu'elle transmet ses savoirs et savoir-faire au travers d'ouvrages, de formations, ou dans sa participation au centre de ressources Rhône-alpin de la qualité environnementale des aménagements et des bâtiments.

Tekhnê a développé un pôle dédié à l'urbanisme et au paysage, très pointu dans la recherche de l'éco-cité, du bio-îlot à l'éco-quartier. Le pôle urbanisme développe des projets de grand territoire, d'éco-aménagement, de renouvellement urbain, et accompagne les maîtrises d'ouvrage en tant qu'architecte conseil. Le pôle urbanisme s'investit dans la recherche et le développement de pratiques urbaines soutenables à travers des guides pour l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) ou les communes. Il intègre en son sein, une activité d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage consacrée à la qualité environnementale à l'échelle de l'urbanisme (Approche Environnementale de l'Urbanisme - AEU). Nous intervenons depuis de nombreuses années dans les départements et territoires d'Outre-Mer (DOM-TOM) pour l'élaboration d'études urbaines et la conception d'écoquartiers (Opération d'Intérêt National (OIN) Saint-Laurent-du-Maroni, Extension de la ville de Kourou, Guyane ; OIN de Dembeni ; Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU) de la Vigie, Stratégie de mise en résilience des villages d'Acoua et Mtsangadoua, Écoquartier Tsararano Dembeni, Mayotte ; Écoquartier de la vallée de Sakamoto, Nouvelle-Calédonie ; ZAC Beauséjour, La Réunion ; ...) positionnant l'environnement et l'humain au cœur des réflexions et de l'acte de projet.



## 2. URBANISME TROPICAL

La participation à ce colloque est pour nous l'occasion de présenter différents sujets en cours d'étude qui illustrent le positionnement de l'agence et notre vision du développement urbain. Ces sujets sont issus d'une longue expérience dans les DOM-TOM et préfigurent une réponse aux enjeux actuels du réchauffement climatique, interrogeant l'acte urbain dans son rapport au territoire, aux enjeux environnementaux,<sup>1</sup> climatiques, économiques et sociaux du XXI<sup>e</sup> siècle.

### 2.1 – La notion d'écosystème urbain, posture de projet

« La définition d'écosystème convient au modèle que constitue la ville. Cet écosystème possède une biocénose (le vivant) adaptée au biotope (le milieu). Un milieu dominé par le minéral entraînant un affaiblissement des producteurs primaires qui se caractérise par une faible biomasse et une faible biodiversité. L'espèce humaine y joue le rôle d'espèce « clé de voûte » ou « espèce ingénieur » car elle structure l'écosystème » [E. Lierdeman, *De la nature en ville à l'écosystème Urbain*, 2010]. Dans le cas de la ville, la vie est permise par des flux entrants d'énergie et de matière provenant d'autres écosystèmes.

Cette déconnexion spatiale des étapes de productions primaires, de consommation et de recyclage engendre des déficits (d'énergie, d'aliments...) et des excédents (de déchets biodégradables ou non) qui ne peuvent se compenser. Comme l'inscrit E. Lierdeman dans son article « De la nature en ville à l'écosystème Urbain » (2010), il s'agit « d'un écosystème très ouvert, entièrement tributaire de l'extérieur pour toutes ses consommations d'énergie et de matière, et donc à la fois très fragile et fragilisateur de la biosphère dans son ensemble. »

Cette notion d'écosystème urbain est partie prenante de la démarche de l'agence.

Il s'agit d'une posture de projet qui trouve corps dans une approche globale du territoire, une démarche holistique qui consiste à ne pas mettre en opposition les systèmes mais, au contraire, d'en appréhender les complémentarités et interactions à la croisée des champs géographiques, environnementaux, sociaux, économiques. Elle renvoie à cette multiplicité d'intrants et interroge le projet urbain dans sa capacité à fournir des services écosystémiques, considérant que l'humain appartient à cet écosystème.

<sup>1</sup>E. Lierdeman, *De la nature en ville à l'écosystème Urbain*, Synergiz, mars 2010

La notion d'écosystème urbain rejoint ici la définition du paysage comme composante naturelle et culturelle d'un territoire. Le projet urbain s'inscrit donc dans la réalité écologique de ce dernier, dans un système socio-écologique local dont le paysage permet de saisir la complexité. Par la prise en compte du paysage dans ses dimensions naturelles (trame hydraulique, topographie, substrat, trames environnementales,...) et culturelles (implantations humaines, usages, modes de vie,...) pouvant être regroupées sous le terme de génie du lieu. Dans un objectif d'opérationnalité, la prise en compte de ces aspects doit nécessairement être complétée par la compréhension des enjeux politiques, sociaux et économiques du territoire, sans lesquels aucun projet urbain n'est possible.

*In fine*, il s'agit pour nous de réinterroger la caractérisation des écosystèmes urbains faite par E. Lierde-man, dans leur capacité à dégager des externalités positives et donc à limiter leur dépendance vis à vis de l'extérieur, passant ainsi d'un système « *fragile et fragilisateur* » à un modèle durable et contextualisé.

## **2.2 – Définir les conditions d'accueil du futur écosystème, le « territoire capable »**

Le concept de « territoire capable » interroge la logique même de projet urbain et la politique de développement des territoires. Elle doit, selon nous, prendre en considération la capacité des territoires à accepter le développement dans des conditions de durabilité. Premier temps de projet, la définition du « territoire capable » vise donc à identifier le socle d'installation du projet, c'est à dire l'ensemble des contraintes et conditions géographiques et climatiques.

À titre d'exemple, les aléas naturels, les zones de sensibilités environnementales, la disponibilité des ressources, le climat, les espaces agricoles ou de production... sont autant de champs pouvant influencer la délimitation du « territoire capable » dont la prise en compte garantie la mise en oeuvre de projets singuliers, spécifiques, ancrés dans leur territoire. Elle est le premier pas vers la structuration de l'écosys-

tème urbain en ce sens où elle compose l'équilibre et les relations entre l'implantation humaine et son territoire, le maintien des productions primaires et la mise en place de systèmes vertueux. Créant une interdépendance entre l'homme et son milieu, entre la biocénose et le biotope.

Les départements et territoires d'Outre-Mer présentent une pression humaine particulièrement importante liée à l'effet cumulé d'une forte démographie et d'une immigration souvent non maîtrisée. Dans ces conditions, les territoires finis des îles sont soumis à un besoin de développement pouvant dépasser leur capacité d'acceptation. La notion de « territoire capable » a pour objectif d'identifier la limite de développement permettant de maintenir un équilibre entre le sol et l'établissement humain. Cet équilibre entre nature et société s'inscrit dans une réduction des îlots de chaleur urbain, permet un rôle nourricier, récréatif, social, pédagogique, environnemental (maintien des sols, gestion des épisodes climatiques, gestion de l'eau, ...). Il s'agit ici de mettre en place les conditions d'un écosystème, d'interactions vertueuses, en rupture avec la seule posture ville/nature.

La définition du « territoire capable » est présentée dans le « chapitre III. Retour d'expérience » au travers de l'écoquartier de Tsararano-Dembeni.

## **2.3 – Externalités positives**

Si les conditions d'installation du projet sont respectées (« territoire capable »), l'installation humaine peut amoindrir son impact sur l'environnement, voire participer à son enrichissement et sa valorisation sur certaines thématiques. Ces externalités positives peuvent être multiples et sont spécifiques à chaque projet, à chaque territoire.

Dans le cadre du présent document, nous souhaitons nous attarder sur la notion de biodiversité positive, développée dans le cadre de deux quartiers (Zone d'Aménagement Concertée [ZAC] de Beauséjour, Saint Marie, La Réunion / Écoquartier de Maison Neuve, Guérande [Labelisé écoquartier niveau 2] et présentée dans le cadre du colloque « Architecture et Biodiversité » organisé en Mai 2017 par l'association

Natureparif.

(Lien de l'intervention :

<https://www.dailymotion.com/video/x4wz91o>)

Le développement urbain d'un secteur est généralement ressenti comme un acte violent ou tout du moins négatif (consommation de terres agricoles, modification des paysages, destruction de milieux naturels, imperméabilisation des sols). Or, nous pensons qu'un travail en amont sur la compréhension du milieu et une juste intervention peuvent être facteurs d'impacts positifs permettant l'enrichissement de la naturalité d'un lieu. À titre d'exemple, la restauration de la biodiversité dans le projet a été un axe de travail sur le quartier de Beauséjour.

La notion de biodiversité positive interroge ainsi le projet urbain dans sa capacité à fournir un effet bénéfique sur son environnement proche et sur l'enrichissement de la biodiversité initialement présente sur site.

Le résultat « positif » recherché, est ici à entendre d'un point de vue quantitatif par l'enrichissement des milieux en fonction de la pédologie, des expositions, du rapport à l'eau, du couvert boisé, du niveau d'entretien. Mais également d'un point de vue qualitatif en favorisant le développement d'une biodiversité nouvelle, en maintenant et améliorant celle existante par l'entretien et la remise en place de bonnes conditions culturelles et fonctionnements hydrauliques, en améliorant la qualité des sols, l'accès à l'eau ou à la lumière.

S'inscrivant au coeur de la notion d'écosystème urbain, elle interroge le rapport entre la société et le biotope (milieu) dans lequel elle se développe. À la ville minérale et imperméable, est préférée la ville jardin, poreuse. Un modèle de ville offrant confort de vie pour ses habitants, une ville résiliente et durable, en lien avec le territoire dans lequel elle s'inscrit. À travers l'ensemble de ses projets, l'agence Tekhnê interroge les rapports entre ville et nature, entre l'homme et son environnement.

Cette notion de biodiversité positive prend un sens particulier en climat tropical qui présente un fort endémisme couplé à une anthropisation importante des milieux.

Le développement de la ville nature présente ici un enjeu majeur dans le confort d'habiter, dans l'acceptation de la densification des villes et des nouveaux modes d'habiter, instaurant un nouveau rapport entre l'homme et son territoire.

### 3. RETOUR D'EXPÉRIENCE

Nous proposons d'illustrer ces différentes notions explorées par l'agence à travers deux études de cas, deux retours d'expériences sur des quartiers réalisés ou en cours d'étude :

- La ZAC Beauséjour, Sainte-Marie, La Réunion
- L'écoquartier Tsararano-Dembeni, Dembeni, Mayotte

Si ces quartiers sont totalement différents dans leur forme et l'image urbaine qu'ils développent, ils ont été pensés et conçus dans une même logique d'adaptation à leur territoire, apportant une réponse locale aux enjeux du développement durable.

#### 3.1 – ZAC Beauséjour, le contexte comme guide à l'urbanisation

Le projet de Beauséjour marque l'entrée de l'agence Tekhnê dans les réflexions spécifiques aux milieux tropicaux. Il positionne le contexte environnemental, physique (pentes, eaux, vent), humain au coeur du processus de conception ; la préservation des écosystèmes comme un acte fondamental pour mieux

vivre le territoire à l'échelle de l'usager. Le quartier a été pensé comme un écosystème urbain permettant :

- le développement d'une trame végétale assurant le confort climatique des espaces, conjugant les fonctions écologiques, économiques et sociales, hydrauliques;
- les espaces urbanisés comme lieux de restauration écologique, réservoir de biodiversité,
- le développement de nouveaux savoir-faire et nouvel emploi de la matière première.

### 3.1-1 – Équipe et programme

Maitrise d'ouvrage : CBo Territoria

Équipe de maîtrise d'œuvre : Tekhnê (urbaniste mandataire), Atelier LD (paysage, Voiries et Réseaux Divers).

Experts associés : LEU Réunion (expertise botanique et environnementale)

Surface : 78 Hectares.

Programme : 2 300 logements, dont 900 logements sociaux / 26 000m<sup>2</sup> de bureaux /

49 000m<sup>2</sup> d'équipements / 16 000m<sup>2</sup> de commerces.

### 3.1-2 – Démarche de projet

Le projet de Beauséjour offre l'opportunité de concrétiser une démarche de projet considérant l'écologie et l'urbanisation dans un écosystème urbain. Il s'est agi de mettre en place les conditions d'un cercle vertueux, en rupture avec la seule posture d'assemblage ville / nature, intégrant la biodiversité comme élément de structuration du quartier et moteur de développe-

ment économique et social, à la fois comme point de départ des réflexions et objectifs à atteindre.

Le préalable de cette démarche repose sur le double postulat de préservation géographique et de restauration écologique substituant à la monoculture de la canne la diversité d'une ville jardin.

La composition urbaine s'ancre dans le socle géographique à l'échelle du grand territoire. Le chemin de l'eau, les pentes structurent les tracés. Traduits dans le quartier sous forme de parcs linéaires, plantés d'espèces locales, ils contribuent au final à la réintroduction de l'endémisme, recréant une continuité entre les corridors écologiques de la montagne au littoral, positionnant le quartier comme site source.

À l'échelle des rues et des espaces publics, l'intrication des milieux s'incarne dans la mise en place des 3 strates végétales, herbacée, arbustive, arborée, participant aux continuums écologiques, comme au confort d'usage et à la réduction de l'îlot de chaleur urbain. Déclinée jusqu'au paysage des îlots, la présence végétale associée aux logements, crée des épaisseurs climatiques propices au rafraîchissement des logements.

Il n'est de projet durable sans objectifs sociaux. À Beauséjour, la présence de la nature amène cette dimension à travers la formation de nouveaux emplois pour l'entretien des espaces, à la production des végétaux, à l'animation et la fréquentation des jardins familiaux.

Le projet porte le pari d'une ville inclusive et évolutive, en recherche d'un fonctionnement en écosystème urbain.

### 3.1-3 – La reconquête écologique comme préalable

Le projet de Beauséjour se développe sur des terrains agricoles en monoculture n'offrant que peu de biodiversité. Celle-ci étant limitée à quelques patches de forêt semi-sèche épargnés par l'activité agricole où en frange du site sur la ravine de la Mare et les boisements des Hauts de Bois de Couleur.

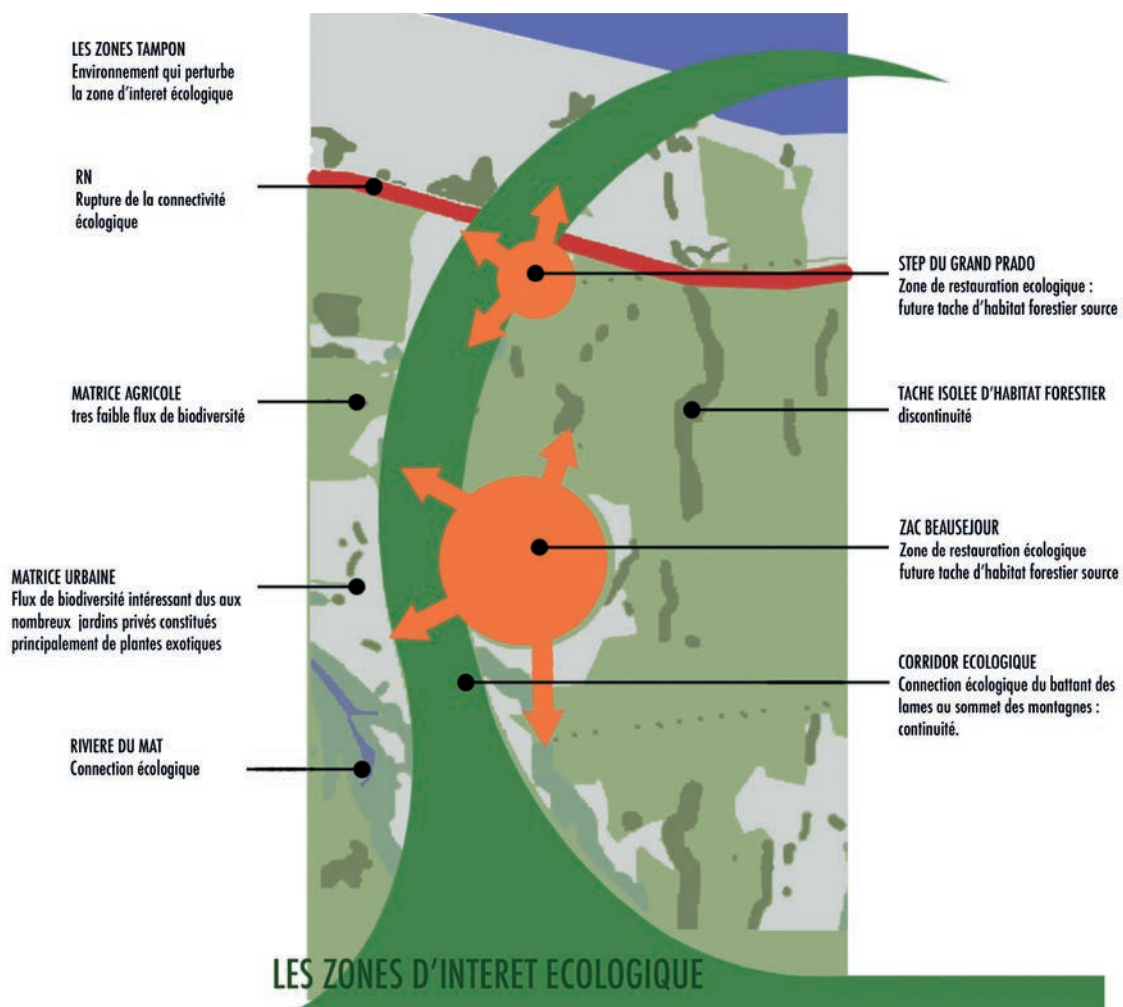
« La réintroduction de l'endémisme sur la zone est une priorité afin de développer la biodiversité, assez pauvre, et de recréer une réelle continuité entre le corridor écologique de la ravine de la Mare, qui rattache le territoire aux forêts de bois de couleur en altitude. L'ensemble de l'écoquartier s'inscrit dans une démarche trame verte à l'échelle du territoire des pentes de Sainte-Marie et de la Ravine de la Mare. Le site de l'écoquartier doit devenir un site « source » en contribuant à former un couvert végétal limitant à minima l'influence des espaces secondarisés à vé-

gétaux envahissants comme l'est le coeur même de la Ravine et ses franges à *Shinus terebinthifolius*. »  
Michel Reynaud (LEU Réunion).

### 3.1-4 – Inscrire Beauséjour dans le territoire

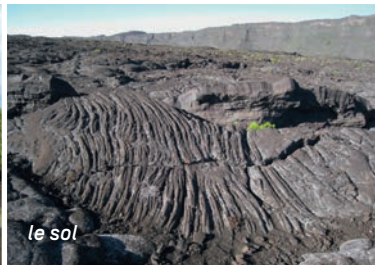
Les prémices du plan guide sont souvent déjà présents dans le territoire.

Dans le cas de Beauséjour, l'activité humaine a structuré et modifié le paysage laissant un paysage dégagé, parcouru de nombreux chemins canniers



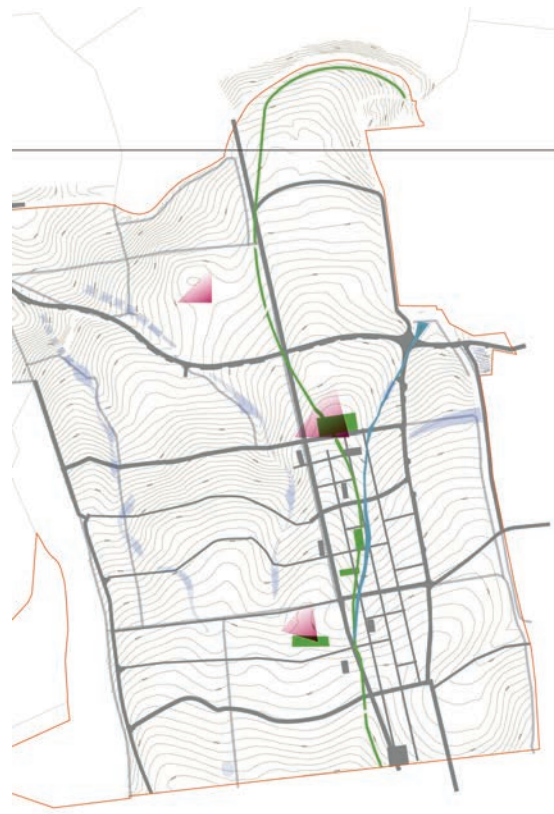
offrant des vues cadrées sur le grand paysage. C'est dans ce rapport entre homme et territoire, dans ce rapport au sol et au lointain que le projet de Beau-séjour trouve son identité.

Chemins canniers, chemin de l'eau, topographie sont les éléments primaires de composition du quartier.





*La topographie*



*Le chemin de l'eau*





*La topographie*

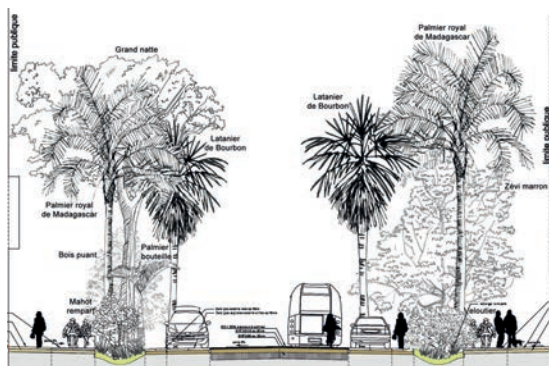


*Le chemin de l'eau*

### 3.1-5 – Stratégie végétale, lien entre l'homme et son territoire

La végétalisation de places et d'alignements constituent des corridors écologiques imparfaits par manque de rapport au sol. Afin de dépasser cette simple végétalisation et d'instaurer les conditions de mise en place d'un réel écosystème mêlant espaces urbains et naturels, interrogeant le rapport au sol et à l'eau, un travail fin sur la palette végétale a été réalisé. Celle-ci préfigure une trame végétale complexe valorisant toutes les strates (herbacée, arbustive, ligneuse, supérieure) comme éléments d'amélioration du confort thermique et du cadre de vie, positionnant le quartier comme élément structurant des grands corridors écologiques à l'échelle du territoire. Michel Reynaud a travaillé l'ensemble des systèmes végétaux pour définir des modalités d'entretien, de plantation et une palette végétale appropriée pour chaque échelle de projet, des espaces forestiers jusqu'aux jardins privés :

- Le système végétal n°1 : Système forestier dense en cœur de Talweg et système forestier ouvert (entre forestation et parc urbain).
- Le système végétal n°2 : Système urbain de « places » ou de « rues » formant des canopées arborées.
- Le système végétal n°3 : Système des paysages ouverts des clairières (prairies) et des semi-pentes buissonnantes aux émergences de palmiers.
- Le système végétal n°4 : Système des jardins partagés.
- Le système végétal n°5 : Système des jardins en limite (haie).

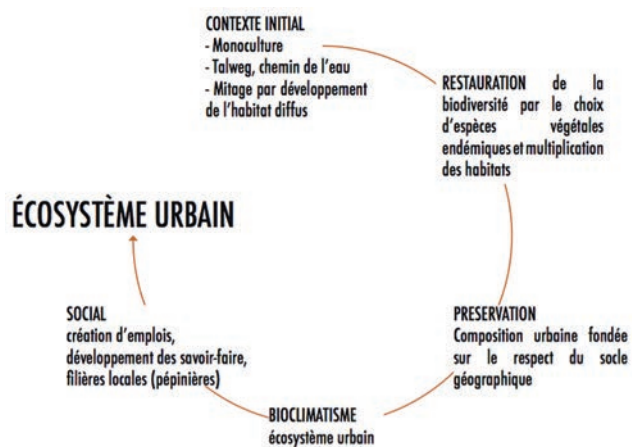


Végétalisation des rues  
[source, Atelier LD – LEU Réunion]



### 3.1-6 – Vers un écosystème urbain, boucle vertueuse

Le parti pris urbain intégrant le paysage comme élément fondateur du master plan, la mise en place d'une stratégie végétale dépassant le simple agencement ville/nature mais favorisant l'interpénétration entre les espaces urbains et les milieux naturels, ont permis de mettre en place un cercle vertueux, se rapprochant ainsi de la notion d'écosystème. Les relations instaurées entre le projet et le territoire dans lequel il se développe ont permis de répondre aux différentes notions évoquées en préambule, améliorant la biodiversité, structurant les grandes continuités écologiques tout en répondant aux attentes sociales.



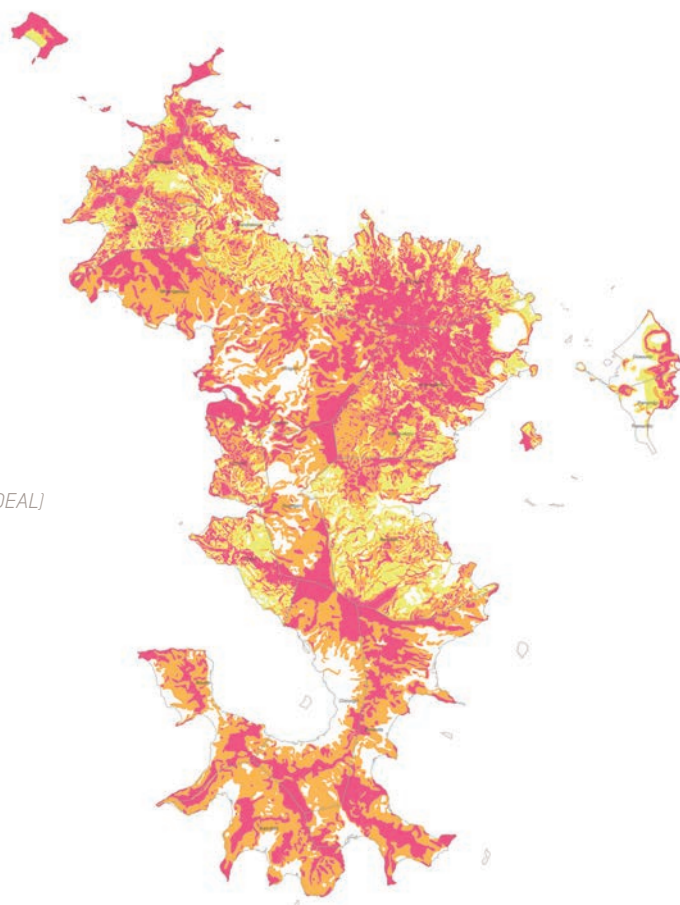
### 3.2 – Dembeni, comment développer des interactions positives entre l'urbain et l'agricole ?

Actuellement en phase avant projet, cette étude s'inscrit dans un territoire mahorais en pleine mutation. Il marque sans doute, plus que tout autre, l'importance de la réflexion sur les « territoires capables » dans un territoire fini présentant d'importantes fractures sociales et avec un risque de rupture entre l'Homme, son milieu.

Le territoire mahorais est touché par un certain nombre d'aléas, tels que les inondations par débordement des cours d'eau et ruissellement, les risques de submersion marine et les mouvements des sols. Certaines communes du département sont concernées à 99% par un aléa quelque soit son niveau.

Cette réalité du territoire, couplée au développement d'une urbanisation souvent non maîtrisée fait peser un réel danger sur les populations. Dans le cadre du développement urbain du département, la prise en compte de ces aléas est une condition *sine qua non* de toute implantation humaine visant un double objectif de mise en sécurité des personnes et de non aggravation des risques. Dans ce contexte, la question de l'écosystème urbain rejoint celle de la résilience de nos sociétés.

Aléas cumulés  
[source, observatoire de Mayotte-DEAL]



### 3.2-1 – Équipe et programme

Maître d'ouvrage : Établissement Public Foncier et d'Aménagement de Mayotte

Équipe de maîtrise d'œuvre : Tekhnê (urbaniste mandataire), Esprit du lieu (paysage), Bureau d'étude TEMA (expertise technique, approche sociale), Bureau d'étude SETEC international (voirie et réseaux divers).

Surface de projet : 115 Ha

Programmation initiale :

Logements – 1 500 logements dont 50% de logements sociaux

Activités – 2 500 m<sup>2</sup> de surface commerciale – 2 200 m<sup>2</sup> de commerce de proximité – 7 500 m<sup>2</sup> de bureaux et espaces culturels

Équipements publics – 10 000 m<sup>2</sup> d'équipements scolaires / espaces culturels / équipements culturels / gendarmerie



Périmètre d'étude (Sc. Tekhne architectes)

### 3.2-2 – Démarche de projet

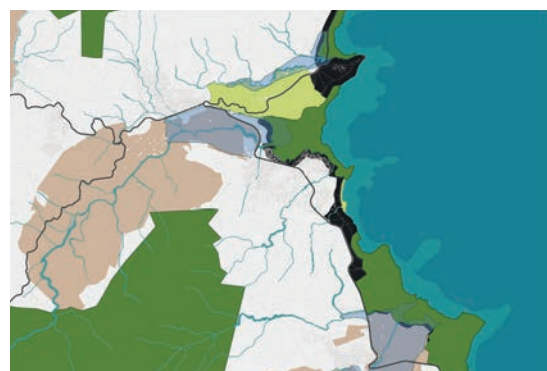
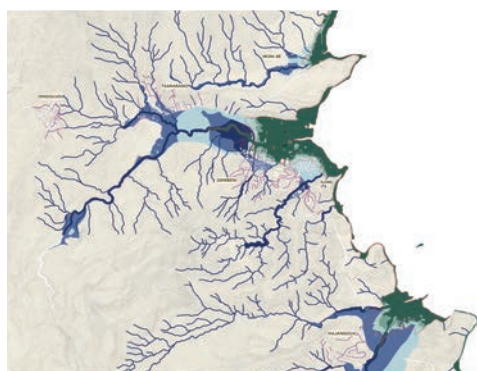
La Zac de Dombéni est localisée sur un territoire très « naturel » à la géographie contrainte. Il s'agit de développer une stratégie d'intégration sociale tenant compte des diversités et des spécificités des formes qui ont su s'y développer. Dans ce contexte, la reconnaissance d'une pluri-identité culturelle et la nécessaire prise en compte de l'environnement impliquent de créer un système de valorisation mutuelle.

D'une part, la reconnaissance des terrains capables permet une double préservation, celle du milieu naturel et celle des personnes. D'autre part, l'identification des pratiques culturelles vectrices d'une attention à l'environnement, telle que l'agriculture, sert de socle au développement d'interactions positives. Ainsi, Dombéni doit s'appuyer sur ces réalités et en faire surgir un « modèle » stratégique, sans être pour autant formellement reproductible, croisant urgence de la production de logements qualitatifs et responsabilité environnementale.

### 3.2-3 – Le « territoire capable », fondement de l'implantation humaine

Depuis les hauteurs des coteaux qui enserrent la vallée, le territoire de Dembeni-Tsararano révèle la complexité des liens entre relief, hydrographie et installations humaines. Le paysage forme un ensemble vivant connecté à l'océan, riche en biodiversité par le grand nombre de milieux qui le composent (platier, mangrove, ripisylve, espaces agricoles, vergers, boisements forestiers, espèces endémiques).

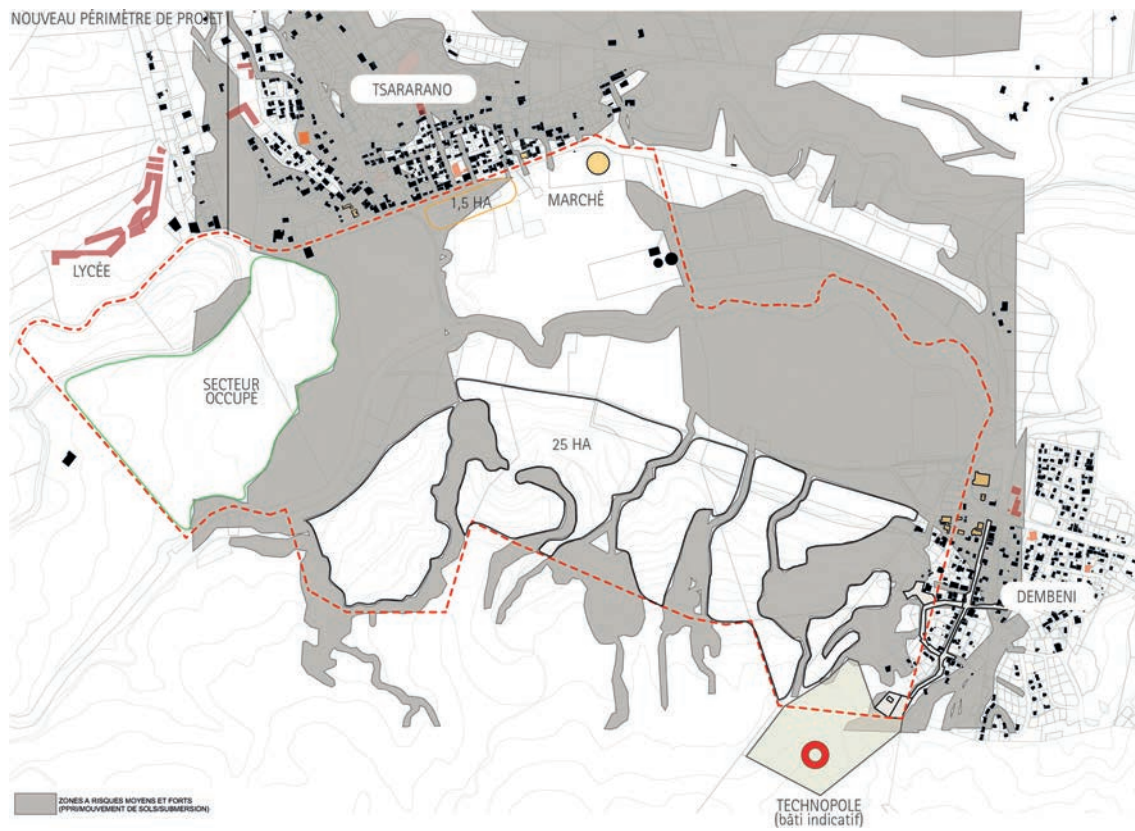
Si l'omniprésence du relief, de l'eau, participe de cette richesse et diversité des paysages, elle en conditionne également les risques. Sur certains secteurs par les pentes ponctuellement très abruptes, la composition des sols, la réduction du couvert végétal impacté par les activités humaines. Sur d'autres, du fait d'implantations humaines gênant l'écoulement naturel de l'eau ou au contraire facilitant son accélération.



Cartographies des sensibilités du territoire  
[Sc. Tekhne architectes]

En partant de l'étude de ces éléments formant un socle paysager, nous avons pu déterminer le « territoire capable » qui croise ici la prise en compte des aléas (mesures d'évitement) et la valorisation des milieux naturels (préservation).

Il apparaît que, sur les 100 ha du périmètre initial, seulement 15 ha présentaient des conditions d'implantation satisfaisante. Ce constat a donné lieu, en accord avec l'EPFAM, à la définition d'un nouveau périmètre de 115 ha se développant sur les zones de moindre sensibilité.



Territoires capables [Sc. Tekhne architectes]



Plan de composition (Sc. Tekhne architectes)

### 3.2-4 – La filière agricole, support d'externalités positives

La trame urbaine ainsi identifiée n'est contenue que sur 30 des 115 hectares initiaux permettant la préservation du chemin de l'eau, des espaces boisés, d'une vaste plaine agricole qui constitue l'ADN de Dembéni en appui au développement social et économique local.

Cette plaine agricole, qui apparaît homogène au premier regard, est en réalité peu structurée, constituée d'une mosaïque d'exploitations maraîchères laissant percevoir le rôle social, culturel et économique de l'agriculture dans la société mahoraise.

Elle se structure autour de petites exploitations vivrières d'environ 0,3 à 0,5 ha, souvent familiales (1/3 des ménages), qui assurent une production locale en manioc et bananes, soit des productions peu rentables car gourmandes en espace. Si cette structure agricole répond à une nécessité alimentaire et un complément de revenu pour les familles, elle reste fragile, ne profitant qu'à un nombre limité de personnes et pouvant entraîner des dérives (location des terres, exploitation de personnes en situation illégale).



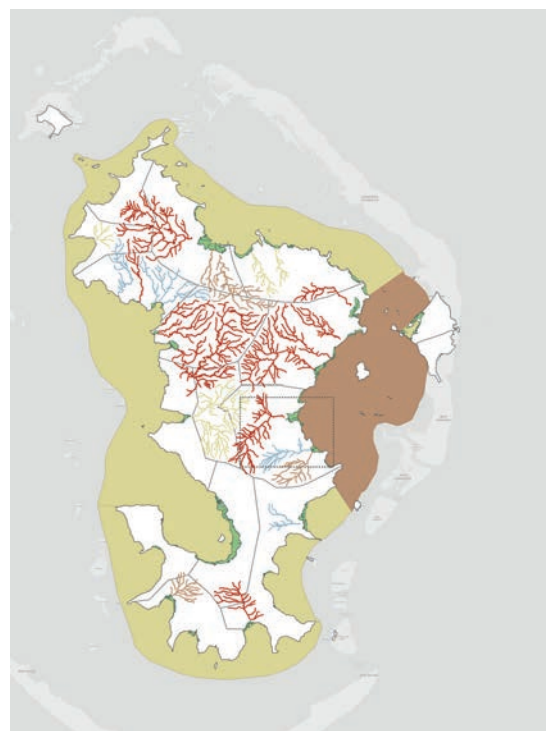
Dans le cadre du projet, deux échelles semblent pouvoir se croiser : une agriculture toujours vivrière, familiale, faite de petites surfaces implantées en limite de la plaine, au plus proche des habitations ; une deuxième agriculture, professionnelle, à même de répondre aux enjeux économiques du territoire, avec un tracé parcellaire repensé, plus généreux et aménagé en conséquence. Cette professionnalisation pourrait permettre une meilleure gestion des terres, la mise en place d'une filière productive, locale, valorisant les circuits courts, plus respectueuse de l'environnement et répondant à un réel besoin d'emploi et de formation.

Nous souhaitons nous appuyer sur la compétence de la Société d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural (SAFER) de l'Établissement Public Foncier et d'Aménagement de Mayotte (EPFAM) afin de mener les réflexions sur la mise en place des infrastructures et le désenclavement de certaines parcelles, sur l'accès aux capitaux, les modalités de formation et d'emploi. Certains préalables tels que la disponibilité de la ressource en eau dépassent les limites de l'aménagement urbain et positionne la plaine de Dembeni comme un projet de société pour lequel chaque acteur du territoire doit se mobiliser.

### 3.2-5 – L'attention aux ressources, facteur de durabilité

Il n'est de développement durable sans un accès pérenne aux ressources. Le développement, qu'il soit agricole ou urbain, est confronté au même facteur limitant, la disponibilité de la ressource en eau. Dans le cas présent les besoins pour l'agriculture sont évalués entre 40 et 50 m<sup>3</sup>/ha/jour.

L'île de Mayotte est régulièrement en stress hydrique et rend les populations et leurs activités largement vulnérables. Si la seule question agricole n'est pas à même d'engager une politique de gestion de la ressource, le fait de la coupler à la mise en place de la ZAC permet d'atteindre une « masse critique » permettant d'interroger les politiques globales et d'engager les actions nécessaires.



Qualité des eaux superficielles  
(Sc. Observatoire de Mayotte, DEAL)

Outre la question de la disponibilité de la ressource, sa qualité et sa gestion sont également à interroger. Le manque de réseaux, les raccordements sauvages, les habitudes coutumières pèsent sur l'environnement, dégradant la qualité des eaux et par effets induits, celle du sol et du lagon.

Les réflexions en cours visent donc à repenser les implantations humaines, leurs besoins, le développement économique, la structuration des filières, les effets induits comme un ensemble cohérent, maillons d'un même écosystème.

À ce titre, un certain nombre de pistes d'imbrication entre environnement et développement social et économique se dégagent :

- création de liens universitaires avec l'agro-écologie, permettant de développer des compétences et métiers à forte valeur ajoutée,
- instruction à des formes d'agriculture alternatives plus responsables,
- création de nouveaux emplois,
- amélioration de la santé grâce à l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'alimentation.
- développement de filières à minima raisonnées, idéalement biologiques,
- mise en place de nouveaux modes de gestion de la ressource en eau et en tirer profit pour développer une source d'énergie locale.

### 3.2-6 – Vers un écosystème urbain, autonomie durable

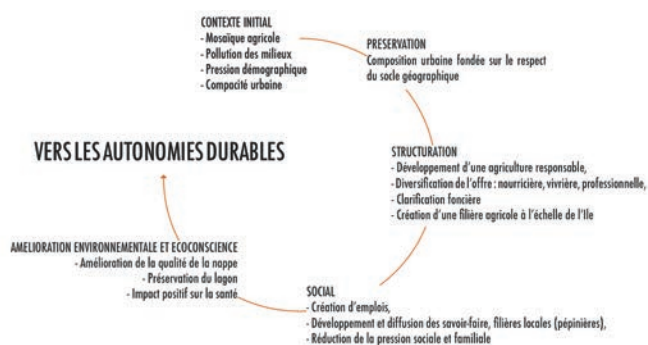
Les réflexions en cours sur ce quartier mettent en exergue les interrelations existantes entre l'homme et son territoire. Dans un objectif d'autonomie et de durabilité, et pour que l'agriculture devienne un vrai levier d'externalité positive, le projet urbain de Dem-béni doit donc s'attacher à repenser la gestion et la préservation des ressources insulaires, la préservation des espaces non urbanisables comme moyen de développement.

## 4. CONCLUSION

Si la démarche de projet élaborée par l'agence a vocation à être reproductible, elle a pour objectif la définition de projets uniques, spécifiques à chaque territoire. Elle prend un sens particulier dans les territoires d'Outre-Mer où l'acte de projet est pour nous l'occasion de faire converger les visions urbaines, sociales, environnementales et politiques pour la définition d'un territoire durable et désirable. Le projet urbain est ici le moteur du développement durable de nos sociétés, à même d'offrir de nombreux services écosystémiques réconciliant l'humain et son environnement.

## BIBLIOGRAPHIE

- E. LIERDEMAN, *De la nature en ville à l'écosystème Urbain*, Synergiz, mars 2010
- Dominique GAUZIN-MÜLLER, *Le défi de Beauséjour*, Eyrolles, 2014



**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION DE PIERRE-YVES MAURICE**  
**« ÉCOSYSTÈME URBAIN, LE CONTEXTE LOCAL COMME GUIDE À L'URBANISATION.**  
**BEAUSÉJOUR ET DEMBÉNI »**

**Yves-Michel Bernard**

Le côté sociologique est essentiel.

**Pierre-Yves Maurice**

On a beaucoup travaillé avec la population. On a fait 14 ateliers thématiques pour comprendre quelle était leur vision du territoire, les usages qu'ils en avaient, pour pouvoir construire une carte sensible pour enrichir notre diagnostic. On est retourné les voir sur les notions de l'habitat, sur l'acceptabilité de la densité, des hauteurs bâties, sur les matériaux et finalement c'est là que ma vision a vraiment évolué. Nous avons vraiment privilégié un accompagnement et une intégration de la population. 14 réunions publiques, 14 ateliers avec 50 personnes en moyenne, c'est une vraie réussite. Le premier intrant qu'on a eu c'était d'arriver à comprendre la complexité de la société mahoraise, savoir pour qui on travaillait. Ce qui demeure toujours une question. Et c'est essentiel, car ça renvoie bien sûr à toutes les problématiques économiques, au coût de la construction, aux problématiques des matériaux... Les champs sont extrêmement larges... On est sur un territoire où énormément de données sont à structurer pour avoir les bonnes réponses.

**Arlette Hérat, enseignante-chercheuse, ENSA Marseille**

Une question par rapport à la notion de « territoire capable » que vous avez développée et donc la réduction d'emprise possible du projet. Cela s'est-il traduit par une réduction du nombre de logements ou au contraire par une augmentation de la densité sur cette surface possible pour l'urbanisation. Et quelles ont été les réactions notamment politiques et celles des acteurs engagés ?

**Pierre-Yves Maurice**

La notion de territoire capable a pour objectif de définir les lieux d'implantations urbaines dans le respect des valeurs environnementales, réglementaires, paysagères du territoire. Dans le cas de Dombéni, la préservation de certains sites est liée à des données réglementaires (aléas divers, PPRN) qui recoupent les secteurs à forte valeur environnementale ou sociale (ravines, ripisylve, terrains agricoles). Il s'agit ici d'une chance, puisque les données réglementaires et sensibles se superposent, facilitant les discussions avec les différents acteurs du projet et actant la nécessité de préservation de certains terrains.

Concernant la densité du projet, sur une programmation initiale de 1 500 logements, nous sommes aujourd'hui à 1 600 logements. Il est certain que ce chiffre risque d'augmenter, cette augmentation n'étant pas liée à la notion de territoire capable mais au contexte mahorais marqué par un coût de construction important et des prix de vente très faibles, l'ensemble de l'économie du projet est ici déséquilibré. Cette notion d'économie de projet renvoie à la validité même d'un bilan d'aménagement « métropolitain » dans les territoires ultramarins, soulevant la question de la contextualisation des outils opérationnels.

S'il y a un lien évident entre surfaces aménagées (territoires capables) et densité de projet, celui-ci est difficilement quantifiable car propre à chaque opération. Dans le cadre de l'écoquartier de Dombéni nous avons travaillé sur une densité verticale liée à la pente et donc non ressentie depuis la rue, un travail d'implantation des bâtiments par rapport au relief valorisant les espaces naturels des ravines et *talwegs* comme éléments de composition du paysage. Le maintien de ces éléments naturels permet le développement d'une canopée couvrant l'ensemble du quartier, favorisant le bioclimatisme et le confort thermique des espaces construits ou publics, permettant de réduire la perception du quartier.

Il y a aujourd'hui nécessité à développer Mayotte, mais ce développement doit se faire dans la conscience du vivant et des enjeux climatiques : Est-ce qu'avoir des conurbations aujourd'hui à Mayotte est « understandable » ? Est-ce pertinent de travailler sur de R+5 ou R+6 comme cela a été fait dans certains quartiers ? Au-delà de l'aspect social et de l'adaptation des logements aux modes de vie, ces constructions disposent d'ascenseurs qui doivent répondre à la norme française ce qui augmente le coût des logements, et en prive donc l'accès à une partie de la population.

**Rodolphe Cousin, architecte urbaniste**

On travaille à Mayotte depuis une vingtaine d'années. Je vois dans votre propos des réflexes « métropolitains ». On revient sur des contextes de la culture urbaine, alors que l'urbain n'existe pas à Mayotte. Il faudrait redéfinir la culture elle-même.

**Pierre-Yves Maurice**

On en est aux prémices des études qui vont nous permettre de rentrer ensuite dans une trame plus fine. Mais la grande difficulté de ce projet, c'est que l'on ne sait pas pour qui on construit. On ne connaît pas encore aujourd'hui la structure sociale de la ville mahoraise. On est sur une société qui évolue très rapidement, où les générations qui ont 10, 15, 20, 30 ou 40 ans n'ont pas du tout les mêmes envies. C'est l'un des écueils de ce projet. On essaie d'avoir une approche qui est peut-être trop métropolitaine, mais quoiqu'il en soit, elle se doit de rentrer dans un cadre réglementaire. On essaie par exemple de travailler sur « comment encadrer l'auto-construction », mais on arrive-là aux limites de ce que l'on peut faire. Ce qu'il manque aujourd'hui à Mayotte, c'est une vraie stratégie du développement du territoire.

**Arlette HÉRAT**, Maître de conférences ENSA-Marseille, laboratoire Project[s]  
Chercheuse associée LPED - UMR 151 - Aix-Marseille Université, IRD

## QUELS ENSEIGNEMENTS TIRÉS DES RAVINES HABITÉES DE L'ÎLE DE LA RÉUNION ?

« Quartier créole est une permission de la géographie.  
C'est pourquoi on dit Fond-ceci, Morne-cela, Ravine-ceci, Ravine-cela... C'est la forme de la terre qui nomme le groupe des gens. »  
Patrick Chamoiseau, « Texaco », Gallimard, collection Folio, 1992, p. 171.

Nous avons été amenés à enquêter à l'île de La Réunion dans le cadre du projet ANR EFFIJIE<sup>1</sup> qui vise à conceptualiser la notion d'effort environnemental, pouvant être défini comme la contribution socialement différenciée des habitants aux politiques de protection environnementale. Nos recherches menées depuis quelques années s'inscrivent dans une perspective où les politiques publiques doivent être confrontées à une double exigence d'efficacité environnementale et de justice sociale compte-tenu de la problématique des changements environnementaux globaux. Plus précisément, elles visent à évaluer à travers la grille de lecture des inégalités environnementales, les impacts des dispositifs réglementaires et des projets d'action publique sur des modes d'habiter populaires marqués par une hybridation entre usages urbains et de nature<sup>2</sup>. Les inégalités environnementales sont conceptualisées comme des inégalités de situation révélées dans le rapport que des groupes sociaux entretiennent avec leur environnement : expositions aux risques, nuisances et pollutions, conditions plus ou moins faciles d'accès aux aménités naturelles ou bien moindre capacité de certains groupes à défendre une position en matière d'environnement (Charles *et al.*, 2007) ; elles se cumulent avec d'autres formes d'inégalités socio-économiques.

L'île de La Réunion, marquée à la fois par la richesse de sa biodiversité (42% du territoire de l'île est inscrit dans le cœur du Parc National de La Réunion [PNRun]) et l'exacerbation des inégalités socio-économiques liées au contexte postcolonial<sup>3</sup> propose un cadre d'autant plus stimulant qu'un phénomène de lieux habités immergés dans l'espace naturel est un marqueur fort du paysage et de l'histoire de l'île. Dénommés *ilets*, ces espaces sont décrits comme des lieux isolés, peu accessibles, de faibles dimensions, jouant de particularités topographiques (Germanaz, 2008) alliant un mode de vie caractérisé dès son origine par une précarité permanente (Simon et Notter, 2009). Considéré comme une « Île dans l'île », l'ilet condense une « situation de marginalité tant sociale que spatiale » (Germanaz, *op.cit.*). Nous détournant d'un premier choix « évident » de terrains d'enquête localisés en cœur du PNRun, à l'instar des ilets des cirques de Mafate ou de Cilaos, nous avons préféré opter pour des situations renvoyant à un phénomène de moindre visibilité. Ainsi, à l'opposé des « pitons, cirques et remparts », notre attention s'est focalisée dans les « creux » des ravines et leurs débouchés proches des centres urbains<sup>4</sup>.

Entailles sauvages, les ravines relient les *Hauts* de l'île, cœur du Parc National et Patrimoine mondial de l'Unesco, et les *Bas* où sont établies les villes. Si leurs entités spatiales ne sont pas soumises à un niveau de protection homogène, elles sont depuis quelques années perçues comme corridors écologiques et maillons essentiels des continuités écologiques à l'échelle de l'île<sup>5</sup>, vision en rupture avec celle ayant conduit à de nombreux usages dégradant les milieux naturels. Ce phénomène d'invisibilité, tant géographique qu'institu-

<sup>1</sup> L'EFFort environnemental comme Inégalité : Justice et Iniquité au nom de l'Environnement. Pour une analyse comparative des politiques de la biodiversité et de l'eau en France métropolitaine et Outre-Mer, projet coordonné par Jacqueline Candau et Valérie Deldrève, IRSTEA unité ADBX, 2014-2019. Cette communication s'appuie sur des résultats présentés dans un chapitre de l'ouvrage de restitution du projet : « Habiter un milieu en marge, quels enseignements pour la notion d'effort environnemental ? », Hérat A. et Mesini B., en cours d'édition, et en prolonge les questionnements conclusifs.

<sup>2</sup> Dans ce cadre, est aussi étudié depuis 2008 le quartier de la Cayolle situé à Marseille en lisière du Parc national des calanques.

<sup>3</sup> Pour ne retenir qu'un seul chiffre : en 2015 40% des ménages réunionnais vivaient en dessous du seuil de pauvreté, taux trois fois plus élevé qu'en France hexagonale, source : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=REG-04>

<sup>4</sup> Cette localisation conduit à d'autres dénominations que celle d'ilet telles qu'hameau ou village.

<sup>5</sup> Comme en témoigne la réflexion autour de la « trame verte et bleue » : *Étude préalable d'identification et de cartographie des réseaux écologiques à La Réunion*, Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Service Eau et Biodiversité, juin 2014.

tionnel, a permis à un habitat considéré comme « informel », du point de vue de la propriété et/ou de la législation en matière d'urbanisme, de perdurer sur un sol considéré comme peu valorisable depuis plusieurs générations. Qualifiées par plusieurs de nos interlocuteurs comme « *un mode de vie des Hauts dans les Bas* », ces situations cristallisent des enjeux forts, dans la confrontation d'usages domestiques avec des politiques publiques à la croisée des domaines de l'environnement et de l'aménagement.

L'enquête que nous avons menée entre 2014 et 2018 a été conduite en une mission exploratoire et deux missions de terrain focalisées sur la Rivière Saint-Denis, la Ravine de la Grande Chaloupe et la Grande Ravine des Lataniers au Nord-Ouest de l'île. Elle a été basée sur des observations qualitatives et des entretiens semi-directifs<sup>6</sup> auprès d'une trentaine d'interlocuteurs (habitants, associations, acteurs locaux de la mise en œuvre des politiques publiques, experts et chercheurs), complétés par une approche documentaire.

Les fortes interactivités entre habitants et lieux amènent à aborder les terrains d'enquête en mobilisant le concept d'habiter. Nous y référons tel qu'il est théorisé depuis ces dernières années dans un mouvement fécond de rencontres disciplinaires (philosophie, anthropologie, sociologie, géographie, architecture et urbanisme), où l'attention est portée aux « *actes d'habitants* » [Lussault, 2007], au « *faire avec de l'espace* » constituant ce dernier « *comme ressource et condition de l'action* » [Stock, 2007], sans mésestimer les contextes sociaux qui rendent possible l'action des individus.

Notre questionnement est guidé par la volonté de confronter une manière d'habiter inscrite dans l'histoire locale foncière, où cette forme d'agrégation volontaire peut être vue comme une « *carapace qui a longtemps protégé (ou enfermé) les populations*

*cherchant à échapper aux discriminations sociales et économiques* » [Germanaz, *op.cit.*], façonnée par une forte appropriation du milieu et apportant de multiples ressources aux habitants, avec le positionnement de l'action publique à son égard. Quelles pressions subit cet art de vivre compte-tenu de sa vulnérabilité aux risques naturels, des mesures prises au titre de la protection de la biodiversité du milieu et alors qu'une intense compétition pour l'usage du sol se fait jour à l'échelle de l'île générant un modèle urbain de forte densité ?<sup>7</sup> Dans le prolongement des réflexions autour du capital environnemental autochtone [Bouet *et al.*, 2018], quelle place les institutions publiques donnent-elles à ces formes d'habitat et à leurs habitants ?

## 1. LES RAVINES HABITÉES, DES « PETITS MONDES »<sup>8</sup> DANS L'ÎLE

Le modèle d'habitat initial présent dans les ravines est dénommé le plus souvent « case en bois sous tôle ». Habitat minimal, identifiable par ses matériaux, c'est une forme populaire qui renvoie à l'idée de pouvoir s'implanter indépendamment de toute règle [Compain, 2006]. Particulièrement développée avec la départementalisation (1946), elle est toujours présente en de nombreux endroits de l'île, mais persiste plutôt dans les écarts et territoires ruraux depuis les opérations menées en faveur de l'éradication des bidonvilles dans les centres urbains. L'installation humaine dans un milieu isolé et contraint renvoie aux hiérarchies socio-spatiales qui structurent le territoire de l'île et témoigne des relations de domination (esclavage, engagisme<sup>9</sup>, contrats de métayage) issues de la colonisation dont les effets se font toujours sentir aujourd'hui [Roinsard, 2013].

<sup>6</sup> Dont des extraits se retrouvent entre guillemets et en italiques.

<sup>7</sup> Alors que les perspectives d'accroissement démographique évoquent un million d'habitants à l'horizon 2025 [Schéma d'Aménagement Régional de 2011], seul 11,3% de la superficie de l'île est classée en zone urbaine ou à urbaniser (Observatoire des POS-PLU de l'AGORAH de 2015).

<sup>8</sup> En nous inspirant de la citation de Simon Lucas « La Réunion est ainsi faite de toute une série de petits mondes clos, les uns à côté des autres », « Un petit créole et ses souvenirs », Océan Éditions, Saint-André de La Réunion, 1992 - cité par Bonniol et Benoist, 1992.

<sup>9</sup> L'engagisme a permis un recours massif à la main d'œuvre provenant d'Inde, d'Afrique, et de Madagascar. Son usage réglementé dès 1830 se développe à partir de 1848 suite à l'abolition de l'esclavage.

### 1.1 – Valorisation, délaissement et appropriation de territoires<sup>10</sup>

À la suite de la prise de possession française en 1640 qui institue une colonie de peuplement, la société de plantation qui se met en place va inscrire un « ordre étagé » (Bonniol et Benoist, *op.cit.*) selon le profil topographique de l'île où se distinguent les *Bas* (villes et lieux de débarquement/embarquement), les *Mi-pentes* (espaces-clefs de l'économie coloniale basée sur la culture du café, puis de la canne à sucre) et les *Hauts* qui deviennent des lieux de refuge pour des populations en recherche d'émancipation. Ce mouvement concerne « les marrons », esclaves fuyant les plantations, « les petits blancs », catégorie qui émerge au XVIII<sup>e</sup> siècle au fil des successions rendant inexploitable des parcelles étroites issues de la division en lanières de domaines initialement concédés « du battant des lames au sommet des montagnes », et plus largement, au cours de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle « les sans-terre » regroupant « petits blancs », propriétaires ruinés, esclaves affranchis et engagés en fin de contrat qui développent des cultures vivrières et d'huiles essentielles. À la suite de la départementalisation qui ouvre des perspectives d'accès aux services publics et des possibilités de consommation à une population en forte augmentation<sup>11</sup>, des crises économiques touchant le secteur de la canne à sucre et de l'économie des *Hauts*, un mouvement d'exode rural massif voit le jour. Les villes se transforment notablement avec la présence de nombreux bidonvilles qui seront progressivement résorbés via une construction de masse de logements collectifs sociaux<sup>12</sup>. Ce phénomène conduit à une « *révolution tranquille* » modifiant en profondeur les manières d'habiter et les bases de la sociabilité créole » (Watin, 2010).

<sup>10</sup> Pour une approche plus développée du contexte géo-historique lié à notre propos, voir Hérat Arlette, 2017.

<sup>11</sup> La population de l'île passe de 241 000 habitants en 1945 à 476 700 habitants en 1974 (source INSEE).

<sup>12</sup> Fondée au départ sur la « Loi Debré » du 14 décembre 1964 « tendant à faciliter aux fins de reconstruction ou d'aménagement, l'expropriation des terrains sur lesquels sont édifiés des locaux d'habitation insalubres et irrécupérables, communément appelés "bidonvilles" ». Michel Debré, originaire de l'île, était alors premier ministre.

Afin de contrer le déséquilibre du territoire, un « Plan d'aménagement des Hauts » est approuvé en 1980 pour promouvoir un développement local autour de l'élevage, des cultures et du tourisme rural. C'est sur un périmètre à peu près similaire que le PNRun est créé en 2007. Au fur et à mesure que les terres de plantation basculent en terrains urbanisables, l'espace des *Mi-pentes* est progressivement investi par la bourgeoisie et les classes moyennes qui émergent avec la tertiarisation des emplois et l'arrivée massive de métropolitains. Encouragée par les mesures de défiscalisation (à partir de 1986), la promotion privée devient un acteur de premier plan contribuant à générer un coût du logement élevé<sup>13</sup>.

Ces mouvements ont engendré une répartition de la population où la moitié des habitants de l'île vit sur le littoral, un quart à *Mi-pente* (selon la définition de l'INSEE : entre 150 m et 400 m) et un autre quart dans les Hauts (au-dessus de 400 m), secteur où les ménages modestes sont surreprésentés<sup>14</sup>, trace d'un partage de l'espace issu de la période coloniale. Entre les *Bas* et les *Mi-pentes* dédiés à l'administration, au commerce et aux cultures, et les Hauts appropriés par les « marrons » et les « petits blancs », les ravines ont joué un rôle d'accès naturel (Leblé, 2004 cité par Lesage, 2007) pour l'installation de populations qui se sont constituées comme tiers à la dichotomie de la société de plantation grands propriétaires/esclaves (Lesage, *op.cit.*).

### 1.2 – Accès à un foncier marginal et sentiment de légitimité

Par leur profondeur et la force des éléments naturels qui s'y déploient, les ravines ont constitué des frontières aux exploitations coloniales (Cheyssial, 2002), comme elles ont plus tard structuré les délimitations entre communes. Cheyssial nous conduit à complexifier la première lecture des logiques socio-spatiales de l'île avec la prise en compte de « l'entre-ravines » où

<sup>13</sup> En 2009, le dispositif de défiscalisation est revu afin de participer à l'effort de création de logement social qui reste toujours très insuffisant dans l'île.

<sup>14</sup> Données au 1er janvier 2013, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2569879>

s'échelonne une hiérarchie entre planèzes (exploitables), bords (fortement exposés aux glissements) et fonds des ravines (plus ou moins cultivables et exposés aux débordements des eaux et éboulements). Espaces en marge, délaissés par les grands propriétaires fonciers, les fonds des ravines ont permis dans leur épaisseur un accès à la terre à une catégorie de population qui ne pouvait être financièrement propriétaire. Ce phénomène s'est appuyé sur le colonage (ou colonat partiaire) mis en place à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et qui reste très vivace durant deux siècles (Lesage, *op.cit.*). Il s'agit d'un contrat (verbal au départ) entre un exploitant et un propriétaire dans lequel ce dernier reçoit jusqu'à 1/3 de la récolte. Ce contrat permet à l'exploitant de se loger sur le terrain. Sa case, considérée comme un bien meuble, lui reste acquise y compris après l'échéance du bail (Lesage, *op.cit.*). Ainsi, en l'absence de pression foncière, les populations installées sur des terres marginales ont pu y être tolérées pendant plusieurs générations (Richter, 2003).

Si ce type de contrat a été formellement aboli par la loi d'orientation agricole de 2006, les habitants actuels portent l'héritage de ces usages du sol, comme le rapportent les rencontres d'habitants *in situ*.

Antoinette, originaire du Brûlé dans les Hauts de Saint-Denis, arrive à La Colline suite à son mariage en 1973 et s'installe sur une parcelle occupée par sa belle-famille détentrice d'un « titre » depuis 1937 et exploitée alors en manguiers, bananiers, pommes de terre, élevage de bœufs. Motivé par un besoin de « retour aux sources », Jean-Pierre au moment de la retraite réinvestit la case de son enfance aux Lataniers en tant que « propriétaire par héritage mais sans titre » d'une parcelle en indivision acquise par son grand-père avec « un semblant d'acte ». À son retour de métropole, Mickaël (le prénom est inventé) a eu « l'autorisation » d'un habitant d'occuper une case vide à la Colline, lui offrant des conditions similaires à celles de son enfance passée à la Montagne dans les Hauts de Saint-Denis. L'exploitation d'un terrain attendant (élevage de cabris et volailles, cultures vivrières) lui permet de subvenir à ses besoins en complément d'emplois à la tâche.

Nous pouvons explorer la complexité de la question foncière à travers le cas du hameau de la Colline dont la constitution est corrélée à la création d'infrastructures liées au captage d'eau de la Rivière Saint-Denis (canaux dès la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, puis barrage alimentant une conduite au début XX<sup>e</sup> siècle). Ces infrastructures, nécessitant un entretien régulier, sont favorables, avec l'essor du colonage, à l'installation d'une population migrant des Hauts vers la ville à partir des années 1920 (entretien Loran Hoarau historien). Dans les années 1980, la commune de Saint-Denis acquiert l'ensemble des terrains habités et cultivés du hameau et prévoit d'octroyer aux habitants (non propriétaires) une indemnité pour leurs maisons. La grande majorité d'entre eux refusent de partir malgré les propositions de relogement dans le quartier proche du Bas de la Rivière. En 1989, année de changement de majorité municipale, les habitants obtiennent le raccordement à l'électricité et une extension du réseau d'eau pour des maisons nécessitant un franchissement à gué de la rivière. Une maison de quartier est construite en 1991 dans ce même secteur. L'attitude ambiguë de la collectivité locale au regard de l'occupation du site se retrouve aujourd'hui dans ces positions controversées que nous avons recueillies au sein du personnel communal : « ce sont des citoyens de la ville de Saint-Denis » vs « tout est sauvage ».

L'ancienneté de l'occupation dans les ravines est un argument récurrent des habitants pour défendre leur légitimité d'installation. Elle est mobilisée à travers leur propre histoire familiale, mais aussi en référence à une dimension plus collective où est rappelé le rôle du site dans le processus de développement de la ville voir du territoire de l'île, visant ainsi à contrer la représentation stigmatisante d'un quartier en marge. Si le quartier de la Colline est lié à la maîtrise de l'eau de la rivière pour la ville de Saint-Denis, le site de la Grande Chaloupe, particulièrement encaissé, est marqué par le débarquement et la mise en quarantaine des engagés à partir de 1860. Le mémorial des engagés, situé dans un des lazarets réhabilités, représente un lieu fort d'une quête identitaire des habitants



de l'île (« l'équivalent d'Ellis Island aux États-Unis » entretien Loran Hoarau historien). En ce lieu, marqué par l'isolement et les nécessités du passage, les traces de la plus ancienne route de l'île côtoient les restes d'une voie de chemin de fer qui faisait le tour de l'île, et de sa gare, ayant généré une petite centralité propice à l'essor du colonage dans les années 1930<sup>15</sup>. Avec l'arrêt du train en 1976, et au vu des restrictions d'accès à l'actuelle route du littoral, la situation du village est devenue très enclavée. La Ravine des Lataniers quant à elle renvoie à une logique d'installation le long de la ravine, chemin naturel d'accès vers les *Hauts*, depuis l'embouchure constituée en débarcadère. C'est ici que le représentant du Roi de France marque la prise de possession de l'île ; ce lieu deviendra un point de débarquement/embarquement important dans la navigation batelière vers Saint-Denis (« *c'est le berceau de La Possession* » entretien habitant Ravine des Lataniers).

La référence à l'histoire du lieu, incluant celle de leur installation, le rappel des décisions communales antérieures (« *Ils ont mis l'espoir dans ce quartier* » entretien Association du quartier de la Colline et du Bas de la rivière) ainsi que le paiement de redevances alimentent un fort sentiment de légitimité chez les habitants. Ce sentiment est entretenu par des pratiques régulières et ordinaires conférant une grande appropriation de leurs conditions d'habitat.

## 2. DES MODES D'HABITER TERRITORIALISÉS ET APPROPRIÉS

S'il nous paraît que les ravines présentent une certaine diversité des profils socio-économiques, un des grands attraits qu'y trouvent les habitants réside dans leur capacité à savoir préserver leur équilibre financier dans un contexte socio-économique libéral où le coût du logement pèse dans le budget familial. Mais au-delà de cette composante économique non négligeable, les habitants des ravines « *habitent en poète* » pour reprendre la formule de M. Roux (2002). Pour cet auteur, c'est un art de vivre associant différentes dimensions (économique, sociale, politique, existentielle) dans lequel chaque individu développe un rapport personnalisé et affectif à son environnement et, par-là, donne du sens à son existence. Le refus d'un relogement en habitat collectif social (« *des cages à lapins* » entretien habitant de la Colline) se comprend comme la défense d'un habitat vernaculaire.

### 2.1 – Architecture vernaculaire et attachement au milieu de vie

Architecture fondée sur une économie de moyens du point de vue des matériaux et du mode constructif (récupération, auto-construction), l'habitat vernaculaire est « *lié aux lieux comme la patelle à son rocher ; il fait corps avec des matières, un climat, une énergie disponible ; il profite surtout d'une communauté, avec ses manières de faire et ses capacités de travail* » (Pérez, 2014). Comme elle-même qui découle des premières huttes et paillottes, la case initiale évolue à son tour au fil de la modernité : la tôle et le métal remplacent de plus en plus le bois et le Placoplatre s'invite au gré des améliorations et extensions. Architecture améliorée en permanence, elle procure un sentiment de fierté aux habitants (comme en atteste les visites détaillées conduites par Jean-Pierre) et renforce leur sentiment de légitimité à rester au regard des investissements réalisés.

<sup>15</sup> Selon « Plan de gestion du site La Grande Chaloupe – Ravine à Malheur (2014-2024). Volet PAYSAGES ET ACCUEIL DU PUBLIC "Diagnostic et intentions" », Alain et Alice Freytet, Conservatoire du Littoral – Délégation Outre-mer – Antenne de la Réunion.



*La case en bois sous tôle, permanences et évolution, photographies A. Hérat (2018, 2019)*

Alors qu'il est usuellement qualifié par ceux qui en sont extérieurs d'informel ou de spontané, l'habitat des ravines repose sur des principes formels que l'on retrouve selon des codes partagés dans d'autres types d'habitat réunionnais (Compain *op.cit.*, Watin *op.cit.*). Habitat fondamentalement tourné vers le dehors, le jardin, plus souvent dénommé « la cour », est l'élément fondamental structurant de l'habitat créole. Véritable « pièce extérieure » (entretien paysagiste), il est orienté par rapport à l'espace public en un devant où la nature est plus policée, où l'on reçoit, et un arrière où la nature est plus luxuriante et les activités plus fonctionnelles dédiées à la cuisine au feu de bois et aux retrouvailles familiales, aux animaux... (Watin, *op.cit.*). Les rencontres approfondies de plusieurs heures avec les habitants ont eu lieu pour la plupart du temps à l'extérieur, parfois dans le déplacement (à pied ou en voiture), permettant de saisir l'ampleur du territoire de vie de chacun ouvert sur l'environnement naturel. Elles leur ont donné l'occasion de dévoiler leurs connaissances des nombreuses espèces animales et végétales issues d'une mémoire de l'enfance, d'une fréquentation régulière d'espaces de nature ainsi que d'expérimentations. Le jardin créole

apparaît comme un jardin d'acclimatation où il s'agit d'aller chercher les espèces en forêt, les faire grandir en pots, en surveillant les bons ou les mauvais voisinages, réaliser des greffes quitte à s'y perdre un peu (« à force de planter je ne sais plus qui est qui » entretien habitant Ravine des Lataniers).

Éloignés d'une pensée de l'endémisme, certains habitants nous font penser à des « vigies » détentrices d'une mémoire collective de la biodiversité, capables d'enregistrer les atteintes du milieu comme les impacts positifs des aménagements environnementaux. À la Colline, Patrice constate, depuis les travaux du captage d'eau (intégrant une passe à poissons), le retour des chevrettines disparues de la rivière dans les années 1970. À contrario, les filets, posés en protection des éboulements de la falaise, ont conduit à la disparition d'oiseaux tels que les « pailles en queue ». Il fait aussi le lien entre la baisse de production de ses arbres fruitiers, comme les papayers, depuis quelques années et le traitement de désinsectisation lié à l'épidémie de chikungunya (2005).

## 2.2 – Usages entremêlés et relations sociales

L'usage du sol génère une économie de subsistance grâce au jardin et au petit élevage (cabris et volailles), plus ou moins liée à la revente ou à des échanges. Qualifiée « d'économie-famille » elle a permis, depuis plusieurs générations, la survie économique, sociale et culturelle de nombreux foyers réunionnais confrontés à une économie rurale en régression et une économie urbaine en progression mais peu intégrante (Cheyssial, *op.cit.*). Pour l'anthropologue Patrice Cohen, la grande qualité du milieu de vie constatée à La Ravine verte réside dans les interrelations entre différents usages : « *Les productions vivrières ne reposent pas seulement sur une nécessité économique, mais aussi sur des motivations personnelles très souvent de l'ordre du loisir et de l'attachement aux activités de la terre. Ainsi, l'élevage est dans certaines familles non pas motivées par la rentabilité, mais par un goût de s'occuper des animaux ou de manger une chair dont ils connaissent l'origine et dont ils apprécient la saveur.* » (Cohen, 2003).

La vie sociale créole est fondée sur des relations intra-familiales fortes et est fortement liée à l'organisation de l'habitat (Watin, *op.cit.*). Au fur et à mesure des agrandissements de la famille, des cases s'ajoutent au sein de chaque parcelle complexifiant l'organisation initiale. Ce processus s'appuie sur une tradition de gestion de l'indivision (que la propriété soit formelle ou non), régulée à l'intérieur des familles (« *Tonton gérât l'indivision, attribuant à l'un ou à l'autre* » entretien habitant Ravine des Lataniers). L'habitat en ravine offre encore l'opportunité de retrouvailles ritualisées avec la famille étendue dans un lieu permettant la cuisine au feu de bois, fonctionnant comme « *un lieu de ressources pour les jeunes qui y sont nés* » (entretien Loran Hoarau historien). Si aujourd'hui Antoinette réunit sa famille (40-45 personnes sur 4 générations) une fois par mois dans sa cour, elle se souvient que jusqu'aux années 1990, les retrouvailles étaient étalées sur deux jours et donnaient l'occasion de construire des cabanes près du Bassin Bleu.

Quant à la vie de quartier – basée sur un entrelacs de relations sociales, socio-culturelles et d'échanges et irriguée physiquement par un réseau très fin de sentes reliant les parcelles indépendamment du chemin public (Watin, *op.cit.*) –, nos observations soulèvent la fragilité de la coexistence de modes de vie qui évoluent au fil des générations dans la contrainte d'une grande proximité spatiale. Par ailleurs, l'ouverture du quartier à des usages récréatifs (baignade, pique-nique) provoque des sentiments mélangés : vue comme une opportunité pour développer de l'emploi local ou sortir d'une image stigmatisée par certains, elle renvoie aussi à la crainte liée aux perturbations d'une fréquentation extérieure ciblée sur « les jeunes » ou « les Mahorais ».



L'appropriation du milieu : apport de ressources et savoirs habitants, photographies A. Hérat (2016)

Si le système des trois K « Kaz, Kour, Kartié » est toujours bien visible dans les situations observées, si nous constatons une sobriété de l'empreinte écologique avec une empreinte au sol souvent minimale<sup>16</sup>, de quelles reconnaissances cet « art de vivre » reposant sur des savoirs, compétences, capacités que développent et se transmettent les habitants bénéficie-t-il dans les projets publics ? Une première manière de répondre à cette question avant de relater la nature et les impacts de l'action publique sur les terrains étudiés est d'évaluer quantitativement ce que représente aujourd'hui cette forme d'habitat à l'échelle de l'île.

Pour cela nous pouvons nous référer aux statistiques de l'INSEE qui depuis 1980 proposent une catégorisation des résidences principales, spécifique aux départements d'Outre-Mer, selon l'aspect du bâti en « habitation de fortune » [construction précaire faite de bois et de tôles, maison en ruine ou bâtiment non destiné à l'habitation], « case traditionnelle » [case de base en bois, case améliorée par des agrandissements successifs dont certaines parties peuvent être en dur], « maison ou immeuble en bois » [maison créole ou immeuble ancien] et « maison ou immeuble en dur ». La forme d'habitat que nous étudions dans les ravines peut être pour l'essentiel concernée par les deux premières catégories (« habitation de fortune » et « case traditionnelle ») qui étaient au nombre de 70 000 en 1990 (Watin, 2010) alors qu'elles ne sont plus que 25 000 environ en 2015, représentant à peine plus de 8% des résidences principales. Parmi elles, 8,6% [2233 logements] sont considérées comme « habitations de fortune » contre 10,5% [7419 logements] en 1990. Ainsi, à plus de 90%, cette forme d'habitat échapperait aujourd'hui, selon l'INSEE, à la catégorie des « habitations de fortune ». Or cet indice du maintien de la pérennité d'un habitat populaire par ses habitants n'est cependant pas (ou très peu) utilisé pour le qualifier par les institutions, au profit de catégories plus stigmatisantes telles qu'habitat « informel », « spontané » voire « insalubre » ou « indigne ».

### 3. L'ACTION PUBLIQUE, IMPACTS SUR LES CONDITIONS HABITÉES ET SENTIMENTS DES HABITANTS

Dans les ravines habitées s'entrecroisent deux grandes entrées de l'action publique : la gestion des risques naturels et la protection/conservation de la biodiversité. Au regard de ce deuxième axe, et de manière plutôt consensuelle, les entretiens réalisés auprès des gestionnaires, collectivités et services de l'État minimisent les atteintes qui seraient portées par les habitants des ravines au milieu naturel. La localisation des hameaux et villages à l'extérieur du cœur du PNRun, bien qu'ils en représentent un accès plus ou moins facile, les met à l'écart d'une application stricte de la réglementation en matière environnementale. Ainsi, considérée comme un « sujet orphelin » par un représentant de la Direction Départementale de l'Environnement et du Logement (DEAL), la question du petit élevage et de son impact environnemental éventuel, n'apparaît pas comme une préoccupation. De même, l'assainissement individuel (fosses septiques ou à fonds perdus) serait un « *sujet tabou à tous les niveaux* » (habitant de la Colline). Jugés peu impactants, les usages habités des ravines sont même plutôt mis en avant de manière positive par plusieurs interlocuteurs (architecte, paysagiste, membres des services communaux ou expert) comme exemples d'un équilibre de vie dans un milieu naturel : « *Quand vous arrivez dans des lieux qui sont vraiment isolés où les gens vivent, ils ont une compréhension assez forte de leur environnement, de leurs conditions, de l'écologie générale du lieu* » (entretien Attila Cheyssi architecte).

Les entretiens réalisés auprès des habitants révèlent quant à eux un sentiment d'injustice moins lié à une déperdition d'usages en cœur du Parc national (cueillette, chasse, pêche) qu'à une atteinte fondamentale de leur mode d'habiter. En effet, l'ombre portée par la politique de prévention des risques naturels entache fortement toute perspective d'avenir.

<sup>16</sup> Sobriété qu'il nous faut cependant relativiser. Dans certains cas, l'habitat en ravines n'est pas à l'abri d'une inspiration de modèles marchands comme en témoigne le phénomène de « durcification » constaté à Ravine des Lataniers, visible dans les terrassements, et dont les clôtures opaques permettent de cacher des « super baraques, même une piscine » (habitant de la ravine).

Considérant qu'à l'échelle de l'île 125 000 personnes sont situées en zone inondable, et plus de 100 000 exposées à des mouvements de terrain, l'État a été à l'initiative de la mise en place de Plan de Prévention de Risques inondation et/ou mouvement de terrain (PPR) de la plupart des communes de l'île<sup>17</sup>.

### 3.1 – L'exposition aux risques naturels, la double peine pour les habitants

La cartographie des aléas inondation et mouvements de terrain qualifie les terrains étudiés en R1 (« zone rouge ») où les objectifs sont l'interdiction de toute construction nouvelle, l'amélioration de la sécurité des personnes, la réduction de la vulnérabilité des constructions et aménagements existants par des prescriptions de travaux<sup>18</sup>. S'il ne s'est pas traduit par des interdictions d'habiter, ce zonage a des conséquences sur les conditions d'habitat.

Tout d'abord, en termes d'équipements urbains, afin de dégager sa responsabilité, la commune de La Possession a fermé l'école maternelle du hameau des Lataniers, et de son côté, la commune de Saint-Denis s'est prévalu du PPR pour ne pas répondre favorablement à l'installation de 17 compteurs, qui aurait permis de régulariser la situation existante à l'occasion de travaux sur la conduite d'eau. Cette position maintient les habitants concernés dans une situation d'accès précaire à une eau brute, obtenue par des piquages réalisés par eux-mêmes à flanc de colline. Ils considèrent que leur situation s'est dégradée depuis les travaux avec une baisse de débit entraînant des limitations de leur consommation et réduisant, voire interdisant, l'arrosage des jardins et le soin aux animaux pour l'ensemble du hameau. Par ailleurs, pour l'association du quartier de la Colline et du Bas de la Rivière, créée à l'occasion de la réalisation de la maison de quartier, la commune délaisserait cet équipement.

Au-delà, le zonage pèse sur toute tentative à venir de formalisation de situations irrégulières qu'elles viennent d'habitant comme Jean-Pierre qui n'a pu déposer une demande d'autorisation de travaux en mairie de La Possession (« *Qu'est-ce que je fais ? Je regarde mon bien dépérir ?* ») ou bien d'institution comme le Conservatoire du Littoral, qui, en tant que propriétaire (pour le compte du Conseil Départemental) s'était engagé dans une politique de rétrocession de l'assiette foncière de cases habitées à la Ravine de la Grande Chaloupe. Sept habitants de Saint-Denis ont pu en bénéficier avant que l'initiative ne soit stoppée : « *L'État nous dit non, vous ne pouvez pas rétrocéder au motif qu'on est en rouge au PPRI. Ce à quoi nous opposons le fait que la moitié de La Réunion est en rouge au PPR et que ça n'est pas de la nature des PPR que d'interdire des transactions. C'est de la nature des PPR d'éclairer les futurs acquéreurs sur la nature des risques... les aléas auxquels vont être soumis le bien qu'ils convoitent* ».

L'exposition aux risques, qui s'ajoute au zonage en zone naturelle du plan local d'urbanisme, est mobilisée par l'action publique pour figer une situation illégale du point de vue de l'urbanisme et bien souvent du point de vue foncier. Cette position, basée sur un principe de tolérance, renvoie les habitants déjà installés à leur illégitimité et accroît leur vulnérabilité. Dans leurs argumentaires, ceux-ci mettent en avant leur capacité à savoir vivre dans une situation de risques naturels, et loin du déni, évoquent leurs principes de précaution (la vigilance aux conditions météorologiques, l'entretien de leurs maisons)<sup>19</sup>. D'autre part, ils ont sur la question des risques une vision systémique et pointent du doigt les liens entre augmentation de leur vulnérabilité et aménagement. Il en est ainsi des risques d'éboulements à la Colline qui seraient liés à la fragilisation des falaises suite à la viabilisation des planèzes.

<sup>17</sup> <http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/les-plans-de-prevention-des-risques-naturels-a378.html>

<sup>18</sup> Selon le PPR de Saint-Denis approuvé en octobre 2012 et celui de La Possession approuvé en juillet 2018 (actualisation de celui de 2016).

<sup>19</sup> Un de nos interlocuteurs détient même une expertise professionnelle dans le domaine de la sécurité des personnes face aux risques incendie.

### 3.2 – Contradictions et hiérarchie sous-jacente des décisions publiques

En déplaçant le regard de la montagne vers l'océan, nous ouvrons la focale sur la logique d'aménagement et ses impacts dans le bas des ravines où, à la suite de grandes infrastructures réalisées à l'échelle de l'île (route des Tamarins sur les *Mi-pentes* de l'Ouest en 2009 et basculement des eaux d'Est en Ouest en 2014), la Nouvelle Route du Littoral (NRL) est en cours de chantier. Si le basculement visait aussi le développement d'une agriculture irriguée pour l'Ouest, ces infrastructures accompagnent une urbanisation intensive dans cette partie de l'île.

Répondant à l'insécurité de l'actuelle route, soumise aux éboulements de la falaise entre Saint-Denis et La Possession, la NRL développe un tracé en viaduc marin et endiguement. Sa réalisation cristallisant de fortes controverses sur le coût économique, les impacts environnementaux et la fiabilité de sa résistance face aux éléments naturels, le projet s'accompagne de mesures compensatoires au regard des impacts sur la biodiversité terrestre et marine, d'actions dans les domaines de la formation et l'accès à l'emploi et de la mise en place d'un comité de suivi comprenant, au titre des riverains, « l'association des habitants de la Grande Chaloupe et de la Ravine à Jacques »<sup>20</sup>. Forts de leur précédente mobilisation contre le tracé du tram-train<sup>21</sup>, les riverains ont obtenu un demi échangeur supplémentaire afin de rompre leur enclavement lors d'événements météorologiques intenses. L'ouvrage va cependant considérablement réduire la vue sur la mer ainsi que les usages traditionnels de pêche, déjà bien affaiblis depuis les années 1970<sup>22</sup>.

Localement, les impacts sanitaires de la réalisation de l'infrastructure sont également dénoncés comme en témoigne la mobilisation à l'encontre de la réouverture de la carrière des Lataniers<sup>23</sup>.

Une autre conséquence de cette décision d'aménagement est qu'elle rend difficilement lisible l'avenir de certains sites. Il en est ainsi de l'effet de brouillage ressenti à la Grande Chaloupe, espace protégé au titre du Bien mondial de l'UNESCO pour ses reliques de forêt sèche et faisant l'objet d'un projet européen de conservation de la biodiversité (LIFE+). Suite à l'évaluation du projet précédent (LIFE CONEXERUN) alertant sur la nécessité d'intégrer la population et en vue de renforcer la politique patrimoniale du site, le Conservatoire du littoral a été à l'initiative d'un projet éco-touristique de valorisation du massif de la Montagne dans lequel s'inscrit la Grande Chaloupe. Cependant, malgré la présence d'une chargée de mission dans l'équipe LIFE+ depuis 2015, le projet de développement local est en panne au vu des difficultés à mettre en place une gouvernance et dans l'attente de la fin du chantier de la NRL, le site apparaissant aujourd'hui « trop massacré ». C'est ainsi que la politique d'aménagement des *Bas* percole avec violence d'autres actions et vient mettre à mal la question des continuités écologiques entre ravines et océan (Lagabrielle, 2007).

<sup>20</sup> Voir la demande de dérogation relative aux espèces protégées au titre de l'article L411-2 du code de l'environnement : [http://www.lareunion.gouv.fr/IMG/pdf/Memoire\\_comple\\_aux\\_avis\\_emis\\_cle8bcba.pdf](http://www.lareunion.gouv.fr/IMG/pdf/Memoire_comple_aux_avis_emis_cle8bcba.pdf) ainsi que le site de la NRL : <http://www.nouvelroutedulittoral.fr>

<sup>21</sup> Les habitants de la Grande Chaloupe ont porté une action juridique qui a mis à mal le projet de Tram-train définitivement enterré lors d'un changement de majorité politique au Conseil régional en 2010.

<sup>22</sup> Voir la critique portée à ce sujet dans le « Plan de gestion du site La Grande Chaloupe – Ravine à Malheur (2014-2024) », *op.cit.*

<sup>23</sup> Ce dernier projet a suscité une opposition avec la création d'une association de riverains « Lataniers, Nout'Ker de vie » en 2013 (à l'initiative d'habitants de lotissements de classes moyennes et supérieures) qui se bat contre les risques sanitaires et pour le maintien d'une qualité paysagère du lieu. Les opposants à l'ouverture de cinq carrières dans l'Ouest de l'île, regroupés au sein d'un collectif, réclament une alternative de la NRL en viaducs, moins consommatrice en extraction de matériaux.

Enfin, certains habitants des ravines perçoivent dans les décisions publiques un traitement inégalitaire en faveur des espèces vivantes non humaines. Le déroulement des travaux de réhabilitation du captage d'eau de la ville de Saint-Denis illustre ce propos. Ce chantier complexe, étalé sur deux ans, en site naturel soumis à des aléas et devant assurer la permanence de l'approvisionnement de la moitié de la population de la ville, a dû faire face à une revendication des habitants du hameau de la Colline, en plus de la question de l'eau vue précédemment. Face à une accessibilité viaire très contrainte au vu de l'étroitesse du pont à l'entrée du quartier qui ne permet pas le passage d'engins de secours, et d'un passage à gué dangereux pour rejoindre la partie amont du hameau, leur demande portait sur l'autorisation d'utiliser les infrastructures réalisées pour le passage des engins de chantier (piste bétonnée, nouveaux radiers). Suite à une manifestation des habitants, cette demande a été finalement prise en compte mais uniquement pour le temps du chantier, la commune argumentant de devoir laisser le site dans son état initial. Alors que la communication sur le projet a largement mis en avant la réalisation d'une passe à poissons, le fait que les travaux n'aient pas donné l'occasion de penser l'amélioration de leurs conditions d'habitat alimente un sentiment d'injustice [« *Ça m'a un peu choquée, on aurait pu nous aider à améliorer nos cases* »]. Face aux nuisances subies (bruit, poussières, traversée des engins), les seules compensations ont porté sur des contrats de travail fragmentés durant la période du chantier.

#### 4. CONCLUSION : FAIRE DE LA RECONNAISSANCE DES HABITANTS DES RAVINES UN VECTEUR POUR PENSER L'ÎLE DE DEMAIN ?

À travers notre enquête, il ressort que les habitants des ravines n'ont que marginalement pu faire entendre leur voix auprès des porteurs de projets publics même si au cours du temps ils ont su composer avec des institutions locales plus ou moins enclines à répondre à leur demande d'équipement. Face à leur illégalité foncière, qui se double d'une illégalité en matière d'urbanisme, les habitants font valoir un sentiment de légitimité dont l'argument renvoie aux inégalités inscrites dans l'histoire foncière de l'île « *faite d'empiètements et de luttes menées par les uns, les plus nombreux, pour soustraire à d'autres, propriétaires fonciers, des morceaux de sol sur lesquels ils vont s'établir* » (Watin, 1992). Ainsi, par cette transgression, les pratiques spatiales ordinaires des habitants des ravines constituent une des géographies de la résistance aux spoliations des usages vernaculaires d'habitat de la société postcoloniale (Thiann-Bo Morel, 2016).

Cependant, l'argumentation de l'exposition aux risques naturels prend aujourd'hui la première place dans le discours institutionnel pour invalider les demandes habitantes (accès à l'eau, accessibilité viaire et travaux d'amélioration). Sans permettre une quelconque mise en débat, cette argumentation condamne les habitants à ne pouvoir se prévaloir du soutien des institutions pour faire baisser leur vulnérabilité bien que ce dernier point constitue un des objectifs des PPR. De plus, à l'occasion de travaux d'intérêt général à proximité des habitations, l'arbitrage des décisions se fait selon la seule grille de lecture environnementale et l'argument de l'obligation de la remise en état initial d'un site naturel est convoqué sans pour autant que d'éventuels travaux d'amélioration en faveur des habitants (ainsi que les possibles mesures de compensation au titre de la protection de la biodiversité) aient été clairement évalués. La hiérarchie sous-jacente de ces prises de décision peut donner aux habitants un sentiment d'injustice dans le traitement privilégié accordé aux espèces non humaines sur leur lieu d'habitation.

Cette absence de reconnaissance pleine et entière des situations habitées au sein des ravines, conduisant dans un cas extrême un interlocuteur à nier leur existence (« *les ravines habitées cela n'existe pas* »), renvoie à la vision d'un grand partage du territoire entre espaces à protéger, que sont les espaces naturels et agricoles où les habitants ne sont acceptés que sous conditions, et espaces urbanisés ou à urbaniser. Elle est redevable du document de planification stratégique qui couvre le territoire de l'île depuis le premier Schéma d'aménagement régional en 1995 et du processus amenant à la construction du PNRun faisant de la défense de l'endémisme une priorité centrale (Boué *et al.*, *op.cit.*).

Au regard de l'impératif de programmer 200 000 logements supplémentaires d'ici 2030, cette vision conduit à densifier la ville existante et à promouvoir des densités conséquentes dans les nouveaux projets urbains, attitude fortement défendue, ou intériorisée, par le milieu professionnel de l'aménagement<sup>24</sup>, malgré les effets d'exclusion et les problèmes environnementaux dont cet aménagement peut être porteur<sup>25</sup>.

Or, cette vision réductrice et fragmentaire entre en confrontation avec l'histoire de l'occupation humaine de l'île, faite de la complexité de situations hybrides associant cultures vivrières, habitat et espace de nature (Cheyssial, *op.cit.*, Chérubini, 2000, Thiann-Bo Morel, *op.cit.*). Nous avons bien trouvé trace de cette attention à la spécificité du territoire au sein de réflexions publiques comme « le livre blanc de la ville durable »<sup>26</sup>, où il est proposé d'inverser le regard, de ne plus penser la ville en extension depuis le centre mais à partir « *des liens qu'elle peut entretenir avec les espaces non bâtis limitrophes (terrains agricoles,*

*espaces naturels jardins...)* » et de se faire « violence » pour s'écarter des codes d'un modèle nord-européen et développer des formes faisant appel au « *génie créole* »<sup>27</sup>. Mais, face aux enjeux de résilience du territoire et de situation d'exclusion d'une partie de la société soulignés dans les documents d'orientations stratégiques en matière d'aménagement, l'intérêt de tirer parti des savoirs engendrés par des habitants en situation de risques comme de leur expérience d'un équilibre entre habitat et activité, valorisant leur rôle d'habitant-acteur, n'est pas clairement posé. Les ravines habitées y figurent uniquement au titre de formes d'habitat précaire et indigne en secteurs interdits à l'urbanisation, induisant « *la nécessité d'information à la population et l'accentuation de contrôles quant au respect de la réglementation liée aux zonages* »<sup>28</sup>. Cette absence de prise en compte confère aux habitants des ravines le statut de « *quantité négligeable* » (Cheyssial, *op.cit.*) et conduit à penser que le processus de dévernacularisation de l'île est toujours très actif.

Au-delà, elle indique une difficulté à penser le devenir de l'île en lien avec la manière dont les habitants y vivent. Pourtant, relever ce défi nous paraît être très stimulant pour penser un nouveau modèle de « *ménagement du territoire* » pour reprendre l'expression de Michel Marié (1996) en cohésion avec la reconnaissance des « occupants sans titre » inscrite dans la loi adoptée à la suite du rapport Letchimy<sup>29</sup>. Et dans cette visée, à l'instar de Michel Agier (2016) à propos des migrants, nous appelons à un changement de description des situations habitées comme celles que nous avons observées dans les ravines afin de « *reprendre la réflexion à son début, et en faire le préalable de l'action* ».

<sup>24</sup> Attitude qui est mise en question par Michel Watin (2010 b).

<sup>25</sup> Sur cette critique, nous renvoyons à l'ouvrage de Guillaume Faburel publié en 2018 *Les métropoles barbares. Démondialiser la ville, désurbaniser la terre.*

<sup>26</sup> Dispositif interpartenarial mis en œuvre par l'État : <http://www.reunion.gouv.fr/le-livre-blanc-pour-la-ville-durable-reunionnaise-a1653.html>

<sup>27</sup> L'urbanisme réunionnais y est qualifié au regard de la place et du rôle de la végétation, de la performance en termes de confort et de résistance aux risques, des espaces intermédiaires entre public et privé.

<sup>28</sup> Source « La ville réunionnaise dans son territoire.

Synthèse des réflexions novembre 2013-juillet 2014 » AGORAH

<sup>29</sup> Loi n°2011-725 du 23 juin 2011 portant dispositions particulières relatives aux quartiers d'habitat informel et à la lutte contre l'habitat indigne dans les départements et régions d'outre-mer.



## BIBLIOGRAPHIE

AGIER M., *Les migrants et nous. Comprendre Babel*, Paris, CNRS Éditions, 2016, 57 p.

BONNIOL J-L., BENOIST J., *Un ordre étagé mis à bas – Contribution à une ethnologie des paysages à La Réunion*, Rapport à la Mission du patrimoine ethnologique, Aix-en-Provence, 1994, 200 p. + annexe

BOUÉ B., GINELLI L., DELDRÈVE V., « La reconnaissance d'un capital environnemental autochtone ? », *Vertigo* – La revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Hors-série 29, mars 2018, mis en ligne le 15 mars 2018, consulté le 19 juin 2018. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/19025> ; DOI : 10.4000/vertigo.19025.

CHARLES L., EMELIANOFF C., GHORRA-GOBIN C., ROUSSEL I., ROUSSEL F-X., SCARWELL H., Les multiples facettes des inégalités écologiques, *Développement durable et territoires* [en ligne], Dossier 9 : Inégalités écologiques, inégalités sociales, 2007, consulté le 24 juin 2012. URL : <http://developpementdurable.revues.org/3892>

CHERUBINI B., « Habitat créole et résistance culturelle », In BRUN B., DUFOUR A-H., PICON B., RIBÉREAU-GAYON M-D. (eds), *Cabanes, cabanons et campements. Formes sociales et rapports à la nature en habitat temporaire*, Chateaufort de Grasse, Éditions de Bergier, 2001, pp. 291-307

CHEYSSIAL L-A., *La quantité négligeable*, Thèse en architecture-urbanisme, Université de Paris 8, 2002, 533 p.

COMPAIN J-D., *350 ans d'architecture à l'île de La Réunion*, Saint-Denis de La Réunion, Edition CAUE de la Réunion, 2006, 207 p.

COHEN P., *Le cari partagé. Anthropologie de l'alimentation à l'île de La Réunion*, Paris, Karthala, 2003, 360 p.

FABUREL G., *Les métropoles barbares. Démondialiser la ville, désurbaniser la terre*, Lyon, Le passager clandestin, 2018, 368 p.

GERMANAZ C., « Au bout du bout du monde, l'ilet », *Les carnets du paysage*, n° 16, Paris, 2008, pp. 93-105

HERAT A., « Faire la ville vs protéger la nature, aux risques des inégalités », in MANTZARIAS P., VIGANO P., *Les inégalités urbaines – Du projet utopique au développement durable*, MétisPresses, 2017, pp. 133-149

LAGABRIELLE E., « Planification de la conservation de la biodiversité et modélisation territoriale à l'île de La Réunion ». Thèse en géographie, Université de la Réunion. Français. <tel-00247406v3>, 2007, 174 p.

LESAGE M., *Une expérience de médiation citoyenne dans une commune rurale réunionnaise, ilet à Cordes. Apports à la théorie de médiation*, Thèse en droit public, Université de Paris-Sud 11 / Faculté Jean Monnet, 2007, 488 p. + annexes 360 p.

LUSSAULT M., « Habiter, du lieu au monde. Réflexions géographiques sur l'habitat humain », in PAQUOT T., LUSSAULT M., YOUNES C., *Habiter, le propre de l'humain*. Villes, territoires

et philosophie, Paris, La Découverte, 2007, 384 p.

MARIÉ M., « Aménager ou ménager le territoire ? », *Annales des Ponts et Chaussées*, n°77, 1996, pp. 67-76.

PÉREZ P., « 50 000 ans de « maisons pour rien » ou les vertus du vernaculaire », in CHOPIN J. et DELON N., *Matière grise*, Paris, Pavillon de l'arsenal, 2014, 368 p.

ROINSARD N., Soixante ans de départementalisation à La Réunion : une sociologie des mutations de l'organisation sociale et de la structure de classe en contexte postcolonial, *REVUE Asylon(s)*, n°11, 2013, [en ligne] <http://www.reseau-terra.eu/article1278.html>

ROUX M., *Inventer un nouvel art d'habiter. Le ré-enchantement de l'espace*, Paris, L'Harmattan, 2002, 206 p.

SIMON T., NOTTER J.-C., « Les "îlets" : enjeux pour un "archipel" au cœur de la Réunion », *Les Cahiers d'Outre-Mer* [Online], 245 | 2009, Online since 01 January 2012, connection on 15 April 2015. URL : <http://com.revues.org/5541> ; DOI : 10.4000/com.5541

STOCK M., « Théorie de l'habiter. Questionnements », in PAQUOT T., LUSSAULT M., YOUNES C., *Habiter, le propre de l'humain*. Villes, territoires et philosophie, Paris, La Découverte, 2007, 384 p.

THIANN-BO MOREL M., « Replanter une forêt en société postcoloniale : conservations ordinaires et participatives à l'île de La Réunion », *Desenvolv. Meio Ambiente*, volume 38, 2016, pp. 117-137, agosto 2016, DOI : 10.5380/dma.v38i0.45547

WATIN M., « Loger et habiter à la Réunion », in Watin M., Wolff É. (eds.), *La Réunion, une société en mutation*, Univers créoles 7,

Paris, Économica/Anthropos, 2010, pp. 55-77

WATIN M., « Quel espace public pour une jeune société civile ? Le cas de l'île de La Réunion », *Les annales de la recherche urbaine*, n° 57-58, 1992, p. 62-69

WATIN M., « Densifier ? Cela a-t-il du sens dans une économie de pauvreté ? », *InfoNature* n° 32, Entretien avec P. David, SREPEN, La Réunion, 2010b, p.28-29.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION DE ARLETTE HÉRAT**  
**« QUELS ENSEIGNEMENTS TIRER DES RAVINES HABITÉES DE L'ÎLE DE LA RÉUNION ? »**

**Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

On termine sur des questions très sociétales avec des termes qui n'ont pas été utilisés jusqu'à présent, de « justice sociale » qui s'opposent un peu aux politiques publiques en termes de biodiversité, de risque. Mais dans les autres territoires, comme le littoral, n'a-t-on pas des situations identiques ?

**Arlette Hérat**

Oui. Je suis rentrée par les ravines habitées pour fixer les contours de mon enquête et de mes questionnements, mais je pense qu'à La Réunion ce type d'habitat diffus qui s'est fait sur des terres marginales, sur des terres sans grande valeur d'exploitation, on va le retrouver à plusieurs endroits, avec d'autres questions peut-être. Là, la question des risques avec des risques d'éboulements de terrain et d'inondation, ça en rajoute beaucoup. Ça peut paraître un peu provocateur de l'aborder, car on sait qu'on ne peut pas se passer d'une politique de prévention des risques naturels. Mais je me pose la question, d'une action publique qui, à travers son action, « interdit de », tout en tolérant. Il n'y a pas de déplacement de population, car il n'y a pas de péril imminent, mais on ne se préoccupe pas d'améliorer la vulnérabilité bien qu'il y ait des améliorations possibles. On pourrait aussi améliorer les atteintes aux milieux sur des questions d'assainissement, mais c'est comme si on congelait ces situations parce qu'il y aurait au-dessus cette exposition qui empêche toute évolution possible. C'est ce que je voulais mettre en débat.

**Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

Vous avez parlé de densification des usages. C'est peut-être la peur des politiques publiques que, dès lors qu'on améliore les conditions, l'usage s'intensifie.

**Arlette Hérat**

J'ai constaté qu'il y a une autorégulation. Ce sont des lieux qui sont à fort contrôle social : familial, communautaire... On n'est pas du tout dans la loi de la jungle. L'indivision est gérée. Certes l'indivision est un problème, car les personnes ne sont pas propriétaires du sol, elles ne possèdent que leur case. Mais l'indivision est gérée dans la famille, peut-être avec des règles qui ne sont pas complètement les règles de droit, mais je ne crois pas que le risque soit là. Certaines parcelles sont à saturation, mais que peut-on répondre à quelqu'un qui a créé une chambre Airbnb, qui a déposé son dossier au service urbanisme et à qui on a dit : « on ne veut pas le voir » ?

**Michel Watin**

En créole, si on se réfère au lexique publié par Barat et Chaudenson en 1974, le terme « zabitants » signifie « qui a le droit d'habiter ». Celui qui avait le droit d'habiter c'était le concessionnaire, celui à qui on a concédé la terre. Rapidement après la colonisation, toute l'île était concédée ; il ne restait rien. Donc, tous les gens, pour accéder à la terre, y construire, devaient soit empiéter, soit prendre des pentes, soit avoir l'autorisation d'un propriétaire pour devenir colon (vs métayer, car il n'avait pas la liberté de ce qu'il allait planter). Et ce terme « zabitants » est resté. Ces gens dans les ravines dont vous parlez, ce sont des « zabitants », ils se sont donnés le « droit d'habiter » contre la puissance publique. À Mafate c'est pareil, les gens ne sont pas propriétaires de la terre, elle appartient à l'ONF, par contre, les colons sont propriétaires de la case. Quand une personne qui avait une case sur la terre de son propriétaire n'était plus d'accord avec lui, elle démontait la case et elle partait sur une autre propriété ou dans la ravine.

Sur l'invisibilité. Des gens qui se rendent invisibles ou l'invisibilité des Pouvoirs Publics. Il y a eu un temps des associations comme l'APR (Association pour la Promotion Rurale) et la SICA Habitat Rural qui « arrangeaient un peu » les permis, rétablissaient des prospectus pour rendre un dossier acceptable afin que l'on puisse construire une cuisine ou que l'on obtienne une subvention pour faire une fosse septique par exemple.

Les maisons, si on s'intéresse à la manière dont les gens habitent. Vous êtes la première à en parler aujourd'hui, au sens des sciences humaines. On se rend compte que ce qui existe dans la ravine se trouve aussi ailleurs. Ce sont des cases qui disparaissent, mais on a une espèce de continuum qui va de la maison la plus grande, à la maison la plus pauvre, voire à des situations dites bidonvilisées qui procèdent du même type d'habiter et qui expriment la créolité. Il n'y a pas de différences d'habiter d'une communauté à l'autre à La Réunion, il peut y avoir des marqueurs de communautés en termes de couleur, etc. mais « l'habiter » procède globalement de la créolité. Ce qui a changé, c'est qu'il y a une nouvelle hiérarchie qui s'est faite une vingtaine d'années après la Départementalisation avec l'apparition d'une classe moyenne qui n'existait pas auparavant. Elle a développé des modes d'habitat de la classe moyenne où elle a pastiché un certain nombre d'éléments de la créolité pour en faire un « mode d'habiter sous les tropiques ». La défiscalisation de 1985 a fait elle aussi beaucoup pour cela. Elle a permis à des gens de s'exprimer, parce qu'elle leur a permis de construire en leur faisant un cadeau fiscal. Les gens ont alors construit, non pas pour « se loger », mais pour « habiter » tel qu'ils souhaitaient le faire. Il n'y a pas grande différence entre des zoreils (métropolitains) et des gens d'ici. La classe moyenne a développé ses propres modes d'habiter, qu'elle appelle souvent « créoles » et qu'elle pastiche parfois en mettant des lambrequins, mais qui n'ont plus grand-chose à voir avec ce continuum que vous décrivez dans des situations parfois illégales du point de vue de la construction.

C'est ce croisement entre les questions d'urbanisme et d'architecture et les questions sociologiques, anthropologiques, géographiques et historiques que j'appelle de mes vœux. Il me semble que c'est comme ça qu'on peut progresser dans la réflexion sur l'architecture tropicale.

**Serge Briffaud, Docteur en histoire, professeur à l'ENSAP Bordeaux**

Votre communication recoupe des résultats et des intentions que nous avons eus en étudiant un autre espace réunionnais : les savanes de l'Ouest. On s'est confronté aux mêmes questions sur ces espaces de plaine qui fonctionnent d'ailleurs en complémentarité avec les ravines. Ce sont eux aussi des territoires de l'invisibilité, des marges territoriales où l'on retrouve les mêmes phénomènes que ceux que vous avez décrits.

Derrière tout ça il y a la question de l'informel et de comment il peut être digéré par des politiques publiques. On s'est confronté aussi aux modalités de la diffusion de telles recherches qui peuvent participer à une reconnaissance de ces manières alternatives d'occuper le territoire réunionnais. On a fait une exposition pour lever le voile, mais en levant le voile on enlève une invisibilité qui est souvent indispensable aux gens qui sont là.

Les ravines c'est un peu comme la savane c'est un terroir depuis toujours, c'est aussi un terrain d'élevage qui joue un rôle très important. Et aujourd'hui on se rend compte qu'on a un phénomène global d'abandon de l'exploitation de certaines ressources dans les ravines, notamment de ressources pastorales qui a des conséquences écologiques très préoccupantes. Non seulement parce que les ravines deviennent non plus des barrières à la progression d'espèces exotiques envahissantes, mais au contraire des corridors par lesquels elles se propagent. Donc les habitants des ravines ont aussi leur rôle de régulation environnementale qui semble être très important à l'échelle historique. Et on voit aujourd'hui ce que donne la déprise de ces ravines notamment dans l'Ouest que nous avons étudié.

**Michel Reynaud, architecte**

Vivons cachés, vivons heureux. Attention, ceux qui sont dans les ravines aujourd'hui, qui se protègent, peuvent vivre une histoire ancienne qui leur permet de garder une forme culturelle qui est en train de s'effacer. La forme de l'îlet réunionnais peut se perdre, car il peut y avoir une sorte de bidonvilisation par des divisions parcellaires. Les îlets peuvent aussi devenir invivables par une multiplication du bâti au détriment de la qualité de vie qui est intrinsèque. Certains sont aussi classés insalubres ; une procédure administrative et matérielle qui n'est pas humaine. Ces mesures tendent à l'uniformisation des modes de vie. La résorption de l'habitat insalubre, c'est un lotissement, une clôture, des parcelles individuelles qui n'ont plus rien à voir avec les liens originels avec le territoire : la roche, le sol, l'environnement... Vivez heureux dans les ravines. S'il y a encore ces modes de vie, qu'ils échappent à une règle, c'est une chance. Peut-être qu'un cyclone les éliminera. Mais ça peut nous rester grâce à cela.

**Jean-Christophe Grosso, architecte, maître de conférence à l'ENSA Grenoble**

Vous avez évoqué des savoir-faire constructifs. En avez-vous identifié les qualités, notamment les qualités productrices de qualité de vie ? Voir au-delà les qualités de réduction de la vulnérabilité des personnes en situation de risque, à partir de ce qui est autoproduit dans la ravine.

**Arlette Hérat**

Impossible de généraliser, par contre, j'ai fait des entretiens très approfondis avec quatre habitants qui m'ont présenté tous les dispositifs de leurs cases. Lorsqu'il y a des cyclones ou des fortes pluies, ils n'ont jamais vécu quelque chose de dramatique, car ils ont un solide système de fermeture des portes. Il y a aussi la logique de l'implantation. Tout n'est pas comparable, mais j'ai rencontré des habitants qui en sont à la 4<sup>e</sup> génération de case, avec des charpentes, des éléments structurels qui tiennent toujours la route. Des bois, dont du bois de fer qu'ils sont allés chercher sur le dos dans la forêt. Pour les constructions d'origine, on voit la capacité à aller chercher des matériaux et à les assembler. On a aussi des tentations de modernisme, de changement. Il y a par exemple la petite case de la maman qui est toujours là, c'est l'attache affective. Ce qui m'a frappée, c'est comment ces habitants pouvaient parler d'architecture. Cet attachement est très fort. L'un d'entre eux m'a montré toute une série de photos qu'il avait réalisées tout au long de son chantier. Il y a un vrai savoir-faire des habitants. Il y a des connaissances et une envie, ce n'est pas qu'économique. Des gens qui ont vécu une vie ailleurs, à La Réunion ou en métropole, se retrouvent à une occasion ou une autre, souvent à la retraite, avec cette envie de revenir sur cet héritage familial. Ils sont attachés à ce lieu. Parfois ils emploient des matériaux surprenants, mais pas toujours. Ils sont là, ils sont en zone rouge, mais c'est un mode de vie dans lequel ils sont ancrés et qui leur convient parfaitement et que ça n'a pas de motivation économique. Ça peut l'être pour certains, mais je ne pense pas que ce soit pour la majorité d'entre eux. C'est quelque chose d'autre qui explique les raisons d'habiter.

**Rodolphe Cousin, architecte urbaniste**

La qualité de ce mode de vie et la qualité constructive de cet habitat ne viennent-elles pas de cette situation informelle et de cette situation de précarité liée à la fois au foncier et au droit du sol ? J'en suis assez convaincu. Et je me demande si on avait pu régulariser ces situations, comment auraient-elles évolué ? N'auraient-elles pas évolué de façon catastrophique avec des menuiseries en PVC, etc. ? C'est vraiment ma crainte. À Mafate, c'est le Département qui est propriétaire du foncier avec un usufruit géré par l'État (l'ONF) et qui aujourd'hui, a allongé les concessions pour une durée de 9 ans, alors qu'elles étaient de 3 ans, ce qui était effectivement très précaire. Et aujourd'hui, alors qu'il existe un véritable droit de la propriété sur les sols et que des permis sont déposés, on assiste à une dégradation de la qualité de l'habitat vernaculaire, on a des standards qui sont du pseudo-créole de mauvaise qualité.

Pourquoi l'État et les collectivités laissent-ils cette situation perdurer dans des zones à risques ? C'est parce que si on imaginait un dispositif qui permettrait de régulariser ces situations, on aurait aussi des revendications qui seraient tout à fait légitimes : préservez-moi des risques, endiguez, emmenez-moi ceci ou cela... Il faut savoir qu'un habitant mafatais coûte 10 fois le prix d'un habitat possessionnais qui habite dans le cœur de ville. C'est une charge énorme. Je comprends bien l'histoire de la piste. On se dit : ils ont réussi à faire une petite rampe pour les poissons et ils sont incapables de faire une piste pour les habitants qui sont en haut. Mais la piste, il faut l'entretenir tout au long de l'année et quand une pluie la fait disparaître, il faut la reconstituer... 200, 300, 400 000 euros tous les ans.

**Arlette Hérat**

Pour répondre à la question, c'est l'informalité qui protège : oui et non. De toutes façons, il y a tout un tas de travaux qui se font par ailleurs. Les habitants considèrent qu'ils ont une certaine légitimité. L'absence de reconnaissance me semble toujours plus dommageable, car ça ne permet pas de rentrer dans un dialogue. Il pourrait y avoir un dialogue très fécond avec une place pour les architectes pour accompagner ces situations, pour régler les questions d'assainissement par exemple, pour éviter les horreurs en PVC.

**Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

C'est aussi un problème de projet individuel par rapport au projet collectif. J'ai l'impression que ce sont des individualités qui ont un projet personnel de s'installer.

**Arlette Hérat**

On ne s'installe pas par hasard. Il y a une très grande régulation.

**Gwénaëlle Pennober, directrice adjointe UMR 228 ESPACE DEV, Université de La Réunion / IRD**

Sauf que la société française s'est régulée sur l'installation, sur un foncier, sur une façon d'occuper le territoire. Et là, il y a une volonté de ne pas le respecter. On est sur un mode qui a pu exister autrefois.

**Arlette Hérat**

Oui, c'est la légitimité. Les habitants font valoir une légitimité qui s'inscrit dans cette filiation. Par exemple l'indivision. Il y a un titre de propriété qui date du grand-père. Cet ancrage qui se perpétue d'une génération à l'autre forge ce sentiment d'être légitime ici. Il y a double informalité : par rapport au statut du sol (soit indivision, soit pas de titre de propriété) et informalité au regard du droit de l'urbanisme quand on est en zone naturelle. Être en zone naturelle, ça ne veut pas dire qu'on n'a pas le droit d'être là, ça veut dire qu'on n'a pas le droit de s'étendre... C'est le cas qui s'est posé à la Grande Chaloupe avec le Conservatoire du littoral qui, lorsqu'il a acquis un certain nombre de parcelles avec des cases habitées, a souhaité rétrocéder uniquement l'emprise de la case aux habitants pour qu'ils se sentent pleinement propriétaires. En sachant que compte-tenu du règlement de zone naturelle, ils ne pourraient pas s'étendre au-delà. C'est une mesure qui a commencé à être mise en place, mais qui a été stoppée, car a priori ça ne semblait pas donner un bon exemple que de rendre propriétaires dans ce cadre-là.

**Michel Reynaud, architecte**

L'îlet à La Réunion, c'est une installation familiale ou multifamiliale qui a sa forme et son aisance. Si tous les gens qui y naissent y vivent, à travers l'indivision et l'acceptation de l'extension de la famille, ça meurt. Donc l'îlet a besoin d'être explosif, il faut pouvoir partir. L'îlet c'est un endroit plat, dans une montagne qui est difficilement habitable. Certains ont été abandonnés. L'îlet qui existe encore est un mode d'habiter hyper qualitatif, la case n'a pas d'importance. La case ce n'est pas la case, c'est l'espace qu'il y a entre le boucan et l'endroit où vous allez dormir. La case c'est l'endroit où vous accueillez la personne, c'est la varangue, le jardin, l'arbre qui fait l'ombre qui donne des fruits. L'îlet ce n'est pas une histoire de bâtiment, c'est une histoire de mode de vie, dans lequel des bâtiments plus ou moins anciens sont là. L'îlet a une forme que l'on ne peut pas dépasser, après, ça devient un bidonville.





# RESSOURCES NATURELLES EN MILIEUX TROPICAUX

290 // COMMUNICATION

**Amélie ROBERT**, géographe, ATER, Université de Tours, UMR CITERES (CNRS / Université de Tours), Institut d'Asie Orientale, (IOA) Lyon

## **CONSTRUIRE LES PAYSAGES AVEC DES PLANTATIONS FORESTIÈRES : UNE SOLUTION CONTROVERSÉE EN FAVEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LES PAYS TROPICAUX**

À l'échelle mondiale, la superficie des plantations forestières demeure faible mais elle progresse indéniablement : elle serait passée de 168 millions d'hectares en 1990 à 278 millions d'hectares en 2015 (Keenan *et al.*, 2015). Selon les pays, la tendance est bien sûr variable et certains se démarquent. C'est particulièrement le cas du Viêt Nam, pays d'Asie du Sud-Est, où les plantations forestières ont connu un réel essor depuis les années 1990 (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011). En conséquence, ce pays est l'un des rares de cette zone intertropicale à voir la superficie de ses forêts progresser : selon les données de la Banque mondiale<sup>1</sup>, en 2016, les forêts y occuperaient près de 45 % du territoire national, pourcentage qui aurait prévalu dans les années 1940 (Durand, 1994)<sup>2</sup>, avant les guerres d'Indochine et du Viêt Nam, alors qu'il s'était abaissé à 17 % (selon De Koninck, 1998 mais 28 % selon la Banque mondiale)<sup>3</sup> en 1990. À travers l'exemple du Viêt Nam, l'objectif de cet article est de questionner l'implication de l'introduction de ces plantations forestières dans les paysages des pays tropicaux, en termes de développement durable, en prenant en compte le changement climatique et plus généralement les changements globaux en cours.

Dans ce contexte en pleine évolution, quel rôle joueront ces plantations ? Dans quelle mesure peuvent-elles constituer une solution durable pour l'architecture en milieu tropical ? Après avoir précisé, dans une première partie, le contexte de la recherche et les sources et concepts qui ont été mobilisés pour répondre à ces questions, nous verrons, dans une deuxième partie, que les plantations forestières peuvent concourir à inscrire l'architecture tropicale dans la durabilité. Mais leur intégration paysagère pose un certain nombre de difficultés, qui seront évoquées dans une troisième partie.

<sup>1</sup> [https://databank.worldbank.org/views/reports/reportwidget.aspx?Report\\_Name=CountryProfile&id=b450fd57&tbar=y&ddd=y&inf=n&zm=n&country=VNM](https://databank.worldbank.org/views/reports/reportwidget.aspx?Report_Name=CountryProfile&id=b450fd57&tbar=y&ddd=y&inf=n&zm=n&country=VNM), consulté le 01/10/2019.

<sup>2</sup> Selon F. Durand (1994), « la superficie des forêts vietnamiennes au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle a fait l'objet d'un relatif consensus. Elle a été évaluée à environ 45% dans les années 1940 » ; notons toutefois que « ce consensus s'explique par le fait que la plupart des auteurs se réfère à la même source, l'ouvrage de P. Maurand (1943) » (Robert, 2011).

<sup>3</sup> On le voit, les données statistiques concernant les forêts varient, parfois fortement, selon les sources, ce qui est à mettre en lien avec les enjeux qui entourent cette composante paysagère ; entre autres, on peut évoquer « la nécessité de présenter aux bailleurs de fonds internationaux l'image d'un pays cherchant à protéger son « or vert », faute de quoi certaines sources de financement étrangers se tariraient » (Roche et De Koninck, 2002).

## 1. LE CADRE DE LA RECHERCHE : CONCEPTS, CONTEXTE ET SOURCES

Dans le cadre de cet article, plusieurs concepts sont mobilisés et il importe de s'attarder dessus pour en mesurer la portée et en préciser le sens.

### 1.1 – Développement durable, changement climatique et changements globaux

Le concept de développement durable est couramment convoqué de nos jours. Sa genèse est associée au rapport Brundtland qui, en 1987, le définit comme : *"a development which meets the needs for the present without compromising [...] the capacity of the future generations to answer to theirs own"* (Brundtland, 1987) ; on pourrait la faire remonter antérieurement, aux années 1960, moment où débute le renforcement de la prise de conscience environnementale (Aknin *et al.*, 2002). Le concept connaît un succès rapide, utilisé très vite par les scientifiques, les politiciens et même la société dans son ensemble, passant ainsi dans le langage courant. C'est notamment le Sommet de la Terre de 1992 qui a concouru à sa diffusion, œuvrant à son opérationnalisation puisque, à son issue, est adopté, par les pays signataires de la déclaration de Rio, l'Agenda 21, « programme d'actions pour le XXI<sup>e</sup> siècle orienté vers le développement durable » (Géoconfluences, 2004). Ainsi, « la référence au « développement durable » est désormais incontournable dans les discours qui entendent traiter de l'environnement et du développement » (Aknin *et al.*, 2002) et ceci reste d'actualité comme le montre l'intitulé de l'un des axes du colloque, à l'origine de cet ouvrage

collectif – *Développement durable, protection des ressources locales, préservation de l'environnement et développement économique local* – ou bien le cadre d'actions défini par l'ONU et adopté par ses pays membres, en septembre 2015, consistant en 17 objectifs de développement durable, dont l'ambition est de « *transformer les vies tout en préservant la planète* » (repris par P. Caron et J.-M. Châtaigner, 2017) – notons que l'un des objectifs, le numéro 15, porte sur les écosystèmes terrestres et s'axe sur les forêts, en portant un message d'encouragement aux plantations (figure 1). Mais le concept est aussi victime de son succès. « *Le terme est polysémique et son usage est multiple* » (Aknin *et al.*, 2002) ; on observe aussi parfois des « abus terminologiques » (Géoconfluences, 2004), d'où certaines critiques lancées contre le concept, entre autres celle de n'être qu'« une coquille vide » (Aggeri, 2001<sup>4</sup>, cité par Aknin *et al.*, 2002). Le « consensus autour du développement durable » dissimule ainsi des « controverses associées à cette notion » (Aknin *et al.*, 2002). « *La notion de développement durable, pour ne pas rester un slogan vide de sens, commande que soient reconnues et prises en compte les inévitables tensions entre les trois dimensions de l'économique, de l'environnemental et du social* ». (*ibid.*) Le développement durable se situe en effet à la croisée entre des objectifs économiques, sociaux et environnementaux – certains y ajoutent un 4<sup>ème</sup> pilier, politique – et c'est en ce sens que nous considérons ici ce concept : l'apport des plantations sera interrogé en considérant ces différentes dimensions, sans se borner au seul aspect environnemental.

<sup>4</sup> Aggeri, F., 2001, « Développement durable et gouvernement de l'environnement : la formation d'un nouvel espace d'action collective », communication au séminaire Condor, 13 décembre.



Figure 1 : Encouragement aux plantations dans les objectifs de développement durable de l'ONU  
 Source : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

Interroger le développement durable suppose de se projeter dans l'avenir ; or, on ne peut le faire sans prendre en compte les changements en cours et qui affecteront nécessairement le développement à venir. Parmi ces changements, l'un s'impose particulièrement, apparaissant depuis quelques mois au cœur de l'actualité, mis sur le devant de la scène grâce à plusieurs marches organisées et aux discours de Greta Thunberg, après une période de déni, malgré les premières alertes : il s'agit du changement climatique. Les premiers grands événements internationaux, révélant une prise de conscience, remontent pourtant aux années 1980 : c'est, en 1988, la création de l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) – en français, GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) –, rassemblant 130 pays membres de l'ONU et 2 500 intellectuels. D'autres événements suivent, dont la convention-cadre des Nations Unies sur les change-

ments climatiques, adoptée au sommet de Rio en 1992, la première COP (*conference of the Parties*) organisée en 1995 à Berlin, l'entrée en vigueur en 2005 du protocole de Kyoto mais qui datait en fait de la COP 3 (1997). Les actions tardent mais il est difficile aujourd'hui de ne pas considérer ce changement dès lors que l'on s'intéresse à l'avenir. Les événements climatiques extrêmes se multiplient ; des populations commencent à être déplacées : on peut évoquer, à titre d'exemple, le déménagement envisagé de la capitale indonésienne, Jakarta, en raison entre autres – mais pas uniquement – des risques liés à la montée du niveau des eaux de l'océan. Les écosystèmes sont aussi affectés et, à l'avenir, des changements et des déplacements d'espèces faunistiques et floristiques sont à attendre. Ainsi, en France métropolitaine, selon l'INRA (Poulain, 2012) :

« Avec ces hausses de températures, d'ici à 2100, le chêne vert, essence méditerranéenne, connaîtrait une grande expansion et pourrait même remonter jusqu'à la Loire. À l'opposé, le hêtre, actuellement présent sur presque tout le territoire, pourrait fortement régresser en raison de sa sensibilité au manque d'eau. Plus généralement, les chercheurs [...] ont constaté la progression des groupes méditerranéens et du sud-ouest, accompagnée d'une régression des groupes montagnards ».

À cela, il faut ajouter un risque accru de feux de forêts, avec une extension spatiale et saisonnière de la zone à risque et le développement de larges incendies. Déjà entre 1961-1980 et 1989-2008, une hausse moyenne annuelle de 18 % a été enregistrée en France métropolitaine (Curt, 2017) et elle devrait se renforcer encore à l'avenir.

Plus encore, les changements en cours sont globaux : ce concept est préféré à celui de changement climatique par certains auteurs, afin de parler des changements qui affectent l'environnement. Il présente des inconvénients ; en l'occurrence, on lui

reproche d'être « un concept fourre-tout » et on lui associe un « catastrophisme médiatique » [Géoconflences, 2017]. Mais il a aussi des avantages, dont celui d'offrir un cadre de réflexion à l'échelle globale, en considérant que les changements environnementaux sont perceptibles à petite échelle, pouvant même être mondiale (de Marsily et Soussana, 2013). Il permet également de prendre en compte le fait que les problèmes environnementaux sont liés et d'aller ainsi plus loin que les études actuelles qui souvent les considèrent comme une somme de phénomènes indépendants aux causes différentes (*ibid.*). Il favorise ainsi les recherches transdisciplinaires, systémiques et multiscalaires que requièrent les questions environnementales, dont celles sur les plantations forestières. Celles-ci sont au centre de l'étude présentée ici, dont il importe maintenant de préciser le contexte et les sources.

## 1.2 – Contexte et sources

Notre propos se fondera sur les résultats acquis dans le cadre de recherches doctorales (Robert, 2011), au cours desquelles des sources diverses ont été mobilisées, en se centrant sur la province de Thua Thiên Huê. Située au Centre-Viêt Nam (fig. 2), cette dernière apparaît représentative de l'évolution que connaissent les plantations forestières à l'échelle nationale (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011 et 2019) : la progression est indéniable ; les plantations s'étendent à perte de vue, particulièrement dans la région collinéenne, de plus en plus aussi dans la région montagneuse. Selon les chiffres officiels, en 2006, les plantations forestières occupaient déjà 14,3 % de la superficie provinciale, contre 7,5 % à l'échelle nationale (GSO, 2007). L'explication est à chercher dans les grands programmes nationaux, qui ont pu être renforcés par les programmes d'aide émanant d'organisations étrangères ou internationales [Banque mondiale, *Japan Bank for International Cooperation*, etc.], ce dans le cadre notamment d'une redistribution, en faveur des ménages, des terres forestières jusque-là gérées par les seules autorités forestières.



Figure 2 : Thua Thiên Huê, province du Centre-Viêt Nam  
Source : Robert, 2011

Dans les pays tropicaux, les sources cartographiques font souvent défaut et le Viêt Nam ne fait pas exception. Des cartes d'occupation des sols ont donc été dressées à l'échelle provinciale à partir d'images satellitaires, associées à des relevés de terrain qui ont été réalisés dans vingt villages situés dans les trois unités paysagères de la province étudiée – plaine, collines et montagnes (Robert, 2011). L'objectif étant d'identifier les dynamiques survenues depuis la fin de la guerre (en comparant avec un état des lieux dressé en 1975), c'est le satellite Landsat qui a été retenu mais, en raison de sa faible résolution spatiale – avec des pixels de 30 x 30 m – et malgré le recours à des images prises à deux saisons distinctes, il n'a pas permis de dresser une carte précise des plantations forestières, difficilement identifiables, de sorte que la carte renseigne plutôt sur l'occupation des sols prévalant avant les plantations, d'autant qu'elle révèle l'état des lieux en 2003. Ce sont donc surtout les relevés de terrain (2006 et 2007) qui ont permis de mesurer l'importance croissante des plantations et d'en connaître la réalité : des arbres alignés, identiques, appartenant en majorité – de plus en plus – au genre *Acacia* ; les observations ont aussi révélé les pratiques et usages, témoignant en l'occurrence que ces arbres, offraient bien vite du bois aux populations locales.

Ces relevés et observations *in situ* ont été complétés par des entretiens semi-directifs conduits auprès d'habitants des mêmes villages – selon la disponibilité de ces villageois, entre une et cinq personnes, choisies par les chefs de village pour faciliter leur accord, ont été interrogées sur chaque site. Parallèlement, ont été analysés des textes législatifs, se rapportant aux plantations forestières ainsi qu'au développement rural, et des rapports, émanant notamment des autorités forestières : ils ont permis d'acquérir, entre autres, des données statistiques, à manier toutefois avec précaution au regard de leur fiabilité contestable (Robert, 2011), d'autant plus lorsqu'elles concernent les forêts. Véritable « or vert » (Roche et De Koninck, 2002), ces dernières revêtent en effet un « caractère stratégique » au Viêt Nam (Mellac, 2000). Dès lors, les plantations apparaissent au centre d'enjeux forts, notamment en lien avec le développement rural. Au-delà du Viêt Nam, sur la scène internationale, elles sont au cœur de controverses, derrière lesquelles se dissimulent des représentations qui ont été questionnées par l'intermédiaire d'un questionnaire en ligne. Ce dernier a été défini dans le cadre d'un programme de recherche mené en 2018-2019 grâce au soutien de la MSH Val de Loire : le projet Reforesté (« Représentations et réalité des forêts plantées »), qui a associé une équipe internationale et interdisciplinaire. Le questionnaire, mis en ligne, comportait 150 questions, générales et surtout ciblées sur les plantations à croissance rapide, portant sur leurs différentes caractéristiques, leurs avantages et inconvénients, leurs propriétaires, leurs aspects économiques, les activités susceptibles d'y être conduites et les changements et mesures à envisager pour l'avenir. Défini par l'ensemble de l'équipe-projet, dans le but de constituer le point de départ de la réflexion conduite dans le cadre d'un séminaire, il nécessitait un temps de réponse d'environ 40 minutes. Malgré cette contrainte, 205 questionnaires ont été complétés. Les résultats acquis sont aussi mobilisés dans le cadre de cet article. Les points de vue ainsi collectés sont partagés et, pour certains, les plantations apparaissent comme une solution durable.

## 2. LES PLANTATIONS FORESTIÈRES COMME SOLUTION DURABLE FACE AUX BESOINS CROISSANTS EN BOIS, DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Aujourd'hui, le développement durable ne peut s'envisager sans prendre en compte le changement climatique déjà en cours, plus largement les changements globaux qui affectent particulièrement les pays tropicaux. Le changement climatique engendre une augmentation des phénomènes extrêmes (tempêtes, inondations ou, à l'inverse, sécheresses...) et des événements tragiques qui les accompagnent. Mais ces aléas sont aussi favorisés par la dégradation de l'environnement, imputable à une exploitation non raisonnée des ressources : en l'occurrence, les pays tropicaux sont particulièrement concernés par le recul des forêts. Dans ce contexte, les plantations forestières sont présentées comme une solution, notamment par leurs défenseurs. Les exemples sont nombreux dans l'actualité ; les campagnes en faveur de la plantation des arbres se multiplient. On peut par exemple mentionner le cas du moteur de recherche Ecosia qui affirme que, « pour chaque recherche effectuée, vous contribuerez à la plantation d'arbres », mettant en avant le « nombre d'arbres déjà plantés par les utilisateurs d'Ecosia »<sup>5</sup>. On peut aussi rappeler la mise en avant des plantations dans les objectifs de développement durable définis par l'ONU, en l'occurrence dans celui se rapportant aux écosystèmes terrestres (fig. 1). Certains États se lancent ainsi des défis et c'est à qui battra le record d'arbres plantés en une journée : après l'Inde en 2017, avec ses 66 millions d'arbres plantés en 24 h, c'est au tour de l'Éthiopie de « pulvériser » le record, en juillet 2019, avec plus de 360 millions d'arbres plantés en 12 h ; ce record apparaît toutefois « peu vraisemblable » pour certains : « *le chiffre annoncé par le gouvernement éthiopien laisse sceptique les spécialistes et l'opposition* »<sup>6</sup>. Toujours est-il que les actions en faveur des plantations se multiplient :

« D'autres pays se sont aussi lancés dans ces plans de reboisement massif : l'Australie veut faire pousser un milliard d'arbres d'ici 2050 et l'Inde s'est engagée à reverdir 95 millions d'hectares de forêts avant 2030. Sans oublier les nombreux programmes de compensation carbone : des entreprises qui choisissent de planter des arbres ou de protéger des forêts pour réduire l'impact de leurs émissions. » (Le Gentil, 2019)<sup>7</sup>.

L'objectif serait de « planter des arbres pour sauver la planète » « *car les arbres font figures de super-héros face au réchauffement climatique* » (ibid.).

Qu'en est-il au Viêt Nam, qui, lui, a lancé ses grands programmes de plantation dès les années 1990 ? En 1998 est en effet instauré le Programme 661, qui vise alors à boiser cinq millions d'hectares d'ici 2010. Cela permet-il au pays de s'inscrire dans une démarche de développement durable, qui pourrait bénéficier à l'architecture locale ?

Les plantations forestières apparaissent d'abord comme un moyen d'augmenter rapidement la superficie forestière, d'autant plus si elles sont formées d'espèces à croissance rapide : le Viêt Nam en est un exemple emblématique puisqu'il est désormais un des rares pays de la zone intertropicale à voir sa superficie forestière progresser, alors qu'il faisait plutôt figure de « mauvais élève » en Asie du Sud-Est en 1990 : il occupait alors la dernière position, au regard de la part de son territoire couverte de forêts (17 % d'après De Koninck, 1998), parmi les pays de la région (Robert, 2019). Les premières plantations étaient peuplées de pins et d'eucalyptus mais ceux-ci ont bien vite été supplantés par les acacias (*A. auriculiformis*, *A. mangium* et désormais presque exclusivement leur hybride) : en 2000, ils peuplaient déjà 29 % des plantations de la province de Thua Thiên Huê en peuplement monospécifique, pourcentage grimpa à 47 % en y ajoutant les peuplements mélangés (Amat et al., 2010 ; Robert, 2011). Ce sont là des espèces à

<sup>5</sup> <https://www.ecosia.org/?c=fr>, consulté le 17/10/2019.

<sup>6</sup> [https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/ethiopie/350-millions-darbres-plantés-en-12-heures-le-peu-vraisemblable-record-ethiopien\\_3569473.html](https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/ethiopie/350-millions-darbres-plantés-en-12-heures-le-peu-vraisemblable-record-ethiopien_3569473.html), consulté le 17/10/2019.

<sup>7</sup> Le Gentil A., 2019, « Planter des arbres pour sauver la planète ? Pas toujours une bonne idée », *Le Journal du Dimanche*, <https://www.lejdd.fr/Societe/planter-des-arbres-pour-sauver-la-planete-pas-toujours-une-bonne-idee-3914391>.



croissance rapide et, quelques années seulement après la plantation, leurs sujets offrent déjà un couvert arboré, là où ne s'étendaient le plus souvent que des savanes.

Par là, même les plantations forestières offrent la possibilité de stocker rapidement du carbone, de manière provisoire si le bois est utilisé comme combustible mais plus durable s'il l'est pour la construction : elles sont ainsi un moyen d'atténuer le changement climatique, étant entendu que des différences existent selon les espèces et selon l'âge des ligneux. Notre questionnaire montre que cette idée est assez largement admise : 85 % des répondants affirment que les plantations contribuent au stockage du carbone, au moins légèrement ; 8 % considèrent toutefois qu'ils n'y contribuent pas du tout et 7 % ne savent pas. Cette idée est mise en avant par la filière bois forêt, comme l'ONF en France, pour qui un arbre de 5 m<sup>3</sup> peut absorber 5 tonnes de CO<sub>2</sub><sup>8</sup>, ou bien par la FAO [Ciesla, 1997] qui, en 1997, notait qu'un « *certain nombre d'études ont été effectuées pour estimer la surface forestière requise pour compenser les émissions de CO<sub>2</sub>* » et reprenait celle de R. Sedjo et A. Solomon (1989), selon laquelle « *l'accroissement actuel du carbone atmosphérique pourrait être piégé pendant environ 30 ans dans à peu près 465 millions d'ha de plantations forestières* », ce qui nécessiterait « *une augmentation de plus de quatre fois la surface actuelle des plantations dans le monde* » [Ciesla, 1997]. La nécessité de planter des forêts se justifierait donc, d'autant qu'une autre étude était convoquée par la FAO, celle de Grainger (1990), et elle allait dans le même sens : « *la plantation de 20 millions d'ha par an commençant en 1990 permettrait une absorption de carbone égale à la contribution actuelle nette par an du CO<sub>2</sub> d'ici à l'an 2020* » [Ciesla, 1997]. Pourtant, d'autres auteurs soulignent que l'« *effet de fixation de CO<sub>2</sub>* » par les plantations forestières est « *relativement réduit* », à la manière de P. Riou-Nivert [2005] qui nous rappelle que les forêts, « *en absorbant le CO<sub>2</sub> par photosynthèse et en le*

*stockant dans le bois, puis dans le sol, sont des pièges à carbone. Il faut bien sûr pour cela que la quantité de CO<sub>2</sub> fixée soit supérieure à celle rejetée par la respiration, la minéralisation de l'humus et la décomposition du bois mort* ». Ainsi la forêt ne stocke-t-elle que 53 % du carbone terrestre, dont 20 % pour la forêt tropicale, et elle « *n'absorbe que 20 % des 8 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> émis annuellement par l'homme* » [ibid.]. Pour cet auteur, ce sont en fait les différentes conférences internationales qui, depuis celle de Rio, ont joué un rôle dans la volonté des États de fixer du CO<sub>2</sub> dans les « *puits de carbone* », « *dont le principal accessible à l'homme est la forêt cultivée* » et « *la politique de fixation du carbone en forêt a été à nouveau dynamisée au niveau international suite à la convention sur le climat de Kyoto en 1997 [Chaudron, 2002]* » [ibid.] ; il en résulte l'engouement pour les plantations relevé précédemment, toujours d'actualité, mais aussi des limites liées aux possibilités de crédits d'émission : « *le système a été accusé de perversion et d'encouragement au néocolonialisme* » [ibid.].

Dans un contexte de changement climatique, l'intérêt des plantations forestières est aussi de permettre une adaptation plus rapide des forêts à ce changement en cours. En effet, stockant du carbone, les forêts apparaissent comme un moyen d'atténuer le changement climatique mais elles sont aussi impactées par ce changement : comme souligné précédemment, est attendue une modification de l'aire de répartition des espèces, dont celles qui peuplent les forêts ; localement, certaines seront alors amenées à disparaître au profit d'autres, qui s'installeront. Mais ces modifications spécifiques prennent du temps et le rythme d'adaptation spontanée des espèces sera probablement plus lent que celui du changement climatique. Dès lors, les plantations, qui plus est celles peuplées d'espèces à croissance rapide, peuvent permettre une adaptation plus rapide. Ainsi, H. Jactel [2019] évoque-t-il la « *migration assistée* », à laquelle le recours pourrait être accru,

car permettant une « *adaptation à long terme [des forêts secondaires] aux stress produits par le changement climatique* ». L'auteur évoque alors, « *en Europe, la transplantation vers le Nord de provenances d'arbres issues du Sud de l'aire naturelle des essences de reboisement [où elles ont pu depuis des millénaires s'adapter à la sécheresse]* ». Mais l'Europe n'est pas seule impactée par le changement climatique et, dès lors, cette solution apparaît tout aussi envisageable dans les pays tropicaux, pour faciliter l'adaptation des forêts. Cette solution passe par les plantations qu'il s'agit dès lors de promouvoir (*ibid.*).

Dans le contexte de changement climatique, l'intérêt des plantations forestières est palpable et il est double, en termes de stockage du carbone et d'adaptation. Les plantations apparaissent ainsi comme une solution à long terme mais elles peuvent aussi s'inscrire dans une logique de développement durable, dans la mesure où elles fournissent des ressources économiques, ce qui intéresse particulièrement l'architecture puisqu'elles peuvent offrir alors des matériaux de construction issus de ressources renouvelables et qui sont recyclables. Les plantations sont même avant tout perçues comme des formations végétales remplissant un objectif économique : au Viêt Nam, elles sont appelées « forêts économiques » et, en France, des enquêtes menées par ailleurs auprès de touristes<sup>9</sup> ont montré qu'ils les percevaient avant tout comme des forêts « industrielles », destinées uniquement à produire du bois. Notre questionnaire le confirme dans une certaine mesure puisque 98 % des répondants considèrent que les motivations des propriétaires sont économiques (88 % le pensent fortement ; 10 % légèrement) ; surtout 52 % d'entre eux jugent que les motivations ne sont pas du tout environnementales (40 % pensent tout de même qu'elles le sont légèrement). En termes de production, c'est avant tout celle de la pâte à papier qui est avancée (92 % des répondants, dont 82 % jugent

qu'elles y contribuent fortement) et elle est suivie de très près par celle du bois de chauffe (91 %, dont 71 % fortement) et finalement celle du bois d'œuvre (80 %, dont 50 % fortement) ; pour ces trois productions, relevant d'apports économiques, les pourcentages sont bien plus importants que pour ceux qui concernent les apports que l'on pourrait qualifier d'environnementaux, qui étaient proposés dans le questionnaire (stockage de carbone et abaissement de la pression sur les forêts spontanées étant ceux qui ont obtenu les pourcentages les plus élevés de réponses positives, avec respectivement 52% et 51 %).

Nos recherches menées au Viêt Nam confirment que les plantations offrent des ressources renouvelables aux populations locales. Ici, elles offrent avant tout du combustible : que les plantations leur appartiennent ou qu'elles soient la propriété des autorités forestières, les villageois y collectent le bois de chauffe dont ils ont besoin, dès la troisième année après la plantation. Ils renoncent ainsi à se rendre dans les savanes où ils prélevaient jusque-là ce bois, d'autant que celles offrant ce dernier, les savanes buissonnantes et arbustives, se sont de plus en plus éloignées des villages, au profit des savanes herbeuses – qui sont aujourd'hui toutes ou presque plantées d'acacias. Dans les plantations, le bois prélevé est surtout celui des basses branches qui doivent être coupées. La collecte y est plus aisée et les quantités prélevées peuvent ainsi être supérieures, ce qui autorise alors la vente d'une partie du bois. Les plantations génèrent ainsi des revenus. Mais ceci se vérifie surtout pour les propriétaires qui, six ans seulement après la plantation, peuvent vendre le bois des arbres plantés, dans le cas des acacias hybrides aujourd'hui prédominants, pour ne pas dire omniprésents dans les plantations de la province de Thua Thiên Huê. Ce bois était auparavant surtout destiné à la fabrication de pâte à papier (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011) ; il est aujourd'hui, de plus en

<sup>9</sup> Enquête menée dans la Région Centre-Val de Loire, le long de la « Loire à Vélo », dans le cadre du projet « Du peuplier pour l'avenir » (financé par le ministère de l'agriculture), et qui fera l'objet d'une publication ultérieure. Notons qu'elle portait plus spécifiquement sur les peupleraies.

plus, utilisé pour produire des copeaux, plus largement pour l'ameublement (y compris donc en mélaminé). Les plantations peuvent aussi être source de bois d'œuvre, même si cela est moins vrai pour celles formées d'espèces à croissance rapide, qui ne peuvent offrir qu'un bois de faible qualité. Au Viêt Nam, par le passé, a été encouragée la plantation d'*A. auriculiformis* : après 10-15 ans, les sujets pouvaient être exploités en vue d'utiliser le bois pour la construction, même si celui-ci n'est qu'un bois d'œuvre de faible qualité. Il en était de même des eucalyptus, aussi promus dans un premier temps. L'objectif de l'essor des plantations était d'ailleurs pour le pays de devenir autosuffisant en pâte à papier mais aussi de réduire les importations de bois d'œuvre [Amat *et al.*, 2010] – ces dernières s'étaient imposées en raison des restrictions mises en place quant à l'exploitation des forêts spontanées. Dans un tel contexte, les plantations peuvent apparaître comme un moyen de détourner les populations locales de l'exploitation des forêts spontanées, en complément d'une législation coercitive, offrant le bois dont ces populations ont besoin. Les statistiques officielles vietnamiennes semblaient abonder en ce sens puisque, à l'essor des plantations, correspondait une progression de la surface des forêts spontanées : le lien de cause à effet était toutefois mis en doute car un temps de réponse entre la plantation et l'augmentation des forêts spontanées aurait dû apparaître – l'explication pouvait être alors à chercher dans les travaux d'aide à la régénération, toujours avec un doute [*ibid.*]. Mais les données récentes tendent à contredire cet avantage possible des plantations, du moins dans le cas du Viêt Nam, puisqu'il semblerait que, même si des différences apparaissent entre les provinces, les forêts spontanées continuent de régresser, de manière générale, malgré la très forte progression des plantations forestières et l'augmentation de la superficie forestière engendrée en conséquence. Peut-être aurait-il fallu continuer d'encourager dans ce pays celles formées

par d'autres espèces qui offrent du bois d'œuvre [comme *A. auriculiformis* ou les eucalyptus] car c'est l'exploitation de ce bois qui génère des déboisements – le bois de chauffe étant collecté dans les savanes, s'il ne l'est pas dans les plantations – et qui est susceptible de répondre aux besoins en matière d'architecture.

L'inscription dans la durabilité des forêts se pose aussi en termes de gestion. En ce domaine, la garante de la durabilité est censée être la certification forestière. Mais, bien qu'établie à l'origine pour préserver les forêts tropicales qui apparaissaient particulièrement menacées, elle néglige en fait ces dernières ; analysant la cartographie de cette certification, M. Tsayem Demaze (2008) pointe une discrimination spatiale, au détriment de ces forêts qui se révèlent marginalisées. La certification forestière dévoile ainsi ses premières limites qui se renforcent par ailleurs, notamment en raison de sa connotation marchande [Tsayem Demaze, 2011]. Le fondement scientifique du lien entre gestion durable et certification n'est pas établi ; des recherches sont nécessaires pour évaluer l'efficacité de cette dernière, son impact environnemental, social et économique et pour comprendre pourquoi elle peine à se développer en zone tropicale [Tsayem Demaze, 2010]. Pour autant, c'est vers cette voie que s'oriente aujourd'hui le Viêt Nam, pour démontrer que ses forêts, dont ses plantations, sont gérées durablement : en 2016, le ministère de l'Agriculture et du Développement rural avait ratifié un projet de gestion durable des forêts et de certification forestière pour la période de 2016-2020, avec l'objectif « *d'accroître, sur l'ensemble du pays, les surfaces forestières certifiées afin de les porter à 500.000 ha en 2020* »<sup>10</sup>. En août 2007, seules 138 entreprises vietnamiennes étaient certifiées, bien plus qu'en 2005 où elles n'étaient que 60 et "*the number is continually increasing*" [FTA, 2006].<sup>11</sup> Toutes ces entreprises détiennent le même certificat, celui de la chaîne de contrôle du FSC, seul label

<sup>10</sup> <https://www.lecourrier.vn/le-vietnam-sengage-dans-la-gestion-durable-des-forets/231092.html>, consulté le 19/10/2019.

<sup>11</sup> FTA [Forest and Trade Asia] (2006), Certification in Vietnam, <http://www.forestandtradeasia.org/guidance/Vietnam/English/41/129/>, consulté le 30/10/2006.

qui était actif au Viêt Nam, jusqu'en 2006 du moins (*ibid.*), et moins de 10 000 ha de plantations d'acacias et d'eucalyptus, appartenant à la coentreprise japonaise *Quy Nhon Forest Plantation Limited Company*, étaient alors concernées. Certifiées ou non, les plantations forestières offrent des ressources renouvelables, qui limitent les émissions de CO<sub>2</sub>, et qui, utilisées par l'architecture, permettent d'inscrire cette dernière dans une démarche durable ; en l'occurrence :

« *Le bois peut aussi remplacer des matériaux dont la fabrication est très énergivore : une fenêtre en aluminium « coûte » en énergie 20 fois plus qu'une fenêtre en bois ; 1 tonne de béton « coûte » 0,8 t de CO<sub>2</sub> de plus que son équivalent en bois, si bien qu'une maison tout béton consomme 2 à 3 fois plus d'énergie qu'une construction en bois (Bossy et al., 1994 ; Roul, 2002) »* (Riou-Nivert, 2005).

C'est là une autre forme du combat engagé contre l'effet de serre, sous l'impulsion des conférences internationales, qui consiste en la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (*ibid.*) – la première qui a été mentionnée englobant les actions en faveur de la fixation du CO<sub>2</sub>. Dans tous les cas, il va sans dire que mieux vaut que ces matériaux proviennent des plantations plutôt que de forêts spontanées car le risque est sinon qu'ils concourent au recul des forêts tropicales, qui, soumises aux pressions anthropiques, ont déjà connu une forte régression ; pour autant, pour que cela demeure exact, la condition *sine qua non* est que ces plantations ne remplacent pas des forêts spontanées. Là est en effet une des critiques portées contre celles-là ; plus largement, leur intégration paysagère pose problème.

### 3. UNE INTÉGRATION PAYSAGÈRE QUI POSE PROBLÈME : LES PLANTATIONS FORESTIÈRES AU CENTRE DE CONTROVERSES

Promouvoir les plantations forestières suppose de les intégrer dans les paysages, de réfléchir à la manière de construire ces derniers, en prenant en compte les implications et surtout les avis de chacun, qui peuvent être opposés, dans l'objectif de trouver des compromis. En effet, les plantations forestières engendrent des modifications paysagères fortes, d'autant plus lorsque les surfaces concernées sont aussi importantes qu'au Viêt Nam : à Thua Thiên Huê, elles s'étendent à perte de vue, surtout dans la région des collines, de plus en plus dans les montagnes aussi. De manière générale, des critiques, parfois virulentes, sont formulées à l'encontre des plantations forestières et elles apparaissent ainsi au centre de controverses, voire de conflits. En l'occurrence, interrogées sur la contribution des plantations forestières à l'attrait exercé par les paysages, 36 % des personnes qui ont complété notre questionnaire en ligne ont répondu négativement ; 60 %, positivement, dont 46 % jugeant toutefois que la contribution n'est que légère. Notons que 35 % les trouvent belles ; 43 % y sont indifférents ; 22 % les considèrent comme laides – le premier pourcentage s'abaisse dans le cas de plantations par espèce à croissance rapide. L'attrait paysager s'explique notamment par le caractère géométrique des plantations, lié à l'alignement de leurs arbres, qui peut être apprécié, jugé esthétique autant que décrié. S'il est décrié, c'est notamment parce qu'il confère aux plantations un caractère « contre-nature ». L'alignement peut en effet être aussi synonyme d'artificialité ; 52 % des répondants considèrent ainsi ces formations végétales comme artificielles ; 42 % comme semi-naturelles et 6 % comme naturelles. Dès lors, certains défendent l'idée que les plantations forestières ne peuvent être considérées comme des forêts, s'apparentant plus à des cultures – cela concerne

26 % des répondants, une majorité les considérant comme un entre-deux, entre forêts et cultures. En conséquence, il serait erroné d'affirmer qu'elles contribuent à l'augmentation de la superficie forestière. Mais les critiques ne s'arrêtent pas là. On évoque aussi, entre autres, une menace pour la biodiversité (voir *infra*) ou bien encore l'appauvrissement des sols, ce qui est en fait davantage pointé par nos répondants – à cette proposition-ci, un plus grand nombre de répondants ont jugé la contribution des plantations élevée, plus que pour la menace pour la biodiversité et l'enlaidissement des paysages.

Au Viêt Nam, des chercheurs occidentaux ont dénoncé les plantations forestières, invoquant d'autres raisons mais qui sont en fait liées. Ils y voyaient la preuve d'une préoccupation plus financière qu'environnementale de la part des autorités qui les encourageaient. Tel est le cas, par exemple, de G. M. Mellac (1997) qui soulignait :

*« La lente augmentation des plantations, que l'on constate depuis près de 20 ans ne peut pas être attribuée à une volonté de protection de l'environnement de la part du gouvernement et des organismes internationaux. Les plantations monospécifiques [...] réalisées à des fins industrielles, continuent en effet à dominer et traduisent bien plus les faveurs accordées à la réalisation de certains objectifs économiques ».*

D'autres auteurs dénoncent plus largement la politique forestière qui se met en place à partir des années 1990 dans le pays. Le « renouveau » qu'elle initie ne traduirait pas une réelle prise de conscience des effets néfastes de la déforestation mais plutôt une mise en conformité avec les idées véhiculées sur la scène internationale. Ainsi, Y. Roche et R. de Koninck (2002) dénoncent cette nouvelle orientation comme répondant à la « nécessité de présenter aux bailleurs de fonds internationaux l'image d'un pays cherchant à protéger son « or vert », faute de quoi certaines sources de financements étrangers se tariraient ». La priorité donnée aux forêts plantées

équiennes monospécifiques d'espèces à croissance rapide, constituant même le volet majeur de cette politique forestière (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011), semble plaider pour cette seconde option : la valeur financière primerait sur la valeur écologique. Les deux auteurs, Y. Roche et R. de Koninck (2002), abondent d'ailleurs dans ce sens, portant un regard critique sur ces formations végétales, puisqu'ils considèrent qu'au regard de :

*« La forte proportion de forêt replantée qui se trouve être peuplée de bambous ou, à l'instigation des ONG australiennes, d'eucalyptus, on ne peut qu'être sceptique sur la qualité de cette forêt replantée, très pauvre au plan de la biodiversité et donc n'ayant rien en commun avec la forêt ombrophile ».*

Derrière les propos de G. M. Mellac (1997) ou de Y. Roche et R. de Koninck (2002), on perçoit que c'est le caractère monospécifique et donc uniforme qui pose problème et alimente la critique contre ces formations végétales. Plus largement, au-delà du seul cas vietnamien, les plantations forestières sont considérées comme dénaturant les paysages et contraires à la biodiversité. Artificielles, elles seraient à l'opposé de ce qu'est la nature ; dans le Val de Loire, les peupleraies ont ainsi pu être considérées comme étant « contre-nature » (Génin et Yengué, 2010). Il est vrai qu'avec leurs arbres alignés, identiques – car équiennes et monospécifiques –, elles contrastent avec les forêts spontanées, surtout celles tropicales, marquées par une très forte diversité spécifique. C'est aussi pour cette raison que certains considèrent qu'elles ne sont pas des forêts. On note toutefois que Y. Roche et R. de Koninck (2002) parlent, eux, de « forêt replantée ». Les plantations d'acacias du Viêt Nam constituent un cas extrême en la matière puisque les sujets sont essentiellement des hybrides (*A. auriculiformis* x *A. mangium*) : ce sont de véritables clones obtenus en pépinière par multiplication végétative, plus précisément par bouturage, alors que, pour les peupliers en France

par exemple, les recommandations sont de varier les cultivars, au moins tous les 5 ha ; l'enjeu est en fait aussi sanitaire (voir *infra*). Dans tous les cas, une certaine biodiversité peut caractériser ces plantations, même si elles sont monospécifiques : il s'agit de la biodiversité associée, qui va se rapporter à la végétation qui croît en sous-étage ou en bordure, à la faune susceptible de fréquenter ces boisements ou bien encore aux micro-organismes du sol. Bien entendu, cette biodiversité sera fonction de la manière dont la plantation est entretenue : plus la gestion sera extensive, plus la biodiversité associée sera importante. Cela suppose de limiter les actions anthropiques sur le sol et la végétation spontanée, de limiter la coupe de cette dernière, y compris de celle présente en sous-étage, de laisser des arbres morts et/ou des haies autour de la parcelle, etc.

Les plantations peuvent devenir plus problématiques pour la biodiversité, lorsqu'elles constituent une menace pour cette dernière. C'est le cas lorsqu'elles viennent remplacer des forêts spontanées. De telles dérives peuvent exister, même si les autorités forestières tentent le plus souvent de les empêcher. Tel est le cas au Viêt Nam aujourd'hui, où, en théorie du moins, seules les terres savaniques peuvent faire l'objet de plantations d'arbres appartenant à des espèces à croissance rapide. Pour autant, par le passé, aux premières heures de l'essor des plantations, ces dernières ont pu être réalisées sur des terres couvertes par des formations végétales plus denses, en voie de reconquête forestière. Surtout, peut se poser un problème d'invasion par les acacias (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011 et 2019). En effet, « *des acacias sont parfois visibles dans les savanes voisines de plantations* » (Robert, 2019). Certes, « *héliophiles, ces sujets ne peuvent coloniser que des savanes herbeuses à buissonnantes et non des forêts* » (*ibid.*) mais ils pourraient venir freiner, voire empêcher, la reconquête par des espèces locales. Certes, aujourd'hui, les savanes ont largement disparu, au moins dans la province de Thua Thiên Huê : elles ont toutes, ou

presque, déjà fait l'objet de plantations. Mais qu'en sera-t-il lorsque les Vietnamiens souhaiteront s'orienter vers d'autres espèces et/ou vers d'autres formes d'occupation des sols ? La question se pose dans la mesure où, après exploitation, la parcelle est bien vite colonisée par une multitude de plantules, d'autant plus si l'on procède à la mise à feu de la végétation, ce qui est courant dans ce pays, comme souvent en zone tropicale, pour supprimer le couvert végétal et permettre ainsi le changement d'occupation des sols. L'Afrique du Sud y est aujourd'hui confrontée, à l'heure où elle songe à réduire la surface des plantations forestières au profit de la reconquête spontanée : des opérations de reconversion sont conduites au profit de la conservation de la nature, notamment dans la région de la Garden Route (Pauw, 2009). Ici ce sont des pins mais aussi des acacias, dont *A. mangium* qui était auparavant privilégié au Viêt Nam. Certes, l'acacia hybride, qui est désormais planté dans ce pays-ci, est peut-être moins invasif que son parent, l'*A. mangium*, mais la question doit être posée et la vigilance, être de mise. D. M. Richardson *et al.* (2015) le soulignent aussi de manière générale pour l'Asie du Sud-Est : "*The massive extent of recent plantings of Australian Acacia species in South-east Asia is therefore likely to result in large-scale invasions unless proactive management is implemented*".

La monospécificité des plantations n'est pas seulement dommageable à la biodiversité ; elle l'est aussi pour les plantations elles-mêmes. En effet, en raison de cette uniformité, ces dernières se révèlent être plus vulnérables aux aléas tels que les tempêtes, les incendies (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011 et 2019), qui sont pourtant amenés à se multiplier avec le changement climatique. Cette plus grande vulnérabilité s'explique par le comportement identique des arbres. Ainsi, en saison sèche, les plantations d'acacias, certes moins inflammables que les pineraies, sont parfois dévastées par les incendies. Les causes sont souvent anthropiques mais la propagation des incendies s'explique par un

moindre taux d'humidité des sols sous plantations que sous forêts spontanées et par ce comportement identique des arbres. Cette dernière raison explique aussi la plus grande vulnérabilité des boisements monospécifiques face aux maladies et pullulations d'insectes : les surfaces concernées sont alors d'autant plus importantes et, dans le cas du Viêt Nam, si cette menace se vérifiait, elle pourrait ruiner les efforts de plantation consentis jusque-là et porter un coup fatal à la filière bois-forêt. Enfin, les acacias se révèlent aussi particulièrement fragiles face aux tempêtes, nombreuses dans la région. Ils sont alors déracinés ou étêtés. Le bois peut toutefois alors être récupéré. Par ailleurs, il est à noter que les acacias hybrides résisteraient mieux aux vents violents grâce à un système racinaire plus profond que celui des espèces parentes (Le Dinh Kha, 2009). Mais il importe de prendre en compte le fait que ce type d'aléa est aussi amené à se renforcer à l'avenir, en termes de force et de récurrence, avec le changement climatique qui favorise les événements extrêmes. Il en est de même des incendies, devenant plus récurrents, avec la hausse des températures, tout comme des pullulations d'insectes et maladies qui semblent profiter du changement en cours. La vigilance s'impose donc d'autant plus.

Une autre limite que l'on peut pointer concernant les plantations forestières, est le risque accru d'érosion des sols et des glissements de terrain, lié au mode d'exploitation (Amat *et al.*, 2010 ; Robert, 2011 et 2019). En effet, au Viêt Nam, les plantations d'acacias sont exploitées par coupes rases en saison sèche, laissant la parcelle à nue pendant plusieurs mois : la coupe survient entre janvier et août et la replantation n'est menée qu'à la fin de la saison humide, souvent en décembre pour un taux de réussite optimum.

Tout ceci amène à relativiser la prise en compte des plantations forestières comme moyen d'inscrire les formations végétales des pays tropicaux dans la durabilité et, par là même, l'architecture qui pourrait recourir au bois de construction.

#### 4. CONCLUSION

Les plantations forestières apparaissent au centre de controverses, décriées par les uns, appréciées par les autres. Dans les deux cas, des arguments en faveur de la protection de l'environnement sont avancés. Pour les défenseurs, il ne fait aucun doute que les plantations forestières peuvent servir le « *développement durable des pays tropicaux* », ce que souligne B. Locatelli *et al.* (2003). Il est vrai qu'elles offrent des ressources aux populations locales, en bois de chauffe, parfois en bois d'œuvre aussi et elles sont susceptibles de leur procurer des revenus dans un temps relativement court, six ans seulement pour les acacias hybrides du Viêt Nam. Elles sont ainsi susceptibles de détourner les populations de l'exploitation des forêts spontanées. Plus généralement, elles peuvent permettre de répondre, au moins partiellement, aux besoins croissants en bois et constituent, pour l'architecture, une ressource renouvelable et recyclable. Mais il faut aussi que l'exploitation de cette ressource soit durable, pour inscrire pleinement l'architecture dans la durabilité. La certification apparaît comme la garante en la matière mais elle révèle aussi ses limites. Des voies d'amélioration sont peut-être alors à imaginer, en considérant le contexte local. Ces améliorations devront prendre en compte les changements en cours, dont le changement climatique. Dans ce cadre, l'intérêt pour ces formations végétales se renforce : elles sont encouragées car apparaissant comme un moyen de stocker du CO<sub>2</sub> ; elles le sont aussi, dans une moindre mesure, pour faciliter la migration des espèces végétales, une migration qui sera moins aisée et plus lente si elle se fait spontanément. Mais,

dans le même temps, l'intégration paysagère de ces plantations pose problème et c'est là que se dévoilent surtout les controverses ; belles ou laides, forêts ou cultures : les avis sont partagés et les oppositions, parfois virulentes. On en dénonce un objectif plus économique qu'environnemental et on y voit une menace pour la biodiversité. Les défenseurs argueront qu'il existe une biodiversité associée. Mais il est vrai que ces plantations sont constituées d'arbres identiques et ce sont aussi elles-mêmes qu'elles rendent ainsi plus vulnérables face à des aléas qui sont amenés à se multiplier avec le changement climatique. Le danger est que ces plantations remplacent des forêts spontanées. Plus encore, certaines espèces à croissance rapide, introduites, peuvent se révéler invasives et, à l'image de ce qui se produit en Afrique du Sud, la conversion risque de poser problème au Viêt Nam, lorsqu'elle sera envisagée. Il n'en demeure pas moins que les plantations forestières peuvent être un moyen de protéger les ressources forestières locales, de préserver l'environnement et de promouvoir, par là même, le développement économique local, à condition toutefois que leur essor soit accompagné d'une législation limitant dans le même temps l'exploitation des forêts spontanées et que leur insertion dans les paysages soit encadrée, afin de limiter les conflits liés, de trouver des compromis entre défenseurs et opposants. Formées d'espèces susceptibles d'offrir du bois d'œuvre, elles pourraient participer, par là même, à inscrire l'architecture tropicale dans la durabilité, puisque pouvant dès lors, mobiliser des ressources locales et renouvelables. Pour H. Jactel (2019), « booster les programmes de plantation forestière, via des aides incitatives » est un objectif à atteindre, y compris en France, mais :

*« Une condition majeure à la réussite [...] est cependant l'abandon des monocultures d'arbres (comme les grandes plantations d'eucalyptus au Portugal) au profit de plantations mélangées, car certaines associations d'essences, bien raisonnées, sont à la fois plus productives en biomasse et plus résistantes aux attaques d'insectes ravageurs. »*

L'avantage pourrait aussi être une amélioration de l'intégration paysagère des plantations. Au regard des réponses obtenues à notre questionnaire, des mesures sont nécessaires pour améliorer les plantations et celle qui ressort va dans le sens d'une plus grande diversité puisqu'il s'agit d'encourager l'agroforesterie. Mais il n'est pas sûr que les acteurs de la filière bois-forêt y soient favorables. Cette solution ne pourra probablement pas s'imposer mais elle est une option à envisager parmi d'autres, renvoyant à un accroissement de la multifonctionnalité des espaces qui tend à être promue et relève des changements globaux.



## BIBLIOGRAPHIE

- AKNIN A. *et al.*, « Environnement et développement – quelques réflexions autour du concept de “développement durable” », dans Martin, J.-Y. (dir.), *Développement durable ? Doctrines, pratiques, évaluations*, IRD éditions, Bondy, 2002, p. 51-71.
- AMAT J.-P., PHUNG TU'U B., ROBERT A. et TRAN HU'U N., “Can fast-growing species form high-quality forests in Vietnam, examples in Thua Thiên-Hue province”, *Bois et forêts des tropiques*, n° 305 (3), 2010, p. 67-76, [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_305\\_67-76.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_305_67-76.pdf).
- BOSSY A. *et al.*, « La forêt française et l'accroissement de l'effet de serre », *Revue forestière française*, vol. XLVI, n° 3-1994, 1994, p. 201-222.
- BRUNDTLAND G. H., *Our common future*, Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford et New York, 1987, 383 p.
- CARON P. et CHATAIGNER J.-M., *Un défi pour la planète. Les objectifs de développement durable en débat*, IRD éditions, Bondy, 2017, 480 p.
- CHAUDRON A., « Le protocole de Kyoto et les puits de carbone », *Forêts de France*, n° 451, 2002, p. 37-39.
- CIESLA W. M., *Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier: aspects généraux*, étude FAO Forêts 126, FAO, Rome, 1997, 139 p.
- CURT T., *Conséquences du réchauffement climatique sur le risque incendie de forêts*, note pour la Commission du Développement Durable et l'Aménagement du Territoire, audition à l'Assemblée nationale le 27 octobre, [http://www2.assemblee-nationale.fr/static/15/commissions/CDD/2017.09\\_note\\_lrstea\\_impactCC\\_Feux\\_de\\_for%C3%AAAt\\_VF.pdf](http://www2.assemblee-nationale.fr/static/15/commissions/CDD/2017.09_note_lrstea_impactCC_Feux_de_for%C3%AAAt_VF.pdf), 2017, 4 p.
- De KONINCK R., « La logique de la déforestation en Asie du Sud-Est », *Les Cahiers d'Outre-Mer*, n° 204 : « Déforestation en Asie du Sud-Est », 1998, p. 339-366.
- De MARSILY G. et SOUSSANA J.-F., « Avant-propos », *Les cahiers de l'ANR*, n° 7 : « Environnement et Changements Globaux : des aléas à la vulnérabilité des sociétés ».
- DURAND F., 1994, *Les forêts en Asie du Sud-Est : Recul et exploitation, le cas de l'Indonésie*, L'Harmattan, Paris, 2013, 411 p.
- GENIN A. et YENGUE J. L., « De quelques enjeux forestiers en Touraine : Nature, Paysage, Patrimoine et Territoire », dans Galochet M. et Glon E. (dir.), *Des milieux aux territoires forestiers – Mélanges en l'honneur de Jean-Jacques Dubois*, Artois Presses Université, Collection Géographie, 2010, p. 183-198
- Géoconfluences, *Changement environnemental global, changements globaux*, <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/changements-globaux>, 2017
- Géoconfluences, *Développement durable*, <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/developpement-durable>, 2004
- GRAINGER A., *Modelling the impact of alternative afforestation strategies to reduce carbon dioxide emissions*, Proceedings “Tropical forestry response options to climate change”, Sao Paulo, Brésil, US EPA, 1990, p. 93-104.
- GSO (General Statistics Office), *Statistical yearbook of Vietnam 2006*, Ha Noi, Statistical Publishing House, 2007, 804 p.
- JACTEL H., « Nous ne sommes pas condamnés à la “forestagie” », *The conversation*, <https://theconversation.com/nous-ne-sommes-pas-condamnes-a-la-forestalgie-125076>, 2019
- KEENAN R. J. *et al.*, “Forest ecology and management dynamics of global forest area: results from the FAO global forest resources assessment 2015”, *Forest Ecology and Management*, vol. 352, 2015, p. 9-20.

LE DINH KHA, *The role of Acacia Hybrids in the Reforestation Program in Vietnam*, Research Centre for Forest Tree Improvement - Forest Science Institute of Vietnam, 2009. <http://www.acacia-world.net/html/vietnam.html>, consulté le 22/02/2009.

LOCATELLI B. et al., « Les plantations forestières au service du développement durable des pays tropicaux ? », dans FAO, *La forêt, source de vie : XI<sup>e</sup> Congrès forestier mondial*, 21-28 septembre, Québec, Canada, 2003, 9 p.

MAURAND P., *L'Indochine forestière*, Gouvernement général de l'Indochine, Institut des Recherches agronomiques et forestières de l'Indochine, Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoi, 1943, 254 p.

MELLAC G. M., *Des forêts sans partage : Dynamique de l'espace et utilisation de ressources dans un district de montagnes au Nord Viêt Nam*, Thèse, sous la direction de G. Rossi, Académie de Bordeaux, Université M. Montaigne - Bordeaux III, 2000, 579 p.

MELLAC G. M., « L'état et la forêt au nord Vietnam », *Les Cahiers d'Outre-Mer*, Bordeaux - Talence, n° 50 (197), « Environnement et développement », 1997, p. 27-42.

PAUW J., *Challenges to sustainability in the Garden Route: Water, Land and Economy*, Nelson Mandela Metropolitan University, 2009, 55 p.

POULAIN C., *La forêt face au réchauffement climatique*, INRA, <http://www.inra.fr/Grand-public/Rechauffement-climatique/Tous-les-dossiers/Forets-et-rechauffement-climatique>, 2012

RIOU-NIVERT P., *Les résineux. Tome II : écologie et pathologie*, Institut pour le développement forestier, 2005, 447 p.

RICHARDSON D. M. et al., "Australian acacias as invasive species: lessons to be learnt from regions with long planting histories", *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, vol. 77, Issue 1: Sustaining the Future of Acacia Plantation Forestry, 2015

ROBERT A., « Les milieux forestiers : une diversité menacée », dans PIERDET C. et SARRAUTE E. (dir.), *L'Asie du Sud-Est. Une géographie régionale*, CAPES / Agrégation, Ellipses, Paris, 2019, p. 169-185.

ROBERT A., « Menaces sur les forêts vietnamiennes : guerre, pratiques post-guerre et plantations », *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, n° 96-1 | 2019 : « Forêts menacées, forêts protégées », coordonné par M. Hotyat et M. Galochet, 2019, p. 5-20, <https://journals.openedition.org/bagf/4432>.

ROBERT A., *Dynamiques paysagères et guerre dans la province de Thua Thiên Hue (Viêt Nam central), 1954-2007 - Entre défoliation, déforestation et reconquêtes végétales*, Thèse de doctorat soutenue le 3 décembre, sous la direction de J.-P. Amat, Université Paris-Sorbonne 1, 2011, 172 p. + Atlas (159 p.).

ROCHE Y. et De KONINCK R., « Les enjeux de la déforestation au Vietnam », *Vertigo*, vol. 3, n° 1, 2002, <http://journals.openedition.org/vertigo/4113>.

ROUL G., « Plan bois-construction-environnement : une possible évolution pour la filière bois », *Forêts de France*, n° 452, 2002, p. 41-43.

SEDJO R. et SOLOMON A., *Climate and forests*, Document préparé en vue de l'atelier sur le contrôle et l'adaptation à l'effet de serre (juillet 1988), EPA et NAS, Washington 1989

TSAYEM DEMAZE M., *Géopolitique du développement durable. Les États face aux problèmes environnementaux internationaux*, Presses Universitaires de Rennes, 2011, 228 p.

TSAYEM DEMAZE M., « Les mécanismes émergents de réduction ou d'évitement de la déforestation : quelle contribution à la mitigation du changement climatique ? », *ESO Travaux et Documents*, Espaces et Sociétés - UMR 6590, 2010, p.15-20.

TSAYEM DEMAZE M., « Les forêts tropicales en marge de la certification forestière », *Bois et forêts des tropiques*, n° 295 (2), 2008, p. 83-98.

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION D'AMÉLIE ROBERT**  
**« CONSTRUIRE LES PAYSAGES AVEC DES PLANTATIONS FORESTIÈRES :**  
**UNE SOLUTION CONTROVERSÉE EN FAVEUR DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LES PAYS TROPICAUX »**

**Serge Briffaud, Professeur, ENSAP, Bordeaux**

On voit toute la complexité de cette question du boisement pour constituer des puits de carbone ; certaines photos montrent que c'est un désastre pour la biodiversité. Ce qu'on est censé gagner d'un côté, on est en train de le perdre de l'autre. On voit des scénarii équivalents à La Réunion, avec des plantations plus anciennes de cryptomerias. C'est un désastre pour la biodiversité dans les Hauts, mais c'est l'ONF qui l'a fait. Votre travail s'inscrit dans un ensemble de recherches faites actuellement dans les sciences humaines et sociales sur les politiques menées au nom du changement environnemental global en particulier au niveau forestier. Il y a aussi l'exemple voisin de Madagascar qui est tout à fait édifiant. Avec les mêmes questions qui se posent et avec une perception de ce qu'est la forêt qui diverge très largement, si on voit ce qu'en disent les ONG, les populations locales... notamment avec la question de savoir si les forêts usagères, les forêts pâturées, les forêts utilisées par les populations locales doivent être considérées comme des forêts ou pas. À Madagascar, dans les cartographies de certaines ONG, ces forêts-là n'apparaissent même pas, et donc ne sont pas comptabilisées dans les statistiques. Vos statistiques sont-elles aussi sujettes à des interprétations ?

**Amélie Robert**

Oui effectivement la prise en compte de ces forêts dans les statistiques est vraiment sujette à débat. Certains vont dire qu'il faut les intégrer, car ce sont des forêts et qu'elles offrent du bois. D'autres diront qu'à l'inverse ce n'est pas comparable à la forêt spontanée. Qu'on ne peut pas comparer ces plantations mono-spécifiques avec de la forêt tropicale dense marquée par la biodiversité. Je voulais souligner le danger que peuvent représenter ces plantations forestières par rapport à la biodiversité, le danger c'est vraiment le risque d'invasion. C'est ce qui a dû se passer ici à La Réunion. Ce danger est complètement passé sous silence au Vietnam, on ne parle pas du danger que représentent les plantations d'acacias. Pourtant, j'ai constaté qu'à proximité des plantations, on voyait des acacias qui allaient coloniser les zones de savanes. Ceci dit, il s'avère qu'aujourd'hui les savanes ont disparu, car elles ont cédé la place à des plantations. Je pense que le danger est réel, notamment si le Vietnam veut changer d'occupation des sols, ça posera un gros problème car même la mise à feu va favoriser la germination des acacias. Le problème se pose aussi en Afrique du Sud avec l'une des espèces d'acacias qui était aussi plantée au Vietnam. L'Afrique du Sud est confrontée à ces acacias et ne sait pas comment faire pour « relaisser » au développement de la végétation spontanée, ces zones qui ont été plantées.

308 // COMMUNICATION

**David ENON**, designer, chercheur associé au Laboratoire Art, Paysage, Insularité (APilab)  
 École Supérieure d'Art de La Réunion,  
 enseignant titulaire  
 École Supérieure d'Art et de Design – Tours – Angers – Le Mans (ESAD TALM)

## **MINERAL ACCRETION FACTORY : LA MER COMME USINE NOUVELLE UN MODE ALTERNATIF DE PRODUCTION AVEC UN IMPACT POSITIF SUR L'ENVIRONNEMENT**



*Premier prototype de mobilier en accrétion minéral - M.A.F. -  
 1 an après sa mise à l'eau au large de l'île de Gili trawangan  
 en Indonésie.  
 Photo : Foued Kaddachi / 2013*

*Mineral Accretion Factory* est un projet de recherche en design. Il propose un mode de production à impact positif sur l'environnement. Ce mode de production peut se décliner à différentes échelles : objet, mobilier, éléments constructifs pour l'architecture jusqu'à l'aménagement du territoire, principalement en bord de mer. Nous verrons comment il s'accorde avec son environnement écologique, social et politique et en quoi il est particulièrement adapté aux zones littorales en milieu tropical et notamment au contexte insulaire.

*Mineral Accretion Factory* utilise le principe d'accrétion minérale développé pour les récifs artificiels Biorock. Ce principe de récifs artificiels vise à aider au développement des récifs coralliens et participe de la préservation du littoral.

Le principe consiste en l'immersion, d'une structure en acier (squelette d'objet) reliée à une source électrique basse tension (bouée munie de panneaux solaires ou d'éolienne). Une réaction électrochimique s'enclenche et l'objet s'auto-génère dans un matériau issu des minéraux de l'océan.

La production d'objet par accrétion minérale permet de réaliser des objets et des formes plastiques au sein d'un dispositif naturel, sans usine, avec un dispositif technique simple (*low-tech*), dans une économie de gestes et de moyens, en accord avec un rythme de production biologique (*slow-tech*), tout en participant à la préservation de la faune et de la flore (récifs coralliens).

## 1. DU RÉCIF ARTIFICIEL COMME USINE DE PRODUCTION NOUVELLE

### 1.1 – L'inquiétante disparition des coraux

Les coraux, petits animaux de la famille des cnidaires, vivent en colonies, majoritairement dans les mers chaudes. Ils ont comme propriété de fabriquer leur exosquelette, calcaire et dur, et de former ainsi des récifs. Les récifs coralliens occupent à peine 0,1 % de la surface des océans (soit 1,2 % des plateaux continentaux), et abritent une biodiversité exceptionnelle aux fonctions écologiques essentielles. Ils offrent un panorama sans pareil de la vie sous-marine : coraux, poissons, raies, tortues, requins, plus de 25 % de la biodiversité marine mondiale y évolue ; de très nombreuses espèces en dépendent. Les récifs coralliens jouent un rôle très important dans l'absorption du CO<sub>2</sub>. S'il est d'usage de dire que la forêt amazonienne est le poumon de la Terre, c'est l'océan qui est le plus grand puits de carbone. L'océan absorbe le carbone de l'atmosphère et contribue à la diminution du taux de CO<sub>2</sub> ; près de 50 % de l'absorption de CO<sub>2</sub> est assimilé via le plancton, les poissons et les coraux.

Les récifs coralliens forment généralement des lagons qui jouent le rôle de zones tampons entre le large et la côte, qu'ils protègent de l'érosion des vagues quand il ne s'agit pas d'ouragans. Toute une partie de la population littorale et insulaire dépend directement des récifs. L'essentiel de la production alimentaire et des revenus issus de la pêche et du tourisme balnéaire en est issu. Les coraux, espèce protégée très fragile, sont extrêmement sensibles au réchauffement climatique. Dans les zones où la mer est la plus chaude, si la température de l'eau augmente de 1 °C sur une période un peu trop longue, le corail blanchit, et si elle augmente de 2 °C, il meurt<sup>1</sup>. Le corail est aussi sensible à l'acidification des eaux

de l'océan, phénomène en corrélation avec le réchauffement climatique. En 1998, l'augmentation d'amplitude d'*El Niño*<sup>2</sup> également liée au réchauffement climatique a eu des conséquences désastreuses. Au-delà des feux de forêt, pluies diluviennes, inondations, tornades, tempêtes de neige, etc., des centaines de kilomètres de récifs coralliens ont péri. En mars 2016, 93 % de la grande barrière de corail<sup>3</sup> était touchée par le blanchissement. Si la sensibilité des coraux au réchauffement climatique est vérifiée, l'homme reste néanmoins l'un des plus grands destructeurs de récifs. Certains modes de pêche au chalut, au cyanure ou à la dynamite par exemple, déciment les récifs. Les barrières sont aussi détruites pour ouvrir des accès en bateau à des complexes hôteliers en bord de mer.

### 1.2 – Les récifs artificiels

Les récifs artificiels ont été conçus pour réparer les dommages créés par l'homme. Selon la définition de l'*Ifremer*<sup>4</sup> donnée en 2000, ils désignent « des structures immergées volontairement dans le but de créer, protéger ou restaurer un écosystème riche et diversifié. Ces structures peuvent induire chez les animaux des réponses d'attraction, de concentration, de protection et, dans certains cas, une augmentation de la biomasse de certaines espèces ». Le principe est simple : il suffit d'observer comment la faune et la flore investissent une épave. Les récifs artificiels constituent un moyen de lutter contre la désertification de zones des fonds marins trop sollicitées par l'homme ou abîmées par la pollution. Ils permettent également de préserver le littoral, de limiter l'érosion des côtes et minimiser les migrations de sable autant que de réparer les dommages causés par des aménagements peu scrupuleux. Il existe différentes formes de récifs artificiels : épaves (bateaux, bus, tanks et tout autre véhicule encom-

<sup>1</sup> Une donnée qui permet de mieux saisir les enjeux du débat concernant l'accord sur la tolérance au réchauffement entre 1,5° et 2° lors de la COP 21.

<sup>2</sup> *El Niño* est à l'origine un courant océanique. Phénomène climatique singulier, il se traduit par une hausse anormale de la température à la surface de l'eau (10 mètres environ) dans la partie Est de l'océan Pacifique Sud. Il est synonyme d'inondations et de sécheresses records sur une grande partie du globe.

<sup>3</sup> La grande barrière de corail – 2600 kilomètres – est située au large de l'Australie, elle a été déclarée patrimoine mondial de l'UNESCO en 1981.

<sup>4</sup> Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

brant], agencements de pneus usagés etc. Sous prétexte de préserver les fonds marins et le littoral, des abus ont été commis. Certaines interventions allaient jusqu'à ressembler à des décharges sous-marines. C'est *a posteriori* que la toxicité de certaines opérations s'est révélée. De nouvelles préconisations ont été faites : les objets servant de récifs artificiels doivent désormais être conçus dans des matériaux inertes.

En France, les systèmes de récifs artificiels développés sont pour la plupart composés de masses de béton, plus ou moins organisées et structurées. Ce sont souvent des principes assez lourds à mettre en œuvre et en place. La mise à l'eau de pièces de béton nécessite d'importants moyens de manutention. Et si le béton est un matériau inerte, il n'en reste pas moins une matière étrangère au milieu marin, dont les quantités immergées sont ici colossales.

### 1.3 – Les récifs artificiels Biorocks



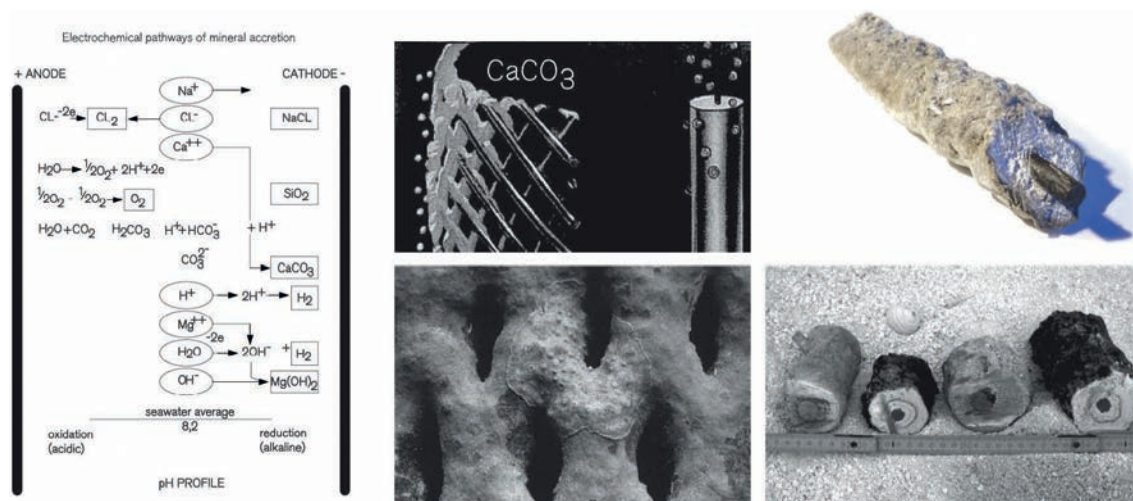
Récif artificiel Biorock au large de l'île Gili Trawangan en Indonésie.  
Photo : Foued Kaddachi / 2013

Les récifs artificiels Biorocks naissent de la rencontre entre Thomas J. Goreau et Wolf Hilbertz. Thomas J. Goreau est docteur, chercheur en biogéochimie<sup>5</sup>. Ses recherches traitent de l'impact du changement climatique, de la pollution et de nouvelles maladies dans les récifs coralliens des Caraïbes, de l'océan Indien et du Pacifique. Ses travaux récents portent sur la restauration des récifs coralliens, la mariculture et la protection du littoral<sup>6</sup>. Wolf Hilbertz<sup>7</sup> (1938-2007), architecte et biologiste, a développé de nombreux projets d'architecture prospective comme *Autopia Ampere* [Auto + Utopie + Ampère], qui s'inscrit dans un travail de recherche autour des concepts de *cybertecture* et de *Responsive Environnement* qu'il a développé au sein du *Responsive Environnement Laboratory* ainsi qu'au *Symbiotic Process Laboratory*, laboratoires de recherches qu'il a successivement fondés. Même si ces projets architecturaux n'ont jamais été réalisés, ils s'appuient sur un principe constructif concret : l'accrétion minérale.

<sup>5</sup> La biogéochimie est la discipline scientifique qui traite de la transformation et du devenir de la matière, notamment de la matière organique et des éléments majeurs (C carbone, N azote, P phosphore, S soufre, etc.) dans la biosphère, par l'effet des processus biologiques, chimiques et géologiques. <https://www.aquaportal.com/definition-4861-biogeochemie.html>.

<sup>6</sup> Ses recherches sur la question se trouvent rassemblées dans l'ouvrage *Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration*, Thomas J. Goreau & Robert Kent Trench [dir.], CRC press, 2013.

<sup>7</sup> Une partie de ses écrits et recherches sont disponibles sur le site internet [www.wolfhilbertz.com](http://www.wolfhilbertz.com).



Formule de la réaction électrochimique de l'accrétion minérale.  
Schéma de représentation du dépôt de carbonate de calcium sur la structure d'acier (cathode).  
Échantillons d'accrétion minérale autour d'un fer à béton.  
Image : David Enon



De petites bulles d'Hydrogène se forment autour de la structure. Elles témoignent du bon fonctionnement du dispositif d'accrétion minérale.  
Photo : Foued Kaddachi / 2013

L'accrétion minérale est une réaction d'oxydoréduction en milieu marin. Les réactions d'oxydoréduction sont des réactions chimiques usuelles très utilisées. Elles consistent en un échange d'électrons entre deux électrodes (généralement métalliques) dans une solution aqueuse. Elles permettent par exemple, de dorer des boutons métalliques ou des porte-clés. Un courant de faible tension (2 à 6 volts) circule entre deux électrodes : la cathode et l'anode.



La cathode est composée d'une structure en acier, généralement du fer à béton, matériau à bas coût utilisé partout dans le monde. L'anode, quant à elle, est constituée d'une petite quantité de grillage de titane, matériau technique plus difficile à trouver dans le commerce. Une fois les électrodes immergées et le courant activé, la réaction chimique démarre. Le carbonate de calcium  $[CaCO_3]$  présent dans la mer, ce même calcaire avec lequel le corail fabrique son exosquelette, se dépose sur la cathode. Ce dépôt obtenu par la réaction électrochimique, protège immédiatement le fer à béton de la corrosion. Ensuite, lentement, la matière s'agglomère sur la structure et durcit. En trois ans, avec une base en fer à béton d'environ 10 millimètres de diamètre on obtient un matériau composite de 30 à 40 millimètres de diamètre. La structure est alors stabilisée, il n'est plus nécessaire de l'alimenter en courant. Thomas J. Goreau comprend que l'on peut construire des récifs artificiels grâce à ce dispositif.

Structures légères, matériaux peu coûteux et largement disponibles, mise en œuvre facile : il n'est plus nécessaire de jeter à la mer des tonnes de béton.

Le biologiste et l'architecte définissent les principes du système de récifs artificiels Biorock. Ils peaufinent le système d'accrétion minérale au service d'un nouveau type de récifs artificiels. À défaut de construire des habitats sous-marins pour l'homme, ils définissent les principes de cités pour poissons, crustacés, coraux, anémones, et tout autre élément de la faune et la flore subaquatique.

Les récifs Biorock peuvent être construits sur une plage investie comme atelier de production temporaire. Il suffit d'un accès au courant électrique pour brancher un poste à souder à l'arc. Une pince coupe boulon dite « monseigneur » ou une meuleuse pour découper les fers et des griffes pour les tordre et les façonner suffisent à construire les structures de base du récif Biorock.

Ces structures ne demandent pas une précision particulière, et sont rapidement fabriquées.

Elles sont légères et faciles à manipuler par deux ou trois personnes. Elles peuvent aisément être hissées sur de modestes embarcations pour être acheminées sur le site d'implantation.

Les structures sont mises à l'eau avec des plongeurs ou un système de bouées. Les plongeurs vont ensuite aux abords des récifs naturels récolter des coraux détachés des récifs mais encore en vie. Ils les rapportent et les attachent avec un simple fil de fer sur les structures fraîchement immergées. La cathode est prête. L'anode, fabriquée de quelques dizaines de centimètres carrés de grillage de titane roulé, est placée à proximité. Les deux électrodes sont ensuite raccordées à une source de courant électrique basse tension. Le courant peut être tiré d'une échoppe de bord de mer, raccordé à l'éclairage public ou issu d'un groupe électrogène.

Les récifs sont rarement éloignés de plus de quelques dizaines de mètres de la côte et immergés par 3 à 10 mètres de fond. Dans le cas d'implantation dans une zone dépourvue de réseau électrique, on utilise des bouées munies de panneaux solaires ou d'éoliennes. Les électrodes connectées, la réaction s'enclenche. Des bulles d'hydrogène se forment autour de la structure. Elles témoignent du bon fonctionnement du dispositif. Au bout de quelques heures, la structure en fer à béton est recouverte d'une pellicule de calcaire blanchâtre. Les poissons investissent instantanément le récif. En quelques mois la structure est gé-

néreusement enrobée mais la matière ajoutée reste fragile. Les coraux s'installent et se développent. Il faut attendre plusieurs mois pour que le dépôt calcaire durcisse et devienne un matériau résistant.

Au départ souple et fragile, la structure devient plus résistante que le béton armé.

Le faible courant électrique qui parcourt la structure en fer à béton concentre le carbonate de calcium : il permet de renforcer la structure du récif mais il est aussi nécessaire à la construction de l'exosquelette du corail et stimule sa croissance. La croissance du corail s'y réalise trois à cinq fois plus vite. Les observations montrent que de nombreuses espèces de la flore marine telles que les posidonies<sup>8</sup>, s'y développent aussi plus rapidement.

#### MINERAL ACCRETION FURNITURE PROCESS



Maquettes échelle 1/10<sup>e</sup> de préfiguration du process  
Mineral Accretion Factory  
Image : David Enon 2011

## 2. DE MINERAL ACCRETION FURNITURE A MINERAL ACCRETION FACTORY



Maquette échelle 1/1 du dispositif M.A.F. pour une table avant immersion.

[Squelette de table en fer à béton + câble et électrode + plateforme solaire flottante]

Photo : David Enon / 2011

La construction d'objets par accretion minérale ouvre le champ des possibles. En dessinant des éléments en fer à béton et en grillage tels de fragiles squelettes, des mobiliers à venir peuvent prendre corps. Pour ce faire, il suffit de considérer l'échelle et l'usage, anticiper l'agglomération du carbonate de calcium et jouer de la dimension organique et aléatoire du procédé. S'inspirer du système Biorock pour produire du mobilier demande en effet, de penser l'intégralité du processus : du dessin de l'objet jusqu'à son utilisation après la sortie de l'eau. Tout comme les récifs, on peut imaginer immerger des squelettes d'objets, dans un endroit où la mise en place est bénéfique, de les brancher et d'y bouturer du corail. Deux à trois ans plus tard, on obtient du mobilier résistant aux contraintes d'usage. On peut alors sortir le mobilier de l'eau. Afin d'éliminer les micro-organismes, figer l'objet et anéantir l'odeur marine, il suffit de le passer sous un jet d'eau à haute pression, ou l'exposer à haute température (soleil, étuve ...). Un minimum de finitions peut s'avérer nécessaire pour rectifier les surfaces utiles, aplanir les assises de chaises ou les plateaux de table par exemple. Un recouvrement de ces surfaces par un produit hydrofuge comme il est d'usage pour les marbres, granits et autres matériaux minéraux viendrait clore le traitement et augmenter sa durabilité.

<sup>8</sup> Les posidonies sont de longues algues qui ressemblent à des tagiatelles vertes.



# MINERAL ACCRETION FACTORY

The Mineral Accretion Process was invented by architect and biologist David Enon to grow construction materials from seawater.

With Enon and Dr. Thomas J. Decker - President of the Global Coral Reef Alliance - both developed the process (Enon's?) to create artificial reefs to help the coral reef restoration (around 60% of the coral died during the 20 year period). Fisheries restoration, shore protection and mangrove.

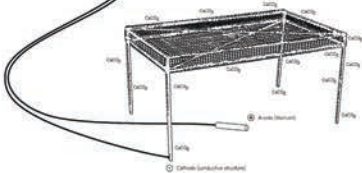
The process is based on structures made with locally available conductive material (usually metal) which is submerged. A low voltage electric power is applied between the conductive structure (cathode negative) and a piece of titanium (anode positive). Minerals crystallize from seawater onto structures.

The structure is first submerged and the calcium carbonate, while limestone (CaCO<sub>3</sub>) grow quickly on it.

The purpose of Mineral Accretion Factory is to use this low tech and slow process to create furniture and domestic objects according to a biological rhythm.



When positively charged anions and a negatively charged cathode are separated by an anion membrane (allowing positive ions to pass) and calcium ions combine with carbonate ions within the structure (diffusion) to form calcium carbonate. Substrate form and color adhere to CaCO<sub>3</sub> and grow slowly.



## PROCESS



1 / Submerging the structure



2 / Leaving the structure 2 or 3 years



3 / Drying the structure



4 / Rectifying useful surfaces

Poster explicatif du projet Mineral Accretion Factory  
Conception : David Enon 2011

Il est nécessaire d'envisager cette production selon un cycle rigoureux afin de perturber le moins possible l'écosystème. Avant de retirer un objet de l'eau, il faut réimplanter les coraux sur une nouvelle structure en fer à béton vierge. Le mode de gestion à mettre en place est à comparer à celui d'une forêt. Lorsqu'une forêt est bien gérée, le prélèvement de bois s'avère négligeable pour l'écosystème.

C'est sur l'île de Gili Trawangan dans le cadre du 8<sup>e</sup> *Indonesian Biorock reef restoration training workshop*<sup>9</sup> que je fabrique et implante le premier prototype de table et de chaise en accréation minérale.

Située en Indonésie, l'île de Gili Trawangan a un périmètre de sept kilomètres. Ses habitants<sup>10</sup> vivent de la pêche et du tourisme organisé autour de la plongée. La zone dite du « triangle d'or » dans laquelle se trouve l'île est un « spot » de renommée internationale. On y mesure l'une des plus grandes biodiversités sous-marines planétaires. Pour la préserver, un dialogue s'est engagé entre les plongeurs et les pêcheurs. À chaque plongée effectuée à Gili, cinq dollars sont prélevés et redistribués à l'association des pêcheurs. En échange, ces derniers se doivent de respecter un mode de pêche traditionnel. Dans la continuité, de nombreuses initiatives écologiques ont été mises en place, comme une politique de disparition des sacs plastiques, la mise en place de bouées d'amarrages, ou un aménagement des fosses septiques. Fait rare sur des territoires pauvres, la question écologique se pose, se traite et se partage dans un investissement rentable et concerté.

Ce contexte s'est avéré propice au développement d'un tel projet. Cette expérience a permis de conforter les hypothèses du projet et développer les connaissances nécessaires à la maîtrise du processus de fabrication de récifs artificiels Biorock *in situ*. À ce jour, table et chaise sont encore immergées. Elles pourraient être sorties de l'eau. Mais elles restent, pour l'instant, les témoins de la première étape du projet.



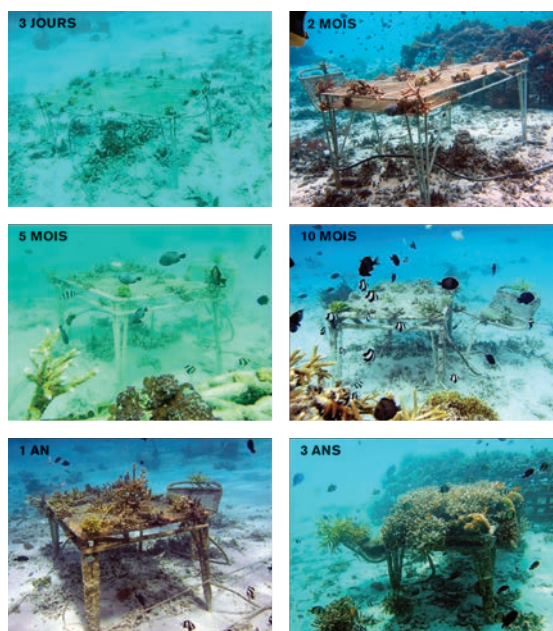
Atelier de construction de récifs artificiels sur la plage de Gili Trawangan. Réalisation d'un squelette de table. Photos : David Enon 2012

<sup>9</sup> L'obtention de l'*allocation de soutien pour le développement d'une recherche artistique* du Centre National d'Arts Plastiques obtenue en 2012, a permis la participation au workshop mené par Thomas J. Goreau et Delphine Robbe.

<sup>10</sup> Autour de 1500.



Immersion du squelette de table et implantation de corail  
Photos : David Enon 2012



Évolution du premier prototype M.A.F. au large de l'île de Gili trawangan – Indonésie  
Photos : David Enon

C'est sur l'île de La Réunion que le projet se développe depuis 2016. Un projet de recherche est engagé avec l'ESAR<sup>11</sup>, Kélonia, l'ESAD TALM<sup>12</sup> et le FRAC Réunion.

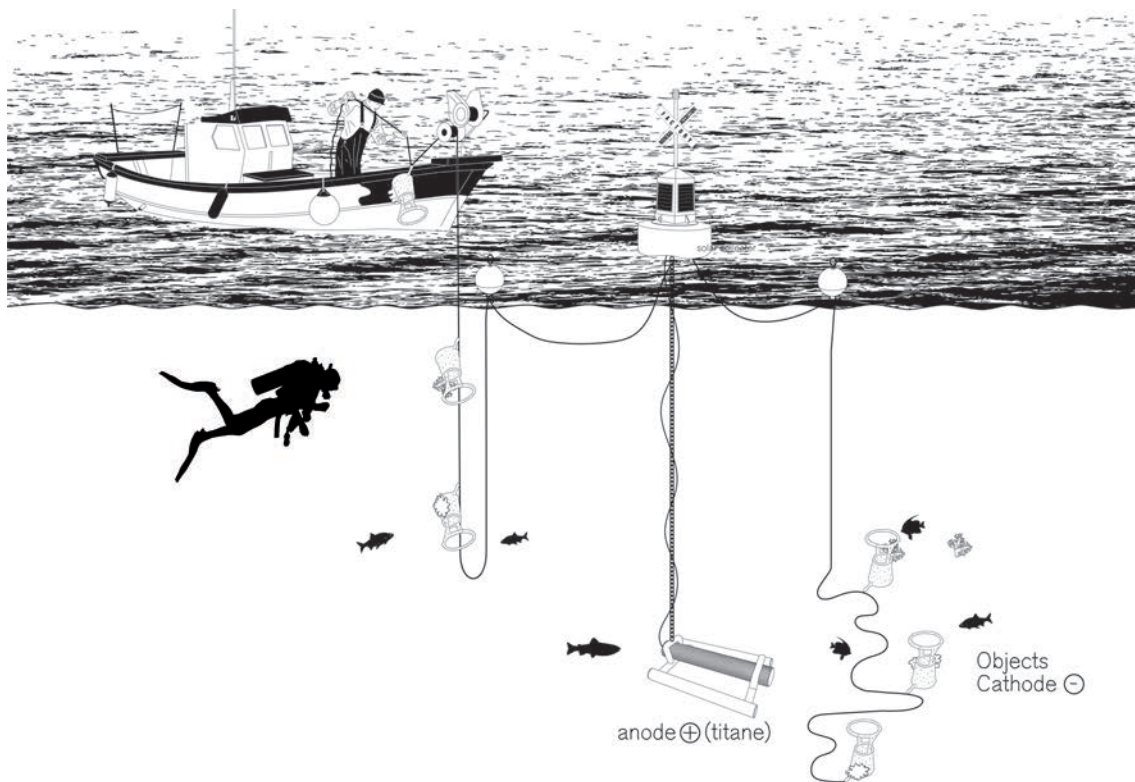
L'objectif est d'engager le principe de *Mineral Accretion Furniture* vers la mise en place d'une unité de production sous-marine opérationnelle : *Mineral Accretion Factory*.

La première tentative de production tangible d'objets s'est mise en place dans les bassins de Kélonia à Saint-Leu. Kélonia est à la fois un aquarium, un musée et un centre de recherche, d'intervention et de soins consacré aux tortues marines. C'est un lieu privilégié d'expérimentation. Ses bassins en bords de mer, dont l'eau est renouvelée continuellement par des pompes, proposent des conditions idéales, dignes d'un laboratoire prévu à cet effet, pour lancer les premières productions. Deux sessions de *workshop* en 2016 et 2017, avec des étudiants de l'ESAR, ont offert l'occasion de lancer les premiers tests en immergeant les premiers objets. Deux architectures pour tortues conçues et réalisées avec les étudiants ont aussi été immergées dans ses bassins. Les résultats des premiers tests s'avèrent positifs. Le premier objet opérationnel créé *in situ*, un banc, a été sorti de l'eau en mars 2019. La production d'une première série de bancs pour l'aménagement des espaces extérieurs de Kélonia est en passe d'être lancée. Ces objets, une fois produits, seront utilisés à quelques mètres de leur lieu de production.

À ce jour, l'ensemble des expériences menées a permis de valider une première étape d'opérationnalité du projet en attendant la mise en place prochaine de l'unité de production en mer.

<sup>11</sup> École Supérieure d'Art de La Réunion

<sup>12</sup> École Supérieure d'Art et de Design – Tours, Angers, Le Mans



vernacular production  
for contemporary craftsmanship

*Production vernaculaire pour un artisanat contemporain  
Illustration : David Enon 2019*

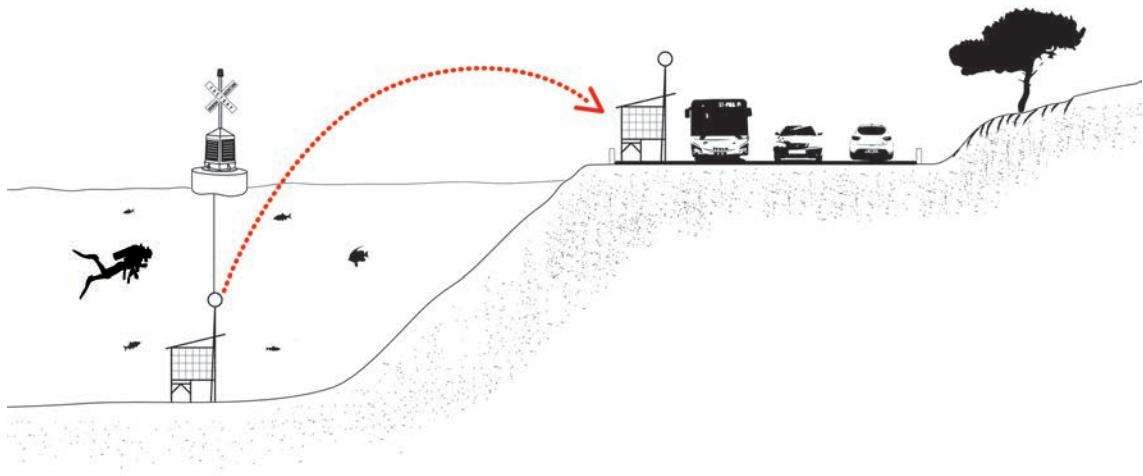
### 3. PERSPECTIVES

La production par accrétion minérale ouvre de nombreuses perspectives surtout parce qu'elle peut facilement s'adapter à des contextes et à des échelles variées, de l'objet au paysage en passant par l'architecture.

Elle permet une production à l'échelle individuelle, une autoproduction vernaculaire. Alors qu'il est formellement interdit de ramasser du corail, elle peut participer au développement d'un artisanat contemporain de bord de mer, tourné vers la production d'objets par accrétion (du presque corail) selon les mêmes logiques que celles du pêcheur qui dépose ses casiers dans l'eau et vient les récupérer ultérieurement.



*Premier prototype de banc  
produit dans les bassins de Kélonia  
Photos : David Enon 2019*



in-situ production

*Production d'objets in-situ (du mobilier de bord de mer par exemple).  
Illustration : David Enon 2019*



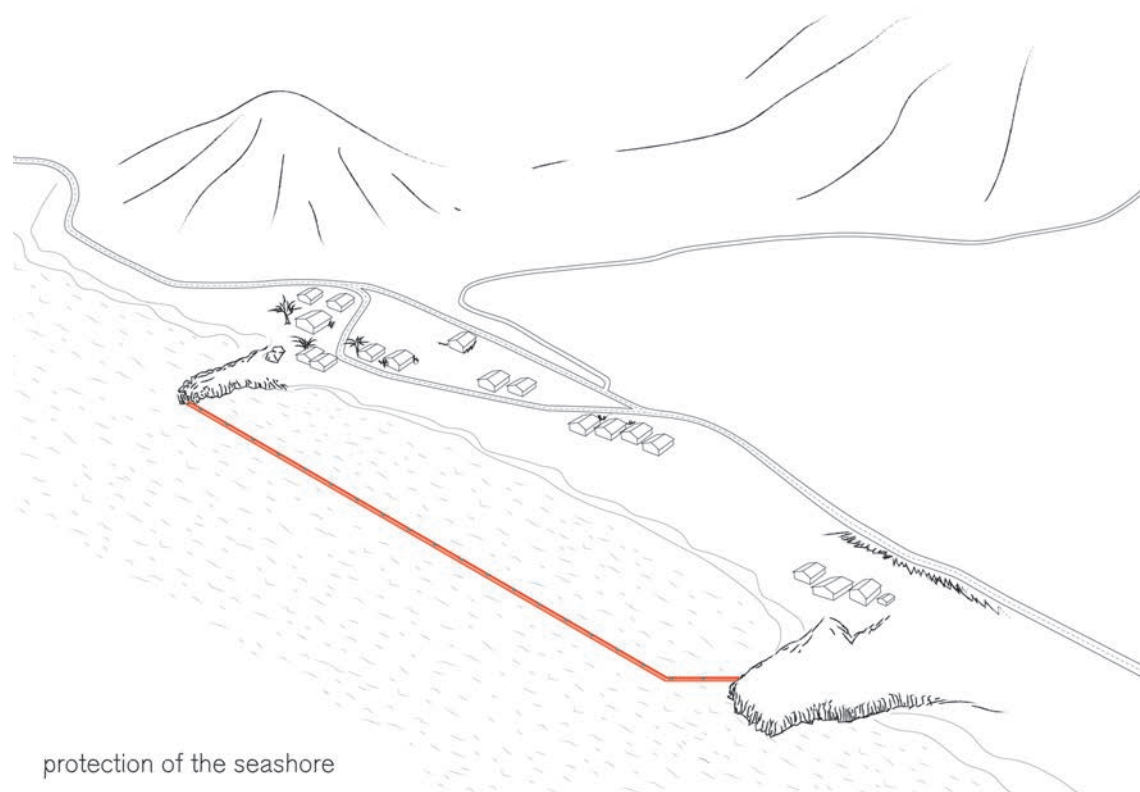
*Série d'éprouvettes en grillages de différentes trames dont le but est de comparer le développement de l'accrétion et la résistance.  
Photo : David Enon 2019*



Elle permet de produire des éléments de mobilier urbain de « bord de mer » : des bancs publics, des barrières de protection, des poubelles ou des lampadaires et des abris bus.

Il est aussi possible d'envisager la production d'éléments structurels ou des semi-produits pour l'architecture : portiques, poteaux, garde-corps, etc. qu'il sera possible d'utiliser localement. On peut aussi imaginer produire des dalles de sol, des parements ou des tuiles par exemple. Il suffit d'immerger des cadres grillagés aux formes, trames et dimensions voulues. L'accrétion minérale permet aussi d'envisager la production d'ouvrages plus conséquents, à l'échelle du paysage, tels que des digues, des ponts ou des lagons artificiels. Il faut imaginer des digues et des piles

de ponts dont il n'y aurait que le squelette, une structure filaire en fer à béton classique à mettre en place et laisser le temps faire. Simplement attendre deux à trois ans pour que l'accrétion se développe sur la structure jusqu'à atteindre la résistance souhaitée. Plus besoin d'y adjoindre les tonnes de béton normalement coulées autour du fer à béton. Il est aisé de mesurer les économies qu'il serait possible de réaliser en termes de logistique et de mise en œuvre ; une véritable économie de gestes et de moyens à l'échelle du paysage. Au-delà de cette économie, il est aussi aisé de percevoir le potentiel écologique de telles opérations. La digue ou la pile de pont deviennent des espaces poreux, des viviers potentiels prêts à accueillir faune et flore sous-marines, un contrepoint aux actuelles masses de béton immergées.



protection of the seashore

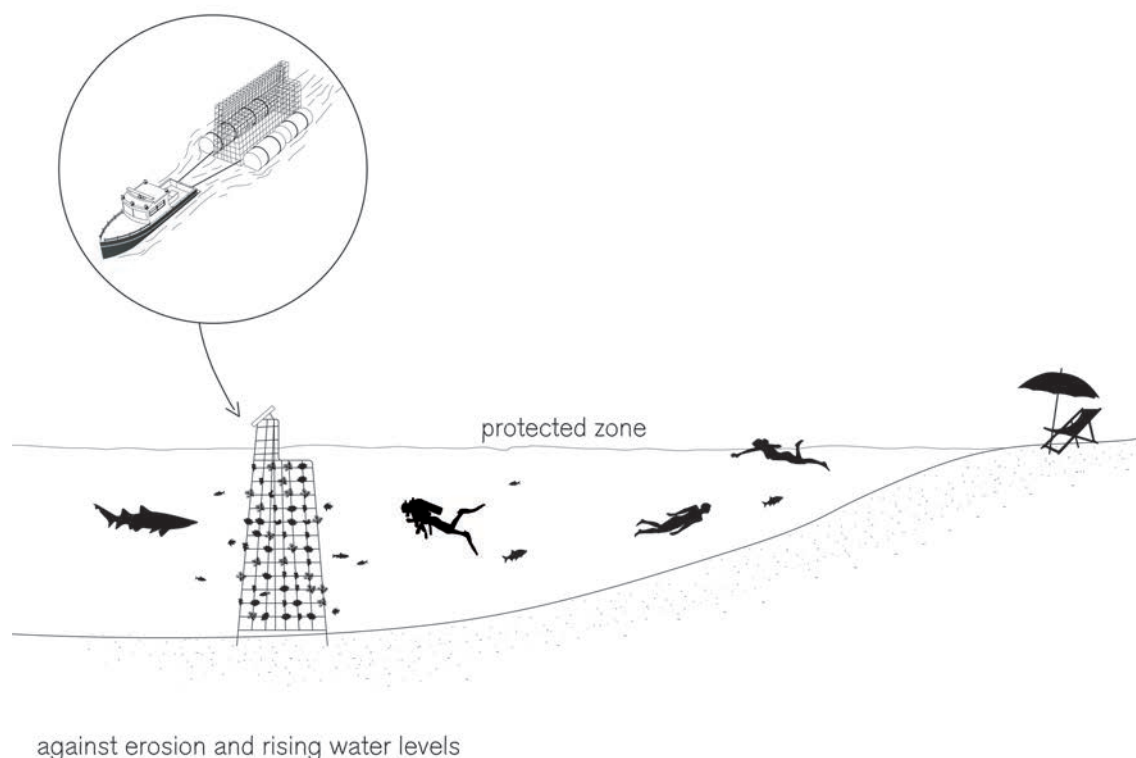
*Protection du littoral contre l'érosion la montée des eaux.  
Illustration : David Enon 2019*

Il faut aussi considérer l'économie de matière sous-jacente au dispositif. Elle peut permettre de pallier certaines contraintes du territoire insulaire, à savoir un territoire circonscrit, où la quantité et la diversité des matériaux localement disponibles sont restreintes. Les matériaux de construction sont majoritairement importés. Non seulement le coût financier dû au déplacement de telles quantités de matière est exorbitant mais la trace carbone est considérable voire catastrophique.

Au-delà de la construction de digues et de ponts, c'est aussi un moyen de construire des zones préservées comme des lagons artificiels. Des modules facilement immergeables qui dessinent des zones protégées. La taille de la trame de la structure en fer

à béton peut permettre de filtrer des espèces en fonction de leur taille et ainsi décider qui, de la faune, aura accès à cette zone préservée ou y sera protégée. L'actuelle « crise requins » à La Réunion nous permet d'envisager assez simplement l'intérêt du développement de tels aménagements.

En termes d'aménagement du territoire, l'homme se trouve dans l'urgence de réparer au plus vite ou du moins pallier les dégâts écologiques engendrés par le surdéveloppement. Réchauffement climatique, acidification des océans, surpêche industrielle... - la liste serait ici trop longue à développer - bouleversent notre rapport à la mer. Ce qui se matérialise ici par le retour des requins se matérialisera peut-être ailleurs par une invasion de méduses. Tous les scénarios, des plus utopiques aux plus dystopiques restent malheureusement possibles.



*Protection du littoral contre l'érosion, la montée des eaux.  
Illustration : David Enon 2019*

#### 4. CONCLUSION

*Mineral Accretion Factory* modifie un bon nombre de paramètres dans l'intervention du designer.

En termes de conception, un dispositif tel que celui-ci renverse la question du dessin qui ne peut plus prévaloir sur l'utilité. La structure découle d'un dessin minimum et primitif, simple squelette d'objet dont la forme finale dépend plus de l'aléatoire du processus que du dessin initial. C'est une forme de dépassement de la question du style par le *laisser faire*, une respiration nécessaire à la pratique du design.

En termes de production, le projet s'inscrit dans une logique d'appropriation de la technologie, notamment par une réduction à sa plus simple expression qu'on appelle *low-tech* (qui ne signifie pas un reniement du progrès technologique mais plutôt un usage à bon escient au regard du contexte), mais aussi dans une dimension temporelle propre qui permet d'être davantage en accord avec un rythme de production biologique des formes et de la matière que l'on pourrait nommer *slow-tech*. Considérons l'auto-génèse<sup>13</sup>. Il s'agit, à l'origine, d'une « vieille doctrine » selon laquelle des formes de vies peuvent apparaître *de novo*, sans aucune sorte d'origine. C'est une notion toujours en usage en biologie. Dans le contexte que j'évoque, il s'agit d'une genèse qui se produit sous la propre impulsion de l'organisme, sans influences extérieures. Abordée sous l'angle de la production, qu'elle soit d'architecture ou de design, l'autogénèse est une utopie. Celle d'une matière qui s'auto-génère, s'auto-organise. Le rêve d'un objet qui s'autoproduirait totalement. Une autoproduction où l'intervention de l'homme serait réduite *a minima*. Donner l'impulsion la plus petite possible et la matière s'agencerait d'elle-même tranquillement, paisiblement. Ce processus de composition *slow-tech* qui va au-delà du *low-tech*, tend vers une utopie du *no-tech*.

Si ces enjeux semblaient au départ n'être que pure utopie, *Mineral Accretion Factory* tente de s'engager modestement sur cette voie empruntant un chemin de traverse, dans la limite de son potentiel, de ses spécificités matérielles, à contre-courant de la plupart des logiques industrielles à l'œuvre.

La production par accrétion minérale s'inscrit pleinement dans une problématique de développement durable, de protection des ressources locales, de préservation de l'environnement et de développement de l'économie locale participant même à la réparation de dommages créés par l'homme. Il s'agit d'accorder toute son attention au contexte, ce qui prend tout son sens quand celui-ci est tropical et insulaire.

<sup>13</sup> Article écrit pour l'ouvrage *Les 101 mots du matériau dans le design* sous la direction de Daniel Kula, Archibooks – Paris 2014.

## BIBLIOGRAPHIE

GEEL Catherine et HALE Elizabeth (dir.), *Design. De la nature à l'environnement. Nouvelles Définitions. Design. From Nature to Environment. New Definitions.*, 2019, T&P Publishing

GOREAU J. Thomas et TRENCH Kent Robert (dir.), *Innovative Methods of Marine Ecosystem Restoration*, 2013, CRC press

GRIMAUD Emmanuel, VIDAL Denis et TASTEVIN Yann Philippe (dir.), Techniques & Culture, n°67, *Low Tech ? Wild Tech !* 2017, Éditions de l'EHESS

HILBERTZ, Wolf, *Toward cybertecture*, Progressive architecture, 1970, pp. 98-103

HILBERTZ, Wolf, *The responsive house*, 1972, The MIT Press

HILBERTZ, Wolf, 1979, *Electrodeposition of minerals in sea water : experiments and application*. IEEE journal on oceanic engineering, vol.OE-4, NO.3, 1979

KULA Daniel (dir.), *Les 101 mots du matériau dans le design*, 2014, Archibooks – Paris

Pour plus d'information :

[www.davidenon.net/MAFactory2019.pdf](http://www.davidenon.net/MAFactory2019.pdf)

> dossier de présentation *Mineral Accretion Factory*

<http://david.enon.free.fr/vrac/Mineral%20Accretion%20Furniture/>

> lien vers la page internet de présentation du projet

[davidenon.tumblr.com](http://davidenon.tumblr.com)

> Suivi du projet et actualités sur le blog de David Enon

324 // Échanges avec le public

**ÉCHANGES AVEC LE PUBLIC**  
**SUITE À LA COMMUNICATION DE DAVID ENON**  
**« MINERAL ACCRETION FACTORY : LA MER COMME USINE NOUVELLE »**

**Gaëtane Eche, architecte**

Avez-vous pu remarquer des différences dans l'accrétion de ces éléments de mobiliers en fonction des océans ou des lieux dans lesquels vous avez pu les mettre en place ?

**David Enon**

Je n'ai pas pu remarquer scientifiquement des différences majeures, car le projet a démarré en 2016 et qu'il faut 3 ans pour obtenir les premiers résultats opérationnels d'accrétion. Mais on sait que selon les eaux, selon les minéraux présents dans la mer, on va avoir des variations de couleurs. Pour l'instant je n'ai pas d'études techniques suffisamment précises pour savoir. On est sur des moyens d'appréciation qui restent encore très empiriques. D'autre part, les enjeux qui m'importent à ce jour sont des enjeux pragmatiques de résistance mécanique auxquels répondent parfaitement les premiers tests d'accrétion.



# LES PRÉSENTATEURS DE POSTERS



# Révéler la sensibilité paysagère des aménageurs à Mayotte : enjeux, atouts et faiblesses du parcours commenté

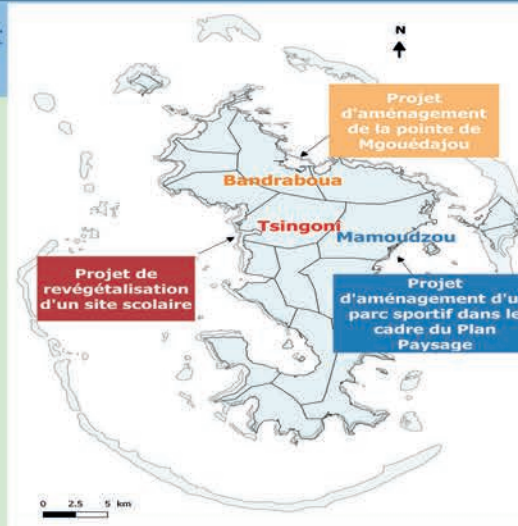
Angélique BÉGUE - UMR 228 Espace-Dev – IRD, Université de La Réunion - [angelique.begue@univ-reunion.fr](mailto:angelique.begue@univ-reunion.fr)  
Esméralda LONGEPEE – UMR 228 Espace-Dev, Centre universitaire de Mayotte

## 1. Contexte

Dans le champ de la recherche sur les perceptions et les représentations, les méthodes qualitatives traditionnelles utilisées, sont les entretiens et les *focus group*, qui permettent de comprendre et d'identifier les différents points de vue des acteurs interrogés. Or, depuis une vingtaine d'années, dans les domaines de la recherche architecturale et urbaine et de la sociologie urbaine, une nouvelle méthode a émergé, fusion entre l'observation de terrain et l'entretien, afin d'appréhender la notion d'ambiance : le **parcours commenté**.

Théorisé par **Thibaud & Grosjean** en 2001, il consiste à demander à un individu de décrire ce qu'il voit, ce qu'il ressent lorsqu'il se déplace dans un environnement donné, selon un itinéraire imposé ou non, de décrire les espaces traversés ou observables en précisant ce qu'ils lui inspirent, comment ils les jugent et les apprécient.

Depuis, un certain nombre de chercheurs et de praticiens, utilisent cette méthodologie, notamment dans les travaux sur l'espace et les ambiances urbaines, le paysage urbain, afin de comprendre le **rôle de l'environnement sensible** dans le déroulement de l'action pratique, et d'accéder à l'expérience sensible des habitants. Elle permet d'activer et de saisir des réactions sensorielles plus spontanées, de comprendre concrètement **comment l'espace est appréhendé et vécu**.



## 2. Le parcours commenté

Dans le cadre d'une étude menée au **CUFR de Mayotte** (2018), portant sur la prise en compte du paysage dans les projets d'aménagement, nous avons tenté de mettre en place cette méthodologie, en complément d'entretiens semi-directifs menés avec des élus et agents techniques au sein des communes, et des bureaux d'étude ou acteurs accompagnateurs des collectivités dans les démarches paysagères. L'objectif du parcours commenté était de comprendre plus concrètement comment les aménageurs s'appropriaient les lieux qu'ils contribuaient à façonner à travers leurs projets, de faire émerger des réactions et relations plus spontanées et plus intimes, permettant d'éclairer sur les choix des projets et l'importance ou pas du paysage dans ces projets.

- 14 entretiens semi-directifs menés.
- Proposition de parcours commentés à 7 agents communaux à la suite des entretiens.
- Réalisation de 3 parcours commentés (les autres n'ayant pas pu se rendre disponibles).
- Itinéraire ou site choisi au préalable par l'acteur interrogé.
- Appareil photo confié aux acteurs durant le parcours.
- Parcours orienté par 4 questions principales :
  - Décrivez pourquoi vous avez choisi ce lieu ou cet itinéraire.
  - Expliquez ce que vous pensez des paysages présents sur cet itinéraire.
  - Expliquez et commentez le projet d'aménagement que vous menez sur ce lieu et sa dimension paysagère.
  - Prenez en photo les paysages qui marquent ce lieu et expliquez votre choix.

### Parcours commenté n°2

Projet : création d'un parc sportif à Passamaity (Mamoudzou) dans une coupure verte  
Acteur : Agent communal, Directeur du Développement durable  
Durée : 2h  
Itinéraire : Boucle



Début du parcours  
Parc sportif « ouvert sur la nature »



Fin du parcours  
Forêt de M'pewka en cours de revégétalisation



### Parcours commenté n°1



## Parcours commenté n°1

Projet : réaménagement, Pointe de Mgouédajou (Bandraboua)

Acteur : Agent communal, Chef de projet centre-bourg

Durée : 51 minutes

Itinéraire :



Début du parcours

Entrée de la pointe : vestiges d'une usine sucrière. Site patrimonial menacé par les déchets



Fin du parcours

Pointe de Mgouédajou : mangrove à préserver et vue sur la mer

## 3. Résultats

- Révélation des sensibilités paysagères des acteurs et de leur vision du territoire de manière plus explicite et spontanée : attachement aux lieux parcourus, souvenirs d'enfance et nostalgie, indignation face à la dégradation des sites.

*« Je viens souvent tout seul ici, je suis un grand solitaire, j'aime bien la nature. Même quand j'étais petit, j'allais dans la forêt et je pouvais rester toute la journée là-bas »* (Parcours commenté n°2)

- Compréhension du choix des projets d'aménagement : importance des éléments identitaires et patrimoniaux dans le paysage, volonté de mise en relation des espaces artificiels aux espaces naturels ou revégétalisation des espaces pour les rendre agréables.

*« Ce qui est intéressant c'est que ça reste quand même bien naturel. La frontière entre le site et la mangrove est encore un peu floue. C'est intéressant d'intervenir assez rapidement sur le site pour pouvoir l'aménager et bien délimiter les usages »* (Parcours commenté n°1)

- Dévoilement sur site de l'impact des mutations paysagères.
- Association du paysage à la préservation de l'environnement.



Passage par la mangrove de Passamainty

## Parcours commenté n°3

Projet : Site d'une école en cours de réhabilitation (Tsingoni)

Acteur : Agent communal, Directeur des services techniques

Durée : 10 minutes

Itinéraire : pas de réel itinéraire, parcours sur site



## 4. Conclusion

Nous retirons les éléments suivants de l'expérimentation de ces trois parcours commentés :

### Apports

- Outil complémentaire des entretiens « désincarnés » : révélation des sensibilités et des représentations paysagères, accès aux ressentis et à l'expérience des interviewés. Dimension plus intime et identitaire qui n'apparaît pas dans les entretiens.
- Selon les enquêtés, outil « embrayeur de parole » et moyen de mettre à l'aise les enquêtés en leur laissant la possibilité d'orienter la discussion et de choisir l'itinéraire.
- Outil intéressant de comparaison des différents regards paysagers.

### Limites

- Difficulté de mobiliser les acteurs.
- Disproportion et inégalités dans la durée du parcours, le choix des itinéraires, la quantité de photos prises.
- Difficulté de s'adapter à chaque participant : importance de bien travailler les questions de relance. Certains interviewés mal à l'aise avec l'outil.

Convaincus de la complémentarité entre entretiens et parcours commentés, nous allons remobiliser cette méthodologie dans le cadre du projet doctoral « Paysage et île durables : des politiques publiques aux représentations des acteurs à La Réunion ».

### Références bibliographiques

Adam, M. (2012). Révéler les représentations et les attentes grâce à l'ambiance et aux parcours commentés - Méthodologie et premiers résultats. Thibaud, Jean-Paul and Siret, Daniel. Ambiances in action/ Ambiance en acte(s) - International Congress on Ambiances, Montreal 2012. Montreal, Canada. International Ambiances Network, pp.727-730, 2012.

Raulet-Croset, N., Collard, D., & Borzeix, A. (2013). Les apports des parcours commentés: Appréhender l'espace dans les organisations éphémères. Revue internationale de psychosociologie et de gestion des comportements organisationnels

Thibaud, J.-P. (2002). Une approche des ambiances urbaines : le parcours commenté. Espaces publics et cultures urbaines, 257-270.

Thibaud, J.-P., & Grosjean, M. (2001). Les parcours commentés. L'espace urbain en méthodes, 79-99.

# Évolution de l'habitat mahorais Du buru au parapan



Vue d'un village mahorais, années 1920-1930

L'habitat mahorais est un sujet vaste et complexe qui a connu des évolutions fulgurantes en quelques décennies. Il n'est pas question ici d'être exhaustif mais bien de poser quelques bases permettant d'appréhender un thème trop peu abordé en dehors du territoire de Mayotte. Expression d'une organisation sociale et culturelle riche, se loger - et loger ses proches - est une préoccupation centrale dans la vie des Mahorais. Retracer, ne serait-ce que brièvement, l'évolution de l'habitat domestique à Mayotte, est plus qu'essentiel aujourd'hui, dans une île en pleine mutation. L'architecture mahoraise se cherche encore et se doit de puiser dans les richesses d'hier pour construire demain.

Avant la fin des années 1970, les sources documentaires sur l'habitat domestique à Mayotte sont quasi inexistantes et ne se résument qu'à quelques photographies. Les constructions coloniales (des usines soustrées aux bâtiments administratifs et aux logements des fonctionnaires) sont, elles, davantage documentées (plans, schémas, photographies, rapports, etc.). La recherche archéologique apparaît aujourd'hui comme un des seuls moyens de retracer l'évolution de l'habitat « vernaculaire ».

La première étude sur l'habitat mahorais (et qui demeure une référence actuellement) a été réalisée par l'ethnologue Jon Breslar lors de deux missions à Mayotte (1975-1976 puis 1977). Publié en 1979, le tome 1 de *Habitat mahorais - Une perspective ethnologique* a été complété rapidement par un 2<sup>ème</sup> tome - *Habitat mahorais - Étude analytique et perspectives*, élaboré par une équipe d'architectes (Bernard Châtain, Léon-Attila Cheyssi, avec la collaboration de Françoise Arati). En effet, un projet d'amélioration de l'habitat mahorais était lancé dès 1977, à l'initiative de la Direction de l'Équipement de Mayotte (l'île obtient à cette période le statut de collectivité territoriale). En 1982, le 3<sup>ème</sup> tome présentait le *Bilan des premières réalisations* sous la plume de Michel Besombes et Pierre-Yves Penot.

Les années 1980 et 1990 sont mieux connues en ce qui concerne les constructions « SIM » (du nom de la Société Immobilière de Mayotte), aussi bien en termes d'habitat individuel ou collectif que de constructions publiques (écoles, dispensaires, bâtiments administratifs). Les trois dernières décennies n'ont pas encore fait l'objet de publications générales sur l'habitat à Mayotte. Quelques études et inventaires existent (bien que peu connus) mais des travaux de recherche plus approfondie permettraient une analyse de cette évolution architecturale originale.



Vue du quartier de Cavani, Mamoudzou, 2019

## 1/ L'habitat dit traditionnel : arrêt sur image en 1976

L'étude de Jon Breslar a révélé que l'habitat mahorais est la traduction d'une organisation sociale complexe. La « maison » en tant que telle n'existe pas, ou ne se conçoit pas seule. Les termes utilisés ici en *shimawo* (l'une des langues parlées à Mayotte) sont repris de cette étude. En effet, le village est la première entité, « unité spirituelle, morale et sociale, composée de plusieurs familles ». Vient ensuite le *shanza*, qui se traduit généralement par « cour » ou « parcelle », construit pour et autour d'une famille composée d'un couple et de ses enfants. Le *shanza* peut cependant accueillir d'autres membres de la famille (grand-mère, sœur, cousine, fille et leur famille) et sera agrandi et réorganisé en fonction. La superficie du *shanza* varie considérablement, de 10 m<sup>2</sup> pour l'installation d'un *Asanga* (case composée d'une pièce) jusqu'à 350 m<sup>2</sup>. La moyenne des terrains est néanmoins de 150 m<sup>2</sup>.



Le *shanza*, unité de base physique et toujours ceinte d'une clôture (*nwaba*), est constitué des éléments suivants :

- *nyaba* : clôture ou encadrement, signifiant « quadrilatère »
  - *nyambu* : « case », composée de :
    - *fuko la m'wababa* (chambre de l'homme, ouverte sur l'extérieur)
    - *fuko la m'wabama* (chambre de la femme, ouverte vers l'intérieur)
  - *baraza* : « terrasse » donnant soit sur la rue, soit sur le *shanza*
  - *nyaba ny'nyaba* : aine d'ablution non couverte, destinée à la toilette et aux besoins naturels, fermée par une clôture en chicane.
  - *nyaba ny'nyaba* : aire de cuisson
  - *katyia* : « grenier » sur pilotis servant également d'abri aux animaux du *shanza*, notamment les chèvres
  - *chak-la-kulu* : poolailler couvert, construit sur pilotis
  - parfois un pigeonnier, un arbre fruitier et plus rarement un coin de culture.
- Il est à noter que le gancou, une fois atteint l'âge prépubère, ne peut rester dans la maison familiale. Il se doit alors de construire sa propre case (*Asanga*) en périphérie du village, parfois dans le *shanza* familial. C'est un véritable rite de passage vers l'indépendance.



Aperçu de l'intérieur d'un shanza, 1980



L'aire de cuisson : nyaba ny'nyaba

Le *nyamba*, élément le plus abouti architecturalement, se décline en plusieurs types. Il est complexe de définir une chronologie mais on admet que l'utilisation de certains matériaux et leur mise en oeuvre sont des indicateurs pertinents. Ces types de *nyamba* cohabitent et le choix s'effectue en fonction, pour une famille, de l'accès aux ressources matérielles (moyens financiers, disponibilité des matériaux...). Une typologie des modes de construction à pu se dégager, fondée sur la structure ainsi que la composition et l'assemblage des parois. Sont présentés ici les modèles répertoriés (à noter que les variantes et les combinaisons ne sont pas rares) :



**KUPAMBÁ** : structure en châssis de bois (coco ou bambou) sur laquelle est assemblé un lattis de raphia (ou bambou) à



**EANDRÁKA** : structure en châssis sur laquelle sont installés des panneaux de nervures (ou rachs) de raphia entrecroisés, formant un « grillage » à l'extérieur et associé à un



**BURU** : structure en châssis avec panneaux de remplissage réalisés en nervures de raphia verticales.



**KETI KETI** : modèle assez proche du buru. Les panneaux sont constitués de nervures de feuilles de cocotiers



**TETRO** : structure en treillis de bois sans remplissage



**KRIP** : admet deux définitions :



**RISE** : construction en pierre (essentiellement basaltique) et chaux (composée de corail et de sable).

**KUPAMBA** : structure en châlis de bois (coco ou bambou) sur laquelle est assemblé un lattis de raphia (ou bambou) à l'extérieur, et sur lequel est ajusté un remplissage en folioles de raphia serrées (*o'garata*) pour l'intérieur, fixé par quelques lattes de raphia.

**FANDRAKA** : structure en châlis sur laquelle sont installés des panneaux de nervures (ou rachs) de raphia entrecroisés, formant un «grillage» à l'extérieur et associé à un remplissage de *o'garata* à l'intérieur.

**BULU** : structure en châlis avec panneaux de remplissage réalisés en nervure de raphia verticales, unies transversalement par des nervures de raphia insérées dans chaque tige.

**KETI KETI** : modèle assez proche du *bulu*. Les panneaux sont constitués de nervures de feuilles de *mouinda* (datier), préalablement percées et enfilées sur des tiges transversales.

**MISEYI** : structure en treillis composée de frondes de cocotier tressées par paire.

**TROTRO** : structure en treillis de bois ronds placés verticalement (pâlis) et de lattes de bambou horizontales, recouverte d'un mélange de terre et de paille (torchis).

**KRIPI** : admet deux définitions :  
 - structure identique au modèle *trotro* enduite d'un mortier de ciment.  
 - structure identique au modèle *trotro* mais la boue de terre est remplacée par un blocage de pierres et cailloux.

**BAXE** : construction en pierre (essentiellement basaltique) et chaux (composée de corail et de sable).

Quelques autres types :

**MASATA** : structure en treillis avec remplissage de feuille de coco serré.

**CASE en planche** : construction faite de planches, d'origine indienne ou réunionnaise.

**TOLI** : structure en bois sur laquelle sont clouées des tôles ondulées ou de récupération.

**BARAPAN** : construction en papyrus, souvent en attente d'un étage.

### a) L'exemple de la case FANDRAKA

Elle est constituée d'un châlis composé de deux systèmes de support indépendants : des poteaux supportant la panne sablière et trois poteaux supportant la panne faitière. Les nervures de raphia sont percées puis montées au sol pour former quatre panneaux en quadrillage qui seront ensuite assemblés sur quatre soles surélevées. L'intérieur des panneaux est habillé de folioles de raphia serrées verticalement (*o'garata*) sur une épaisseur de 2 cm. Cette étape est réalisée soit dans le cadre de la *masada* (cf. encadré ci-dessous), soit par le constructeur. Des lattes de raphia horizontales assurent la fixation.



Assemblage supérieur.



Cadre de porte



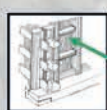
Toiture en *m'aga* : palme de cocotier coupée en deux dans la longueur et dont les feuilles sont tressées. Le tressage est une activité courante et nécessaire à la réparation des toitures qui durent de 2 à 5 ans.



Panne faitière portée par trois poteaux.



Panne sablière portée par des poteaux enfoncés dans le sol.



Assemblage inférieur

N'garata



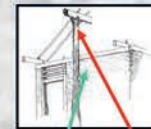
Détail d'un peçement de nervure de raphia



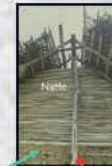
Environ 130 tiges de raphia sont nécessaires pour un cadre. La signature du *fandi* (cf. encadré) est perceptible dans le rythme de l'entrecroisement.

#### Auto-construction et *masada*

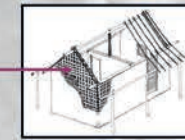
L'auto-construction est inhérente à Mayotte. Construire sa maison ou celle de ses proches est une activité à la fois nécessaire et sociale. Les hommes assument très jeunes les techniques de construction. Dès l'âge prépubère, ils quittent le foyer familial et s'installent alors dans des *lujaga*, case d'une pièce, qu'ils bâtissent eux-mêmes. Chaque individu appartient à un groupe d'âge formant une communauté appelée *liminu* dans laquelle les membres se doivent entraide, appelée *masada*. La main d'œuvre est par conséquent assurée par les proches lors de la construction des *lujaga*, puis plus tard des *nyumba*. Les diverses activités rythment la vie d'un village : collecte des matériaux, transport de sable et de pierres, fabrication du torchis, confection des toits en feuilles de cocotier, tressage, coupe de bois, etc. Les jeunes et les femmes participent également (tressage, collecte, approvisionnement en eau, préparation des repas, etc). Pour certaines activités nécessitant un savoir-faire plus spécifique (charpente, assemblage de raphia...), on fait appel au *fandi*, maître-artisan, respecté et reconnu.



En pignon, le treillis s'arrête au niveau des sablières.



Trois poteaux indépendants de la structure supportant la panne faitière (portique).



Le treillis est ici monté jusqu'au faitage



A gauche, une paroi avec porte finalisée. A droite, le treillis avec boue de terre et de paille.



Préparation du torchis

Charpente triangulaire



La structure est remplie avec des boules de torchis puis la paroi est enduite et lissée avec le reste du mélange.

2/ Le tournant de la fin des années 1970 : la recherche du modèle type



Village de Chiconi, 1980

Les expérimentations :

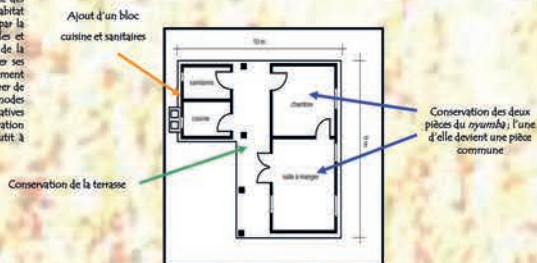
Afin d'élaborer des actions en adéquation avec la société mahoraise, sa manière « d'habiter » et ses attentes, la première phase de ce processus se traduit par l'étude de l'anthropologue américain Jon Beasly (cf. supra). Amorcée dès 1975, elle est rapidement associée au projet d'amélioration de l'habitat mahorais. Les modes d'habitation, leur architecture, la typologie de l'habitat (structures, matériaux...) et l'organisation des villages sont compilés dans l'étude analytique proposée par les architectes et urbanistes Bernard Chatain et Annie Choyssi.

A partir de 1978, plusieurs cases expérimentales sont construites afin de trouver des solutions rapides de logement et de trouver un modèle type adapté. Huit cases expérimentales sont alors construites, sur douze prévues à l'origine.

Une réelle volonté de conserver la structure de la case traditionnelle est recherchée, tout en s'adaptant aux besoins exprimés. Cela se traduit notamment par l'augmentation de la surface d'une des deux pièces du *nyumbô* (afin d'en faire un éventuel « salon »), la conservation de la *haraza* (terrace) et l'ajout de sanitaires et d'une cuisine dans une petite construction annexe. Dans un premier temps, les matériaux et les techniques de construction sont conservés, tout en les améliorant : sous-bassement en pierre et dalle de béton (le sol de nombreuses cases est alors en terre battue), charpente rigide, remplissage en torchis armé de chaux et toit en tôle recouvert de *mbuya* (feuilles de coco tressées) ou *ahanza* (chaume de coco).

Bien que les matériaux locaux présentent des caractéristiques satisfaisantes (*raphia*, bambous serrés, torchis, *ahanza*, élaboration de la brique de Terre Comprimée...), la réaction mahoraise est très critique : ces méthodes sont considérées comme archaïques et la modernité ne devrait s'incarner que dans le parpaing et la tôle. La BTC, matériau pourtant « dur », ne constitue qu'un « substitut » de la case traditionnelle en terre.

L'accession de Mayotte au statut de collectivité territoriale en 1976 entraîne une réforme des institutions administratives. C'est dans un tel contexte qu'un projet de pérennisation de l'habitat et d'accès à des constructions saines de qualité et à faible coût est entrepris sur l'île par la Direction de l'Équipement. Les besoins en logements et équipements sont considérables et nécessitent d'élaborer des outils adaptés au territoire et à ses habitants. L'implication de la population est une base essentielle. Elle est mise à contribution à la fois pour exprimer ses besoins immédiats, ses moyens et ses aspirations en termes d'habitat, mais est également mobilisée pour ses capacités d'auto-construction. Le développement doit en effet s'établir de l'intérieur en promouvant les compétences et ressources locales. Le respect des modes constructifs traditionnels et culturels doit s'associer à la recherche de techniques alternatives dans un contexte économique, financier et démographique complexe. L'élaboration d'expérimentations, rendues possibles par la collaboration de plusieurs structures, aboutit à divers programmes et modèles-types d'habitat.



Case expérimentale n°1, construite en 1978 à Mamoudzou. Surface totale habitable : 57 m²



Trois chambres sont prévues. La terrasse disparaît quasiment. Case expérimentale n°3, construite en 1979 à Mamoudzou. Surface totale habitable : 69 m²

**La Brique de Terre Comprimée (BTC)**

Le béton et le parpaing, déjà présents sur l'île dans les années 1970, offraient plusieurs avantages et inconvénients. Considérés comme matériaux durables et résistants, leur utilisation était croissante dans la construction, bien que parfois inaccessibles pour de nombreux foyers. La nécessité d'extraire du sable de mer entrant dans la composition du béton présentait également une menace environnementale. La terre et les sables volcaniques (notamment de la pouzzolane) apparaissent comme les seules matières premières minérales accessibles et peu coûteuses dans cette quête de techniques nouvelles de construction innovante.

La brique de Terre Comprimée (BTC) existe depuis 1916 aux Comores en 1976. Un travail de recherche est alors entrepris dans le cadre du programme de développement de l'habitat mahorais. Ce matériau devient rapidement une solution répondant à la volonté d'utiliser les ressources de l'île et de développer une économie locale et compatible avec les principes d'auto-construction.

Dès 1980, la Société Immobilière de Mayotte (SIM) et le Centre de Recherche et d'Application de Grenoble (CRA Terre) développent une brique qui sera immédiatement intégrée aux constructions des logements et des bâtiments publics.

Des ateliers de presse voient rapidement le jour : en 1982, 19 briquetteries réparties sur toute l'île assurent la production et 20 centres les approvisionnent.

Le mélange se compose de terre argileuse (latérite), de pouzzolane (résidu volcanique qui, par sa granularité, est défini comme un sable ; il joue le rôle de dégraissant) et de ciment pour la déshydratation. Le dosage dépend de la composition initiale des matériaux de chaque briquetterie. Le mélange, additionné d'eau, est ensuite mis sous presse pour former une brique (29,5 x 14 x 9,5, environ 7 kg). Les briques sont ensuite démolées et stockées de chant les unes contre les autres afin de conserver l'humidité pendant le premier séchage. Elles sont ensuite blichées pour le second séchage.

Au début des années 1990, la BTC est utilisée sur 80% des logements de l'habitat social, contre 20% en 2017. On compte près de 35 millions de briques posées sur l'île.

Malgré des avantages thermiques, économiques, environnementaux et de mise en œuvre, la BTC se heurte à plusieurs obstacles. La population préfère en effet le parpaing, dont la mise en œuvre reste plus simple et par conséquent moins coûteuse que la brique. De plus, la réglementation impose dès 1990 la normalisation de la BTC pour les constructions publiques. Se sont aux travaux menés par la SIM et la Direction de l'Équipement avec le soutien de CRA Terre dès 1998, la BTC obtient en 2001 une première norme expérimentale (norme XP P15 901), la réglementation professionnelle et les Documents Techniques Unifiés (DTU) ne l'intègrent toujours pas.

Néanmoins, l'association Art-Terre basée à Mayotte poursuit les recherches et la promotion de la BTC depuis 2007. Ce travail a conduit à la délivrance d'une Application Technique d'Expérimentation (ATEX de type A) favorable en juillet 2018 pour la maçonnerie de blocs de terre comprimée à Mayotte.

En 2017, 13 presses peuvent encore produire des briques, dont 7 régulièrement en activité, réparties dans 3 briquetteries.



Construction en cours, 1980



Mise en place d'un sous-bassement

Les structures du programme « Habitat Social » :

Pour entreprendre la réalisation de ce programme, plusieurs structures administratives et/ou économiques se regroupent afin de créer un cadre d'opération original et efficient :

- la Cellule Habitat Social de la Direction de l'Équipement. Elle permet de faire le lien entre la population et les différentes structures administratives. L'objectif est alors de recueillir les doléances des habitants, de les accompagner depuis la conception personnalisée des plans jusqu'à la livraison des matériaux. Elle les aide aussi dans la gestion des remboursements.
- l'Association pour l'Étude et l'Amélioration de l'Habitat Mahorais (ASAHM). Outil de conception, elle assure un dialogue constant entre élus, administrations et artisans.
- la Société Immobilière de Mayotte (SIM). Elle a été créée initialement pour la réalisation de logements destinés aux fonctionnaires. Elle devient ensuite un outil financier de gestion et de programmation, par convention avec la Direction de l'Équipement.
- Deux structures permettent d'assurer la réalisation des constructions et la formation :
  - la formation des *fundi* et des jeunes est assurée par l'Association pour la Formation Professionnelle et Continue (AFPC), qui fait notamment bénéficier des compétences des Compagnons du devoir et du tour de France.
  - la coopérative MUSADA est composée de l'administration et d'élus locaux. Elle assure l'approvisionnement et la gestion des matériaux et des outils pour le programme Habitat Social et la construction publique. Cette organisation garantit des prix stables et accessibles. Elle regroupe les artisans et gère les relations des divers acteurs. Elle est chargée de construire les cases expérimentales.



Ossature en bois

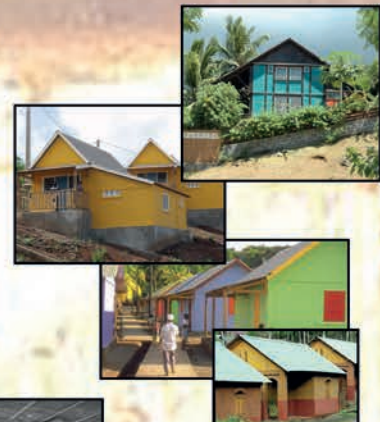
Les produits développés par la Société Immobilière de Mayotte :

Après l'expérimentation, la SIM développe essentiellement deux « produits », dès la fin de l'année 1978 :

- le « l'Aide en Nature » : ce programme minimum permet d'améliorer la base des structures des cases mahoraises (soubassements en moellons maçonnés, ossature-charpente en bois et couverture, puis un système sanitaire simplifié à partir de 1982). Le candidat au programme reçoit une aide en matériaux et une assistance technique assure la construction d'une case de 2 pièces (40 m²). Un apport personnel en main d'œuvre et matériaux (dalle, enduits intérieurs, revêtement de sol, peinture) permet de finaliser la maison. Le principe d'auto-construction est toujours présent.
- le « Logement Très Social mahorais » (LTS) ou « Habitat Type » est un logement complet livré d'environ 50 m² (2-3 pièces, *ahanza* conservée, équipement sanitaire de base). Le financement est partagé entre une subvention à rembourser partiellement sous forme de loyer en accession sur une dizaine d'années), un apport personnel en matériaux et de la main d'œuvre (plus important que celui de « l'Aide en Nature »). Ce programme s'adresse à des familles plus aisées, et n'est par conséquent pas le plus courant.

La viabilisation des terrains, même sommaire, assure l'installation correcte de ces constructions. Elle se traduit par le raccordement des parcelles à la voirie principale, le revêtement minimum des voies de descente, la création de caniveaux ou de fossés, le raccordement aux réseaux d'adduction d'eau et l'aménagement de points d'eau publics (fontaines, lavoirs). En zone urbaine, le réseau électrique se met en place avec le branchement individuel possible.

Ainsi, les « cases SIM » sont nées. La « case SIM » ne peut être définie en soi car elle prend plusieurs aspects : une quarantaine de modèles ont ainsi été réalisés par la SIM entre 1978 et 2000. Elle apparaît à la fois comme un modèle architectural, mais surtout comme un modèle de développement évolutif et adaptable.



Différentes illustrations de la « case SIM ». L'utilisation de la couleur est une volonté introduite par la SIM (constructions de matériaux).



Chantier de construction, 1980



Remplissage en parpaings



Le remplissage des parois est ici réalisé avec des pierres et du grillage.



« Cases SIM » en BTC, à différents stades de construction

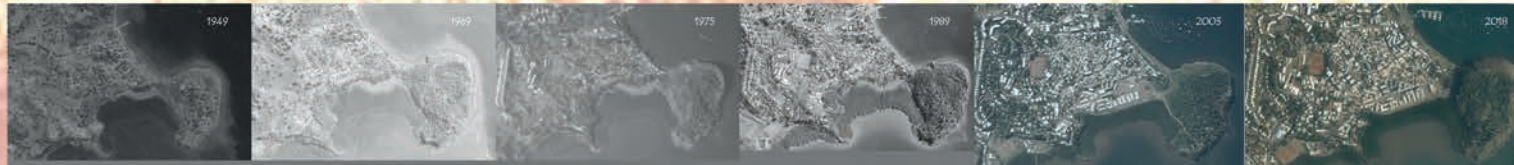


Élévation d'un mur en BTC par des ouvriers

Différentes illustrations de la « case SIM »  
L'utilisation de la couleur est une volonté imposée par la SIM (fourmiture de peintures). Si les tentes de l'habitat traditionnel sont plutôt sobres (matériaux végétaux), cette démarche se veut en adéquation avec les couleurs vives que l'on retrouve sur les tissus des femmes. La « case SIM » se repère immédiatement dans le paysage.

### 3/ Des années 1990 à aujourd'hui : la nécessaire appropriation

Le modèle des « cases SIM » n'a cessé de s'adapter depuis les premières expérimentations. Les cyclones Kamby en 1984 et Felicia en 1985 ont conforté les Mahorais dans leur volonté de construire en dur. D'autres modèles modulaires rapides à construire et à moindre coût sont élaborés : la « Kami-case » (structure et charpente en bois fourmies) et la « case POM » (pour « Programme Outre Mer », avec poteaux préfabriqués en béton et couverture métallique). Les matériaux de remplissage sont choisis par l'habitant. Ces modèles favorisent l'utilisation du parpaing, d'ailleurs introduit dans les constructions SIM dans les années 1990. La BTC reste finalement peu choisie par la population en dehors des chantiers financés par les programmes. Cette réticence semble également due à une mauvaise mise en oeuvre de la brique engendrant des fissures très rapidement.



Évolution de l'urbanisation à Mamoudzou

Démographie de Mayotte	
1978 :	47 246 habitants
1997 :	181 820 habitants
2007 :	186 452 habitants
2017 :	256 518 habitants



Toit-terrace dans l'attente d'un aménagement, quartier de M'baopé, 2019

La croissance démographique, non anticipée dès la fin des années 1970, a accéléré une urbanisation précipitée, en dehors de toute réglementation et éloignée des schémas traditionnels. La densification – et la saturation – du tissu urbain s'est heurtée au schéma des « cases SIM » davantage orienté vers du logement individuel espacé.



Extension en parpaing d'une « case SIM », 2004



À gauche, une « case SIM » en BTC. Au fond, une maison à étage réalisée en parpaing. Le dernier étage est laissé brut. Kawéni, 2018

Des adjonctions en parpaing complètent les cases SIM et des étages sont ajoutés. Elles ne disparaissent pas mais sont englobées dans une nouvelle organisation des volumes.



Le toit-terrace de cette maison accueille des cases en tôle en guise d'étage. Une échelle en permet l'accès. Kawéni, 2018



Les balustrades de chaque étage sont différentes. A noter le travail des linteaux. La maison à droite est réalisée en tôle. M'baopé, 2019



Maison à étage débordant. Les claustra sont très répandus sur les maisons. Kawéni, 2018



Exemple de balustrades, escalier et soubassement imitant des modèles. Tsingoni, 2019

De nouvelles constructions, généralement plus vertes, sont entreprises, toujours en auto-construction. Afin de palier la saturation de l'espace, les toits-terrasses sont souvent en attente d'étages supplémentaires. La *musala* et le stockage des matériaux dans la rue (parpaings, gravats, ciment) traduisent une certaine continuité dans la tradition mahoraise de l'auto-construction. La construction se fait par étapes, en fonction des moyens financiers et des besoins.

Ces habitations reflètent une appropriation des modèles types, non seulement en ce qui concerne les techniques et les matériaux, mais également de l'espace de plus en plus restreint. Audace, innovation et improvisation semblent révéler une réelle adaptation, finalement voulue à travers les modèles modulaires SIM. Une typologie contemporaine de l'habitat, s'est créée notamment par les décors et couleurs vives des balustrades, linteaux, escaliers, grilles, claustra, soubassements, carrefours, piliers, etc.



Les balustrades sont généralement peintes. Bien que les schémas restent très proches, elles sont souvent personnalisées.



Les bidonvilles, improprement appelés *Anga*, s'implantent sur des terrains escarpés. Hauteurs de Cavani, 2018



Des quartiers entiers de cases en tôle se développent, notamment à Mamoudzou, 2015

Le parpaing (et la maîtrise foncière) demeure néanmoins inaccessible à une importante partie de la population de Mayotte. La case en tôle, déjà présente dans les années 1970, semble apparaître comme la seule réponse à un besoin toujours plus important de logements. Sa mise en oeuvre est peu coûteuse (des usines de plâtres implantées sur l'île font baisser les prix) et il suffit d'une journée pour monter les murs et la toiture d'une case en tôle. Souvent installées sur des pentes abruptes, ces habitations précaires sont soumises aux risques naturels (glissements de terrain, séismes, cyclones, etc.). Insalubres, elles ne sont généralement pas reliées aux réseaux d'eau et d'électricité. Ces bidonvilles sont aujourd'hui appelés « *Anga* » mais n'ont plus rien à voir avec la case traditionnelle.

# Impact des paramètres de la façade végétale sur l'îlot de chaleur urbain dans un environnement tropical humide. Cas de La Réunion.

*Impact of a green wall on the urban heat island in a tropical climate, in La Reunion island*

Author : Julie Chrystelle MALET • Co-author : Hassan AIT HADDOU - Rahim AGUEJDAD

CONCEPTION DU SUJET

CONSTAT

**Causes liées à l'architecture :**



- Imperméabilité des sols et disparition du couvert végétal
- Albédo et inertie
- Forme urbaine
- Chaleur anthropique

**Conséquences :**

- Conséquences sur le climat
- Risques sur la santé
- Augmentation de la demande en eau et en énergie

**Leviers d'action :**

- Architecture bioclimatique
- Réflectivité des matériaux
- Aménagement du tissu urbain
- Aménagement de zones de fraîcheur
- Gestion de l'eau en milieu urbain
- Réduction de la chaleur anthropique
- Végétation

**Sujet**  
Impact des paramètres de la façade végétale sur l'îlot de chaleur urbain, dans un environnement tropical humide. Cas de La Réunion, à Saint-Denis.

**Problématique**  
En quoi les façades végétales peuvent être un moyen de lutte contre l'îlot de chaleur urbain dans un milieu tropical humide?

**Objectif**  
Proposer une façade végétale qui sera adaptée à ce type d'environnement. Ce dispositif se nommera «façade hybride».

OBJECTIF → FAÇADE VEGETALE+CLIMAT TROPICAL HUMIDE → FAÇADE HYBRIDE

MÉTHODOLOGIE

**ETAPE 1:** Etude des données climatiques et de la zone d'étude

**ETAPE 2:** Etude de la façade végétale • 3 typologies

**ETAPE 3:** Choix de la typologie • **Végétation comme élément de paroi**

**ETAPE 4:** Etude des caractéristiques techniques de la façade végétale choisie


**ETAPE 5:** Lister et sélectionner les paramètres à varier

**ETAPE 6:** Modélisation de l'environnement et du bâtiment


**ETAPE 7:** Faire les simulations

**ETAPE 3**


Végétation comme revêtement



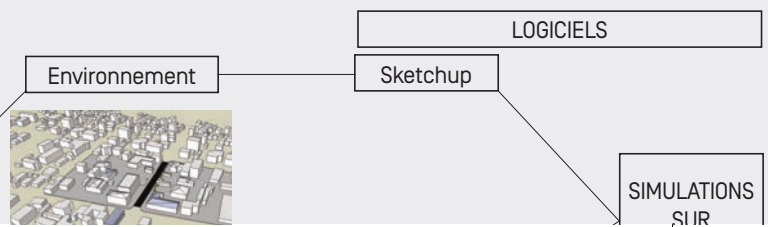
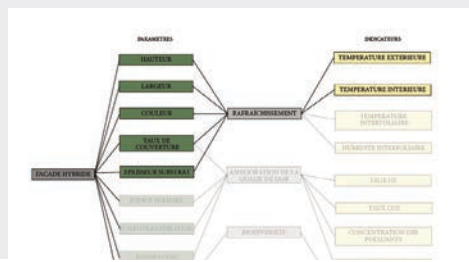
Végétation comme brise-soleil

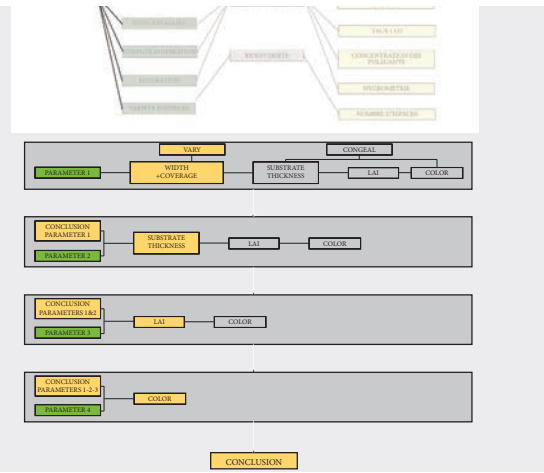
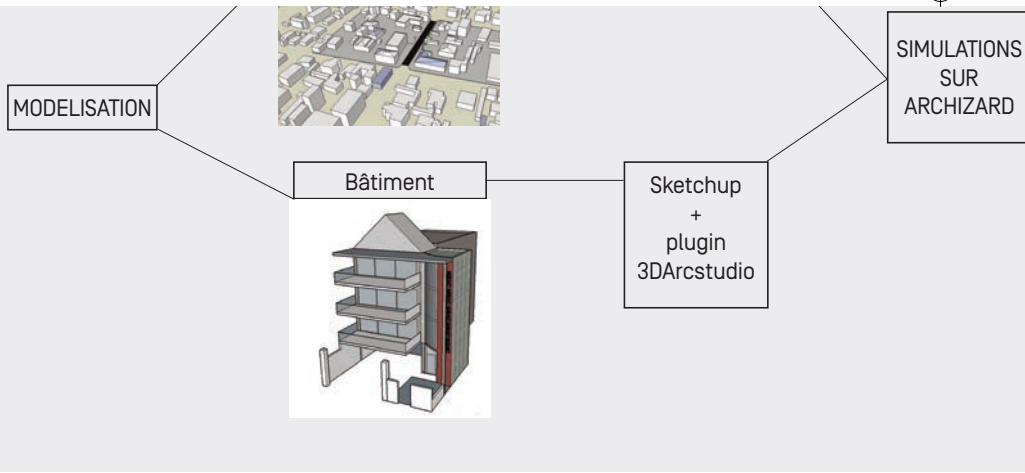


Végétation comme élément de paroi



**ETAPE 5**



### SÉRIE 1 : Variation largeur

1.80m

+ Positive  
 - Negative  
 ∅ Neutre

Need cooling	Need for lighting	Number of hours > 28°C	Int. Temperature opérative. max	Discomfort rate
+	+	+	+	+

### SÉRIE 2 : Variation épaisseur substrat

Conclusion of serie 1

4cm

Need cooling	Need for lighting	Number of hours > 28°C	Int. Temperature opérative. max	Discomfort rate
+	-	+	+	+

### RECOMMANDATIONS

### SÉRIE 3 : Variation LAI

Conclusion of serie 2

LAI = 7

Need cooling	Need for lighting	Number of hours > 28°C	Int. Temperature opérative. max	Discomfort rate
+	+	++	+	+

### SÉRIE 4 : Variation couleur

Conclusion of serie 3

Clear

LAI = 7

Need cooling	Need for lighting	Number of hours > 28°C	Int. Temperature opérative. max	Discomfort rate
+	∅	+	∅	+

### RÉFÉRENCES

- [1] COLMBERT, M. 2010. « Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville ». Thèse. Paris. Université de Paris-Est.
- [2] DE MUNCK, C. 2013. « : Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville ». Toulouse. Thèse. Université de Toulouse.
- [3] DJEDJIG, R. 2013. « Impacts des enveloppes végétales à l'interface bâtiment microclimat urbain ». Thèse. La Rochelle: Université de la Rochelle.
- [4] MALYS, L. 2009. « Modélisation climatique des façades végétales : caractéristiques radiatives des couvertures végétales de façades ». Nantes. Mémoire. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes.
- [5] OKE, T.R. 1987, Boundary layer climates, Methuen
- [6] OKE, T. 1988. «The urban energy balance», Progress in Physical Geography, vol. 12, no 4, doi :10.1177/030913338801200401, p. 471-508.
- [7] VINET, J. 2000. « Contribution à la modélisation thermo-aéroluque du microclimat urbain. Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs ». Phdthesis, Université de Nantes.





# Le confort global dans les écoles élémentaires en climat tropical humide

Magalie TÉCHER, École Nationale Supérieure d'Architecture de Montpellier

## Introduction

**Conception inadaptée aux besoins de l'enfant et aux territoires d'outre-mer.**

- Études basées sur le confort de l'adulte
- Normes européennes /nationales réalisées en climat tempéré
- Prépondérance d'études sur le confort thermique qui ne représentent pas réellement le confort global et surtout le confort des enfants.

**Impacts négatifs de l'inconfort**

- Troubles de santé
- Troubles des performances scolaires (concentration, etc.)

## Conception du sujet

**Sujet :** L'optimisation des échelles de confort global comme piste d'amélioration de la conception des salles de classe élémentaires en climat tropical humide.

**Problématique :** Une approche adaptative du confort peut-elle offrir de nouvelles échelles plus adaptées et ainsi contribuer à l'amélioration de la conception et de la réhabilitation des salles de classe en milieu tropical humide ?

**Hypothèse :** L'approche par le confort global pourrait offrir de nouvelles échelles de bien-être plus adaptées pour la conception et la réhabilitation des salles de classe élémentaires à l'île de la Réunion.

## Méthodologie

**1. Approche sensible = déduction des échelles de confort global adaptées aux enfants.**

- Sélection de 3 écoles élémentaires localisées dans des secteurs aux caractéristiques climatiques distinctes de la frange littorale de l'île.
- Élaboration d'un questionnaire aux échelles de confort adaptés aux enfants.



- Visite de terrain : mesure et collecte des données d'ambiance intérieure + collecte des questionnaires.
- Analyse de regression des satisfactions globales.

## Résultats

**A. De nouvelles échelles de confort adaptées aux besoins des enfants**

**Zone de confort thermique**

Zone au vent  
21,6°C < Température de l'air < 24,7°C  
51,3% < Humidité < 59,7%

Zone sous le vent  
20,2°C < Température de l'air < 23,5°C  
63,5% < Humidité < 70%



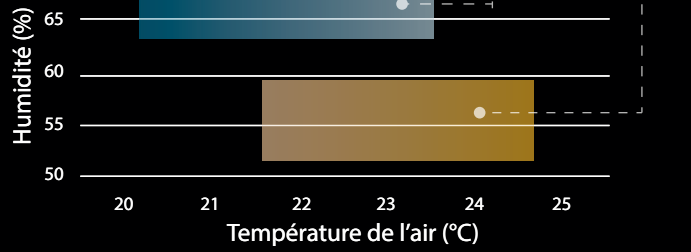
**B. Des solutions architecturales simples et adaptées aux échelles de confort thermique et visuel**

Paramètres architecturaux pouvant être envisagés dans le cadre d'une réhabilitation

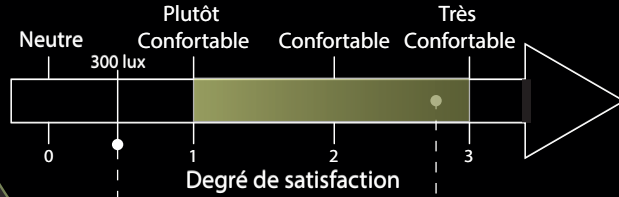
Porosité +

**2. Approche expérimentale = optimisation de la forme architecturale d'une classe pour atteindre les objectifs de confort global.**

- Sélection et modélisation de l'école et de la classe ayant les réponses les plus négatives.
- Sélection de paramètres architecturaux qui varieront lors des modélisations.
- Simulation des configurations : collecte et analyse des résultats sur le confort global et les performances énergétiques.



**Zone de confort visuel**



**Normes actuelles**

**Zone de satisfaction du confort visuel**  
 338,8 lux < Niveau < 621,4 lux d'éclairagement

**Conclusion**

Températures proches de celles données par la littérature comme permettant de meilleures performances scolaires.

Préférence pour des températures plus fraîches et humides qu'en climat tempéré.

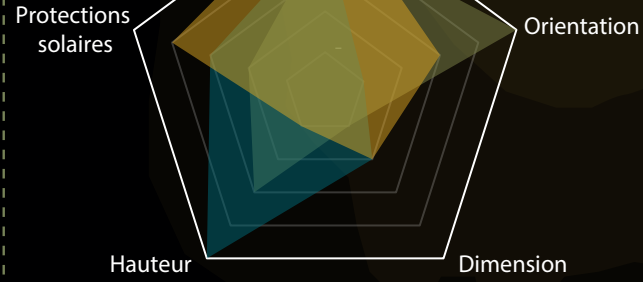
Niveau d'éclairagement supérieur aux niveaux exigés dans les normes et les réglementations.

Orientation N/S

Porosité plus grande au Sud.

Prise en compte de l'angle d'occultation dans le choix des protections solaires.

Typologies linéaires proche du carré



- Impact sur les performances thermiques
- Impact sur les performances visuelles
- Impact sur les performances énergétiques

**En savoir +**

Técher M., (2017). Le confort global dans les écoles élémentaires en milieu tropical : réaménagement des échelles et études de l'impact de la forme architecturale. Mémoire de master. ENSA Montpellier (texte intégral disponible en ligne sur **Research Gate**)

**Références**

- Abdelatia A., (2013). Contribution à l'étude du confort visuel en lumière naturelle dans les établissements scolaires en Lybie: étude qualitative et préconisations. Thèse de doctorat. ENSAP Bordeaux.
- ADEME Guyane (2006). Référentiel environnemental pour la réhabilitation des établissements scolaires en Guyane SIKODOM.
- Dhalluin A., (2012). Étude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle.
- Déoux, S. and Girard, V. (2010). Bâtir pour la Santé des Enfants (Andorra la Vella: Medieco Editions).
- Kemajou and al., (2012). Le confort thermique en climat tropical humide vers un réaménagement des normes ergonomiques. Rev. Energ. Renouvelables 15, 12.
- Lenoir, A. (2013). On Comfort in Tropical Climates. The Design and Operation of Net Zero Energy Buildings. Thèse de doctorat Université de la Réunion.
- Ul Haq Gilani, S.I., Hammad Khan, M., and Pao, W. (2015). Thermal comfort analysis of PMV Model Prediction in Air Conditioned and Naturally Ventilated Buildings. Energy Procedia 6.

01

338 // M. Gilles STANGALINO, Nouvelle-Calédonie, maire de Hienghène. Entre tradition & modernité.



# Nouvelle-Calédonie

## MAIRIE DE HIENGHÈNE

### Le paysage comme racine



#### Le projet LA DÉMARCHE

Lancement du concours en janvier 2009  
Inauguration en 2012.

La commune de Hienghène veut construire  
> un des premiers bâtiments HQE pour réaliser un  
bâtiment exemplaire et pédagogique  
> réalisation d'un cahier des charges HQE spécifique

ATHANOR a développé une démarche de conception  
bioclimatique

#### LE SITE

Le projet s'ancre  
à l'endroit même  
de l'ancienne  
mairie, un point  
haut, une ligne de  
crête qui domine  
respectueusement  
l'un des plus beaux  
sites de Nouvelle-  
Calédonie.



Sur un promontoire, la mairie de Hienghène domine le village, la baie et l'embouchure de la rivière. Au large, s'élevaient la « poule couveuse » et le « sphinx », silhouettes gigantesques de roches noires de calcaire (Lindéralique), caractéristiques de la région. Nous sommes en terre kanak, aire coutumière de Hoot Ma Waap, à cinq heures de route de Nouméa. Les tribus y vivant représentent 93% de la population communale.



LA « POULE » COUVEUSE LES ROCHES NOIRES CALCAIRES DE LINDÉRALIQUE



LE PARVIS ET LE PIN COLONNAIRE DE J.M. TJIABOU



#### LA STRUCTURE

Une organisation spatiale et fonctionnelle inspirée des hameaux kanaks

Ici, naquit Jean-Marie Tjibaou, Maire du village de 1977 jusqu'à sa mort en 1989, il planta le pin colonnaire, symbole de liberté, qui se dresse aujourd'hui sur le parvis.

La mairie puise ses racines dans ce paysage de roches noires et dans ce paysage culturel.



Cette représentation est transcrite, ici, en relief par l'organisation spatiale horizontale (le « peuple ») et verticale (les « chefs », le monde des esprits) du bâtiment.

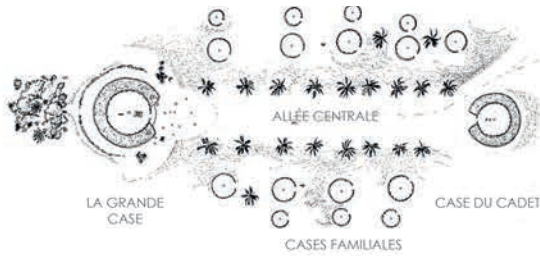
À l'extrémité Ouest, la « grande case » circulaire accueille la salle de mariage au rez-de-chaussée et la salle du Conseil à l'étage.

#### Le projet UNE ARCHITECTURE DE CONTEXTE INSPIRÉE DU LIEU

#### une approche systémique

Une matérialisation de la cosmogonie kanak  
Dans le monde kanak, la case ne se réduit pas à une habitation, elle renvoie à un concert sociologique et politique





Dessin issu du livre : «La maison kanak», Roger Boulay - Collection Architectures traditionnelles, Parenthèses - A.D.C.K. - Orstom.

**Une matérialisation de la cosmogonie kanak**  
 Dans le monde kanak, la case ne se réduit pas à une habitation, elle renvoie à un **concept sociologique et politique**.

L'ordonnement de l'habitat et l'affectation des espaces traduisent l'histoire du lieu et évoquent la culture kanak, son système social et les relations hiérarchiques de parenté ou d'ordre d'arrivée.

La mairie s'inspire de la typologie du hameau mélanésien traditionnel, organisé autour d'une allée centrale, lieu de la rencontre et des échanges, mettant en relation la « grande case » et la « case du cadet ». De part et d'autre de l'allée, se répartissent les autres cases familiales.



À l'extrémité Ouest, la « grande case » circulaire accueille la salle de mariage au rez-de-chaussée et la salle du Conseil à l'étage, comme sur le terre de la case du « grand chef », un lieu où se prennent les décisions.

Alternant éléments bâtis et végétaux, l'allée centrale conforte son rôle de **lien social, d'axe d'échange**, d'espace de communication et intègre la **notion du parcours** face au pin colonnaire planté par Jean-Marie Tjibaou.

**LA STRUCTURE**  
 La grande case

>> LA SALLE DU CONSEIL À L'ÉTAGE DANS L'AXE DU PIN COLONNAIRE

> LA SALLE DE MARIAGE AU RDC

LE PARVIS ET LE PIN COLONNAIRE DE J.M. TJIBAOU



**LE SOCLE, LES PAROIS**

Intensifiant cette lecture verticale unissant la terre et le ciel, le socle en béton matricié anthracite, en écho aux roches de lindéralique, contraste harmonieusement avec la structure en pin des Caraïbes du premier niveau, tout en verticalité et légèreté, évoquant l'élévation, l'ouverture au monde.

**L'allée centrale**

À L'ÉTAGE

Le seuil de la case devient un **parvis institutionnel** moderne, lieu de la coutume. Un ensemble de marches matérialise cet espace transitoire, ce temps d'attente avant l'invitation à entrer.



L'allée centrale, une **rue intérieure** couverte à l'air libre dessert les services installés dans des blocs, séparés par des jardins.

AU RDC



Maître d'oeuvre / ATHANOR architecture\_paysage\_urbanisme // Bureaux d'études ACEI VRD-structure / S3E électricité / BECARE fluides / L. FRANZINI JACQUIN paysage / SECUPREV incendie / APAV contrôle

AMO HQE ENVIE / OPC MF CONSTRUCTION

Maître d'ouvrage // COMMUNE DE HENGHÈNE

# 02

340 // M. Gilles STANGALINO, Nouvelle-Calédonie, maire de Hienghène, Entre tradition & modernité.

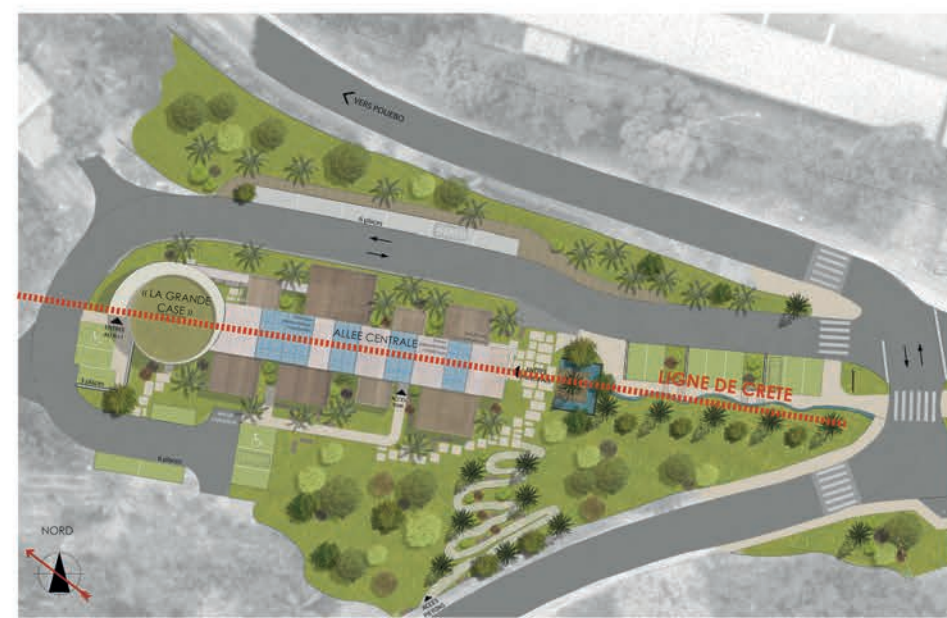


## Nouvelle-Calédonie



# Concevoir bioclimatique, Construire avec l'environnement

### L'IMPLANTATION SUR LE SITE



**TRAVAILLER AVEC LES ÉLÉMENTS NATURELS** ET NON CONTRE EUX, EN TIRANT PARTI DES ATOUTS DU SITE

**IMPLANTATION :**  
 - s'adapter au mieux à la parcelle  
 - en hauteur sur la ligne de crête  
 - sur l'axe Est-Ouest  
 - façades orientées Nord et Sud

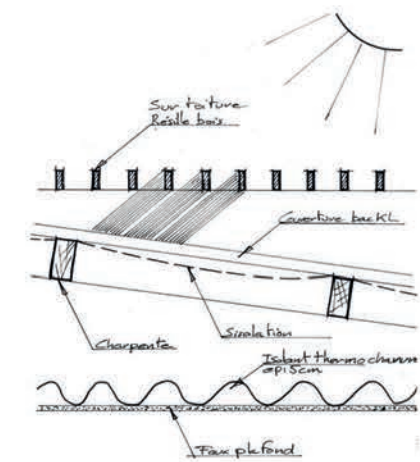
**ORIENTATION CHOISIE AU REGARD DES CONTRAINTES CLIMATIQUES :**  
 (course du soleil, vent et pluie)  
 - réduction des surfaces exposées au soleil  
 - bénéficier du souffle des alizés

**ORGANISATION SPATIALE**  
 des blocs & des vides intercalés

### LE CONFORT THERMIQUE La ventilation naturelle

### LE CONFORT THERMIQUE La protection solaire\_ les toitures

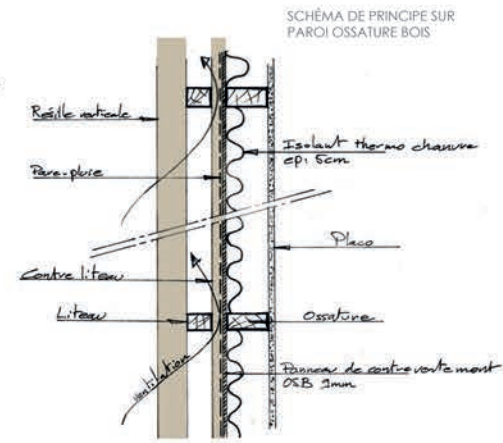
- toiture réalisée en bac acier et de teinte claire  
 + 5 cm de ouate de cellulose  
 - surtoiture en résille bois générant un vide ventilé qui brise le rayonnement solaire direct



### La résille

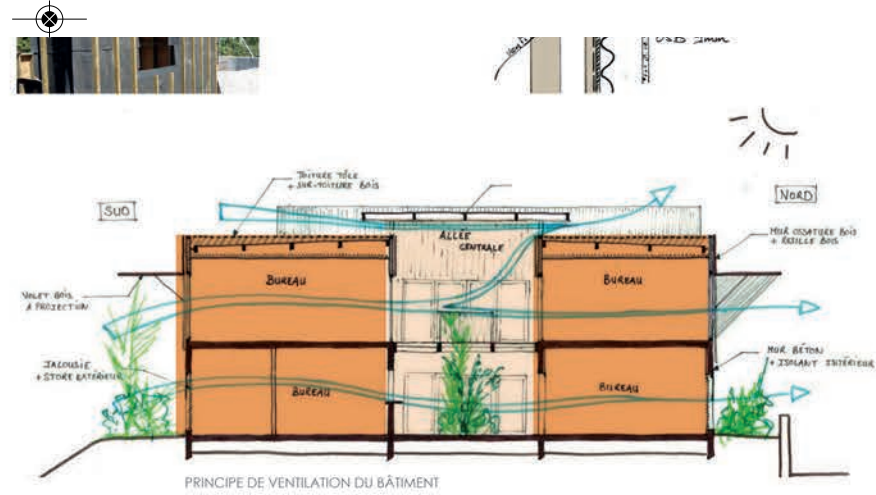
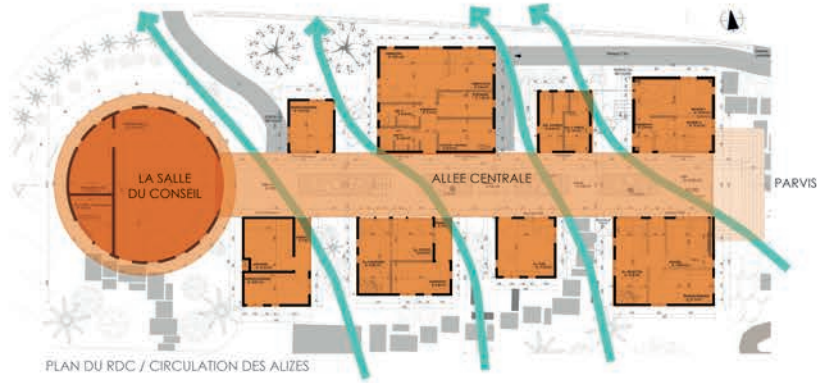


- Résille bois améliorant le confort thermique grâce au vide d'air



## LE CONFORT THERMIQUE

### La ventilation naturelle



## La ventilation naturelle facilitée par l'organisation en hameaux

DES BLOCS CONSTRUITS & DES CREUX PAYSAGERS



Maitre d'oeuvre // ATHANOR architecture\_paysage\_urbanisme // Bureaux d'études ACEI VRD- structure / S3E électricité / BECARE fluides / L. FRANZINI JACQUIN paysage / SECUPREV incendie / APAV contrôle

AMO HQE ENVIE / OPC MF CONSTRUCTION

Maitre d'ouvrage // COMMUNE DE HIENGHENE

# 03

342 // M. Gilles STANGALINO, Nouvelle-Calédonie, mairie de Hienghène, Entre tradition & modernité.



## Nouvelle-Calédonie

# MAIRIE DE HIENGHÈNE

## Valoriser les ressources locales



### Intégration

Le bâtiment, en jouant de l'association du minéral et du végétal, s'intègre harmonieusement dans le paysage.

### LE CHOIX DES MATÉRIAUX

#### Le végétal



#### Le bois

Insérer la mairie dans son fissu paysager et économique passe par l'usage de matériaux résultant d'une production locale comme le bois.

##### Un matériau à faible énergie grise

Un des taux le plus faible en quantité d'énergie utilisée pour la fabrication du produit depuis l'extraction jusqu'au recyclage

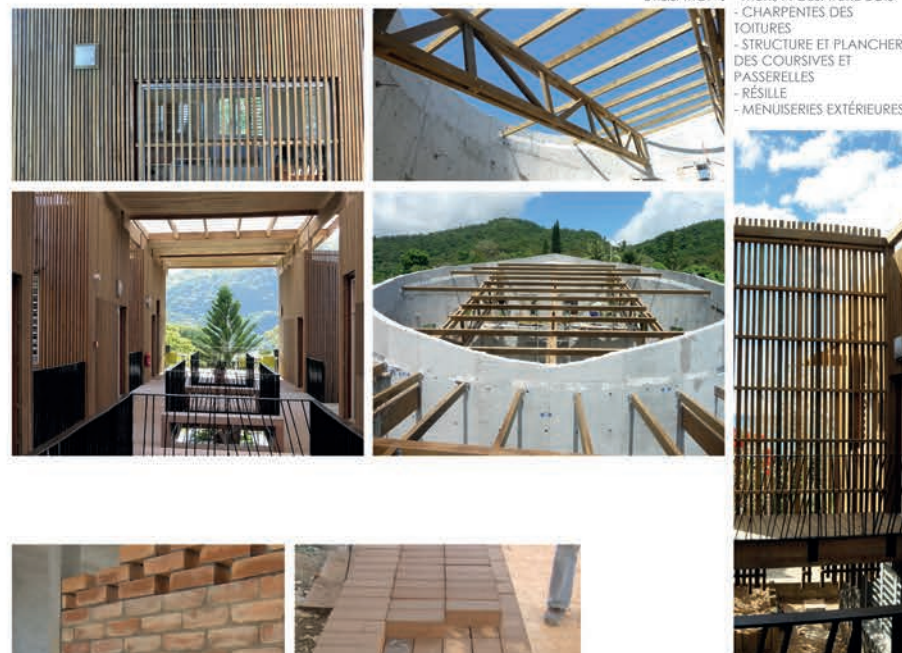
- renouvelable
- recyclable
- économe en eau et en énergie

##### Qualités du matériau :

- faible inertie thermique
- confort acoustique
- résistance au feu
- régulation de l'air intérieur
- solidité et légèreté
- rapidité de mise en œuvre / filière sèche
- chantier propre / déchets faciles à traiter
- résistant à l'atmosphère saline

##### Provenance locale :

- Pin des Caraïbes venant de la scierie de Netchaot



- UTILISATION :
- MURS À OSSATURE BOIS
  - CHARPENTES DES TOITURES
  - STRUCTURE ET PLANCHERS DES COURSIVES ET PASSERELLES
  - RÉVILLE
  - MENUISERIES EXTÉRIEURES

#### La brique de terre compressée (BTC)



##### PROCESSUS DE FABRICATION >

L'usage de la brique de terre compressée dans ce projet relève d'une démarche tant durable que sociale et économique

##### Cible éco-construction :

- durable
- sociale

##### Fonction économique et sociale :

- amorcé d'une filière de fabrication / à développer et de construction

##### Qualités du matériau :

- confort phonique
- confort thermique
- qualité sanitaire pour les locaux / pas de traitement de surface



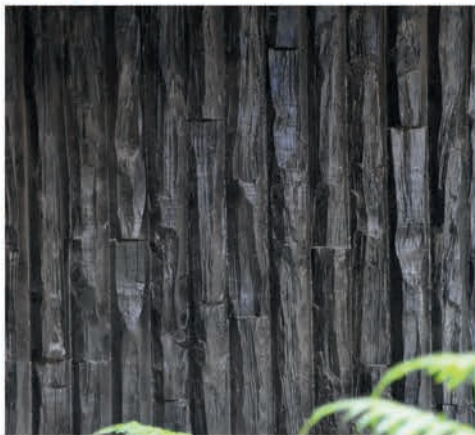


- confort phonique
- confort thermique
- qualité sanitaire pour les locaux / pas de traitement de surface

**Utilisation :**  
- cloison de séparation intérieure des locaux



## Le béton



SOCLE EN BÉTON MATRICÉ EN CHANTIER >

**UTILISATION :**  
- dalles du rez-de-chaussée  
- dalle de la salle du conseil municipal  
- murs banchés matricés des locaux du rez-de-chaussée



## LA GESTION DE L'ÉNERGIE

### Les panneaux solaires

Les capteurs photovoltaïques (75 m<sup>2</sup>) couvrent 50% des besoins énergétiques en électricité



### La démarche

#### DÉMARCHE ÉNERGÉTIQUE « NEGAWATT »

**> SOBRIÉTÉ**  
- travailler sur la minimisation des besoins énergétiques : (éclairage)  
- suppression de la climatisation

**> EFFICACITÉ :**  
- trouver la technique la plus adaptée à l'usage souhaité pour minimiser la consommation (éclairage / climatisation)

**> RENOUELABLE :**  
- recours aux énergies renouvelables

#### ÉCLAIRAGE

- profiter au maximum de la lumière naturelle  
- équipements performants + lbc  
- détecteur de présence sur les parties communes

#### > INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

- produire une partie des besoins énergétiques  
- soulager le réseau existant  
- caractère pédagogique

## LA GESTION DE L'EAU

### Récupération & infiltration

- fondation en cours de la **cuve de récupération des eaux pluviales** sous le parvis  
- la cuve (10 m<sup>3</sup>) alimente le bassin du parvis + wc + arrosage des espaces verts

**Réduction des surfaces imperméabilisées au sol**  
- limiter les surfaces d'enrobé des voies de circulation  
- utilisation de dalles enherbées pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales et limiter le rayonnement solaire



Maitre d'oeuvre / ATHANOR architecture\_paysage\_urbanisme // Bureaux d'études ACEI VRD- structure / S3E électricité / BECARA fluides / L. FRANZINI JACQUIN paysage / SECUPREV incendie / APAV contrôle

/// AMO HQE ENVIE / OPC MF CONSTRUCTION

/// Maitre d'ouvrage // COMMUNE DE HIENGHÈNE



# L'évolution des modes d'habiter dans un quartier en gentrification l'exemple de Terre-Sainte

MALSAN Margaux      Doctorante en géographie      margaux.malsan@univ-reunion.fr      Thématique: Géographie humaine et sociale  
Laboratoire OIES      Equipe d'accueil CREGUR      Université de La Réunion

## Contexte

Situé à l'Est de la ville de Saint-Pierre, Terre-Sainte est un quartier périphérique de la commune (Figure 1). Né dans les années 1855 lors des premiers travaux destinés à la construction du port de Saint-Pierre, le quartier est d'abord peuplé par les dockers qui le construisent. Quartier ouvrier et populaire, avec notamment la présence de pêcheurs qui le caractérisent, Terre-Sainte reste longtemps peu considéré par les pouvoirs publics et marqué par son urbanisation spontanée, ses bidonvilles et difficultés socio-économiques pregnantes. Dès les années 1960 les bailleurs sociaux entament des opérations anti bidonvilles dans le quartier qui s'intensifient dans les années 1980 et durent jusqu'en 2015.

Dans la même période, les pouvoirs publics changent de regard sur Terre-Sainte et considèrent davantage le quartier comme une potentielle réserve foncière intéressante pour l'implantation d'équipements de grande envergure notamment au Nord du quartier. À l'aube des années 2000, de part son extension urbaine et ses nouveaux équipements et services, Terre-Sainte n'est plus vraiment un quartier périphérique et il attire de nouvelles populations aisées qui y étaient peu présentes jusque là. L'image et l'urbanisme du quartier ouvrier et populaire changent rapidement et profondément face à l'arrivée de ces nouveaux habitants, l'hypothèse d'une gentrification du territoire se matérialise.

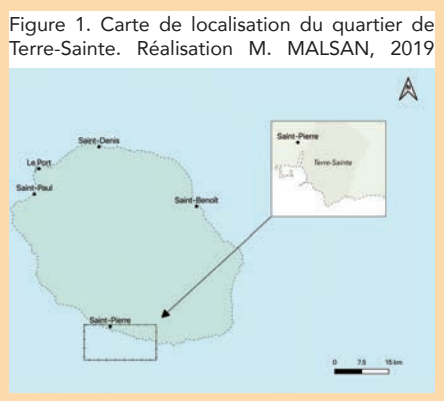


Figure 2. Une ancienne boutique du quartier et sa dépendance à l'abandon, M. MALSAN, 2017



## Définitions

• Les modes d'habiter : chaque individu conçoit l'espace différemment selon ses normes, valeurs, projets. Les modes de vie de chacun ne se réduisant pas uniquement au type d'habitat choisi, la notion d'habiter entend elle, inclure les pratiques et conceptions de l'espace des individus. Habiter désigne « l'ensemble des pratiques que l'on associe au lieu », chaque individu a donc un « mode d'habiter » (STOCK, 2004)

Figure 3. Même boutique en partie rénovée, réhabilitée (logement, location saisonnière), M. MALSAN, 2019



## Résultats

Hypothèse d'une gentrification du quartier vérifiée en plusieurs points :

- mutation du regard et des actions des pouvoirs publics locaux sur le quartier. Passage progressif d'un quartier relégué à celui d'un quartier multi fonctionnel, attractif et compétitif



conceptions de l'espace des individus. Habiter désigne « l'ensemble des pratiques que l'on associe au lieu », chaque individu a donc un « mode d'habiter » (STOCK, 2004)

- La **gentrification** : terme désignant l'embourgeoisement d'un quartier à dominante populaire par l'arrivée de populations nouvelles des classes moyennes et supérieures. Définition aujourd'hui élargie et comprenant également les politiques publiques visant à attirer dans ces quartiers des populations plus aisées (AUTHIER, BIDO, 2008).

Figure 4 . Types de confrontations architecturales que l'on peut retrouver à Terre-Sainte. M. MALSAN, 2019



Passage progressif d'un quartier relégué à celui d'un quartier multi fonctionnel, attractif et compétitif

- perception d'une mutation du quartier par les habitants anciens, notamment un ressenti fort, soit positif soit négatif, face à un changement de la population habitante. Rapports au quartier nouveaux et cohabitation de modes d'habiter différents conduisant à de nouveaux rapports socio-spatiaux avec parfois conflits d'intérêts, rapports de domination, et conquêtes pour l'appropriation de l'espace.
- l'arrivée de nouvelles populations a conduit à des mutations urbaines et paysagères notables ayant contribué à changer l'image du quartier (Figure 1,2 et 3)
- l'image du quartier ayant été modifiée, elle apporte désormais une certaine attractivité au quartier, et notamment immobilière, qui renforce le phénomène d'apport d'une population nouvelle, plus aisée ainsi qu'une population de touristes

=> La gentrification arrive à Terre-Sainte avec une temporalité propre (Figure 5).

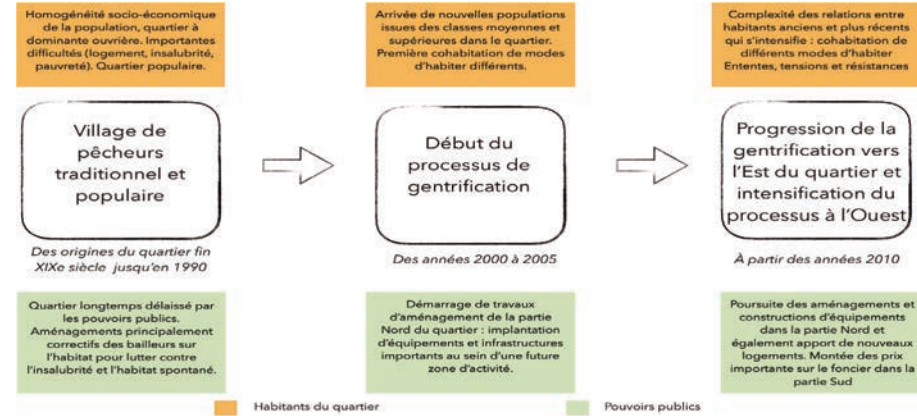
## Méthode

Objectifs : obtenir des données mixtes, qualitatives et quantitatives, et confronter les positions et points de vue, acteurs publics et habitants.

Un protocole méthodologique divisé en plusieurs parties avec :

- Des enquêtes de terrain : par questionnaire en interrogeant les habitants anciens, les récents et les personnes extérieures au quartier
- Des récits de vie : 10 individus aux situations socio-professionnelles et personnelles variées ont été interrogés
- Un entretien avec un architecte, afin d'avoir le point de vue d'un acteur public et d'un professionnel de la construction sur l'urbanisation du quartier et son évolution
- Une étude des documents d'urbanismes (PLU de la ville de St Pierre et Accord Cadre du Contrat de Ville du quartier de Terre-Sainte de 2015).

Figure 5. Schématisation de l'évolution du quartier de Terre-Sainte. Réalisation M. MALSAN, 2018



## Conclusion

L'étude des modes d'habiter dans le quartier de Terre-Sainte nous a menés à une réflexion sur la gentrification de ce territoire en pleine mutation. Ce processus crée de nouveaux rapports sociaux-spatiaux sur le territoire et ces derniers conduisent à une cohabitation de différents modes d'habiter dans le quartier. La gentrification se trouve être l'une de ces traductions de la cohabitation de différents modes d'habiter et elle est notamment visible dans la transformation du paysage et de l'architecture des lieux.

**Références:** « L'habiter comme pratique des lieux géographiques », EspacesTemps.net [En ligne], Travaux, 2004; J.Y. Authier, C. Bidou-Zachariasen, « Éditorial. La question de la gentrification urbaine », *Espaces et sociétés*, 2008, (n° 132-133), p. 13-21

# LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT

LONGONI, MAYOTTE

## I - UN PAYSAGE, UN CLIMAT, UN PROJET

346 // M. Nicolas PEYREBONNE et M. Philippe BAYARD. Lycée des métiers du bâtiment de Longoni.

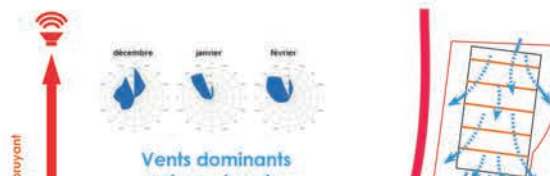


### 1 - UN COEUR PAYSAGÉ PRÉSERVÉ

Fruit d'une association entre deux agences situées aux antipodes, le projet du lycée des Métiers du Bâtiment de Longoni illustre la complémentarité des approches. S'ajoutent d'un côté l'expertise tropicale et la contextualisation tant climatique que culturelle, de l'autre, une démarche sur les matériaux et une expérience en architecture participative. Le point commun ? Préférer à l'objet architectural l'ancrage au territoire.

Le terrain du futur lycée frappe par sa puissance, couvert de végétation tropicale, il se déploie autour de sa butte centrale. Le projet se l'approprie, en tire sa force, une large coursive l'enserme comme un écrin. La butte révélée en devient le coeur, le référent commun qui diffuse une vision paysagère de l'architecture. La coursive bois en fait le tour, le distribue et devient l'image du lycée.

### 2 - UNE STRATÉGIE CLIMATIQUE CONTEXTUALISÉE

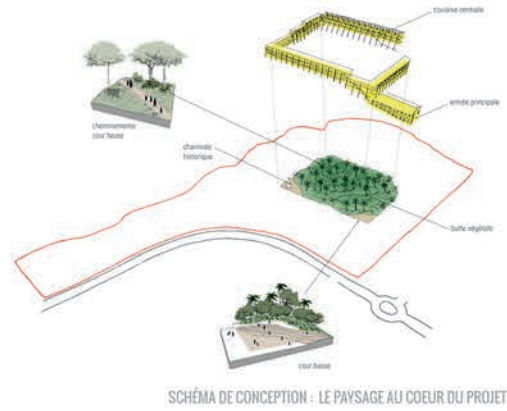


Le projet intègre la question de l'environnement au sens large. Il s'agit en premier lieu de contextualiser la conception, de prendre en compte les paramètres du climat de Mayotte.

La question de l'énergie se pose ici plus qu'ailleurs. L'unique moyen d'approcher l'autonomie énergétique est de concevoir des bâtiments passifs sans climatisation.

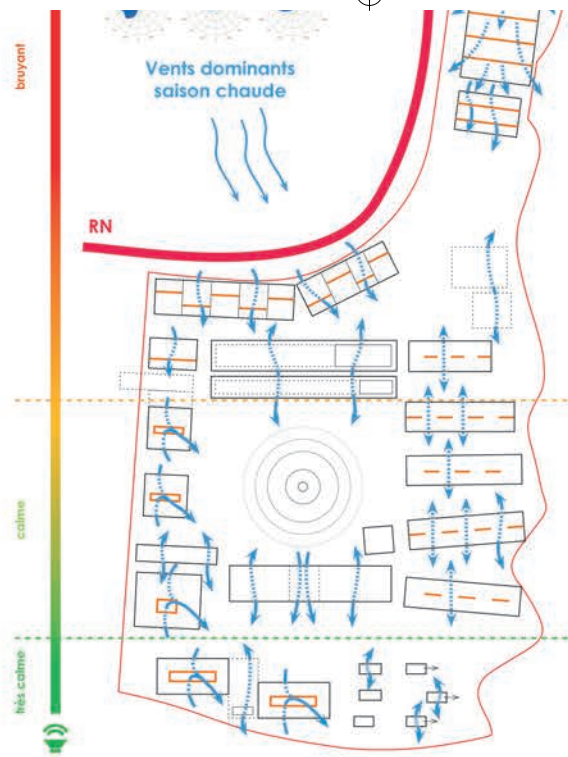
Pour y parvenir, des choix fondateurs sont actés en amont, une ingénierie spécifique ensuite est mise en place. Les constructions, s'appuyant sur un zonage acoustique, captent les brises, usant d'une succession de stratégies aérodynamiques globales puis propres à chaque programme. Une protection solaire optimale rend possible une conception passive, enjeu énergétique mais aussi pédagogique et culturel.

tribue et devient l'image du Lycée.  
 tive. Le point commun? Préférer à l'objet architec-  
 tural l'ancrage au territoire.

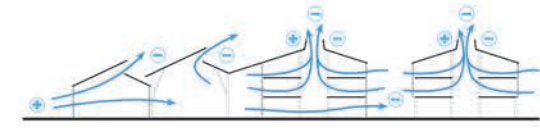
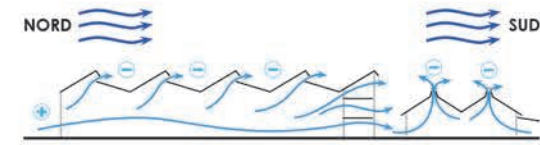


«Plus qu'un objet architectural posé hors sol, le lycée illustre ses principes et diffusera via les futurs acteurs de la construction, des valeurs paysagères, écologiques et techniques.»

Mémoire du concours,  
 Encore Heureux Architectes - Co-Architectes, Juin 2018



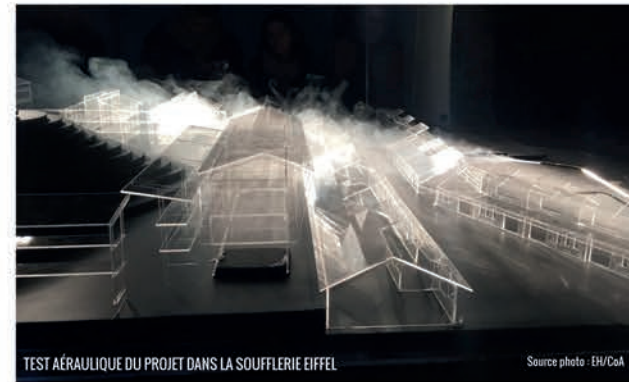
est de concevoir des bâtiments passifs sans climatisation.  
 sive, enjeu énergétique mais aussi pédagogique et culturel.



PRINCIPE CLIMATIQUE : COUPE AÉRAULIQUE À L'ÉCHELLE DU SITE



PRINCIPE CLIMATIQUE : COUPE AÉRAULIQUE À L'ÉCHELLE DES BÂTIMENTS



ENCORE HEUREUX architectes

co-architectes

INTEGRALE

LA FACULTÉ DES SCIENCES

ATEVE T&E ingénierie

LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT DE LONGONI (976)

Culture

Le Département de la Martinique

BRUNO BOURGEOIS

TCO Economie & Innovation

LE PORT

ENSAIPI

# LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT II - LE TEMPS DU PROJET, ENTRE PRÉSENCE ET PARTICIPATION

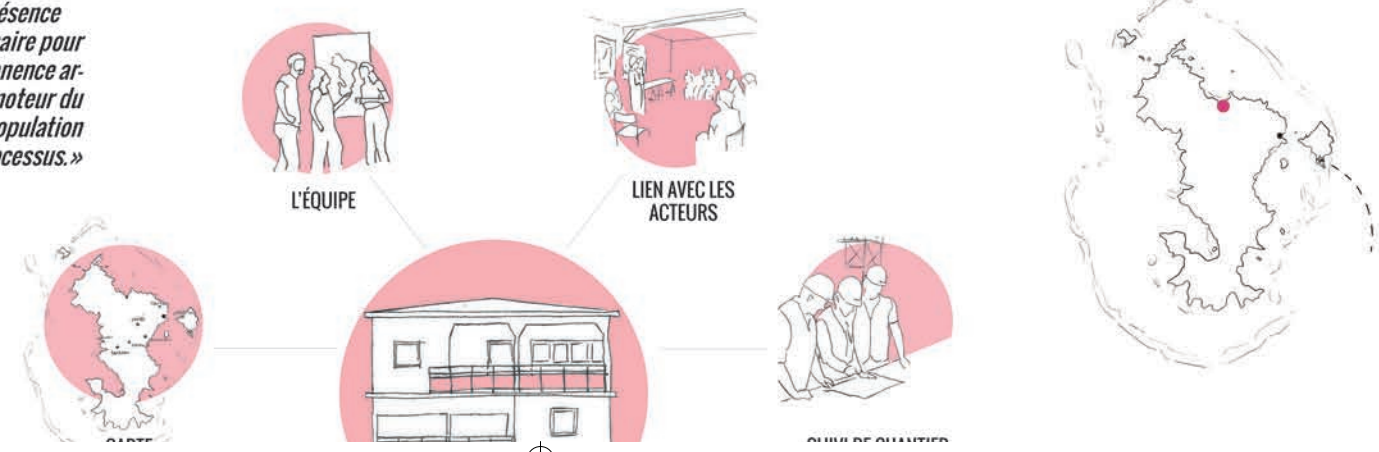
LONGONI, MAYOTTE

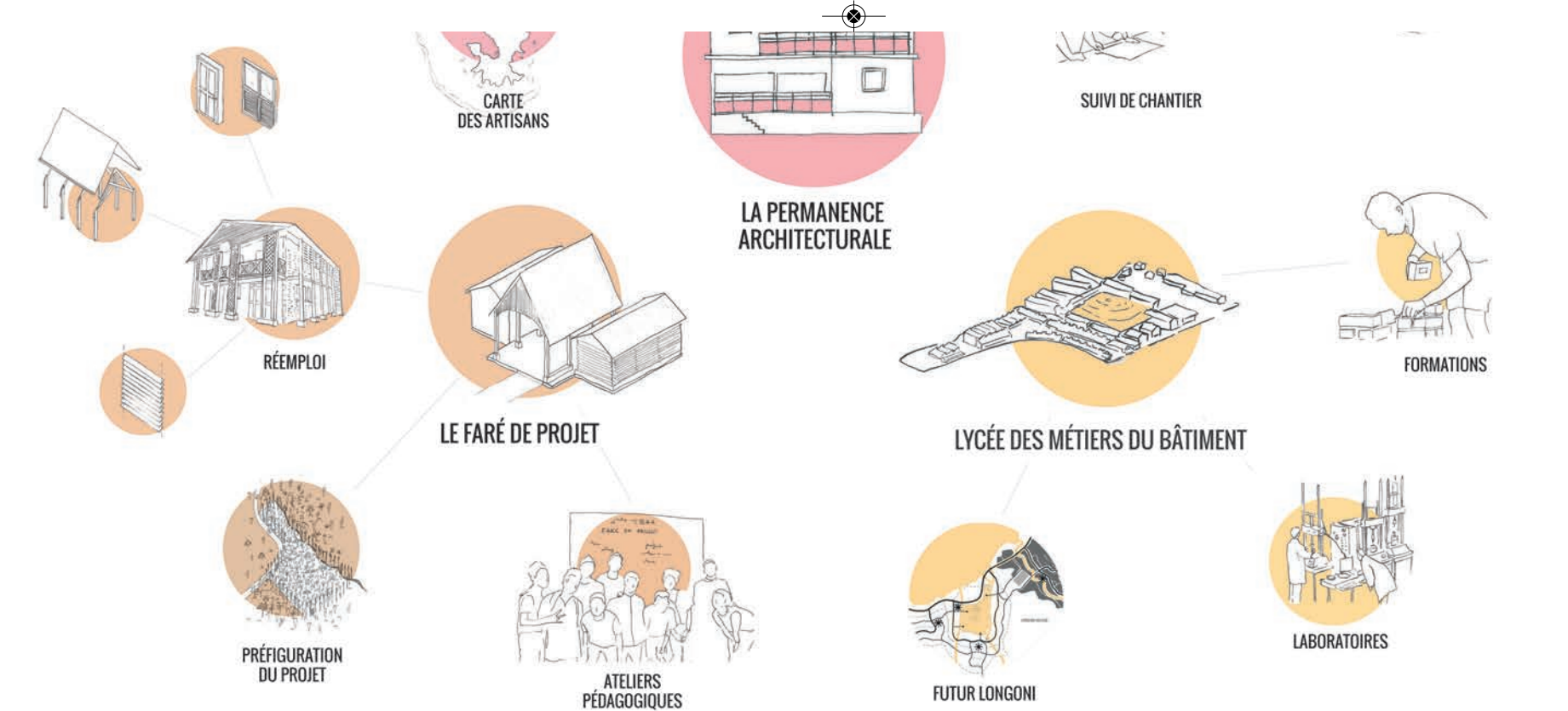


## 1- LA PERMANENCE ARCHITECTURALE : LIEU DE RENCONTRE ET D'EXPÉRIMENTATION

«Dépassant la seule histoire d'un projet, la présence physique de nos équipes sur le site est nécessaire pour répondre aux grands enjeux du lycée. La permanence architecturale de Longoni pourra servir de lieu moteur du projet, un point de rencontre identifiable par la population ou par les acteurs qui s'impliqueront dans le processus.»

Mémoire du concours.  
Encore Heureux Architectes - Co-Architectes,  
Juin 2018





**ENCORE HEUREUX architectes** + **co-architectes** | **INTEGRALE** | **LE CANTON DES QUALITÉS** | **ATEVE** | **T&E ingénierie** | **LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT DE LONGONI (976)** | **Culture** | **RECHERCHES** | **TCO** | **LE PORT** | **ENSAIM**

# LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT

LONGONI, MAYOTTE

## III - LA BTC, UN OUTIL SOCIO-ÉCONOMIQUE

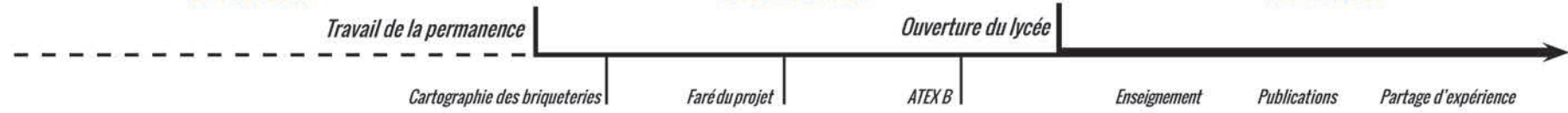


350 // M. Nicolas PEYREBONNE et M. Philippe BAYARD. Lycée des métiers du bâtiment de Longoni.

### ÉTAT DES LIEUX

### EXPÉRIMENTATION

### TRANSMISSION



### RÉACTIVATION DE LA FILIÈRE DANS LE TEMPS

#### 1- RELANCER PAR LE PROJET

Un des enjeux majeurs de ce projet consiste à réactiver la filière de la BTC subitement tombée en désuétude, tant pour des raisons de réglementation que d'image connotée, vestige d'un temps pas si ancien mais marqué par le passé. La départementalisation et l'arrivée des réglementations a accéléré le processus, mettant en sommeil la filière. Les matériaux de construction de Mayotte sont désormais importés.

Pour relancer la filière, le premier pas sera celui de l'état des lieux précis et attentif : cette recherche ne peut se faire que sur place, en évaluant les ressources de l'île, en rencontrant les acteurs pouvant activer ces filières, quelle qu'en soit l'échelle. Ce sera donc une des premières missions de la permanence architecturale.

#### 2- PÉRENNISER PAR L'APPRENTISSAGE

Le Lycée de Longoni sera la locomotive à la réactivation de la filière terre. Les expérimentations du projet dans le domaine profiteront à toute la filière BTC. Les verrous réglementaires qui contraignent la construction en terre seront progressivement allégés grâce à la production d'un ATEX B, un document d'évaluation technique qui pourra ensuite servir de règle technique à Mayotte.

À la manière des autres matériaux, la BTC sera mise en oeuvre sous toutes ses formes, portées sur les bâtiments bas, en remplissage de structures béton, bois ou métal : elle constituera le fil rouge de ce lycée. Elle s'exposera dans sa richesse, présentant ses possibilités d'appareillages sur des murs pleins ou encore telle une dentelle de moucharabihs filtrant l'air.

#### 3- DIFFUSER PAR L'EXEMPLE

Réaliser un lycée des métiers du bâtiment n'est évidemment pas neutre, nous avons pris en compte la vocation pédagogique de cette série de constructions. L'occasion est trop belle pour exposer à l'échelle 1 un vrai panel de modes constructifs qui s'offrent aux élèves, futurs acteurs de la construction.

Le projet se veut une démonstration de la pertinence des choix constructifs : le béton pour sa bonne tenue en fondation, pour son inertie lorsque protégé, la char-

penne métallique dédiée aux ateliers, aux longues portées, le bois pour son origine biosourcée, son expression, sa faible inertie et sa bonne tenue à l'air marin.

Les étudiants pourront éprouver par exemple les avantages de telle ou telle construction, prolonger cette expérience dans leur foyer, dans leur métier. Plus qu'un lycée, ces bâtiments apporteront l'illustration des enseignements prodigués par l'exemple.

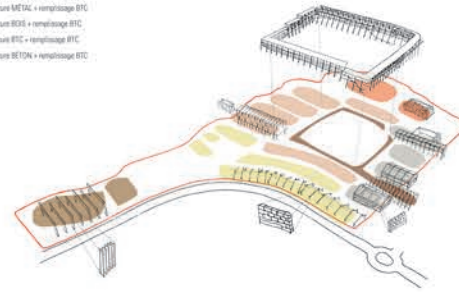
de Mayotte sont désormais importés.



CARTOGRAPHIE DES BRIQUETIERES

ni que qui pourra ensuite servir de règle technique à Mayotte.

- structure BOIS + remplissage BTC
- structure METAL + remplissage BTC
- structure BOIS + remplissage BTC
- structure BTC + remplissage BTC
- structure BETON + remplissage BTC

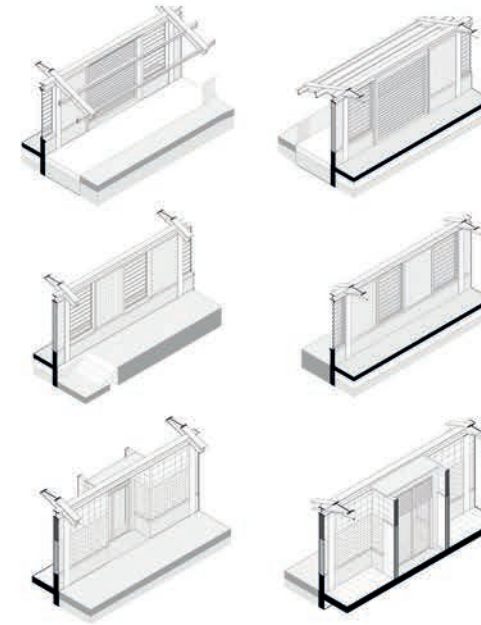


SCHEMA DE CONCEPTION - MODES CONSTRUCTIFS

*«Changer l'image de la BTC en montrant toute sa contemporanéité, permettre l'évolution du cadre réglementaire représente le premier volet de réactivation de la filière BTC, le second est bien d'anticiper la production à venir, de relancer les briqueteries et d'alimenter ainsi le tissu socio-économique de Mayotte.»*

Lettre d'intention,  
Encore Heureux - Co-Architectes, Juin 2019

Le projet se veut une démonstration de la pertinence des choix constructifs: le béton pour sa bonne tenue en fondation, pour son inertie lorsque protégé, la char-



AXONOMETRIES ECORCHÉES DES FAÇADES BTC



ARCHITECTURE DE TERRE - LYCÉE DE COCONI

Source photo: Héloïse L'ÉVÉQUE



UNE PRODUCTION LOCALE

Source photo: Camille Abdourazak Augustin



UNE REACTIVATION ITERATIVE DANS LES ATELIERS

ENCORE HEUREUX architectes

co-architectes

INTEGRALE

LA TABLE DES MATIÈRES

ATEVE

# LYCÉE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT DE LONGONI

Culture

Le Port

BRUNO RAUZY

TCO

LE PORT

ENSAM



# Eco-conception et ethnoarchitectures dans le secteur du tourisme en milieu tropical camerounais

## Contexte

Le Cameroun présente une grande diversité d'architectures spécifiques aux 250 groupes ethniques. Ces ethnoarchitectures sont des attraits pour les touristes et génèrent également des gains économiques pour la population locale. Aujourd'hui, les collectivités locales camerounaises reconnaissent les avantages que représentent les ressources locales ou patrimoniales, en matière du développement durable et du tourisme (plus de 350 sites touristiques dans la partie tropicale du pays). C'est cette reconnaissance qui a permis l'intégration des architectures traditionnelles dans la conception des établissements touristiques. Cette dynamisation architecturale vient ainsi déclencher la mise en place de l'économie durable, car non seulement, elle utilise des matériaux locaux mais elle perpétue en même temps des formes d'édifices spécifiques au paysage tropical.

## Problématique

Un coup d'œil porté aux résultats de certains chercheurs en sciences économiques et environnementales montre qu'une activité touristique transversale impacte fortement le territoire et qu'elle dépend de plusieurs facteurs comme l'économie, la société et l'environnement. Si la problématique du développement durable trouve ses nouvelles orientations dans la valorisation des architectures traditionnelles, elle peut aussi interroger leur intégration au secteur du tourisme. **En quoi les ethnoarchitectures constituent-elles une source d'écoconception et d'économie durable ?**

## Méthodologie

La démarche utilisée a premièrement, mis en perspectives le système des projets écologiques des établissements touristiques et des loisirs dans trois régions du Cameroun : l'Adamaoua, le Nord et l'Extrême-Nord où règnent respectivement les climats tropicaux humides d'altitude, sahélien et soudano-sahélien. Puis, une analyse d'un point de vue historique et anthropologique des habitations traditionnelles permet de toucher autrement la question de l'écologie et d'aboutir à des conclusions selon lesquelles les ethnoarchitectures peuvent constituer des patrimoines écologiquement potentiels.

## Les projets touristiques inspirés des habitations traditionnelles

### Paramètres considérés:

- Les matériaux de construction utilisés : la paille, la tige du mil, la terre et parfois le bois.
- Le mode d'implantation des campements qui sont implantés proches des sites touristiques et des centres artisanaux.
- La répartition dans un campement des Boukarous, qui s'organisent plus ou moins comme dans une ferme traditionnelle.
- Le fait que la population locale s'intéresse à la sauvegarde de certaines habitations traditionnelles développant ainsi une sorte d'économie locale et durable.



Les campements touristiques de l'Etat

✓ Le Safari Danay est un exemple de

## Terrain

### Légende

- Zone soudano-sahélienne: pluviométrie: 400 à 1200 mm/an; Sols: grande diversité, ferrugineux, lessivés, hydromorphes, alluvionnaires, lithosols, vertisols, etc. s, acides, argileux
- Zone des hautes savanes: pluviométrie: 1500mm/an, 150 jours de pluie; Sols: perméables, capacité de rétention d'eau moyenne, ferralitiques bruns ou rouges, hydromorphes
- Zones des hauts plateaux: pluviométrie: 1500 à 2 000 mm/an; Sols: , 180 jours de pluie; Sols: fortes pentes, riche en matériaux volcaniques
- Zone forestière bimodale: pluviométrie: 1500 à 2 000 mm/an, deux saisons humides distinctes; Sols: ferralitiques, acides, argileux
- Zone forestière monomodale: pluviométrie: 2500 à 4000 mm/an; Sols: pentes volcaniques, sédiments d'origine rocheuse le long de la côte

1. Climat tropical sec à tendance sahélienne
2. Climat tropical
3. Climat tropical d'altitude de l'Adamaoua
4. Climat tropical et équatorial de transition
5. Climat équatorial
6. Climat équatorial côtier
7. Climat tropical côtier
8. Climat tropical de montagne de l'ouest (1) est la zone d'étude



## Quelques architectures traditionnelles remarquables



Le palais traditionnel Oudjila (plus de 400 ans). L'ancien chef, avec ses 50 épouses, avait fondé son territoire sur une colline, dans les monts Mandara.

Une habitation de montagne chez les Mafa. Les

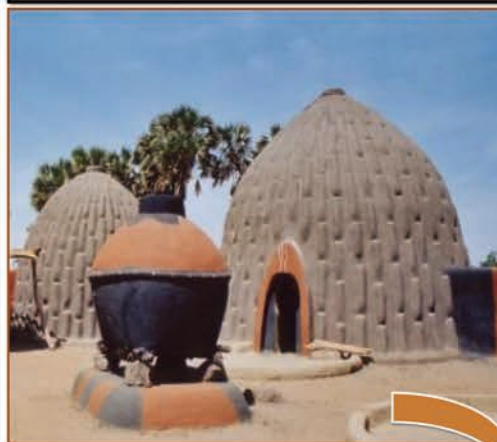
**Les campements touristiques de l'Etat**



✓ **Le Safari Danay** est un exemple de campement de l'Etat où l'on rencontre quelques animaux (cheval, singe, dromadaire, tortue, gazelle et même le lion dans un enclos).

✓ Il est le reflet du paysage naturel et faunique de la zone tropicale

**Le palais traditionnel Ougjra (plus de 400 ans).** L'ancien chef, avec ses 50 épouses, avait fondé son territoire sur une colline, dans les monts Mandara.



**Une habitation de montagne chez les Mafa.** Les peuples Mafa sont des paléo-soudanais. Ils construisent en pierres sèches, pailles et terres depuis le VI<sup>e</sup> siècle. Ils bâtissent également les terrasses pour la culture de la céréale et d'arachides. Ainsi, ils transmettaient leurs techniques constructives traditionnelles de générations en générations.

**Une habitation Mousgoum à Mourla, reconstituée en 1997** par Patrimoine Sans Frontières (PSF). Cette habitation est un projet participatif conçu par deux Français, l'architecte Fabien Jamin et l'anthropologue Christian Seignobos, avec l'implication de la population locale. Les peuples Mousgoum sont des pêcheurs installés le long du fleuve Logone, autour du lac Tchad et de celui de Maga, au Cameroun. Leur habitation s'appelle « case obus » et est construite uniquement en terre.

**Bibliographie indicative**

**FEIO Antonio, CORREIA GUEDES Manuel, (2013),** « Architecture, tourism and sustainable development for the Douro region », *Renewable Energy*, Vol.49:72-76.

**Ministère du Tourisme et des Loisirs, (2007),** « Toute l'Afrique dans un pays », *Guide du tourisme de l'Extrême-Nord*. Dépliant N°4.

**SEIGNOBOS Christian, JAMIN Fabien, (dir.), (2004).** *Cases obus histoire et reconstitution*, Marseille : Parenthèses, Coll. « Architectures Traditionnelles », 216p.

**SEIGNOBOS Christian, (2009),** « Tourisme et architectures (Nord-Cameroun et Tchad) : préservation, reconstitution, patrimonialisation », *Africa e Mediterraneo*, N° 30-34.

**TCHOTSOUA Michel, (2008),** *Enjeux et opportunités scientifiques pour le développement durable de l'Afrique: géographie et géomatique*, Yaoundé : Éditions CLÉ, ISBN: 9956091189, 291p.



**Projet de la station nautique de Maga élaboré en 2015.**

□ Inspiré des cases obus et des habitations traditionnelles des peuples de la Montagne, c'est la conception d'un village touristique.

□ Le bilan thermique simplifié des Boukarous a été évalué par une application informatique (logiciel) que j'ai conçue à base du langage java spécialement pour ce projet.

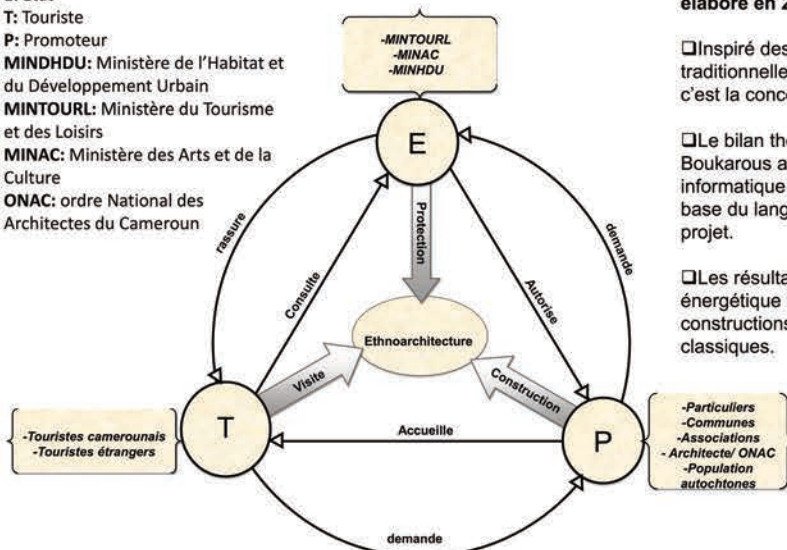
□ Les résultats de la consommation énergétique ont été comparés aux constructions modernes des hôtels classiques.

□ Le gain énergétique était autour de 45 % par rapport aux constructions faites à base des matériaux de construction conventionnels.

**Acteurs**

**Légende**

- E:** Etat
- T:** Touriste
- P:** Promoteur
- MINDHDU:** Ministère de l'Habitat et du Développement Urbain
- MINTOURL:** Ministère du Tourisme et des Loisirs
- MINAC:** Ministère des Arts et de la Culture
- ONAC:** ordre National des Architectes du Cameroun

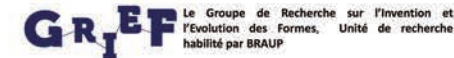


Graphes du jeu d'acteurs autour des ethnoarchitectures

**Mots-clés :** Cameroun tropical, éco-conception, économie durable, ethnoarchitectures, tourisme.

Doctorant: **Gabriel II, A-AVAVA NDO**  
[gabriel.a-avavando@rennes.archi.fr](mailto:gabriel.a-avavando@rennes.archi.fr)

Directrice de thèse: **Carmen, POPESCU**  
[carmen.popescu@rennes.archi.fr](mailto:carmen.popescu@rennes.archi.fr)



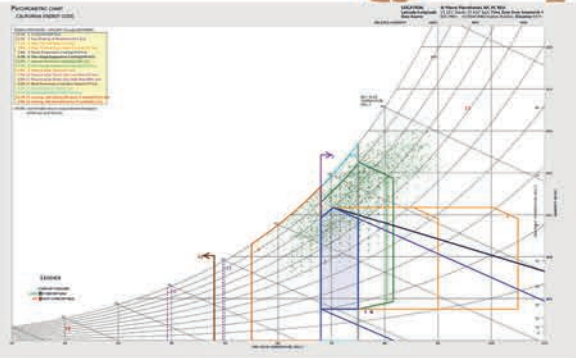
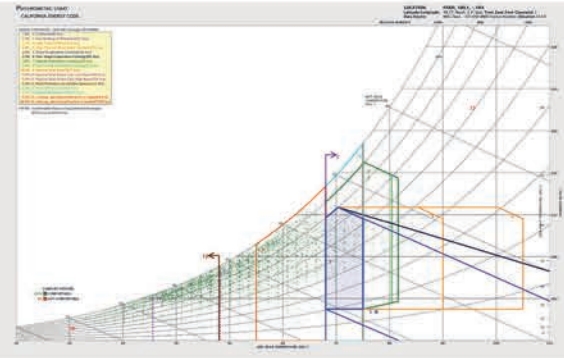
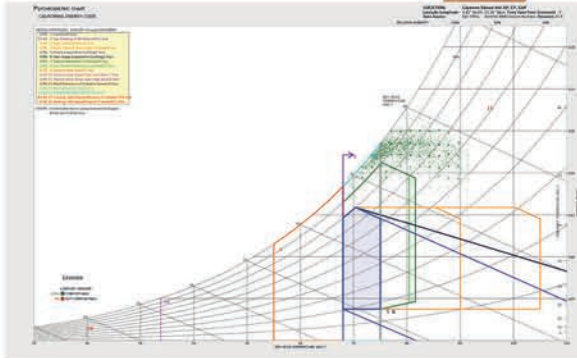
# IME YÉPI KAZ EN GUYANE : FRAÎCHEUR SANS CLIM



CLIMAT EN GUYANE

CLIMAT À PARIS

CLIMAT À LA RÉUNION



L'INSTITUT MEDICO-ÉDUCATIF YÉPI KAZ DE L'APAJH GUYANE ACCUEILLE DES ENFANTS POLY-HANDICAPÉS AU SEIN DE LA COMMUNE DE REMIRE-MONTJOLY. L'OBJECTIF PREMIER DE LA CONCEPTION DE L'IME A ÉTÉ D'EXPLOITER LE POTENTIEL BIOCLIMATIQUE DU SITE POUR CRÉER UNE ARCHITECTURE ADAPTÉE AUX CONDITIONS D'ACCUEIL PARTICULIÈRES DES ENFANTS, PROPICE AU BIEN-ÊTRE, À L'ÉVEIL ET À LA DÉCOUVERTE. LES MOYENS MIS EN ŒUVRE SE TRADUISENT





PARTICULIÈRES DES ENFANTS, PROPICE AU BIEN-ÊTRE, À L'ÉVEIL ET À LA DÉCOUVERTE. LES MOYENS MIS EN ŒUVRE SE TRADUISENT PAR UNE ARCHITECTURE DYNAMIQUE QUI FAIT LA PART BELLE AU VÉGÉTAL ET AUX MATÉRIAUX LOCAUX : BOIS DE GUYANE ET BLOCS DE TERRE CRUE.

CES RÉPONSES ARCHITECTURALES PERMETTENT D'ASSURER AUX ENFANTS DES CONDITIONS DE VIE AGRÉABLES, TANT D'UN POINT DE VUE HYGROMÉTRIQUE QUE SENSORIEL, MALGRÉ LA FORTE CHALEUR ET L'HUMIDITÉ OMNIPRÉSENTE QUI CARACTÉRISE LE CLIMAT GUYANAIS.

LA COHÉRENCE ARCHITECTURALE DU PROJET EST ASSURÉE PAR LA DÉMARCHE QEA QUI A SERVI DE FIL CONDUCTEUR TOUT AU LONG DU PROCESSUS DE CONCEPTION AVEC LES UTILISATEURS.



## QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE AMAZONIENNE (QEA)

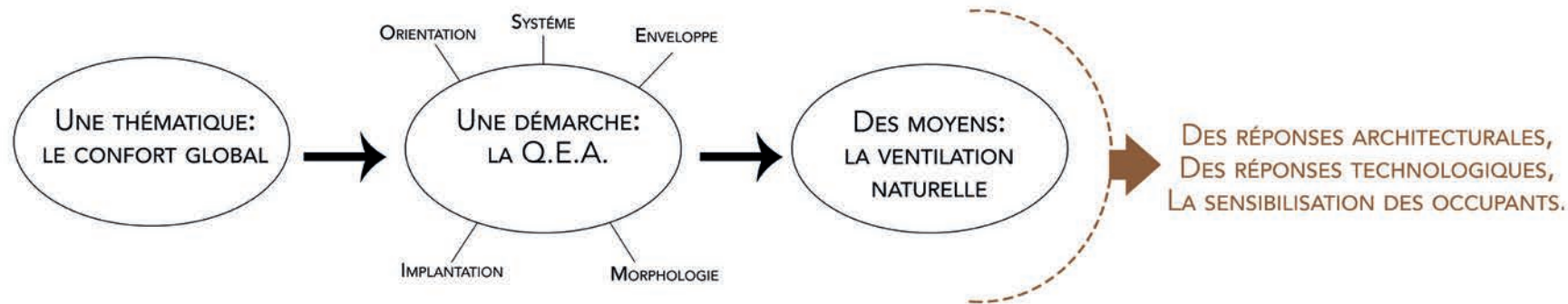
CETTE DÉMARCHE QUI S'APPUIE SUR LA DÉMARCHE NEGAWATT (SOBRIÉTÉ, EFFICACITÉ, RENOUVELABLE) VISE EN PRIORITÉ À RÉDUIRE AU MAXIMUM LES BESOINS ET À SATISFAIRE CEUX-CI EN TIRANT PARTI DES ÉLÉMENTS POSITIFS DU CLIMAT.

AINSI, ET AVEC L'ACCORD DES UTILISATEURS, LES ESPACES CLIMATISÉS ONT ÉTÉ RÉDUITS AU STRICT MINIMUM ET LA QUASI TOTALITÉ DES ESPACES DE VIE, D'ACTIVITÉ ET D'HÉBERGEMENT SONT TRAITÉS EN VENTILATION NATURELLE. LES ÉLÉMENTS DU CLIMAT GUYANAIS ONT ÉTÉ MIS À PROFIT POUR CRÉER DES AMBIANCES VARIÉES PROPRES À STIMULER SENSORIELLEMENT LES ENFANTS.

LA MÉTHODE DÉVELOPPÉE PAR L'ACAPA A ÉTÉ APPLIQUÉE RIGOREUSEMENT ICI : LA PENTALOGIE DE L'IMPLANTATION, DE L'ORIENTATION, DE LA MORPHOLOGIE, DE L'ENVELOPPE ET DES SYSTÈMES, QUE COMPLÈTE ÉVIDEMMENT L'APPROPRIATION DU BÂTIMENT PAR SES UTILISATEURS.



# IME YÉPI KAZ EN GUYANE : FRAÎCHEUR SANS CLIM



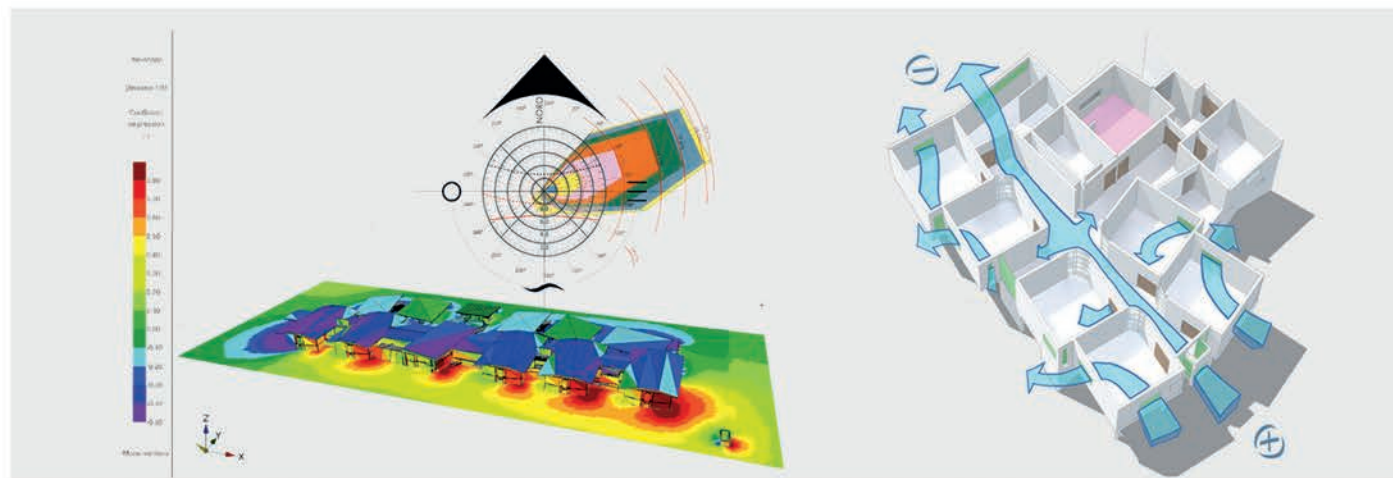
356 // M. Frédéric PUJOL, Ime yépi kaz en Guyane : fraîcheur sans clim.

## VENTILATION

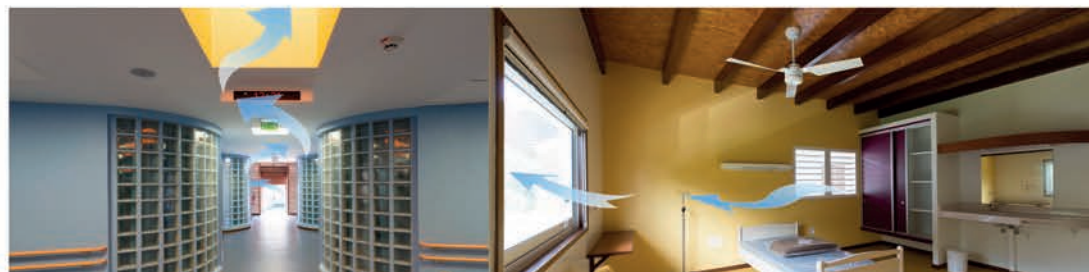
L'IMPLANTATION SUR LE SITE RÉPOND À LA VOLONTÉ DE TRAITER LA MAJORITÉ DES LOCAUX EN FONCTIONNEMENT BIOCLIMATIQUE AVEC UNE STRATÉGIE DE VENTILATION NATURELLE ET UNE STRATÉGIE DE PROTECTION SOLAIRE.

LE BÂTIMENT PRINCIPAL ACCUEILLANT LES UNITÉS D'HÉBERGEMENT À L'ÉTAGE SE DÉVELOPPE DONC SUR TOUT LE LINÉAIRE DU TERRAIN DE MANIÈRE À OFFRIR LA PLUS GRANDE SURFACE DE FAÇADE POSSIBLE AUX VENTS DOMINANTS. LES UNITÉS DE VIE QUANT À ELLES, SE SITUENT À L'ARRIÈRE DU TERRAIN, LARGEMENT OUVERTES SUR LA VÉGÉTATION. L'ORIENTATION MAJORITAIREMENT NORD-SUD DES FAÇADES DES DIFFÉRENTES UNITÉS PERMET DE LES PROTÉGER EFFICACEMENT DU SOLEIL.

L'IMPLANTATION ET L'ORIENTATION AYANT EXPLOITÉ LE POTENTIEL BIOCLIMATIQUE DU SITE, LA MORPHOLOGIE ET LE ZONAGE INTERNE DES BÂTIMENTS PERMET D'OPTIMISER CELUI-CI ; ET L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT AU SENS LARGE, C'EST À DIRE COMPRENANT LE TRAITEMENT DES ABORDS ET DE LA VÉGÉTATION EST L'ABOUTISSEMENT DE CETTE DÉMARCHE.



L'ORGANISATION EN QUINCONCE DES CHAMBRES PERMET À CHACUNE D'ELLES DE POSSÉDER DEUX OUVERTURES DANS DES FAÇADES DISTINCTES ASSURANT AINSI UNE PARFAITE VENTILATION TRAVERSANTE, MODULÉE PAR LE DISPOSITIF DE TRIPLE-FENÊTRE MOBILE EN FAÇADE EST.

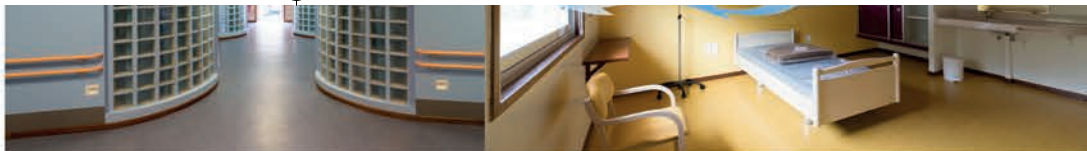




CHAQUE PARTIE ET CHAQUE ORIENTATION DU BÂTIMENT DISPOSE D'UN TRAITEMENT SPÉCIFIQUE SELON LES USAGES ET LES PÉRIODES D'OCCUPATION, PARTICIPANT AINSI À LA DIVERSITÉ D'AMBIANCES ARCHITECTURALES DE L'ENSEMBLE. LA VENTILATION TRAVERSANTE EST SYSTÉMATIQUEMENT PRIVILÉGIÉE.



LES FAÇADES NORD ET SUD SONT PROTÉGÉES PAR LES GRANDS DÉBORDS DE TOITURE TANDIS QUE LES PIGNONS EST ET OUEST REÇOIVENT UNE FAÇADE EN BARDAGE BOIS ISOLÉE AVEC PROTECTIONS SOLAIRES MOBILES. L'OMNIPRÉSENCE DE VÉGÉTAL PERMET D'AUGMENTER L'ALBÉDO DU SOL.



LA FAIBLE ÉPAISSEUR DU BÂTIMENT PRINCIPAL PERMET LA VENTILATION NATURELLE DES LOCAUX D'ACTIVITÉS GRÂCE À UNE CIRCULATION INTÉRIEURE RENDUE POREUSE PAR DES JALOUSIES MOBILES. CETTE DISPOSITION PARTICULIÈRE QUI A FAIT L'OBJET DE DISCUSSIONS APPROFONDIES AVEC LES SERVICES D'INCENDIE ET DE SECOURS A NÉCESSITÉ UN TEMPS D'ADAPTATION DE LA PART DES UTILISATEURS. UNE INTERVENTION DE LEUR PART EST EN EFFET NÉCESSAIRE POUR GARANTIR LA VENTILATION TRAVERSANTE OPTIMALE DES LOCAUX.



# IME YÉPI KAZ EN GUYANE : FRAÎCHEUR SANS CLIM

## PROTECTION SOLAIRE

PREMIER GARANT DE L'OBTENTION D'UN BON CONFORT SANS RECOURS À LA CLIMATISATION EN GUYANE, LA PROTECTION SOLAIRE A ÉTÉ TOUT PARTICULIÈREMENT ÉTUDIÉE POUR L'ENSEMBLE DES ESPACES. LES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS SE DÉCLINENT SELON LES USAGES ET LES ORIENTATIONS : BRISE-SOLEILS FIXES, VOILETS PERSIENNÉS À PROJECTION, DÉBORDS DE TOITURE, PROTECTIONS MOBILES, ETC... CERTAINS ESPACES COMME LES SANITAIRES ONT MÊME ÉTÉ VOLONTAIREMENT EXPOSÉS POUR EN DIMINUER L'HUMIDITÉ.

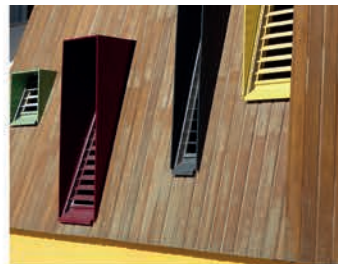
CETTE STRATÉGIE DE PROTECTION SOLAIRE ACCRUE, COUPLÉE AVEC LA STRATÉGIE DE VENTILATION NATURELLE NOUS A PERMIS DE RÉALISER UN ÉQUIPEMENT EXTRÊMEMENT ÉCONOME EN ÉNERGIE (CONSOMMATION < 50 kWh<sub>eff</sub>/m<sup>2</sup>/an).



## AMBIANCES

CHAQUE UNITÉ S'INSÈRE DANS DES JARDINS SENSORIELS POUR LESQUELS LES ESSENCES ONT ÉTÉ CHOISIES EN FONCTION DE LEURS QUALITÉS INTRINÈQUES : COULEURS, ODEURS, MAIS AUSSI SONS LORSQUE LES BRANCHES SONT AGITÉES PAR LE VENT. DES TERRASSES VÉGÉTALISÉES VIENNENT ÉGALEMENT PONCTUER L'ENSEMBLE DU BÂ-



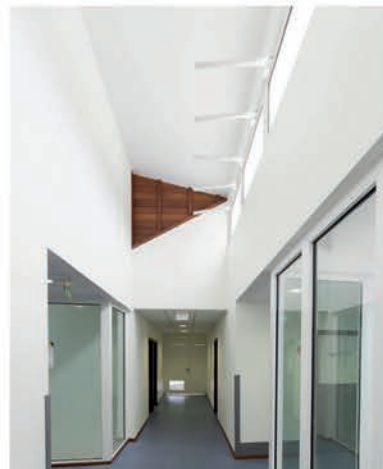


LEURS, OUEURS, MAIS AUSSI SOUS LORSQUE LES BRANCHES SONT AGITÉES PAR LE VENT. DES TERRASSES VÉGÉTALISÉES VIENNENT ÉGALEMENT PONCTUER L'ENSEMBLE DU BÂTIMENT EN AGRÉMENTANT DE LEUR FRAICHEUR LES ESPACES DE CIRCULATION. UN PARCOURS THÉMATIQUE TRAVERSE TOUT LE JARDIN EN RELIANT ENTRE ELLES LES UNITÉS DE VIE.



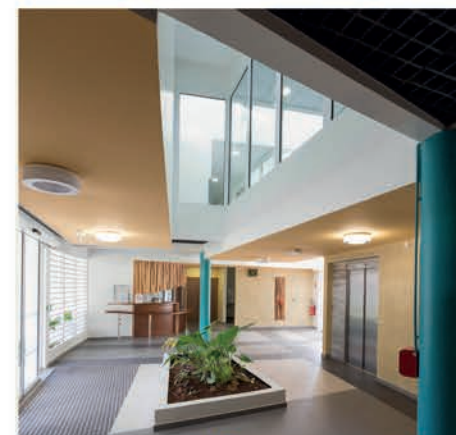
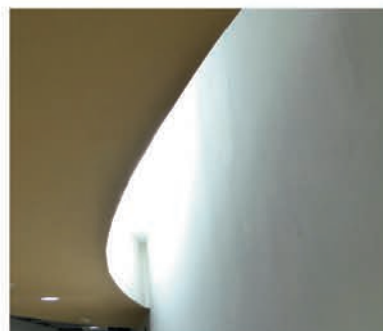
## MATÉRIAUX LOCAUX

LE RECOURS AUX MATÉRIAUX LOCAUX BIO-SOURCÉS COMME LE BOIS DE GUYANE ET À FAIBLE ÉNERGIE GRISE COMME LES BLOCS DE TERRE CRUE A ÉTÉ GÉNÉRALISÉ. LE BOIS SE RETROUVE EN CHARPENTE MAIS AUSSI EN PLAFOND DES CHAMBRES, EN FAÇADES, EN MENUISERIES, ETC. LA TERRE CRUE EST UTILISÉ DANS TOUS LES ESPACES DE VIE EN REMPLISSAGE, ASSOCIÉE AU PERSIENNES VENTILANTES EN BOIS DANS UNE EXPRESSION GRAPHIQUE SURPRENANTE.



## LUMIÈRE NATURELLE

LA LUMIÈRE NATURELLE A, ELLE AUSSI, ÉTÉ OPTIMISÉE, À LA FOIS PAR LA CONCEPTION DES PROTECTIONS SOLAIRES, ADAPTÉES AUX DIFFÉRENTS LOCAUX, MAIS AUSSI PAR L'UTILISATION DE PATIO, DE Puits DE LUMIÈRE ET DE SECOND JOURS QUI DIFFUSENT UNE LUMIÈRE NATURELLE TAMISÉE PARTOUT DANS LE BÂTIMENT. CELUI-CI DISPOSE AINSI D'UNE AUTONOMIE EN ÉCLAIRAGE NATURELLE QUASI-COMPLÈTE.





360 // Mme Émilie MORANT et Mme Léocadie JALOUX, Démarche de co-construction d'un référentiel de programmation pour

# TRAVAUX DE RECHERCHE SUR LES ÉCOLES MAHORAISES

## DEAL Mayotte, Service Appui aux Équipements scolaires du 1er degré

À Mayotte, territoire français, insulaire et tropical, tout change vite et si lentement à la fois. Territoire des paradoxes et des extrêmes, il se situe à des changements culturels et climatiques forts et rapides. Le temps n'y est pas le même qu'en France, il est une réalité. La notion de long terme est un concept peu ancré dans la culture locale. Il faut vivre au jour le jour. Difficile de se projeter. Et pour cause ? Cyclones, tremblements de terre, forte natalité, forte mortalité... Tout ici est fait pour penser peu à demain, car de quoi sera-t-il fait ?

Se pose alors la question de la durabilité dans un contexte exacerbé où la notion de long terme existe peu. Il est important de recenser cette définition pour produire une architecture tropicale durable, où les enjeux écologiques, environnementaux et sociaux spécifiques soient assumés, connus et pris en considération. Adapter les façons de penser et de faire venant d'une métropole bien trop « latitante », sort des conditions cruciales en vue d'une tropicalisation durable du projet architectural, urbain et paysager.

À Mayotte, la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) à travers son service d'appui aux équipements collectifs (SAEC), assiste les maires et organise dans la production de leurs équipements. Avec une croissance démographique importante et une population très jeune (50% de moins de 17 ans), les établissements scolaires occupent un rôle fondamental, malgré leurs nombres insuffisants, et leurs états d'usure avancés. Ainsi, une grande campagne de réhabilitation et de construction neuve est en cours sur le territoire. Au sein du SAEC, l'Unité Construction Scolaire du 1er degré (UCS) s'accompagne les communes, maître d'ouvrage des équipements scolaires du 1er degré. En sous-effectifs, et confrontés à un contexte difficilement gérable, les communes ont un réel besoin de soutien et d'accompagnement dans ce travail lorsque les aux enjeux scolaires de semi-urgence.

Avec pour objectif d'augmenter la qualité et la capacité d'accueil des écoles, l'UCS 1 conçoit un référentiel pour la construction des écoles mahoraises, que nous souhaitons vous présenter.

L'enjeu de ce document est d'être un outil permettant une tropicalisation durable des écoles du premier degré, et ceci autant par son contenu, que par sa méthodologie de réalisation et de transmission. Le processus de construction implique d'associer les maires et les enseignants, sans être alors en amont du projet, sensibilisés au contexte local, à ses problématiques particulières (en résonance avec les problématiques planétaires), et surtout accès à des moyens opérationnels pour y répondre. Faire des écoles « durables » en meilleure connaissance de cause.

Ce la-b-a de la construction des écoles se veut à spectre large : programme technique et architectural, entretien, sécurité usage, gestion des risques, réglementation, normes, matériaux, etc ; mais traité et énoncé spécifiquement pour le contexte mahorais. Pour ce faire, nous nous sommes notamment appuyés sur des spécialistes, d'une analyse fine des bâtiments scolaires mahorais et de l'expérience que ces usagers en ont. Il s'agit véritablement d'un travail pluridisciplinaire de co-construction en partenariat avec les acteurs locaux. Un document pour le maître, fait par le maître. Mais aussi d'ouvrage, réalisé d'œuvre, programmé, réalisé et usagers ont été impliqués. En amont du projet, la conception de ce guide offre un lieu de rencontre où les savoirs et compétences de l'ensemble des acteurs se croisent.

D'autre part, ce document se veut évolutif. En effet, le référentiel de 2020 révèle la réalité du terrain à l'instant présent. L'évolution est un axe majeur de la production architecturale en milieu tropical. La sensibilisation en amont du projet des acteurs les cruciale. Le projet devra s'écarter dans la mesure où une évolution assumée. Le référentiel inclura l'intégration de cette notion dès la commande en précisant son impact factuel aux cahiers des charges (évaluation...)

Pour que ce document soit opérationnel, la méthodologie de transmission est centrée sur l'accompagnement. Trois temps « ateliers » sont prévus. Le premier « atelier » offre aux communes un temps privilégié d'appréhension et d'appropriation du document. Le deuxième « atelier » à destination des usagers, est une mise en pratique ludique de certaines préconisations évoquées par le référentiel - sensibiliser les enfants à l'architecture. Le dernier « atelier » correspond à la mise en place et à l'animation d'un réseau des acteurs de la construction des bâtiments scolaires.

Ce document est à destination des MDE également. Son objectif devient alors de rassembler une base concrète et solide de données opérationnelles, sur lesquelles les MDE peuvent s'appuyer en sûreté, leur permettant d'accorder plus de temps de réflexion à l'innovation pour répondre aux enjeux planétaires forts, présents localement. (Intégrités sociales, diversité culturelle, gestion des déchets...)

À l'usage de la conception de ce guide, une des formes que ce processus de tropicalisation du projet pourrait prendre, serait de mettre en place dès les premières du projet une démarche de co-construction, permettant d'assurer au mieux un territoire complexe, peu connu, aux enjeux forts et multiples. Cette démarche complexe redonne toute son importance à la pratique de l'architecture, où elle assure le nouveau rôle de chef d'orchestre.

Émilie MORANT Chargée de programmation scolaire - VIC  
Sénat d'Appui aux Équipements Culturels (SAEC) Mayotte  
Tel : 02 62 97 02 02 - 02 62 97 02 02  
Mail : emilie.morant@developpement-durable.gouv.fr

Léocadie JALOUX Responsable de l'Unité Construction  
Scolaire du 1er degré (UCS) - SAEC Mayotte  
Tel : 02 62 97 02 02 - 02 62 97 02 02  
Mail : leocadie.jaloux@developpement-durable.gouv.fr



**École élémentaire d'Acoua 3**  
 - Maire : Simon ACOUA  
 - Adresse : BP 1004  
 - Code postal : 97502  
 - Téléphone : 02 62 97 02 02  
 - Email : acoua@developpement-durable.gouv.fr  
 - Site web : www.acoua.mg  
 - Année de construction : 1982  
 - Maire : Simon ACOUA  
 - Adresse : BP 1004  
 - Code postal : 97502  
 - Téléphone : 02 62 97 02 02  
 - Email : acoua@developpement-durable.gouv.fr  
 - Site web : www.acoua.mg

**École élémentaire de Tsingoni**  
 - Maire : Simon ACOUA  
 - Adresse : BP 1004  
 - Code postal : 97502  
 - Téléphone : 02 62 97 02 02  
 - Email : acoua@developpement-durable.gouv.fr  
 - Site web : www.acoua.mg

**École élémentaire de M'hanqamouzi 2**  
 - Maire : Simon ACOUA  
 - Adresse : BP 1004  
 - Code postal : 97502  
 - Téléphone : 02 62 97 02 02  
 - Email : acoua@developpement-durable.gouv.fr  
 - Site web : www.acoua.mg



### 1. Contexte

L'île de Mayotte, entre pentes abruptes et canopées tropicales, est caractérisée par l'exiguïté de son territoire. La pression induite par le développement actuel inédit en matière sociale et d'infrastructure place le territoire face à un enjeu d'aménagement commun : celui de la recherche de la juste mesure.

Île de Mayotte :  
 Largeur : 22km / Longueur : 39km / Hauteur : 660m  
 Densité : 690 Habitants au km<sup>2</sup>

### 2. Objectifs

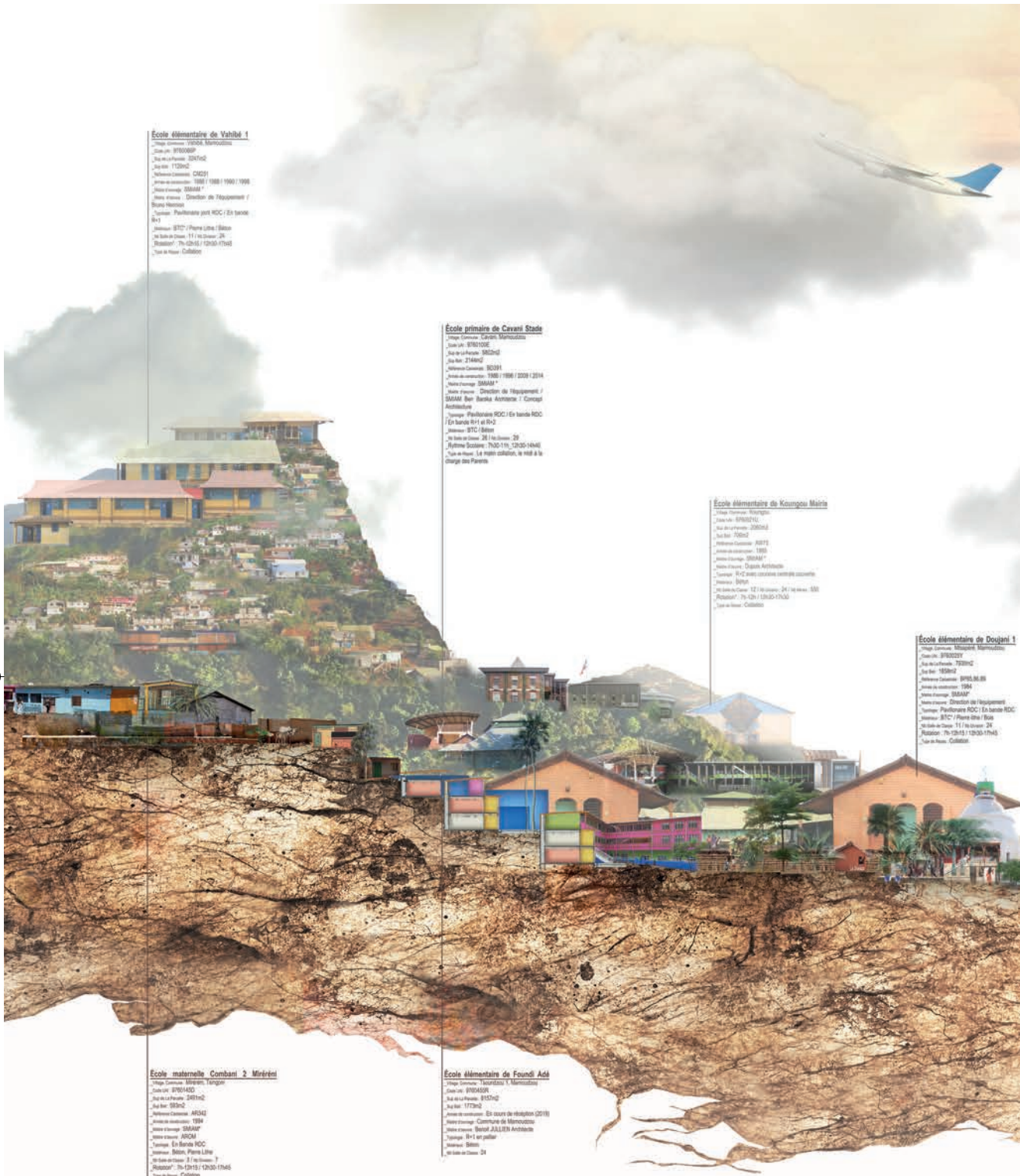
Actuellement, près de 52 000 élèves sont scolarisés et accueillis dans les 183 écoles que comptabilise le premier degré sur le territoire, avec une augmentation de 4,61 % d'élèves accueillis depuis 2014 et sans compter l'explosion de la natalité, avec +43 % depuis 4 ans. Les conditions d'enseignement y sont donc largement détériorées avec des sureffectifs qui abondent une utilisation intensive de bâtiments vieillissants.

Un système unique en France a été mis en place pour palier à cette sur-exploitation des salles, celui de la rotation : double utilisation journalière des salles de classe. Ce taux est de 19,6 % à la rentrée 2018 avec un taux de 100 % pour certaines communes.

Face à ce constat et dans le contexte de pression qui s'applique sur le territoire, les typologies existantes questionnent déjà la recherche de la juste mesure : du Type 3, T3, 3 salles de classes au T12, T24 voire T32.

\*SMAM : Syndicat Mixte pour l'Aménagement de Mayotte \*BTC : Brique de Terre Compressée \*Rotation : 1 salle pour 2 Classes, 1 classe le matin, 1 classe l'après-midi \*SIM Société Immobilière de Mayotte

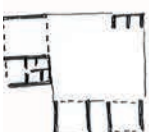
la construction d'une école primaire à Mayotte.



### 3. Invariants de programme

Par ces Types, la question est abordée autour de l'unité même de cette mesure. Une école est, par cette approche, identifiée autour de la salle de classe, qui constitue l'unité de mesure. Cette unité est complétée par des invariants de programme – le bureau du directeur, les sanitaires, les cours de récréation – qui permettent de caractériser une école par un module.

Ainsi une école maternelle est décomposée en modules de 3 (de la petite à la grande section) : du T3 au T9, tandis qu'une école élémentaire est définie autour d'un module de 5 (du CP au CM2) : du T5 au T15. Un groupe scolaire (deux écoles maternelles et/ou élémentaires) pouvant donc approcher un T24 (= T9 + T15). Les invariants de programme eux, varient en nombre ou en surface en fonction de ce module. Le bureau du directeur ne varie pas en nombre ni en surface en fonction du nombre de module, à l'inverse les sanitaires varient en nombre et la cours en surface en fonction du nombre de module.



### 4. Qualitatifs

Les invariants de programme permettent une réponse quantifiée qui ne saura être complète que par une approche cette fois-ci de qualité. Celle-ci doit émerger du projet : c'est entre les invariants que la qualité et l'identité de chaque école se concrétiseront, par la mutualisation de certains espaces, leur évolutivité, etc...

Cette qualité spatiale doit en effet être unique à chaque site. Dans cette deuxième approche, l'école est donc caractérisée par le site sur lequel elle est érigée. Si la définition des invariants de programme apporte une réponse théorique autour de préconisations générales, les préconisations techniques, indépendantes au site, seront les seuls gages d'une juste mesure. Cette mesure doit en effet trouver naissance entre deux invariants : mutualisation et évolution des espaces doivent permettre à chaque projet de se révéler en termes de qualités spatiales, climatiques et humaines.



362 // Mme Émilie MORANT et Mme Léocadie JALOUX, Démarche de co-construction d'un référentiel de programmation pour



**École élémentaire de Vanibé 1**  
 Type d'œuvre : École  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988 / 1989 / 1990  
 Type de terrain : SARL  
 Niveau d'œuvre : Direction de l'équipement / Bâtiments  
 Niveau : Pavillonnaire grand RDC / En bande R+1  
 Niveau : BTCC / Pierre Libre / Béton  
 Type de terrain : 11 ha (surface) : 24  
 "Référence" : Ph 1211 / 1210-1746  
 Type de terrain : Collé

**École primaire de Cavani Stade**  
 Type d'œuvre : Collé, Maternelle  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988 / 1989 / 2000 / 2014  
 Niveau d'œuvre : Direction de l'équipement / SARL Ben Benka Architecte / Concept Architecture  
 Niveau : Pavillonnaire RDC / En bande RDC / En bande R+1 et R+2  
 Niveau : BTCC / Béton  
 Type de terrain : 25 ha (surface) : 28  
 Niveau scolaire : T03-T10, "C03-1465"  
 Type de terrain : La salle collective, le hall et la charge des Parents

**École élémentaire de Koungou Maire**  
 Type d'œuvre : École  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988  
 Niveau d'œuvre : SARL  
 Niveau : Collé, Maternelle  
 Niveau : R+1 (salle collective) et RDC (salle)  
 Niveau : Béton  
 Type de terrain : 11 ha (surface) : 24  
 "Référence" : Ph 1211 / 1210-1746  
 Type de terrain : Collé

**École élémentaire de Doujani 1**  
 Type d'œuvre : École  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988  
 Niveau d'œuvre : SARL  
 Niveau : Collé, Maternelle  
 Niveau : RDC / En bande RDC  
 Niveau : Béton / Pierre Libre / Béton  
 Type de terrain : 11 ha (surface) : 24  
 "Référence" : Ph 1211 / 1210-1746  
 Type de terrain : Collé

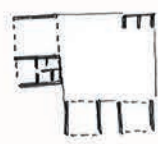
**École maternelle Kombani 2 Mivirini**  
 Type d'œuvre : Maternelle, École  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988  
 Niveau d'œuvre : SARL  
 Niveau : En bande RDC  
 Niveau : Béton, Pierre Libre  
 Type de terrain : 21 ha (surface) : 24  
 "Référence" : Ph 1211 / 1210-1746  
 Type de terrain : Collé

**École élémentaire de Founsi Adé**  
 Type d'œuvre : Collé, Maternelle  
 Site de : 87000BP  
 Architecte : SARL  
 Année de construction : 1988  
 Niveau d'œuvre : En bande de Maternelle (2016)  
 Niveau d'œuvre : Collé de Maternelle  
 Niveau d'œuvre : Béton JULIEN Architecte  
 Niveau : R+1 en partie  
 Niveau : Béton  
 Type de terrain : 24

### 3. Invariants de programme

Par ces Types, la question est abordée autour de l'unité même de cette mesure. Une école est, par cette approche, identifiée autour de la salle de classe, qui constitue l'unité de mesure. Cette unité est complétée par des invariants de programme – le bureau du directeur, les sanitaires, la cours de récréation – qui permettent de caractériser une école par un module.

Ainsi une école maternelle est décomposée en modules de 3 (de la petite à la grande section) : du T3 au T9, tandis qu'une école élémentaire est définie autour d'un module de 5 (du CP au CM2) : du T5 au T15. Un groupe scolaire (deux écoles maternelles et/ou élémentaires) pouvant donc approcher un T24 (= T9 + T15). Les invariants de programme eux, varient en nombre ou en surface en fonction de ce module. Le bureau du directeur ne varie pas en nombre ni en surface en fonction du nombre de module, à l'inverse les sanitaires varient en nombre et la cours en surface en fonction du nombre de module.



### 4. Qualitatifs

Les invariants de programme permettent une réponse quantifiée qui ne saura être complète que par une approche cette fois-ci de qualité. Celle-ci doit émerger du projet : c'est entre les invariants que la qualité et l'identité de chaque école se concrétiseront, par la mutualisation de certains espaces, leur évolutivité, etc...

Cette qualité spatiale doit en effet être unique à chaque site. Dans cette deuxième approche, l'école est donc caractérisée par le site sur lequel elle est érigée. Si la définition des invariants de programme apporte une réponse théorique autour de préconisations générales, les préconisations techniques, indépendantes au site, seront les seuls gages d'une juste mesure. Cette mesure doit en effet trouver naissance entre deux invariants : mutualisation et évolution des espaces doivent permettre à chaque projet de se révéler en termes de qualités spatiales, climatiques et humaines.

la construction d'une école primaire à Mayotte.

363





# CONCLUSION GÉNÉRALE

366 // Conclusion générale

**Serge BRIFFAUD et Michel WATIN**

### **POUR CONCLURE, PROVISOIREMENT...**

Lors de ce colloque, les différentes interventions et autres posters ont porté sur des aires géographiques très étendues, même si la zone Sud de l'océan Indien a été particulièrement privilégiée : ainsi, sur seize contributions et dix affiches, on relève cinq interventions et trois posters concernant La Réunion, une intervention et quatre posters portant sur Mayotte, une communication traitant de l'île Maurice. La Guadeloupe a fait l'objet de deux communications, tandis que la Nouvelle-Calédonie, la Guyane, le Cameroun ont chacun produit un poster. Deux interventions ont traité de l'Australie, une de Singapour, auxquelles s'ajoutent trois autres contributions de portée générale.

Les intervenants et porteurs de posters sont majoritairement des architectes (douze) et des doctorants en architecture (sept). Quatre universitaires et trois praticiens (ingénieurs, chargés de projets) ont présenté des communications ou des posters. Enfin six écoles nationales supérieures d'architectures/paysage ont participé à ce colloque.

Il est toujours difficile et délicat de résumer, en quelques lignes, les contenus des différentes interventions. On peut cependant dégager quelques points forts, non limitatifs, qui sont rapidement exposés ci-après.

D'abord, et les différentes interventions le montrent, tous les orateurs considèrent le milieu tropical non comme une entité unique, mais plutôt comme des environnements tropicaux, multiples, qui, au-delà de caractéristiques communes, présentent des spécificités profondément liées à leur situation géographique. Ainsi les problématiques urbaines et architecturales sont différentes selon qu'on se rapproche de l'équateur comme à Singapour ou que l'on s'en éloigne comme pour l'Australie, cette île-continent qui présente des aires climatiques variées. Par ailleurs, les milieux tropicaux ne se limitent pas aux espaces littoraux ou proches du littoral, mais se situent également en altitude où les questions climatiques se posent avec acuité.

À l'échelle du bâtiment, plusieurs interventions, s'appuyant sur les théories du « régionalisme critique », plaident pour que l'architecture moderne en milieu tropical fasse l'objet d'une « écriture régionale ». Il s'agit de préserver l'identité des lieux et des territoires par l'emprunt au vernaculaire et à un savoir-faire constructif local sans pour autant renoncer à la modernité. Il y a ainsi à apprendre des qualités spatiales et matérielles de certains bâtiments publics ou domestiques, édifiés au début du XX<sup>e</sup> siècle, croisant modernité des projets et dispositifs spatiaux vernaculaires, semblent bien adaptés au climat tropical. Ces constructions font appel au béton armé, autorisant des structures ventilées, mais subissent dans le temps des dommages parfois importants. Deux oratrices procèdent par études de cas : l'une décrit des formes d'habitats modernes, parfois édifiés aux marges de la légalité et de manière « spontanée », solides et confortables, qui peuvent constituer un modèle d'« habitat vernaculaire moderne » ; l'autre présente des maisons modulaires, produites de manière quasi-industrielle, mais qui nécessitent pour leur édification la mobilisation de l'environnement familial et social, produisant ainsi une véritable « écologie de l'action ». Enfin des posters mettent en évidence, dans l'océan Indien et ailleurs sous les tropiques, des exemples de constructions respectueuses de l'environnement et de la végétation, intégrant des matériaux locaux tout en traitant la frugalité énergétique et la ventilation naturelle.

Les questions liées au développement durable traversent beaucoup d'interventions. Ainsi, en matière de conception urbaine, les orateurs insistent sur la nécessité de renforcer le lien entre les défis environnementaux et le bien-être des communautés au sein de villes résilientes, ce qui passe par la prise en compte du climat (ou plutôt « des climats »), de la performance énergétique des bâtiments, de la gestion des ressources et suppose un effort soutenu pour appliquer les technologies écologiques. Dans cette perspective, plusieurs intervenants ont traité de « l'urbanisme éolien » : à différentes échelles, ils s'interrogent sur la manière de favoriser ou d'optimiser, par une organisation urbaine appropriée, le potentiel de ventilation naturelle des bâtiments. D'autres orateurs proposent une architecture bioclimatique visant à augmenter le confort thermique des usagers par la production d'îlots de fraîcheur paysagers au milieu du bâti, mais également en généralisant les protections solaires (auvents, peintures etc.) et en traitant les phénomènes d'humidité, forts courants en milieu tropical et spécialement en altitude. Des posters ont illustré les dispositions prises pour adapter les bâtiments à l'environnement et favoriser la ventilation naturelle, spécialement dans le cas de constructions publiques.

On regrette toutefois que, en matière de confort urbain, les villes soient peu proactives, que les stratégies coordonnées face au changement climatique soient quasi-inexistantes et que les usagers soient peu impliqués dans ces actions.

Dans le champ de l'aménagement, s'est posée la question d'une méthodologie de projet spécifique aux zones tropicales, voire aux pays du Tiers-Monde, particulièrement lorsqu'ils sont conçus par des spécialistes culturellement éloignés des réalités locales. D'autres interventions ont insisté sur la nécessaire prise en compte, dès la conception d'un projet, des traces et des hiérarchies déjà existantes sur le terrain. Elles prônent la pratique d'une « architecture située », tenant compte d'un « génie des lieux » guidant l'aménagement du territoire, l'implantation des bâtiments, l'orientation des voiries...

La question de l'usage dans l'architecture de matériaux bio-sourcés n'a été que peu abordée et seuls deux posters ont développé et illustré de tels dispositifs constructifs. Une intervention s'est cependant focalisée sur la production de bois d'œuvre et a développé les controverses actuelles à propos des vastes plantations forestières en zone tropicale, qui, même présentées comme protégeant l'environnement et servant le « développement durable des pays tropicaux », constituent en fait de véritables atteintes à la biodiversité. Par ailleurs, et de manière très originale, un participant a montré comment il est possible de réaliser des objets, du mobilier, des éléments constructifs pour l'architecture par « accréation minérale » où la mer constitue une « usine nouvelle » sans atteinte à l'environnement.



### L'ESSENTIEL EST DANS L'HOMME [Michel Watin]

Cette manifestation scientifique portant spécifiquement sur l'architecture, l'urbanisme et le paysage en milieu tropical constitue une première pour l'École d'architecture de La Réunion, Antenne de l'ENSAM.

Il s'agit maintenant de structurer la recherche en architecture tropicale à La Réunion et d'organiser la production du savoir et du savoir-faire pour contribuer au développement de la théorie et de la pratique du projet architectural et urbain dans les espaces tropicaux, où les enjeux écologiques, environnementaux et sociaux liés au changement climatique prennent une dimension nouvelle. Ce travail doit se faire à l'interface des sciences de l'habitat (architecture, urbanisme, physique du bâtiment etc.), des sciences du vivant (écologie, biologie, environnement etc.) et des sciences de la société (sociologie, histoire, géographie, anthropologie etc.), dans la perspective d'un aménagement durable et respectueux de l'environnement. Qu'il s'agisse de recherche fondamentale, de recherche action, de recherche appliquée ou encore de recherche « par et pour le projet », ces problématiques croisées sont l'affaire d'architectes, d'urbanistes, de paysagistes mais également d'écologues, de sociologues, d'anthropologues, de géographes et d'historiens.

Pour ce faire, il importe de rassembler les forces vives autour d'un texte programmatique à partir duquel pourraient se développer des axes de recherche en architecture tropicale.

Si, clairement, ce colloque a permis d'accroître le stock de connaissances et de savoirs concernant l'aménagement, l'urbanisme et l'architecture dans les environnements tropicaux, on peut regretter que ces questions aient été traitées sous un angle principalement techniciste. L'« environnement tropical », ou plus exactement, les « environnements tropicaux » ne constituent pas « juste » un décor, une toile de fond « neutre » d'une scène sur laquelle on procéderait, d'un point de vue technique, à l'aménagement des territoires, on organiserait l'espace urbain, on projetterait des bâtiments. Car la « condition tropicale », pour reprendre le titre de l'ouvrage de F. Hallé (1993)<sup>1</sup>, au-delà de ses spécificités climatiques, biologiques ou territoriales induit le mode de vie des sociétés, gouverne le lien à la nature et au territoire, agit sur les modes d'habiter, le rapport à l'Autre et au public, tout cela modulé selon les diverses cultures et socio-cultures qui coexistent dans les espaces tropicaux.

Puisque, *in fine*, l'aménagement du territoire, la production de la ville et des espaces urbains, la construction de bâtiments publics et résidentiels constituent les cadres matériels pour la vie sociale, familiale, personnelle, la conception de ces espaces doit prendre en compte les modes de vie des personnes, considérées individuellement ou collectivement. Ce qui suppose de disposer de connaissances sur ces mondes sociaux et culturels, compris comme des « ensembles liés de manières de penser, de sentir et d'agir » [Rocher, 1968]. Ici la question n'est pas « seulement » technique mais également anthropologique et sociologique. Tout projet devrait prendre en compte ces dimensions qui relèvent des sciences humaines et sociales. De fait, la « tropicalité » nécessite qu'on élabore à son sujet des concepts qui ne doivent pas être calqués sur ceux qu'on utilise en zone tempérée [Regnauld, 2010]<sup>2</sup>; y compris lorsque l'on traite de la question du sous-développement plus fréquent sous les « basses latitudes » [F. Hallé, 1993].

<sup>1</sup> HALLE Francis, *La Condition tropicale. Une histoire naturelle, économique et sociale des basses latitudes*. Actes Sud, 2010, 574 p. (1<sup>ère</sup> édition, 1993)

<sup>2</sup> REGNAULD Hervé, « Joyeux tropiques » in *Nonfiction*, 2010, [www.nonfiction.fr/projet.htm](http://www.nonfiction.fr/projet.htm)

Il y a là un enjeu fort pour l'architecture tropicale et l'urbanisme tropical (et non pas « sous les tropiques ») : il faut pouvoir s'écarter des modèles développés dans les zones tempérées, pour, entre pratique et théorie, « construire le paysage » propre aux sociétés tropicales. Ce qui implique, dès le départ de la conception d'un projet et quelle que soit l'échelle à laquelle on projette, de travailler en équipes mixtes composées d'« hommes de l'art » (architectes, urbanistes, ingénieurs) et de spécialistes des sociétés tropicales dans le domaine des sciences humaines et sociales et des sciences du paysage.

### **OÙ EST PASSÉ LE PAYSAGE ?** (Serge Briffaud)

Les organisateurs du colloque avaient souhaité lui donner pour sous-titre « Construire le paysage, entre pratique et recherche ». Que l'orientation ainsi proposée n'ait rencontré qu'un écho limité appelle quelques réflexions qui croiseront et prolongeront les constats présentés plus haut.

Force est de constater que le mot « paysage » a été peu prononcé depuis deux jours. On peut penser que ce colloque témoigne, de ce point de vue, d'un mouvement de fond. Tout se passe, semble-t-il, comme si le recours à la notion de « paysage » ne s'imposait plus aussi spontanément qu'auparavant à l'architecte quand il se tourne vers l'environnement, entendu comme contexte de l'objet construit ou comme substrat du projet. Comment interpréter ce relatif délaissement du paysage et quelles en sont les conséquences potentielles ?

Ce colloque illustre un phénomène dont l'évidence, peu à peu, s'impose, à savoir celui — éminemment paradoxal sans doute — de l'écrasement du paysage sous les problématiques écologiques. Le « milieu tropical » auquel on s'est référé durant ce colloque a été plus naturel que culturel. Il a d'abord été un milieu impacté par le changement climatique et l'érosion de la biodiversité ; un milieu que l'architecte tente d'appréhender au prisme des changements environnementaux globaux. Il a été largement question d'architecture bioclimatique, de procédés techniques permettant la ventilation des bâtiments et leur autosuffisance énergétique. L'« écologie » dont il a été question est surtout celle qui regarde la planète de haut, au prisme des changements globaux ; et tout s'est alors passé comme si entre la parcelle construite — le bâtiment, le lotissement, l'éco-quartier... — et les grands (dés)équilibres planétaires — entre le lieu bâti stricto-sensu et Gaïa — rien ne venait plus s'interposer. On se réclame quelquefois du paysage quand on évoque l'aménité du cadre de vie, quelque chose qui inclut ou pas, mais qui en tous cas outrepasse la seule fonction écologique. Les noues des éco-quartiers, par exemple, sont « paysagères » parce qu'elles constituent *aussi* une aménité, l'une des composantes d'un cadre de vie jardiné. Le paysage serait-il ainsi devenu le supplément d'âme de l'« écologie », sa partie molle, en quelque sorte, tandis que sa partie dure est prise en charge par une ingénierie de la construction et du vivant ? Serait-il devenu la rallonge esthétique que l'on tire en annexe d'un propos central, qui vise le climat et la biodiversité ? On a bien senti, quoiqu'il en soit, durant ces deux journées, que le mot « paysage » est d'un emploi aléatoire, qu'il sonne souvent creux ; qu'il ne joue plus le rôle d'un vrai paradigme — *i.e.* d'une manière de regarder et de faire déclinable dans de multiples situations de projet, capable d'orienter et d'ordonner globalement, dans un sens bien déterminé, l'observation, l'analyse, l'action, les pratiques, la critique.

Sans doute peut-on, pour partie, rapporter cette impression générale à un « effet tropical ». Devenue la dépositaire privilégiée du souci de préservation de la planète, la zone intertropicale est aujourd'hui regardée comme l'espace où culminent les risques, et simultanément comme celui qui rassemble les plus importants gisements de naturalité et offre le plus grand potentiel de lutte contre les grands désordres planétaires. Aucune région du monde n'est ainsi plus visée que les tropiques par le regard surplombant consubstantiel à l'écologie globalisée. Aucune n'est davantage toisée, ramenée à la partie d'un grand tout, indexée à un commun planétaire. Or, la soumission à ce regard-là pose partout problème. Le souci de préservation de la planète, ou ce que les discours présentent comme tel, vient percuter les territoires locaux. La condition tropicale réside pour une part aujourd'hui dans le rapport complexe et parfois conflictuel de ces territoires, nantis de leur diversité et de leur spécificité, à cette visée écologique globale qui leur impose ses normes et ses priorités, parfois difficilement compatibles avec les manières de vivre vernaculaires, les modes locaux d'exploitation des ressources, les visions autochtones de la nature, les spatialités, les modes d'habiter... On a vu dans ce colloque, avec notamment le cas des boisements d'acacias tenant lieu de puits de carbone dans les montagnes vietnamiennes, que l'on a affaire, dans certains cas limites, à une véritable *tabula rasa* « écologique », niant le substrat local. Et il n'est pas rare, on le sait, que les politiques environnementales aboutissent à l'exclusion pure et simple des populations locales, ou à l'interdiction de l'exploitation des ressources traditionnellement utilisées. C'est là une situation presque ordinaire sur le continent africain<sup>3</sup>.

Pour que le paysage existe, il faut sans doute le regarder à distance, avec quelque recul, ou dans le va-et-vient entre un ici et un ailleurs, un dedans et un dehors. Mais rien ne l'abolit plus sûrement que la vision zénithale. Ce que l'écologie globalisée est peut-être en train de nous faire perdre, quelle que soit la légitimité de ses visées, c'est d'abord un regard ; celui qui pénètre dans l'épaisseur socio-écologique et culturelle des territoires locaux, en explore les irréductibles spécificités ; celui qui s'empare de la nature sans la délester au préalable de la culture que, partout et toujours, elle porte en elle. Il nous faut sans doute, pour régler les problèmes qui se posent à la planète, atterrir, descendre de nos satellites et de nos fusées, revenir ici, sur la colline, et puis en redescendre, redevenir l'habitant des lieux, s'immerger dans leur profondeur, nous ressaisir de l'identité plurielle des hommes et de la complexité des environnements ; et puis remonter sur la colline, tenter de comprendre le paysage à la lumière de cette expérience, de voir à travers lui ; et alors, mais alors seulement, agir. Ce que le paysage est susceptible de porter, dans le contexte de l'écologisation des territoires, ce n'est pas seulement le souci de l'amène, ni celui d'un respect du « site » dans lequel — ou avec lequel — on construit ; mais la dimension du local :

<sup>3</sup> Sur cette question, cf. à l'intérieur d'une vaste bibliographie, l'ouvrage pionnier de Georges ROSSI, *L'ingérence écologique. Environnement et développement rural au nord et au sud*, Paris : CNRS éditions, 2000 ; ou encore Dominique BLANC, *Une histoire environnementale de la nation : regards croisés sur les parcs nationaux du Canada, d'Éthiopie et de France*. Paris : Publications de la Sorbonne, 2015.

*« Le local n'est pas une perception plus limitée ou plus étroitement conçue que le global : le local consiste en un mode de perception radicalement différent, basé sur l'engagement participatif, perceptuel et pratique avec ce qui compose un monde que l'on habite, plutôt que sur l'observation détachée et désintéressée d'un monde que l'on se contenterait d'occuper. <sup>4</sup> »*

Nous, concepteurs, chercheurs, devons nous ressaisir du paysage pour en faire le véhicule de l'exploration de ce local-là, entendu à la manière de Tim Ingold. Nous devons pour cela, sans doute, reformuler la problématique du paysage, pour l'installer entre quête écologique et identités locales, là même où l'une vient questionner ou percuter l'autre ; dans cette zone de tension où se joue l'avenir de la planète.

---

<sup>4</sup> Tim INGOLD, *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*, London : Routledge, 2000 [rééd. 2011]. Cité par CITTON, Y., WALENTOWITZ, S. & DESCOLA, P. Pour une écologie des lignes et des tissages. *Revue des Livres*, 4, 2012, p. 33.



# DISCOURS DE CLÔTURE

374 // Discours de clôture

**Pierre Rosier**, directeur de l'École d'architecture de La Réunion

Nous sommes nombreux à La Réunion à avoir conscience de la nécessité de faire bouger les choses, d'évoluer sur notre façon de vivre, d'appréhender le développement et la construction de notre territoire. Au sein de notre école, nous pensons que nous avons à apprendre des uns et des autres, et notamment de se nourrir de l'extérieur. À ce titre, nous avons donc été très heureux de votre participation.

Je ferai ci-après plusieurs constats :

- tout d'abord, notre école s'était donnée comme objectif en 2018 de développer le volet recherche. La tenue de ce colloque est une première étape dans ce processus ;
- nous voulions situer nos travaux entre « pratique et recherche », car il est essentiel dans notre démarche, de situer le travail de l'architecte entre ces deux polarités, indispensables au développement d'une réflexion aboutie. Cette dualité s'est retrouvée dans les communications ;
- nous avons la volonté de pouvoir bénéficier d'une diversité de territoires, de sujets, de champs disciplinaires. Vous êtes venus des Antilles, du Pacifique, d'Europe, et nous vous en remercions, tout comme nous adressons un grand merci au Comité Scientifique d'avoir fait tout ce travail en amont afin de nous offrir des communications de qualité et variées.

Mais je rajouterai également un dernier constat, celui de la richesse relationnelle. Il y a le temps de la communication et le temps du *off*, ce dernier, très important dans un colloque, permet de créer des liens au-delà de la temporalité des journées consacrées aux travaux.

À l'École d'architecture de La Réunion, nous essayons de mettre l'être humain au centre de nos réflexions pour que l'Architecte, soit au service de l'Homme, d'une population, d'un territoire ; pour que cet être humain se sente bien et puisse vivre et évoluer de façon sereine et apaisée. C'est ce que l'on doit rechercher en tant qu'Architecte, acteur politique et en même temps être « au service de ». L'être humain doit être au centre de nos préoccupations.

Je ne conclurais pas sur ce sentiment partagé de réussite, sans évoquer la suite du colloque.

Aussi, j'avance une proposition pour la suite en évoquant l'idée de « biennale », tout du moins un rendez-vous que nous rendrions régulier, dans lequel nous aménagerions un temps d'ateliers thématiques, un temps de vernissage d'exposition, et des visites de lieux ou de réalisations de notre territoire.

Par ailleurs, au-delà de la question du paysage telle qu'elle a été abordée, la « ville tropicale » dans son ensemble pourrait servir de fil conducteur pour une prochaine rencontre, sans oublier la place de l'être humain au milieu du questionnement.

Il ne s'agit pas de parler uniquement de la réponse bâtie et volumétrique, mais d'apporter la dimension culturelle, en tenant compte de la pluralité des tropicalités, des sociétés, et de leurs façons de vivre. La réponse doit être apportée de façon différenciée, en tenant compte bien sûr de la question du changement climatique que nous vivons, et des incidences sur l'Homme, vivant sur son territoire avec son histoire.

Comment faire le lien entre les deux échelles de la ville tropicale, celle du Paysage, celle de l'Homme, pour apporter une réponse appropriée et située ? Voici une question ouverte pour un prochain colloque peut-être.





Directeur de publication  
Alain DEREY, directeur de l'ENSAM

Coordination éditoriale  
Élodie GUILLOT CERDAN, ENSAM  
Aurélie COTTIN, Agence Kom'Com

Conception graphique  
Pascal KNOPFEL, Atelier Crayon noir

---

Relecture professionnelle  
Amandine FAUCOUP, Agence R Numérique

Impression  
NID, La Réunion

© 2020 - Éditions de l'Espérou  
ENSAM - 179 rue de l'Espérou  
34 093 MONTPELLIER Cedex 05  
Tous droits réservés  
ISBN : 978-2-491253-00-4



# Architecture en milieu tropical

## Construire le paysage, entre pratique et recherche.

Actes  
du colloque international du Port,  
La Réunion  
du 30/31.10.2019



ISBN 978-2-491253-00-4

Diffusion gratuite - Ne peut être vendu