L'appropriation du modèle de quartiers durables sous climat tropical : mise en place d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine appliquée au quartier de Ravine Blanche sur l'île de La Réunion

Lise Savidan

▶ **To cite this version:**

Lise Savidan. L'appropriation du modèle de quartiers durables sous climat tropical : mise en place d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine appliquée au quartier de Ravine Blanche sur l'île de La Réunion. Architecture, aménagement de l'espace. Université de la Réunion, 2013. Français. NNT : 2013LARE0028 . tel-01147333

HAL Id: tel-01147333

https://theses.hal.science/tel-01147333

Submitted on 30 Apr 2015

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

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

Université de La Réunion

Laboratoire de Physique et Ingénierie Mathématique pour l'Énergie et l'Environnement

École doctorale Lettres et sciences humaines

THÈSE de doctorat présentée par Lise SAVIDAN

Soutenue le **21 mars 2013**

Pour obtenir le grade de : **Docteur de l'Université de La Réunion**

Spécialité : **Urbanisme et aménagement du territoire** (24ème section)

L'appropriation du modèle de quartiers durables sous climat tropical

Mise en place d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine appliquée au quartier de Ravine Blanche sur l'île de La Réunion.

Cette thèse a reçu le soutien de la Région Réunion et d'un Fond Structurel Européen

THESE CO-DIRIGEE PAR :

DIMOU Michel	Professeur, Université de Toulon, 24ème section
GARDE François	Professeur, Université de La Réunion, 60ème section

RAPPORTEURS

DUBOIS-MAURY Jocelyne	Professeur, Institut d'Urbanisme de Paris, 24ème section
MANCEBO François	Professeur, Université de Reims, 24ème section

JURY

DUBOIS-MAURY Jocelyne	Professeur, Institut d'Urbanisme de Paris, 24ème section
MANCEBO François	Professeur, Université de Reims, 24ème section
DIMOU Michel	Professeur, Université de Toulon, 24ème section
GARDE François	Professeur, Université de La Réunion, 60ème section
GATINA Jean-Claude	Professeur, Université de La Réunion, 60ème section
MANIN Stéphane	Maître de conférences, Université de La Réunion, 24ème section

POUR ME CONTACTER : lise.savidan@gmail.com

PRÉAMBULE

PROJET DE RECHERCHE [1] (DEPELTEAU, 2000)

Ce préambule permet de présenter la réflexion globale de la thèse et les choix de structuration du manuscrit.

Thème de recherche: Les quartiers durables ou éco-quartiers[2] sous climat tropical

Sujet de recherche: La mise en place de quartiers durables à La Réunion. Observation des conditions d'appropriation du modèle sous ces latitudes.

Problèmes de recherche:
Nous considérons l'émergence de la notion de développement durable et de durabilité urbaine à la fin du 20ème siècle et l'apparition de quartiers exemplaires intégrant sur leurs territoires un panel de solutions durables. Ce modèle nouveau est en pleine structuration, en phase de test et d'appropriation par les acteurs de l'urbanisme. Le travail de cette thèse consiste à apporter un éclairage sur l'appropriation du modèle de quartiers durables sur le territoire réunionnais. Ce travail se base sur l'observation des modalités selon lesquelles les espaces tropicaux s'approprient les mesures de durabilité et des solutions de conceptions spécifiques qui en émergent, en comparaison avec les territoires soumis à un climat tempéré ou froid, lieux de théâtre de l'émergence des premiers éco-quartiers.

Thèse soutenue[3] concernant le problème de recherche, « nous soutenons que… » **:**
Le modèle de quartiers durable semble pertinent pour répondre à différentes problématiques contemporaines de la fin du 20ème siècle – début 21ème. Les réflexions majeures auxquelles sont soumis les éco-quartiers dans leur base, ainsi que la méthodologie selon laquelle ils s'appliquent, sont similaires à de nombreux cadres

[1] Elaboré à partir des repères théoriques, pour définir d'un projet de recherche (DEPELTEAU, 2000).

[2] Dans la suite du manuscrit la démonstration et le choix de l'utilisation des deux termes indistinctement sera faite.

[3] Thèse à défendre

d'applications, car spécifiques au modèle (déplacements doux, soucis de préservation environnementale etc.). Cependant, l'urbanisme durable dans son application sur le territoire tropical, se doit de considérer les spécificités locales du milieu dans lequel il s'insère pour satisfaire à ces préoccupations d'adaptation au plus près du contexte existant. Nécessairement, des solutions spécifiques dans ce contexte de climat chaud vont émerger, ainsi que des nuances dans son application.

Il convient de définir dans cette thèse, les principales caractéristiques que nous voyons apparaitre concernant son application sur le milieu tropical, suite à de nombreuses réflexions sur le sujet. Il serait ensuite intéressant de pouvoir transcrire ces enjeux sur un espace type en vue d'observer la mise en œuvre possible des mesures de durabilité.

A travers ce socle théorique, nous traduirons l'intégralité du modèle d'éco-quartiers en milieu urbain tropical sous forme d'une grille d'indicateurs, en évaluant les niveaux d'application de ces principes sur le territoire réunionnais. Un quartier est étudié dans cette thèse : le quartier de Ravine Blanche. Un cas très intéressant car soumis à un programme de rénovation urbaine. Il a d'ailleurs été lauréat du concours EcoQuartier national en 2011.

Hypothèses, *« Afin de bâtir notre thèse, nous considérons que … »**:*

Hypothèse globale 1 : Le concept de durabilité urbaine décrit des enjeux urbains vertueux incitant à son appropriation dans les territoires urbains. Il parait approprié pour faire face aux enjeux de préservation de l'environnement et d'amélioration des conditions de vie pour les habitants. Cependant nous considérons que l'intégration de ce modèle en pratique, complété par certains retours de la littérature laisse émerger certaines contradictions au niveau théorique qui n'apparaissent pas forcément à la première lecture du concept. Les nuances de ce concept en font une proposition vertueuse globalement, mais dont il convient de saisir l'intégralité des facettes en vue de mieux l'apprécier dans la suite de notre réflexion.

Hypothèse globale 2: Le contexte tropical suppose une adaptation majeure au climat et aux phénomènes qui en découlent : gestion de la chaleur, particularités géographiques et phénomènes naturels, modes de vie spécifiques ; qu'il convient nécessairement de prendre en considération dans les aménagements urbains durables.

Hypothèse globale 3 : Une fois qu'une trame de définition du concept de quartier durable adaptée aux spécificités du climat chaud sera mieux définie, nous considérons qu'il est nécessaire de traduire ces objectifs théoriques sous forme d'un outil. Cet outil doit permettre de favoriser une quantification des éléments théoriques proposés dans le modèle. Il permet de pouvoir observer l'appropriation du concept dans un cadre de rénovation urbaine.

Théorie[4]*, « afin de justifier nos hypothèses, nous choisissons de proposer les outils ou méthodes suivantes… »* **:**

Afin de justifier l'hypothèse 1 essentielle à la compréhension du concept de durabilité urbaine, socle du sujet de notre thèse ; nous proposons de développer ce concept global en vue d'en saisir ses nuances. La recherche bibliographique et le retour d'expérimentations issues de la littérature sont donc nos principaux outils. Ils permettent de resituer le débat général sur la durabilité urbaine et plus spécifiquement sur les éco-quartiers. La **Partie 1** globalement retrace ces résultats.

Pour justifier l'hypothèse 2 relative au sujet de l'intégration des spécificités du climat tropical dans l'expression du concept de quartiers durables, des recherches bibliographiques sont également utilisées. Elles sont assorties d'observations et de retours de pratiques d'acteurs urbains et architecturaux travaillant dans des contextes de climats tropicaux. Elles permettent de définir la création d'un modèle de quartiers durables adapté au climat tropical (**Partie 2**).

L'hypothèse 3 concerne le passage de la théorie à la pratique et transcrit le modèle de quartiers durables adaptés au climat tropical, sous forme d'un système d'indicateurs. Son application se fait sur le quartier de Ravine Blanche (**Fin Partie 2 - Partie 3**).

[4] Théorie : Nos hypothèses de recherches doivent être justifiables ou testables par des concepts, ou des méthodes. La théorie doit me permettre de répondre à ma thèse.

Figure 1 (TABLEAU) : Structuration du projet de recherche

PARTIE	**PARTIE 1 RESTITUTION DU DÉBAT SUR LA DURABILITÉ URBAINE ET SUR LES ÉCO-QUARTIERS** *du global*	**PARTIE 2 CADRE DE DÉFINITION DU MODÈLE DE QUARTIER DURABLE APPLIQUÉ AU MILIEU TROPICAL** *au local*	**PARTIE 3 APPLICATIONS DE LA GRILLE D'INDICATEURS SUR LE QUARTIER DE RAVINE BLANCHE**
HYPOTHESE GLOBALE	N°1: Le concept de durabilité urbaine nécessite d'être resitué dans son intégralité pour mieux en saisir toutes ses nuances	N°2: Le modèle de quartier durable nécessite de trouver une appropriation spécifique sous les climats tropicaux	N°3: La transcription du modèle théorique sous forme d'une grille d'indicateurs nécessite une évaluation sur le terrain pour la valider
OUTILS UTILISES	La littérature scientifique	La littérature scientifique / Retours d'expériences d'architectes et d'urbanistes: Immersion d'un an au Laboratoire d'Ecologie Urbaine.	La grille d'évaluation de durabilité urbaine / Mesures de terrain / Données de projet
RESULTATS	Emergence de la définition du concept de durabilité urbaine et présentation du modèle de quartiers durables	Emergence de notre vision concernant le modèle de quartiers durables sous climat tropical / Création d'une grille d'indicateurs	Obtention du niveau de durabilité urbaine du quartier de Ravine Blanche

REMERCIEMENTS

La thèse, un projet personnel, mais aussi un travail d'équipe

Je tiens à remercier mes directeurs de thèse Michel Dimou et François Garde qui m'ont permis de mettre en place ce projet de thèse sur un sujet extrêmement intéressant. Vous m'avez guidé durant ce travail doctoral et permis de garder un fil directeur au long de ces différentes années de thèse. Le cadre de recherche que vous avez pu me proposer (Projet de recherche P.U.C.A., expérience en cabinet d'urbanisme et d'environnement L.E.U. Réunion) a été riche. Je vous remercie de m'avoir fait confiance et de m'avoir laissé la liberté de guider le travail de thèse de la manière qui me semblait la plus adéquate tout en me recadrant lorsqu'il en était nécessaire. Je vous remercie de m'avoir soutenue tout le temps de l'aboutissement de ce travail.

Je remercie l'Université de La Réunion et le laboratoire P.I.M.E.N.T. pour m'avoir permis par la présence de la structure de mener à bien cette thèse. Je remercie mes collègues de laboratoire avec qui j'ai pu échanger sur tout le processus de thèse, projet que nous avons mené chacun dans nos disciplines respectives. Volana, Aurélien, Fakra merci d'avoir été là.

Je remercie le Conseil Régional de La Réunion et l'Union Européenne pour m'avoir soutenue financièrement dans mon projet de recherche en m'octroyant une bourse doctorale dans le cadre de cette thèse.

Merci au Laboratoire d'Ecologie Urbaine et à toute l'équipe des architectes Michel Reynaud et Antoine Perrau, avec qui j'ai pu évoluer durant une année dans leurs locaux bioclimatiques à Saint-Pierre. Travailler à votre contact, dans un contexte professionnel, m'a permis de rendre cette thèse beaucoup plus appliquée au terrain réunionnais et à ses problématiques réelles. C'était un contexte très enrichissant, dynamisant intellectuellement, socialement, et très intéressant pour la prise en compte des problématiques environnementales urbaines dans un contexte tropical. J'ai pu comprendre *in vivo* les modalités d'applications du développement durable.

Je remercie monsieur Patrice Marcel, le chef de projet de la cellule A.N.R.U. Ravine Blanche avec qui j'ai pu depuis le début de la thèse établir une collaboration essentielle au développement pratique de mes travaux sur mon quartier d'expérimentation. Grâce à cette

transparence pour l'accès aux informations sur le projet de rénovation urbaine mes recherches ont été grandement facilitées et m'ont permis de développer plus aisément toute ma méthodologie de travail. Nos discussions continues toutes au long de mon projet de thèse m'ont permis de questionner et de mieux appréhender cette notion de durabilité urbaine et le passage de la théorie à la pratique. Cette collaboration opérationnelle avec le domaine de la recherche était essentielle je pense pour mieux comprendre nos problématiques respectives de travail et les enrichir mutuellement.

Je remercie le Comité technique Quartier Durable Réunionnais mis en place par la D.E.A.L. Réunion, de m'avoir intégré dans le processus de réflexion sur les éco-quartiers réunionnais ; ainsi que les membres de la cellule du ministère de l'aménagement (M.E.D.D.T.L.), travaillant à l'élaboration du label écoquartiers national qui m'ont intégré dans leurs réunions concernant l'amélioration de l'opérationnalité de leur grille d'indicateurs.

J'adresse un remerciement particulier au professeur Jean-Claude Gatina qui m'a apportée des réponses à des questionnements méthodologiques et des nuances rédactionnelles que je me posais durant la rédaction de ma thèse. Merci pour ces précieuses heures accordées en discussions formatives.

Je remercie ma très chère maman : Isabelle, qui a été d'un soutien inestimable dans la réussite de ce projet. A mes proches Leslie, Valéry, Clara, ma grand-mère adorée et François : votre présence était essentielle et je vous sentais toujours près de moi dans la concrétisation de ce projet. Je suis fière de pouvoir aboutir aujourd'hui à ce travail.

Remerciements également à Valilou, Emilie, Tiana, Raphaël, Arthur, Karibou, Je Chatouille, Mao, Alexis, la famille Balasse, JF, mes cousins-cousines, So., M. Thiébault pour votre importance particulière à un moment ou un autre dans ce projet, par une phrase, un service, un sourire ou de la patience. C'est un régal de vous avoir auprès de moi. Merci à tous ceux que je n'ai pas cités mais qui me sont cher(e)s. Merci d'avoir compris l'importance pour moi de ce travail.

A vous aussi qui m'avez toujours encouragée, qui m'avez inspirée en dehors de la sphère universitaire que ce soit dans des domaines sportifs, artistiques ou intellectuels: Samuel Della Schiava, Oxyjeunes, l'Atelier 84, les festivals de salsa. Evoluer dans des sphères diverses et riches hors de la sphère universitaire, me permet de trouver des sources d'inspiration autres, de développer des qualités personnelles spécifiques permettant de venir enrichir mon travail.

A tous ceux que je n'ai pas cités mais qui m'avez aidée, encouragée ou soutenue durant cette thèse… Merci.

SOMMAIRE

PRÉAMBULE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PARTIE 1 RESTITUTION DU DÉBAT SUR LA DURABILITÉ URBAINE ET SUR LES ÉCO-QUARTIERS

INTRODUCTION DE LA PARTIE 1 **23**

CHAPITRE 1 L'URBANISME DURABLE, UNE STRUCTURATION FONDÉE SUR LA CRITIQUE DE SON PRÉDECESSEUR **26**

1 LA NECESSITE D'UN NOUVEAU MODELE URBAIN *27*

1.1 Limites de l'urbanisme moderne et des pays industrialisés 27

1.2 Recherche d'adéquation urbaine avec les nouveaux enjeux mondiaux 33

1.3 Un contexte favorable à l'émergence de nouvelles propositions urbaines 38

2 PRINCIPES URBAINS SPECIFIQUES PROPOSES PAR L'URBANISME DURABLE *43*

2.1 Proposition de déplacements plus doux, d'alternatives au « tout-automobile » 44

2.2 Proposition d'une ville multifonctionnelle et plus dense également 45

2.3 La ville, un espace diversifié, riche en aménités et accueillant. 47

2.4 Incitation à une diminution de la consommation de ressources : Le métabolisme en circuit 49

2.5 Création de bâtis et d'aménagements durables peu impactant sur l'environnement 51

2.6 Synthèse des principes portés par l'urbanisme durable 52

3 LES CHANGEMENTS DE VISIONS INTEGRES PAR L'URBANISME DURABLE *54*

3.1 Des mesures préventives plutôt que correctives 55

3.2 Des projets personnalisés plutôt que standardisés 56

3.3 Un référentiel d'action planétaire 58

3.4 La notion de systémisme 59

3.5 Discussion quant à certains principes de durabilité 60

CHAPITRE 2 LES ÉCO-QUARTIERS, UN MODÈLE ÉVOLUTIF **65**

1 ÉTAT DES DISCUSSIONS SUR LE CONCEPT *65*

1.1 Un cadre de vie idéalisé 65

1.2 Nuances et ambiguïtés du concept 71

2 MODELISATION DES QUARTIERS DURABLES ISSUE DES PREMIERS RETOURS D'EXPERIMENTATION *75*

3 DEPASSEMENT DES PRINCIPES DE DURABILITE POUR MIEUX SAISIR LES NUANCES DU CONCEPT *85*

3.1 Pistes d'évolution du modèle d'éco-quartiers 86

3.2 Niveaux de durabilité des projets 89
3.3 Potentialités de généralisation des éco-quartiers 93
CHAPITRE 3 LE CONTEXTE SPÉCIFIQUE DES TERRITOIRES TROPICAUX 99
1 DEFINITION DU PROJET DE RECHERCHE VIS-A-VIS DES ENJEUX DES TERRITOIRES TROPICAUX 99
1.1 Définition de l'espace tropical, climatiquement parlant 99
1.2 Enjeux des villes tropicales durables vis-à-vis des problématiques contemporaines 105
1.3 Le modèle d'éco-quartier tropical soutenu 112
2 DE L'ETAT DE L'ART A LA MISE EN PLACE D'UNE GRILLE D'INDICATEURS TERRITORIAUX 114
2.1 Etat de l'art : Enjeux de la mise en place d'indicateurs territoriaux 115
2.2 Définition du projet de grille 122
2.3 Structuration choisie de la grille 124
3 OBSERVATIONS SUR LES INDICATEURS EN MILIEU TROPICAL 125
CONCLUSION DE LA PARTIE 1 127

PARTIE 2 CADRE DE CONCEPTION D'UNE GRILLE D'ÉVALUATION DES ÉCO-QUARTIERS EN MILIEU TROPICAL

INTRODUCTION DE LA PARTIE 2 131
CHAPITRE 1 CONSTRUIRE EN FONCTION DU CONTEXTE : LE CAS DE LA RÉUNION 133
1 PRECISIONS SUR L'APPROCHE DE LA RECHERCHE : 133
1.1 Spécificités souhaitées du modèle d'éco-quartier tropical 133
1.2 Les sources de connaissances sur la conception en milieu urbain tropical 135
1.3 Une étude considérant les modalités de structuration urbaine pour le bien-être des habitants. 136
2 L'ILE DE LA REUNION : MODELE URBAIN D'APPLICATION 137
2.1 Des atouts majeurs et des contraintes spécifiques 138
2.2 Urbanisation de l'île 144
2.3 Caractéristiques majeures climatiques du climat des « bas » de La Réunion (entre 0 et 400m d'altitude) 150
3 LA VILLE GENERATRICE DE SON PROPRE CONFORT THERMIQUE, EXPLORATION BIBLIOGRAPHIQUE 157
3.1 Constats sur la recherche en climatologie urbaine 157
3.2 Agir sur le confort thermique urbain à travers la structuration de la ville 160
CHAPITRE 2 PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE CONCEPTION URBAINE EN MILIEU TROPICAL 167
1 PISTES D'ADAPTATION DE CONCEPTION URBAINE VIS-A-VIS DU CONTEXTE TROPICAL 168
1.1 La structuration des rues et des formes urbaines 168
1.2 Les propriétés physiques des matériaux 170
1.3 L'insertion de végétation 172
1.4 Les protections solaires 173
1.5 Pour synthétiser 175
2 TRANSFERT DE CONNAISSANCES DE L'HABITAT TRADITIONNEL REUNIONNAIS VERS LES BATIMENTS BIOCLIMATIQUES 177
2.1 L'expérience des bâtis vernaculaires 177
2.2 Créer des bâtiments bioclimatiques tropicaux 180

3 AGIR SUR L'ORGANISATION DE L'ESPACE POUR CREER DE NOUVEAUX MODES DE VIE 192

3.1 La délimitation entre espaces publics et privés 193

3.2 Des espaces intermédiaires entre la rue et le bâti 196

3.3 La structuration de l'espace privé et semi-privé 201

3.4 Spécificités tropicales 205

3.5 Perduration dans le temps et participation des habitants 211

CHAPITRE 3 CRÉATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE DURABILITÉ URBAINE EN MILIEU TROPICAL 214

AXE 1 - Evaluer l'adaptation de l'espace urbain vis-à-vis des conditions environnementales du site 220

AXE 2 - Evaluer l'impact de l'espace urbain sur l'environnement 235

AXE 3 - Évaluer l'organisation de l'espace urbain et la qualité de vie qui en ressort 249

CONCLUSION DE LA PARTIE 2 260

PARTIE 3 APPLICATION DE LA GRILLE SUR UN QUARTIER RÉUNIONNAIS : RAVINE BLANCHE A SAINT-PIERRE

INTRODUCTION DE LA PARTIE 3 266

CHAPITRE 1 ANALYSE DU TISSU URBAIN EXISTANT 267

1 CONTEXTE DU TERRITOIRE D'ETUDE 267

1.1 La ville de Saint-Pierre 267

1.2 Premiers éléments d'analyse du quartier de Ravine Blanche 269

2 VISAGE DU QUARTIER DE RAVINE BLANCHE DANS LES ANNEES 2000 275

2.1 Différenciation de trois générations de quartier 275

2.2 Typologie urbaine du quartier de Ravine Blanche avant-projet 275

3 SITUATION DU QUARTIER AVANT-PROJET 282

3.1 Diagnostic 282

3.2 Potentialités et atouts du quartier de Ravine Blanche 286

3.3 Les moyens d'actions sur le quartier 289

CHAPITRE 2 RÉCUPERATION DES DONNÉES DE PROJET 293

1 LE PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN DE RAVINE BLANCHE ET SES ENJEUX EN TERMES DE DURABILITE 293

1.1 Programme général 295

1.2 Interventions structurantes sur les bâtis 297

1.3 L'intégration du développement durable dans le projet de Ravine Blanche 305

2 VERS L'APPLICATION DE LA GRILLE 307

2.1 Choix du site de test de la grille 307

2.2 Méthodologie de notation 309

3 REMPLISSAGE DE LA GRILLE 315

3.1 Récupération de données qualitatives et quantitatives 315

3.2 Le traitement des données et l'Affinage des indicateurs 320

3.3 Détails de récupération des données indicateurs par indicateurs 324

3.4 La grille, un outil automatisé 326

CHAPITRE 3 RÉSULTATS D'APPLICATION DE LA GRILLE SUR RAVINE BLANCHE 329

1 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 1 : EVALUER L'ADAPTATION DE L'ESPACE URBAIN A L'ENVIRONNEMENT LOCAL 332

1.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet. 333

1.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet 333

1.3 Synthèse de l'axe 342

2 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 2 : EVALUER L'IMPACT DE L'ESPACE URBAIN SUR L'ENVIRONNEMENT : 343

2.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet. 344

2.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet 345

3 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 3 : EVALUER L'ORGANISATION DE L'ESPACE URBAIN ET LA QUALITE DE VIE 354

3.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet. 355

3.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet 356

4 SYNTHESE DES COMMENTAIRES DE LA GRILLE 367

CONCLUSION DE LA PARTIE 3 : Potentialités de généralisation de l'outil 369

1 LA PHASE DE CONSOLIDATION DU TRAVAIL 369

2 UNE PHASE DE DIFFUSION DE LA GRILLE 372

CONCLUSION GÉNÉRALE

BIBLIOGRAPHIE

1 METHODES DE RECHERCHE (BIBLIOGRAPHIE DU PREAMBULE) 382

2 REFLEXIONS SUR UN NOUVEAU MODE DE DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1) 382

3 ENJEUX DU CONTEXTE TROPICAL (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1) 387

4 INDICATEURS TERRITORIAUX (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1) 389

5 TERRITOIRE REUNIONNAIS (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 2 & CONCLUSION) 390

6 CLIMATOLOGIE URBAINE, CONFORT THERMIQUE, AMENAGEMENT URBAIN TROPICAL (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 2) 391

7 LE PROJET DE RENOVATION URBAINE DE RAVINE BLANCHE (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 3) 393

8 LES URBANISMES PRE-URBANISME DURABLE (BIBLIOGRAPHIE DES ANNEXES) 395

ACRONYMES, ABBRÉVIATIONS, SIGLES

LISTE DES FIGURES

ANNEXE : EMERGENCE DU MODELE URBAIN ACTUEL, L'URBANISME MODERNE

1 LA VILLE ISSUE DE LA REVOLUTION INDUSTRIELLE 413

2 LES PLANS D'HAUSSMANN DES 1850 A PARIS 416

3 L'URBANISME MODERNE 418

TEMOIGNAGE PERSONNEL

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Avec l'apparition de nouveaux enjeux urbains fin 20ème siècle, les quartiers sont à la recherche d'un nouveau paradigme aux facettes plus environnementales, plus respectueuses socio-culturellement parlant et économiquement viables. La thèse se propose d'aborder ce modèle urbain sous des latitudes basses, dans des régions présentant un climat chaud.

Pour ce faire, une grille d'indicateurs de durabilité urbaine créée dans le cadre de cette recherche, propose d'évaluer l'état d'avancée des mesures de durabilité sur ces territoires, à partir de la construction d'un modèle de quartier durable tropical. L'analyse se pose sur un quartier dit « durable », implanté sur le territoire réunionnais: celui de Ravine Blanche dans la ville de Saint-Pierre.

L'architecture et l'urbanisme tentent de fournir un cadre de vie adapté pour les habitants, et présentant une structuration fonctionnelle adéquate. Portées par les révolutions industrielles et technologiques, par la forte expansion démographique mondiale, les villes se sont développées de manière insouciante, particulièrement depuis deux siècles. Les deux chocs pétroliers de 1973 et 1979 sont cependant venus rappeler la dangereuse dépendance aux énergies fossiles, interrogeant sur la perduration de la structuration et le fonctionnement actuel urbain.

La durabilité urbaine

La durabilité urbaine se propose d'envisager un développement, basé sur la conciliation de différentes thématiques environnementales, sociales et économiques. De nombreuses tentatives de villes et de quartiers idéaux ont été faites tout au long de l'histoire urbanistique. Elles sont restées sous forme de plans, ou parfois ont tendu à la mise en application de quelques expérimentations ponctuelles. Elles ont rarement trouvé un retentissement à une plus large échelle, malgré la pertinence de certaines solutions proposées. En cette fin du 20ème siècle le concept de développement durable semble trouver un plus fort écho et la durabilité urbaine s'implante dans le monde entier. Certaines déclinaisons du modèle sous différentes appellations et selon certaines variantes mais cependant s'appliquant globalement à résoudre des problématiques similaires, se développent particulièrement dans les pays industrialisés soumis à l'étalement urbain, à une prédominance de la voiture individuelle, à une consommation accrue de ressources et à des fortes productions d'émanations polluantes.

A l'échelle du quartier, le nouveau paradigme urbain des quartiers durables ou des éco-quartiers voit le jour. Ce modèle se propose de répondre à ces nouveaux enjeux de société à travers de nouveaux principes d'aménagements permettant de fournir un cadre de vie écologiquement et socialement plus responsable.

L'île de La Réunion, Département d'Outre-Mer (D.O.M.) français d'une superficie de 2512 km^2, situé dans l'Océan Indien (55°30 de longitude Est et 21°5 de latitude Sud) présente un développement urbain spécifique. Il pourrait être qualifié d'hybride car il présente les caractéristiques d'un territoire urbain sur un territoire colonisé et basé il y a encore quelques années sur la culture de la canne. Il s'assimile de plus en plus à un

modèle de développement européen dans sa seconde phase majeure d'urbanisation qui a débuté à partir de 1948 suit à la départementalisation de l'île.

L'importation du modèle d'éco-quartier sur l'île est motivée par la recherche de réponses à des problématiques locales comme l'étalement urbain, l'utilisation exacerbée de la voiture, une urbanisation forte avec de nombreux matériaux perméables, l'implantation de structuration de bâtiments importés de métropoles et non adaptés au climat de l'île. La tâche urbaine, très mitée, se développe assez rapidement sur ce territoire restreint. Pourtant, l'île doit pouvoir, à terme, accueillir une population toujours croissante, tout en conciliant la préservation des espaces naturels, et en cherchant à se détacher de la dépendance en termes alimentaires et énergétiques. Sur un territoire dont près des trois-quarts sont attribués au parc national, la superficie dédiée à l'épanouissement humain, en termes d'habitats et d'activités économiques, présente des limites figées de développement. Le modèle de quartier durable appliqué sur le contexte réunionnais propose l'atteinte d'enjeux présentant quelques similitudes avec le contexte européen.

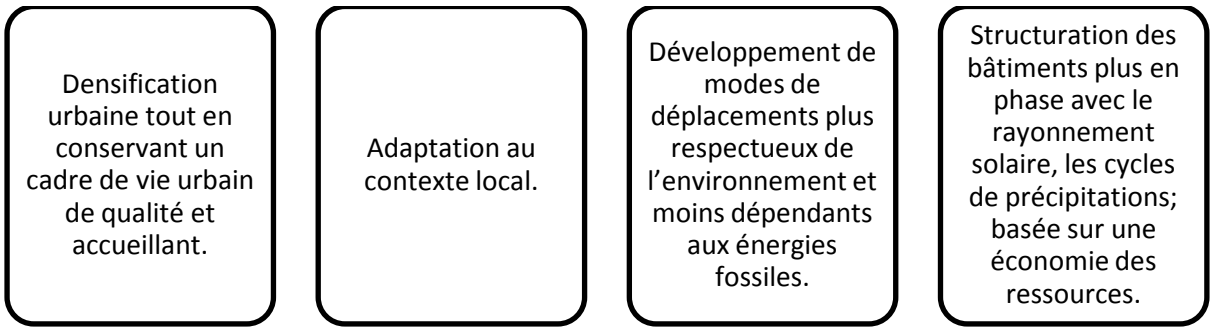


Figure 2 (LISTE)*: Le modèle d'éco-quartiers, des enjeux transposables du territoire européen vers La Réunion.*

Conquis par le modèle proposé, et dynamisé par la labellisation nationale EcoQuartier, et par la démarche Quartiers Durables Réunionnais (Q.D.R.), ces projets émergent à l'initiative de quelques acteurs réunionnais, convaincus par la volonté de penser l'urbanisme différemment, ou portés par l'impact marketing de projets à portée écologique. Sept quartiers ont été retenus en 2010, à l'appel à projets quartiers durables réunionnais. Au niveau régional, une cellule de réflexion est mise en place, à travers un comité technique, pour tenter de définir la notion localement, de guider et d'accompagner les concepteurs locaux dans cette démarche. En pleine construction, ce modèle fait l'objet de réflexions constantes.

L'étude de cette thèse, et l'analyse des modalités d'expressions du modèle, s'appuieront sur certaines opérations réunionnaises d'aménagement, et testeront la validité de l'expression de la grille sur le quartier de Ravine Blanche à Saint-Pierre : premier quartier durable officiel dans les D.O.M. Il a en effet été reçu lauréat début 2012 au second appel à projet d'EcoQuartiers national au ministère de l'aménagement à Paris dans la catégorie ville moyenne.

Cette thèse permet d'observer certaines spécificités que le modèle peut revêtir, sous climat tropical, notamment en termes de mesures environnementales. Certaines propositions sont différentes lorsqu'elles s'appliquent à un climat chaud, par rapport aux solutions proposées sous climat tempéré ou froid. Est proposé dans cette thèse un panel de conseils conceptuels, urbains et architecturaux, adaptés à ce contexte. Ces propositions se basent sur la littérature scientifique mondiale, sur le sujet que nous avons pu consulter. Elles tiennent compte de l'apport de la profession architecturale, travaillant sur la conception sous climat chaud au niveau local. Cette proximité avec les praticiens locaux, se matérialise par une immersion d'un an durant la thèse, dans un bureau d'études d'aménagement sensibilisé à l'environnement urbain durable : le Laboratoire d'Ecologie Urbaine, basé à Saint-Pierre. La vision concrète des mesures environnementales intégrées dans les projets, permet de faire émerger un certain nombre de propositions jugées comme étant durables, innovantes et écologiques et socialement plus adaptées aux modes de vie actuels.

Ces recherches permettent d'offrir aux concepteurs de projets intégrant le concept de durabilité urbaine, des pistes de conceptions, validées scientifiquement et/ou issues de l'expérimentation sur terrain, plus adaptées aux territoires tropicaux. La grille d'évaluation créée permet de guider les praticiens dans l'atteinte d'une meilleure durabilité, ou d'une évaluation des projets mis en œuvre.

La formalisation du concept de durabilité urbaine sous forme d'une grille d'indicateurs, permet de simplifier la phase théorie, de favoriser la transition concept vers application de terrain, à travers la formalisation sous forme d'indicateurs quantifiables ou qualifiables. La durabilité urbaine ne reste plus simplement une idée, elle devient matérialisable à travers la notion d'existence de niveaux de durabilité proposés dans la

grille (Niveau de Base, Performant, Très Performant). L'atteinte de gains de points de durabilité facilite le cheminement de la conception vers un projet de durabilité.

Les éco-quartiers en milieu tropical et les études sur le sujet sont peu développés. Les études se focalisent majoritairement sur les projets européens. Il s'agit de proposer un cadre explicitant d'une part les différences qui peuvent émerger entre les projets européens et les expériences tropicales, en termes de climat notamment. C'est dans ce cadre que s'effectue la proposition de notre grille. L'étude d'éco-quartiers sous climats tropicaux dans le paysage de la recherche en France est à notre connaissance une démarche innovante et très peu étudiée.

Dans sa structuration, cette thèse retrace dans une **Partie 1** le concept de durabilité urbaine et le modèle d'éco-quartiers tels qu'ils sont proposés dans leur expression globale dans la littérature scientifique. Cette partie permet de faire l'état de l'art sur le sujet en se renseignant sur le concept tel qu'il est pensé en Europe du Nord, berceau des éco-quartiers. L'angle de lecture que nous choisissons (Partie 1 – Chapitre 1) est celui de la compréhension de la genèse du concept et des raisons de l'émergence de ce nouveau paradigme. Le concept d'urbanisme durable est ensuite présenté de manière globale à travers l'exposition de ses principes majeurs et sa philosophie. Est ensuite la présentation du modèle d'éco-quartiers (Partie 1 – Chapitre 2). Quelques éléments de positionnement du cadre tropical et des enjeux des villes durables tropicales permettent de resituer le contexte. (Partie 1 – Chapitre 3). Ils sont complétés par la pose des enjeux issus des grilles d'indicateurs territoriaux de manière générale et quelques réflexions sur les indicateurs territoriaux tropicaux commencent à être exposées.

Des exemples de quartiers durables tropicaux ne seront pas proposés dans cette thèse ; par contre la thématique est abordée à travers la proposition d'une logique de réflexion originale permettant d'intégrer certaine des spécificités des espaces tropicaux.

Dans une **Partie 2**, le cadre d'étude est précisé. Il s'applique sur le territoire réunionnais. La présentation de certains leviers permettant de tendre vers une amélioration du confort thermique en ville tropical est proposé (Partie 2 – Chapitre 1). Nous proposons des solutions de conception urbaines pragmatiques et justifiées adaptées à la

considération du contexte tropical. Est considérée dans ce chapitre la proposition de solutions plutôt adaptées à un quartier tropical lambda présentant un niveau de vie développé (Partie 2 – Chapitre 2). Ces réflexions quant à la conception urbaine durable permettent d'aboutir à la création de la grille (Partie 2 – Chapitre 3). Elle est composée de 50 indicateurs séparés en trois axes majeurs spécifiques du terrain tropical, et elle permet de dresser un portrait global du niveau de durabilité urbaine vis-à-vis de trois niveaux de durabilité : de Base, Performant, Très Performant.

Dans une **Partie 3** nous choisissons d'appliquer la grille d'indicateurs créée. Cette partie permet l'application de terrain de notre thèse. Le quartier de Ravine Blanche situé dans le sud de l'île de La Réunion, dans la commune de St Pierre est l'objet de l'expérimentation. Dans un premier chapitre le contexte d'étude est posé, c'est-à-dire le tissu existant du quartier (Partie 3 – Chapitre 1). Ensuite est présenté le Projet de Rénovation Urbaine, les choix de ce terrain spécifique, les modalités de récupération des données terrain (Partie 3 – Chapitre 2). A partir de relevés d'informations sur le terrain, de récupération des données de projets, de synthèse des informations disponibles et d'outils informatiques, la grille est remplie. Les résultats de cette analyse sont présentés, précisés, analysés (Partie 3 – Chapitre 3). Des propositions de perspectives futures quant à l'outil sont envisagés closent ce chapitre et cette thèse.

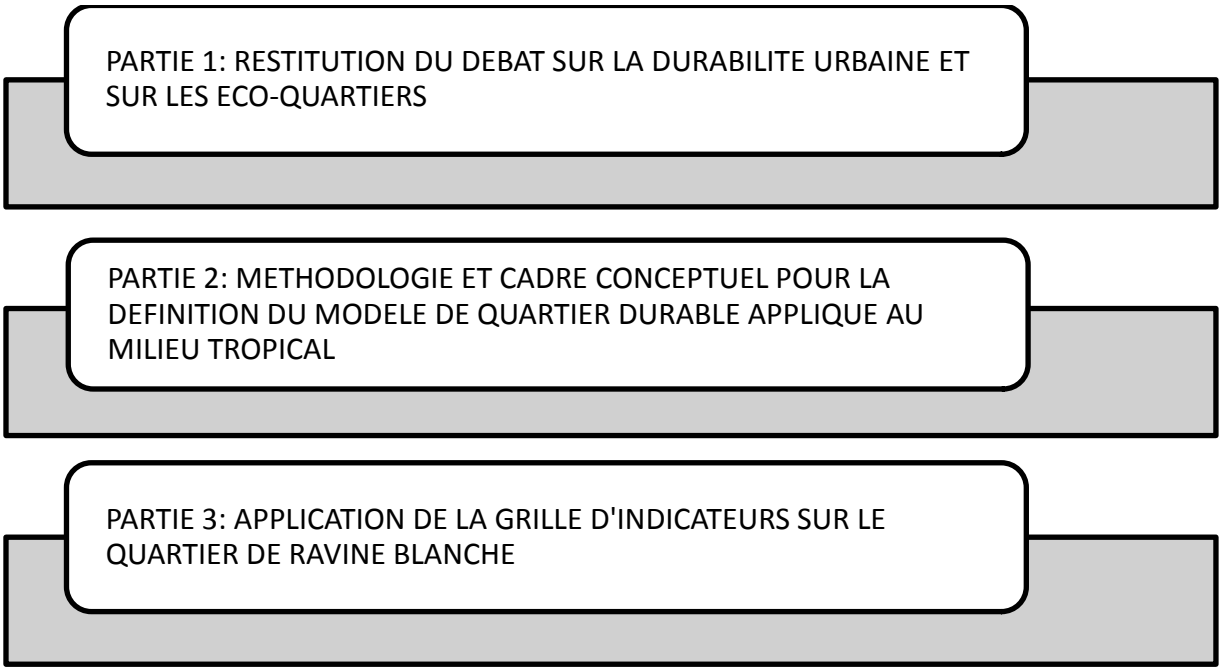


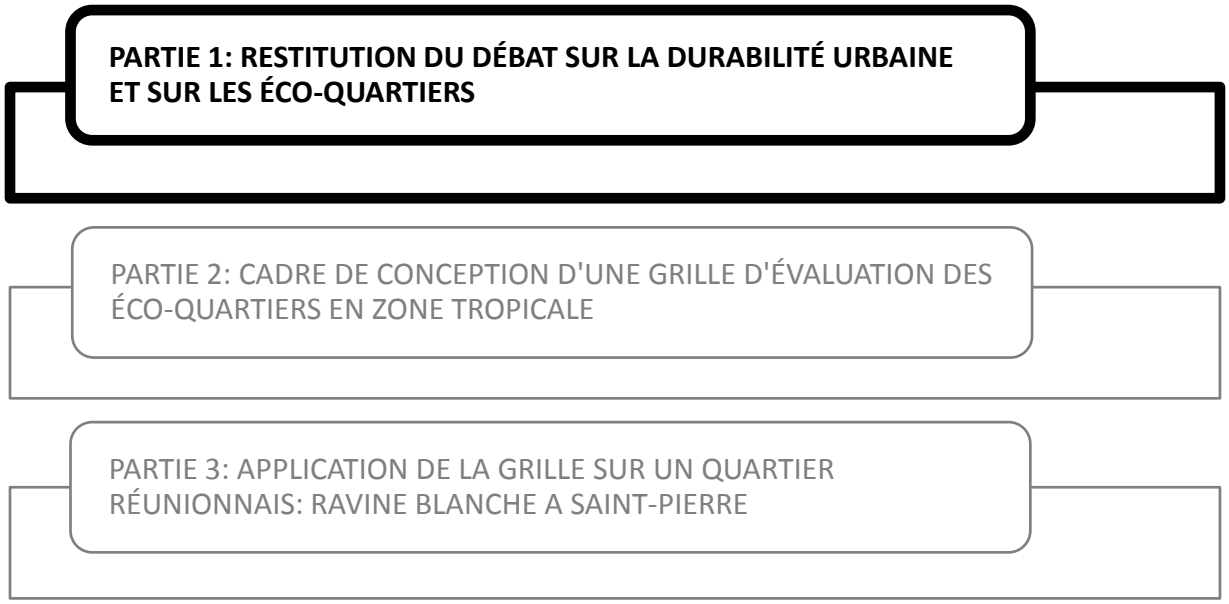
Figure 3 (STRUCTURATION DU DOCUMENT): Description du contenu de la thèse.

Figure 4 (TABLEAU): Synthèse de la structuration globale de la thèse

PARTIE	**PARTIE 1** **RESTITUTION DU DÉBAT SUR LA DURABILITÉ URBAINE ET SUR LES ÉCO-QUARTIERS** *du global*	**PARTIE 2** **MÉTHODOLOGIE ET CADRE CONCEPTUEL POUR LA DÉFINITION DU MODÈLE DE QUARTIER DURABLE APPLIQUÉ AU MILIEU TROPICAL** *au local*	**PARTIE 3** **APPLICATION DE LA GRILLE D'INDICATEURS SUR LE QUARTIER DE RAVINE BLANCHE**
CHAPITRE 1	L'URBANISME MODERNE, UN MODELE DÉSORMAIS DÉSADAPTÉ	LE CONTEXTE SPÉCIFIQUE DES TERRITOIRES TROPICAUX	LE PROJET DE RENOVATION URBAINE DE RAVINE BLANCHE
CHAPITRE 2	L'URBANISME DURABLE, UNE STRUCTURATION FONDÉE SUR LA CRITIQUE DE SON PRÉDÉCESSEUR	PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE CONCEPTION URBAINE EN MILIEU TROPICAL	APPLICATION DE LA GRILLE & RÉSULTATS D'ÉVALUATION
CHAPITRE 3	LES ÉCO-QUARTIERS, UN MODELE ÉVOLUTIF	CRÉATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE DURABILITÉ URBAINE EN MILIEU TROPICAL	POTENTIALITÉS DE GÉNÉRALISATION DE L'OUTIL

PARTIE 1 RESTITUTION DU DÉBAT SUR LA DURABILITÉ URBAINE ET SUR LES ÉCO-QUARTIERS

Cette Partie 1 a pour objectif de présenter les conditions d'émergence du concept de durabilité urbaine, et les principes majeurs du concept (Chapitre 1). L'application de ce concept global, à une échelle urbaine plus restreinte, celle d'un quartier, permet de faire émerger les spécificités du modèle d'éco-quartiers (ou quartier durable) (Chapitre 2). Les enjeux des territoires tropicaux, et des grilles d'indicateurs territoriaux, sont ensuite exposés (Chapitre 3)



PLAN DETAILLE DE LA PARTIE 1 : RESTITUTION DU DEBAT SUR LA DURABILITE URBAINE ET SUR LES ECO-QUARTIERS

INTRODUCTION DE LA PARTIE 1

CHAPITRE 1 : L'URBANISME DURABLE
- La nécessité d'un nouveau modèle urbain
- Principes urbains spécifiques proposés par l'urbanisme durable
- Les changements de visions intégrés par l'urbanisme durable

CHAPITRE 2: LES ÉCO-QUARTIERS
- Etat des discussions sur le concept
- Modélisation des quartiers durables
- Dépassement des principes de durabilité

CHAPITRE 3: LE CONTEXTE TROPICAL
- Définition du projet de recherche vis à vis des enjeux des territoires tropicaux
- Des l'état de l'art à la mise en place d'une grille d'indicateurs territoriaux
- Observation sur les indicateurs en milieu tropical et proposition de théorisation

CONCLUSION DE LA PARTIE 1

INTRODUCTION DE LA PARTIE 1

Le sujet est largement débattu, et la thématique, des quartiers et des villes durables, est de plus en plus souvent présentée dans les médias, et les publications scientifiques. Il y a quelques décennies, l'Europe du nord était considérée comme le berceau des éco-quartiers. Elle est à l'origine de la diffusion de ce modèle concret d'application de durabilité urbaine, au reste des territoires. Actuellement, le modèle est diffusé à une large échelle et de nombreux pays se l'approprient et multiplient les projets d'aménagements durables. Les enjeux prônés par l'urbanisme durable et les résultats des éco-quartiers, sont en effet globalement validés dans l'opinion publique. Les expérimentations se succèdent dans différents contextes urbains pour tester ces solutions et affiner le modèle vis-à-vis des problématiques de terrain. Il s'agit d'appréhender plus profondément le modèle.

Nous allons tenter, à travers cette Partie 1, de proposer une vision de cette thématique des éco-quartiers, à partir de laquelle se basera toute la facette applicative de la thèse.

Concernant les ressources bibliographiques consultées

Dans le corpus littéraire sur la thématique de durabilité urbaine consulté, nous différencions : (i) les articles présentant des expérimentations d'éco-quartiers ou de villes durables ; (ii) les apports scientifiques et théoriques qui tendent à analyser les retours d'expérimentations et à en retirer des connaissances scientifiques. Cette analyse et donc ce recul sur les projets, permet de faire émerger les difficultés éventuelles d'application du concept sur le terrain ainsi que les limites[5] du concept, à travers la confrontation théorie/empirisme. L'objectif est de suivre et de modéliser l'évolution du concept de durabilité urbaine dans le temps et de tester la validité des principes de base qu'il prône initialement. (iii) D'autre part, la littérature propose des explications quant à l'émergence de l'urbanisme durable[6] et au mode de pensée spécifique qui lui est associé.

[5] Ces différents axes de lecture de la bibliographie nous ont amené à entrevoir certaines limites de questionnement que le concept tente de dépasser. Nous présentons au long du manuscrit ces nuances, non pas dans une volonté de critique stricto sensu du concept en lui-même, mais parce qu'il est essentiel d'obtenir au contraire une vision globale des opinions à ce sujet.

[6] Nous utilisons indistinctement dans ce manuscrit les terminologies « durabilité urbaine », « développement durable urbain », « aménagements durables » pour parler de cette transcription du concept de développement durable sur le tissu urbain et bâti.

Le concept de l'urbanisme durable et sa transcription dans les villes « durables » et les quartiers « durables » sont intrinsèquement liés. En vue de retranscrire dans cette Partie 1, les connaissances liées aux éco-quartiers, il nous est apparu nécessaire de reposer en préalable le concept de durabilité urbaine, duquel découlent ces projets.

Proposition de structuration d'élaboration de nos propos

Dans cette prospective de littérature, concernant les différentes thématiques, il transparait que l'urbanisme durable dans la littérature, est régulièrement présenté en tant que critique vis-à-vis de l'urbanisme du 20ème siècle en Europe, l'urbanisme moderne. Il nous a semblé nécessaire de retracer, suite à cette constatation, l'émergence du concept de durabilité urbaine dans le paysage urbanistique ainsi que certains facteurs contextuels expliquant l'apparition de cette nouvelle proposition urbaine.

- Le Chapitre 1 propose de retracer le cheminement des réflexions ayant abouti au raisonnement actuel porté par l'urbanisme durable à la fin du 21ème siècle. Ce Chapitre explique l'émergence de l'urbanisme durable.
- Le Chapitre 2 s'applique à présenter plus spécifiquement le sujet des éco-quartiers.
- Le Chapitre 3 aborde le projet de recherche de cette thèse par une mise à jour des jalons de réflexion permettant d'aider à la mise en place d'une grille d'indicateurs.

Les éco-quartiers, un concept plus nuancé que d'apparence

Il nous est apparu, au fil de l'appréhension des thématiques, que les éco-quartiers sont souvent décrits comme des espaces de vie idéalisés. Pourtant, derrière ces clichés, se cache un débat qui dépasse largement les *principes de base* exposés habituellement comme références du modèle. Mixité fonctionnelle, favorisation des déplacements doux, utilisation des énergies renouvelables et de modes de consommation économes en ressources, ne suffisent pas à décrire dans son intégralité le concept de durabilité urbaine.

Lorsqu'il s'agit par exemple d'appréhender *le niveau de durabilité qu'un territoire est censé atteindre en vue d'être considéré comme durable*, il s'agit de s'interroger sur l'intensité réelle des mesures et des résultats à atteindre pour réellement prétendre à une durabilité correcte. Des informations de ce type ne sont pas forcément précisées lors de la lecture de projets existants. Il s'agit de procéder à une réflexion spécifique pour trouver des éléments de réponse. Nous abordons à la fin du Chapitre 2 de la Partie 1 de tels sujets, pour comprendre plus précisément les informations habituellement proposées dans la littérature.

En vue de concevoir la grille d'indicateurs de cette thèse (Partie 2) et de dialoguer avec les acteurs de l'aménagement rencontrés lors de notre phase de recherche, il était nécessaire de trouver des éléments de réponses à certains des questionnements secondaires concernant le concept[7] de durabilité urbaine. En effets les acteurs de terrain tentent de trouver des réponses opératoires au contact des acteurs du monde de la recherche. Le passage du concept théorique, vers son application pratique suppose de comprendre le concept de durabilité plus largement. Mieux appréhender ses « nuances » et ses « origines » pour mieux saisir toutes ses subtilités était essentiel dans cette première partie de thèse.

Ces apports sur le développement durable urbain permettent de proposer et de structurer notre grille d'indicateurs (Partie 2) et les résultats de tests de cette grille (Partie 3).

N.B. : Les termes éco-quartier et quartier durable sont utilisés indistinctement dans la thèse (à ne pas confondre avec le terme Ecoquartier (sans tiret), relatif à la démarche du ministère de l'aménagement). Des explications complémentaires peuvent être trouvées au cœur du texte de cette partie 1

.

[7] Nous considérons également dans cette thèse que nous sommes conscients que l'appellation d'urbanisme durable sous le terme de « concept » est certainement prématurée car le phénomène urbain ne bénéficie encore que de peu d'expériences et n'est pas à ce jour généralisé dans les pratiques urbaines. Nous utilisons cependant cette terminologie, car l'urbanisme durable propose une nouvelle manière d'appréhender l'aménagement du territoire.

CHAPITRE 1 L'URBANISME DURABLE, UNE STRUCTURATION FONDÉE SUR LA CRITIQUE DE SON PRÉDECESSEUR

Nous considérons dans ce chapitre que l'urbanisme actuel : l'urbanisme moderne ne correspond plus aux préoccupations mondiales et qu'il convient de proposer un nouveau modèle urbain plus adapté. Une des solution proposées : l'urbanisme durable.

Émergence du modèle urbain actuel : l'urbanisme moderne

L'urbanisme moderne matérialise actuellement le paysage urbain, dans lequel nous évoluons en Europe et dans d'autres villes du monde.

L'histoire urbanistique européenne a été marquée en Europe depuis deux siècles par la ville issue de la révolution industrielle de la fin du 19ème siècle. Début 20ème siècle apparaît l'urbanisme moderne. Nous situons l'apparition du développement durable fin 20ème siècle et notons que ce modèle est en pleine construction et n'est pas encore généralisé.

Figure 5 (DIAGRAMME DE PROCESSUS): Chronologie des différents courants urbanistiques développés en Europe ces deux derniers siècles.

Il convient de situer la chronologie d'émergence de l'urbanisme durable, afin de mieux comprendre sa génèse et les principes qu'il défend :

La présentation de la ville moderne et de la ville issue de la révolution industrielle (qui précèdent l'urbanisme durable) sont disponibles en annexe.

La charte d'Athènes (LE CORBUSIER, 1957) a marqué officiellement en 1933 le début de l'urbanisme moderne. Ce document[8] peut être considéré comme le « manifeste» de l'urbanisme moderne. Cette charte avait pour ambition de développer un certain nombre de principes urbains concernant la planification et la construction des villes modernes. 95 points y étaient développés se basant majoritairement pour sa structuration sur un diagnostic et une critique de la ville précédente: la cité industrielle.

L'urbanisme moderne apparaît ainsi comme une solution tentant de métamorphoser les agglomérations, suite aux critiques et aux maux auxquelles étaient sujettes la ville industrielle.

1 *LA NECESSITE D'UN NOUVEAU MODELE URBAIN*

Il semblerait que l'urbanisme moderne trouve à son tour ses limites. La thèse soutenue dans ce manuscrit est donc celle consistant à dire qu'un nouveau modèle urbain tente de s'établir pour rétablir les maux de l'urbanisme moderne et pour mieux s'adapter aux besoins sociétaux actuels grâce la recherches de nouvelles solutions urbaines.

1.1 Limites de l'urbanisme moderne et des pays industrialisés

La ville moderne et les services qu'elle offre ont longtemps été considérés comme vertueux (innovants, hygiénistes) Cependant, dans la seconde partie du 20ème siècle, un renversement de l'opinion apparait progressivement. De nombreux éléments de l'urbanisme moderne se retrouvent dépossédés des qualités qui leur étaient initialement attribuées[9] et sont dorénavant considérés comme des « maux urbains ». Le livre vert sur l'environnement urbain de 1990 a permis d'alarmer sur les impacts négatifs de la ville européenne. Ces dernières subissent d'ailleurs à la fin du 20ème siècle une perte de considération et une fuite des centre-urbains (HAËNTJENS, 2010, P. 11) vers la périphérie et la campagne.

La ville occidentale de manière générale est critiquée : l'utilisation à outrance de biens et des matériaux urbains, l'imperméabilisation des sols, l'architecture redondante mondialisée. Ce phénomène de délaissement du modèle de la ville actuelle s'observe non seulement en Europe mais également dans d'autres pays tels que les Etats-Unis. Les réflexions se multiplient en de nombreux lieux en vue de trouver des solutions pour remédier à l'étalement urbain, à la dépendance aux véhicules, pour retrouver un rapport humain dans les villes.

[8] Ce texte, n'est en fait publié qu'en 1941 par Le Corbusier sous le titre « La ville fonctionnelle ».

[9] Le livre vert sur l'environnement en 1990 alarme sur les impacts négatifs de la ville européenne.

Synthèse des limites de la ville du 20ème siècle dans les pays industrialisés

Le modèle de la ville actuelle des pays industrialisés trouve ses limites :

Figure 6 (TABLEAU) : Certains reproches attribués à l'urbanisme moderne.

Principes soutenus par l'urbanisme moderne	*Induisant sur le territoire le phénomène suivant (à court terme)*	*Créant à l'échelle globale, les effets suivants (à long terme)*
Séparation des fonctions de la ville	Hyper-mobilité	Augmentation de la pollution, des nuisances, de la température urbaine / Un espace urbain structuré par des voies routières
Objectifs de dé densification urbaine[10] ; d'aération de l'espace urbain, de confort et de contact avec les espaces naturels	Etalement urbain, périurbanisation	Augmentation des déplacements et du nombre de véhicules / Engorgement des villes par les voitures / Recul des espaces naturels / Etalement urbain / Pollution atmosphérique
Déplacements en voiture favorisés sur tout le territoire	Les villes se structurent autour des voies routières	Augmentation des gaz à effets de serre / Nuisances sonores
Ségrégation spatiale (création de logements à moindre coût regroupant sur un même espace les habitants de catégories sociales similaires)	Sentiment de rejet de certaines catégories sociales, ghettoïsation / Difficultés d'accès aux aménités urbaines pour les catégories sociales reléguées en périphérie	Exacerbation des difficultés sociales pour les catégories sociales les plus modestes / Augmentation des différences entres classes sociales / Sentiment d'insécurité
Imperméabilisation des sols car volonté d'augmenter l'hygiène des espaces urbains	Augmentation du ruissellement des eaux pluviales / Recul des espaces végétalisés en ville	Diminution du confort thermique urbain, augmentation des risques naturels, perte de qualité de l'espace urbain, fuite des centres urbains
Utilisation non raisonnée des ressources	Participation à l'appauvrissement des ressources naturelles	Risque de dépendance énergétique
Choix d'un urbanisme similaire dans une grande partie du monde	Facilité, rapidité d'exécution, habitats solides adaptables sous tous climats	Perte d'identité / augmentation de la consommation énergétique et nécessité de rajouter des systèmes secondaires consommateurs pour adapter le bâti au climat et à son environnement.
Une ville conçue avant tout pour son efficacité économique, son productivisme	Déshumanisation de l'espace urbain / L'espace urbain : un condensé de nuisances	Fuite des centres urbains / Recherche de proximité avec les espaces naturels en périphérie des villes

[10] Pour libérer la ville issue de la révolution industrielle de cette densité urbaine « étouffante ».

Voici la présentation de quelques éléments de l'urbanisme moderne qui trouvent leurs limites :

L'hyper-mobilité

L'hyper-mobilité est un fait avéré dans la ville de la fin du 20ème siècle, et les congestions urbaines en sont témoins. L'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre, à l'échelle mondiale, et le réchauffement climatique, témoignent de pollutions atmosphériques à des niveaux critiques. La prégnance du risque automobile, dans les espaces urbains, fait de la ville et des rues des espaces « dangereux » et stressants. Les impacts sonores et olfactifs des véhicules contribuent à cette diminution de la qualité urbaine. La fréquence et la durée des déplacements augmentent, car la structure urbaine est éclatée, et les aires urbaines sont toujours plus larges. L'élévation du nombre de conducteurs, et le développement du parc automobile, entraînent des conséquences environnementales, comportementales, sanitaires, et favorisent une consommation croissante de ressources énergétiques pour construire et entretenir les voies de déplacements. L'hégémonie des modes de déplacements individuels et les choix faits de structuration urbaine ne conviennent plus car ils sont trop créateurs d'externalités négatives.

La ségrégation sociale et le mal-être dus à la séparation des fonctions urbaines

La mono fonctionnalité de l'urbanisme moderne, la séparation des fonctions urbaines, l'éloignement des services administratifs, commerces, services de santé, espaces de loisirs s'avèrent générateurs de difficultés et d'exclusion urbaines.

« L'exactitude fonctionnelle» détruit la flexibilité de la ville et de ses bâtiments. Ces derniers, qui sont conçus comme des objets architecturaux sont incapables de s'adapter à l'évolution et empêchent donc la ville de fonctionner comme un ensemble dynamique et organique » (COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 1990, PP. 40-42). Les aires urbaines différenciées sont considérées comme des enclaves, et engendrent des conséquences sociales, telles que l'ennui, le sentiment de mise à l'écart. La création des grands ensembles regroupant des ménages aux conditions sociales identiques entraîne des tensions et un mal-être social.

Dès 1959, le lien entre les grands ensembles bâtis et les difficultés de sociabilisation de la population est établi (HAZEMANN, 1959): décomposition des liens sociaux, déviance sociale. Le gigantisme des immeubles[11] est mis en cause, ainsi que la faible épaisseur des cloisons et des

[11] « … ensembles de 500, 1000, plusieurs milliers de logements. » (MERLIN, 2010, P. 8)

murs entre logements. Les logements apportent un confort moderne nouveau avec les W.C. intérieurs, la salle d'eau, le chauffage central, mais ne répondent pas aux attentes des habitants car ils ne disposent pas toujours de caves, de greniers, de buanderies, de lavoirs.

Les grandes étendues vertes, vues par Le Corbusier, espaces de régénération au contact de la nature, sont perçus comme des lieux vides, sans aménités urbaines.

C'est dans la seconde moitié des années soixante que s'opère un basculement dans les représentations des grands ensembles (TELLIER, 2007, P. 18). Les quartiers d'habitations sont à l'origine habités par de jeunes ménages avec enfants dont le revenu est proche de la moyenne nationale, puis par une population plus diverse, avec des revenus moins conséquents dont une grande part de ménages issus de l'immigration (MERLIN, 2010, P. 8). Ces espaces sont désormais assimilés à des « ghettos sociaux » (COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 1990, P. 10). Le manque d'entretien de ces espaces ainsi qu'un relatif désintéressement de la population à l'entretien des lieux communs, tend à accélérer le vieillissement des structures. Un certain délitement social fait passer les grands ensembles à l'état de cités ou de quartiers sensibles. Si l'habitat individuel est privilégié par les français (GIRARD & STOETZEL, 1947), il n'en demeure pas moins que l'habitat collectif, s'il avait été accompagné par plus d'équipements aurait pu susciter plus d'engouements (TELLIER, 2007, P. 43).

Les échanges entre différentes catégories sociales se trouvent fortement diminués, favorisent le sentiment de marginalisation, limitent les interactions sociales et culturelles, contribuent à une perte de richesse.

L'étalement urbain

Le développement des structures routières ainsi que l'abondance du foncier disponible à des coûts plus modestes en périphérie ont favorisé une certaine dé densification urbaine. Les ménages moyens des villes modernes sont tentés d'aller chercher en périphérie les conditions de confort et d'espace qu'ils recherchent et qu'ils ne trouvent plus en ville. L'étalement urbain[12] et la fuite des centres sont des phénomènes majeurs.

Près de 57% des Français vivent ainsi dans une maison en 2006 (FORT & AL, 2006, P.9). Ce desserrement de la ville doit désormais composer avec la préservation des espaces agricoles et naturels, thème majeur dans la société de la fin du 20ème et 21ème siècle et les ressources

[12] Terme associé à une image négative

nécessaires à l'autosuffisance alimentaire. Les déplacements sont aussi problématiques. Il convient de concilier ces nouveaux objectifs sociétaux avec les besoins en logements.

L'impact de l'urbain sur l'environnement

L'urbanisation entraîne son lot de perturbations environnementales. Les bâtis et voies urbaines viennent modifier les cycles naturels et les paysages sont fortement marqués par l'utilisation de béton, de bitume ou autres matériaux imperméables. La majeure partie des sols urbains en est recouverte au dépend des espaces végétalisés, de la faune et de la flore. De cette artificialisation marquée, apparaît, entre autres, une modification des cheminements hydrologiques, un très fort ruissellement pluvial, associé à une érosion prématurée des sols. Les sols dans leur état artificiel limitent ainsi l'autorégulation naturelle et l'absorption naturelle des eaux pluviales et occasionnent des inondations et un approvisionnement plus faible en eau des galeries souterraines.

La consommation de ressources importantes associée à la structuration d'espace urbain, à leur fonctionnement et à leur entretien trouvent désormais des limites dans l'approvisionnement. Les matières premières et les ressources énergétiques sont de plus en plus rares, car non renouvelables (ou du moins pas à l'échelle humaine). La perduration d'un tel mode de consommation semble impossible dans les années à venir. La génération de déchets de l'espace urbain engendre des pollutions : de l'eau, de l'air, des sols et ne se concilie pas avec la volonté de préservation de l'environnement. Le mode de vie actuel, autant dans son système de gestion de ressources, est lui-même générateur de nuisances immédiates pour la santé humaine et environnementale et ne correspond pas aux réalités de résilience de l'espace terre. Il convient de concilier le mode de vie actuel avec les estimations de ressources disponibles et de conserver des seuils corrects de pollutions acceptables pour notre santé.

La ville est devenue un espace artificiel, où le végétal ne trouve plus sa place. Les espaces de repos et de détente sont rares. Pris dans les wagons de la dynamique économique, il est devenu difficile de trouver des espaces de repos, des lieux où l'on puisse s'extraire de cette société de consommation intensive dans la ville. L'étalement urbain limite la place du végétal. Les espaces naturels tendent à diminuer de plus en plus, entraînant dans leur sillage des modifications de climat, de confort urbain, de diminution de la biodiversité.

Le phénomène de globalisation

La globalisation de l'architecture à travers la production de copies d'habitats, calqués sur le même modèle (AUFFRET, GATINA & HERVE, 1984) pose également la question de l'identité des espaces urbains et donc des individus.

La mondialisation privilégie l'imitation au dépend de la recherche de spécificités. L'aspect architectural et urbain participe pourtant à cette démarche de recherche identitaire. Après une longue période où le « particulier » et la diversité ont été effacés au profit d'un épurage des styles et des genres[13], il convient de trouver, ou retrouver, une autre façon de faire, plus proche des aspirations de chaque site et des personnes.

La société actuelle se distingue également par la notion d'individualisation, et le fonctionnement urbain actuel y participe avec la séparation des fonctions urbaines, le développement de l'utilisation de la voiture individuelle. Certes, elle allie l'autonomie, l'optimisation du temps, l'immédiateté et l'augmentation des actions, mais son utilisation limite l'interaction directe. L'automobiliste ne bénéficie plus que de certains stimuli visuels ou sonores pour interagir avec les autres lors de la conduite. Seuls les espaces d'arrêts tels que les parkings deviennent des possibles lieux de rencontres et d'échanges. Ces protections permettent de gagner en confort mais annihilent les interactions sociales. De même, les logements dans les immeubles et les lotissements de maisons pavillonnaires similaires occasionnent une perte de rapports humains.

La recherche de re-création de liens entre individus, entre voisins, entre habitants est une préoccupation qui intéresse et influence la création de certains modèles urbains réactionnaires à ces observations. Le modèle de « new urbanism » aux Etats-Unis cherche à reconstituer le tissu urbain de la ville traditionnelle et de ses nombreux rapports entre habitants. Les échanges entre voisins sont recherchés.

La ville moderne aurait été créée pour l'aspect économique, une ville pensée plus pour des consommateurs, des producteurs, des usagers que pour l'aspect sensible des habitants. Les espaces urbains modernes offrent rapidité et efficacité au niveau des déplacements routiers, du flux dématérialisé: Internet et des échanges commerciaux. La ville actuelle est dynamique, mais elle s'est privée de la richesse des rapports humains.

[13] Cette remarque est valable pour les aspects architecturaux, mais également juxtaposable à d'autres entités de la vie quotidienne : modes de consommation par exemple.

Il convient de repenser le fonctionnement des espaces urbains et de leurs déplacements, et de proposer un système autre, moins nocif au niveau environnemental et social.

1.2 Recherche d'adéquation urbaine avec les nouveaux enjeux mondiaux

Les grandes métropoles urbanisées occasionnent certains désagréments environnementaux et sociaux. La prise de conscience mondiale à la fin du 20ème siècle a suscité une réflexion majeure sur la préservation de l'intégrité écologique et sociale de la terre. De nouvelles propositions de solutions d'aménagement sont formulées. L'urbanisme durable s'attelle à répondre à ces enjeux.

1.2.1 De nouvelles préoccupations mondiales

A partir de la fin des années 1970 de nombreuses préoccupations environnementales émergent au niveau des instances nationales. A cette période, nombre de rapports et de conférences dénoncent le mode de gestion et de vie des pays industrialisés. La conférence de Stockholm de 1972, événement majeur à rayonnement mondial, sensibilise sur la fragilité du contexte environnemental et social mondial. Les rapports du Groupement International d'Experts sur le Changement climatique (G.I.E.C., 2007) informent sur la mise en garde face au **réchauffement climatique** à l'origine de graves perturbations écologiques, sociales et donc économiques en chaînes[14].

Les différents scénarios d'évolution formulés préviennent d'importantes augmentations du niveau des mers, du nombre et de l'intensité des catastrophes naturelles, d'une **aggravation des sécheresses, d'exode de milliers de personnes et d'augmentation des conflits** relatifs à l'accès et la préservation des ressources naturelles.

Le rôle de l'homme dans cette dégradation de l'écosystème est dénoncé. La consommation des sociétés occidentales et des pays émergents est désormais considérée comme inadaptée. Depuis deux siècles environ les modes de vie fondés sur **une très forte consommation de ressources tendent à dépouiller la terre de ses ressources**. Suivant les modes de consommation actuelle, les ressources naturelles voient leur disparition programmée. Les progrès technologiques, chimiques, médicaux associés à une disposition des matières premières ont permis de s'assurer des modes de vie sécurisés, dans l'opulence. La

[14] Certains auteurs ne sont pas malgré tout d'accord avec l'intégralité de l'analyse du G.I.E.C..

notion d'empreinte écologique matérialise de manière très imagée le haut niveau de consommation atteint par les pays industrialisés. Elle pose les limites de la biosphère face aux besoins grandissants des hommes.

Les effets secondaires de ces modes de vie n'ont pas été assez anticipés: pollutions majeures, raréfaction critique des matières premières, problématiques de santé à l'échelle mondiale. **La biodiversité à l'échelle du globe se trouve menacée.** De nombreuses espèces végétales et animales disparaissent chaque année à cause du réchauffement climatique et de l'expansion des zones urbaines.

Ce développement insouciant, poussé par la forte pression démographique à l'échelle mondiale participe à un développement urbain intense dont les modalités sont particulièrement remises en question.

En Europe, **un rapport spécifique matérialise cette prise de conscience majeure concernant l'impact du développement urbain des villes**. **Le livre vert sur l'environnement urbain de 1990** rédigé par la Commission Européenne, *«… résultat d'auditions auprès d'architectes et d'urbanistes… »* (GAUDILLIERE, 2005, P. 58) met à mal l'urbanisme moderne en posant un bilan négatif des conséquences environnementales des villes européennes. Ce document dresse *« … un diagnostic sévère de la situation de l'environnement urbain et a été un cri d'alarme »* (GAUDILLIERE, 2005, P. 58). Il accuse l'espace urbain comme responsable de « maux ».

Les grands rapports internationaux soulignent les nécessités de s'attacher à résoudre les inégalités sociales et à assurer à toutes les populations l'accès à des niveaux de vie corrects. Ils pointent aussi la responsabilité anthropique dans le déséquilibre de l'écosystème terrestre et la déstabilisation politique de certaines régions du globe. Les crises financières et économiques récentes viennent nous rappeler la fragilité du système économique et l'impact des phénomènes perturbateurs qu'ils suscitent dans le système sociétal à l'échelle mondiale.

1.2.2 Une modification des enjeux d'aménagement

Nous soutenons qu'une évolution des préoccupations sociétales mondiales a modifié les enjeux d'aménagement urbain. L'urbanisme moderne répondait principalement à des besoins de relogement de la population, dans des délais rapides. L'aspect limitatif majeur était l'aspect financier. L'opulence des espaces vierges, des ressources naturelles de l'époque considérées comme inépuisables, les besoins de relance du

développement économique, assortis à l'élan de consommation et les progrès incessants ont permis le développement de cette logique d'aménagement insouciante.

Figure 7 (TABLEAU): Postulats selon lesquels l'aménagement des villes a été pensé et vécu.

La ville du 20ème siècle, avant les prises de conscience mondiales	La ville après les prises de conscience mondiales
Des besoins de logements en grand nombre	
Des limitations financières	
Des ressources naturelles en quantité	Des ressources naturelles limitées et qui s'épuisent
Du foncier à profusion	Du foncier urbain à partager avec les surfaces agricoles et naturelles. La biodiversité à préserver.
Une société fondée sur la consommation et le progrès continuel	Une remise en cause du mode de consommation abusif
L'urbain « prioritaire » sur l'environnement	Un impact négatif des bâtis et des activités anthropiques sur l'environnement

Les prises de conscience de la fin du 20ème siècle laissent apparaître une remise en cause de l'avenir de l'humanité jamais apparue à une échelle aussi globale auparavant[15]. Ces inquiétudes se trouvent renforcées par les prévisions de croissance de consommation toujours accrues, mais aussi par la multiplication des « agents consommateurs ». La démographie croissante mondiale ainsi que le développement de certains pays émergents à empreinte écologique faible ne font que renforcer cette inquiétude quant aux pressions exercées sur l'espace terre. Pour vulgariser ou donner une notion d'échelle symbolisant ce phénomène *: « Un américain utilise environ 400 kilos de papier par an, si la communauté mondiale n'en utilisait que 200 kilos par personne, il n'y aurait plus d'arbres sur la planète. »* (MCDONOUGH & BRAUNGART, 2011, P. 34).

A moins de ne suivre l'exemple de la civilisation pascuane[16] qui s'est trouvée dévastée suite à une sur consommation des ressources naturelles, l'heure semble plutôt à l'action en vue d'inverser ou du moins de ralentir les scénarios déjà engagés. Les solutions urbaines doivent s'adapter aux nouvelles exigences mondiales. *«Un nouvel ordre se crée, selon le processus*

[15] Au fil de l'histoire urbanistique, les aspects environnementaux des villes furent des problématiques maintes fois soulevées à l'échelle intra-urbaine. Certaines villes étaient déjà décrites comme fortement polluées par les industries par exemple. Londres par exemple au temps de la révolution industrielle.

[16] Relatif à l'île de Pâques

traditionnel de l'adaptation de la ville à la société qui l'habite »[17] (CHOAY, 1965, P. 11). Les solutions à proposer doivent permettre de tendre vers une société responsable des enjeux écologiques de la planète. L'humain se trouve une nouvelle fois[18] mis au centre de la démarche. Il convient désormais de modéliser un environnement bâti où le respect environnemental et humain soit considéré dans la base de la réflexion, où l'espace bâti permette à l'homme de s'exprimer et de s'épanouir.

Les nouvelles préoccupations environnementales et sociales de la fin du 20ème siècle bouleversent la légitimité de l'urbanisme moderne. **Les besoins et les exigences sociétales ont été modifiés. Il convient donc d'adapter le modèle urbain actuel** aux nouveaux objectifs sociétaux. L'intégration de nouveaux schémas urbains intégrant mieux les nouvelles exigences sociétales semble amorcée. Nous soutenons que des mutations sociétales majeures sont ainsi à l'origine de mutations urbanistiques.

1.2.3 Des modèles urbains adaptés aux préoccupations de chaque époque

A l'heure actuelle, l'urbanisme durable tend à succéder à l'urbanisme moderne. Les motivations de cette mutation résident notamment dans l'inadéquation de l'urbanisme moderne vis à vis des enjeux sociétaux contemporains[19]. L'urbanisme moderne constitue donc à notre échelle de vie le dernier vestige urbain majeur[20] sur lequel nous nous appuyons pour façonner notre présent et intégrer de nouvelles propositions de conceptions urbaines. Ce socle est présent en Europe et dans d'autres villes du monde (Brasilia, Chicago…) (RAGON, 1986). Cette réadaptation des solutions urbaines vis-à-vis des enjeux jugés comme prioritaires à l'époque considérée est récurrent. L'urbanisme durable se positionne comme une des nouvelles propositions envisageables.

[17] Phrase utilisée pour la ville issue de la révolution industrielle qui peut s'adapter à la ville durable

[18] L'urbanisme moderne considérait l'homme au centre de la réflexion en choisissant de lui offrir un environnement propre et « rangé ».

[19] Présents au 20ème siècle, ces enjeux ne furent pas une priorité inhérente à l'urbanisme moderne.

[20] L'urbanisme moderne soutient cette volonté de faire table rase du territoire en place.

Figure 8 (TABLEAU) : Enjeux des différentes grandes périodes urbaines du 12ème au 21ème siècle.

14ème siècle – Fin 18ème siècle ~ La ville traditionnelle[21]	Fin 18ème siècle – Fin 19ème siècle ~ La ville issue de la révolution industrielle	1933 – Fin 20ème siècle ~ La ville moderne	Fin 20ème siècle - Maintenant ~ La ville durable
Modifications sociétales observées ➔	Transition agraire, démographique, industrielle	Poursuite d'une croissance urbaine et démographique forte associée à des innovations technologiques continues	Poursuite de la croissance urbaine et démographique associée à une prise de conscience environnementale majeure
Préoccupations majeures observées (Satisfaction sociétale) ➔	Croissance industrielle et développement des activités.	Recherche de confort urbain et de poursuite de la croissance. Extension maximale et développement sociétal basé sur cette croissance et la consommation	Recherche d'un développement plus modéré. Prise de conscience des limites du milieu ainsi que de l'impact du développement urbain exacerbé. Recherche de solutions plus adaptées
Limites du modèle proposé ayant suscité un changement ➔	Conditions d'hygiènes déplorables Conditions sociales peu réjouissantes Le modèle de la ville traditionnelle n'est pas compatible avec cette expansion urbaine trop rapide	➔ Impact urbain négatif (Pollution) Impact anthropique excessif Fuite des centres urbains Tensions sociales	*Modèle en période de test*
Stabilisation relative de l'expansion des villes	Révolution industrielle : La ville traditionnelle se retrouve contrainte d'élargir ses frontières suite aux transitions agraires, démographiques et industrielles de cette période. Apparition d'un terrain miasmatique fort et de conditions sociales peu réjouissantes.	L'urbanisme moderne cherche à créer une ville plus adaptée, plus saine, plus structurée.	Les enjeux semblent être aujourd'hui plus portés sur un aspect environnemental, de qualité de vie et de résilience vis-à-vis des crises actuelles et à venir (financières, environnementales). La ville moderne ne correspond pas dans son intégralité à ces nouveaux enjeux, il convient de repenser les modes de vie et de structuration des villes.

[21] Issue de la cité médiévale, mais étant resté relativement stable jusqu'à la révolution industrielle.

1.3 Un contexte favorable à l'émergence de nouvelles propositions urbaines

1.3.1 L'impact des espaces urbains dans la donne mondiale

Les territoires urbains et **les villes** contemporaines sont présentés dans la littérature comme étant des **espaces clefs**. Ils permettraient d'**infléchir positivement le déroulement des scénarios** mondiaux. *« Les villes contemporaines sont aux commandes des modes de production et de consommation, elles sont aussi à leur insu la principale source de problèmes écologiques, qu'elles les subissent ou les fassent subir »* (EMELIANOFF, C., 2004, P. 23). Les villes sont présentées comme étant **la cause mais pouvant devenir la solution des problèmes urbains** de par leur influence majeure sur l'équilibre mondial.

Elles regroupent une majeure partie de la population mondiale. Elles accueillaient en 2007 près d'un habitant sur deux (VERON, 2007) et 80 % de la population française (OBSERVATOIRE DE LA VILLE, 2007, P. 15). Cette tendance s'accentue : en 1950, un peu moins de 30% des habitants de la planète vivait dans des villes, 75% de la population mondiale devrait vivre en ville en 2050 (VERON, 2008). De par ses activités industrielles, automobiles, les villes sont pourvoyeuses d'une grande partie des émissions de gaz à effet de serre.

Elles sont également un lieu où se joue une part importante de la consommation d'énergie. Le logement contribue à 20 % des émissions de gaz à effet de serre et représente 46 % de la consommation d'énergie. Les espaces urbains, en tant que forts concentrateurs de la population sont des lieux stratégiques pour la mise en place de mesures de rétablissement ou d'amélioration de la situation mondiale.

Les villes mettent en place des mesures de correction de leurs impacts, bien avant les réactions de 1992[22]. *« Si les villes ont compris, bien avant les Etats, la nécessité de changer de paradigme, ce n'est pas parce qu'elles étaient plus intelligentes mais parce qu'elles étaient plus concernées »* (HAËNTJENS, 2010, P. 16). Les villes sont les premières concernées par les phénomènes de pollutions et de nuisances qu'elles génèrent, ce qui explique les premières mesures d'enrayement mises en place.

La ville durable a trouvé ses prémices bien avant l'officialisation du terme. Certains traits des villes durables sont nés dès les années quatre-vingt à travers les modifications de gestion des

[22] **La Conférence de Rio marque l'apparition du terme de ville durable** et de mise en place de mesures concrètes.

villes (transport en communs, approche plus globale de la gestion des projets). Les pratiques se sont globalement affinées et précisées, pour s'affirmer vers un modèle que l'on nomme durable, empreint des préoccupations environnementales mondiales montantes : *« Cette approche stratégique ne s'est découverte « durable » qu'en cours de route »* (HAËNTJENS, 2010, P. 16).

1.3.2 Les facteurs nécessaires au lancement de la démarche

La démarche de ville durable et d'urbanisme durable prend son envol dans un contexte particulier et l'engagement mondial dynamise le réseau d'acteurs politiques et de l'aménagement urbain. **La conférence de Rio de 1992 sur l'environnement et le développement marque la genèse de la Ville Durable**. Ce terme est évoqué lors de cet évènement (certains situent cette apparition en 1988 lors du programme Man And Biosphère M.A.B.[23] de l'Unesco sur l'écologie urbaine (CHARLOT VALDIEU, OUTREQUIN, 2009B, P. 22).

Cette conférence de Rio fait prendre conscience que peu d'actions sont entreprises au niveau des villes et qu'il est urgent de mettre en place une véritable stratégie globale et de coopération inter-états en vue de moduler les modes d'aménagements vers des solutions plus vertueuses. Cette conférence majeure et celles qui ont suivi revêtent donc **un formidable impact communicationnel qui officialise la mise en place de démarches diverses** de ce que nous appelons dorénavant le développement durable. Des axes majeurs d'intervention à l'échelle mondiale guident les actions à réaliser pour les états volontaires.

Dans cette nécessité de concrétisation immédiate d'efforts, un des premiers engagements majeurs pris à l'échelle des gouvernements est celui « de programme Action 21» [24]. **Il consiste dans sa première étape à préparer des agendas 21**, documents décrivant les actions que le territoire s'engage à mettre en œuvre dans le domaine du développement durable. Les collectivités avaient pour missions de traduire et de proposer sur leurs territoires avant 1996 la vision locale des mesures sociales, économiques et environnementales selon les grandes lignes de Rio. Ces missions étaient menées en consensus avec la population locale.

Parallèlement, des responsables de ministères, des associatifs et des chercheurs se rassemblent sous forme d'un groupe permanent d'experts et réfléchissent à une manière de

[23] Programme créé en 1968. Il propose de limiter l'exode rural.

[24] Action 21 : Plan d'action pour le XXIème siècle, projet adopté lors de la conférence de Rio de 1992.

modifier l'urbanisme en Europe. Plutôt que d'agir sur la réglementation, ces membres lancent la **Campagne de conférences à l'échelle européenne sur le thème des villes durables**[25]. Elles ont pour objectif un encouragement des expériences locales de développement durable et la création d'un lieu d'échanges et de collectes des savoir-faire.

La conférence d'Aalborg débute la campagne **en 1994**. Deux autres conférences « majeures » suivent et illustrent cette campagne : Lisbonne en 1996, Hanovre en 2000. Des conférences intermédiaires, dites de préparation s'intercalent. La conférence d'Aalborg de 1994 au Danemark *« … a été centrale pour la promotion d'un urbanisme durable. Elle a donné une assise, une légitimité et une visibilité à un certain nombre d'initiatives locales qui reposaient souvent sur l'action de quelques personnalités isolées, en manque d'appui et de reconnaissance au sein de leur territoire »* (EMELIANOFF, 2004, P. 21).

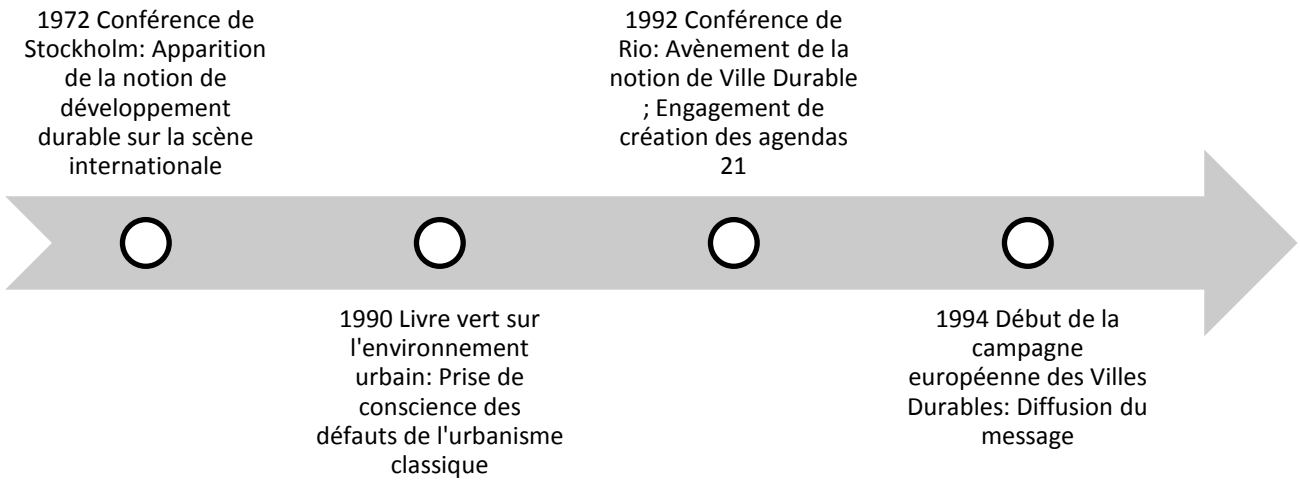


Figure 9 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Chronologie de quelques dates marquantes concernant l'avènement de la problématique de développement durable urbain en Europe.

La conférence donne lieu à la signature de « la **Charte des villes européennes pour la durabilité** » (VILLES EUROPEENNES, 1994).

Cette charte[26] initie la prise de responsabilité en faveur de l'urbanisme durable par les collectivités, en énonçant dix engagements pour un développement urbain durable. Elle est la version européenne de l'agenda 21 et s'illustre comme étant le manifeste pour l'urbanisme

[25] Campagne des villes européennes : réseau d'échange d'expériences lancé en 1994 par un groupe permanent d'experts (Urbanisme critiqué dans le livre vert sur l'environnement urbain publié en 1990 par la commission européenne). Elle s'étale jusqu'à 2000.

[26] Issue de la concertation de politiques, de chefs de services, d'universitaires et de chercheurs de l'I.C.L.E.I (International Council for Local Environmental Initiatives, Conseil international pour les initiatives écologiques locales d'organisations européennes), de la ville d'Aalborg (EMELIANOFF & STEGASSY, 2010, P. 27).

durable, à l'instar de la charte d'Athènes pour l'urbanisme moderne. Elle revêt donc en ce sens un aspect majeur dans le développement de ce nouveau courant de la fin du 20ème siècle et définit les nouvelles caractéristiques vers lesquelles tendent à ce jour les villes du 21ème siècle.

Des éléments issus de la genèse du développement urbain durable, un cheminement en trois étapes se perçoit selon nous comme indiqués à gauche du schéma suivant :

1) Une prise de conscience des failles de l'espace urbain à travers la **publication de documents**

2) Des **réflexions communes** entre acteurs mondiaux ou européens **lors d'évènements clefs**

3) La concrétisation sous la forme de **signatures de chartes** ou de documents officiels **signifiant l'engagement** des partenaires.

Ces étapes sont suivies globalement de la même manière lors des prises de conscience vis à vis de la nécessité de préservation de l'environnement et celle qui a concerné les impacts négatifs de l'urbanisme moderne :

Figure 10 (TABLEAU): Processus de prise de conscience et d'actions à l'échelle mondiale et européenne, concernant la fragilité de l'environnement.

DEROULEMENT DE LA PRISE DE CONSCIENCE	Une prise de conscience mondiale de nécessité de préservation de l'environnement	Une prise de conscience des impacts négatifs générés par l'urbanisme moderne
1) MISE EN ÉVIDENCE À TRAVERS DES DOCUMENTS OFFICIELS, DE DIAGNOSTICS ALARMANTS	Rapports du G.I.E.C. sur le réchauffement climatique / Rapport Meadows...	Le livre vert sur l'environnement urbain
2) DIFFUSION DE CE MESSAGE LORS D'ÉVÈNEMENTS "CLEFS" ET DE RÉFLEXIONS	Conférences de Stockholm, de Rio...	Campagne de conférences sur la ville durable européenne
3) CONCRÉTISATION DES RÉFLEXIONS, ENGAGEMENT DES ACTEURS AUTOUR DE DOCUMENTS	Engagement de création d'agendas 21 par les collectivités	Signature de la charte d'Aalborg en 1994: un premier engagement des villes.

En Europe notamment, **le succès du développement durable a permis l'émergence de l'urbanisme durable**, appliqué à l'espace urbain. Dans la recherche d'inflexion des scénarios environnementaux et sociaux et de rétablissement d'une cohérence entre objectifs mondiaux

et actions locales[27], d'autres modèles peuvent être envisagés. Certains nomment par exemple le changement d'approche de gestion et de construction de l'espace urbain sous le terme « d'approche stratégique » (HAËNTJENS, 2010).

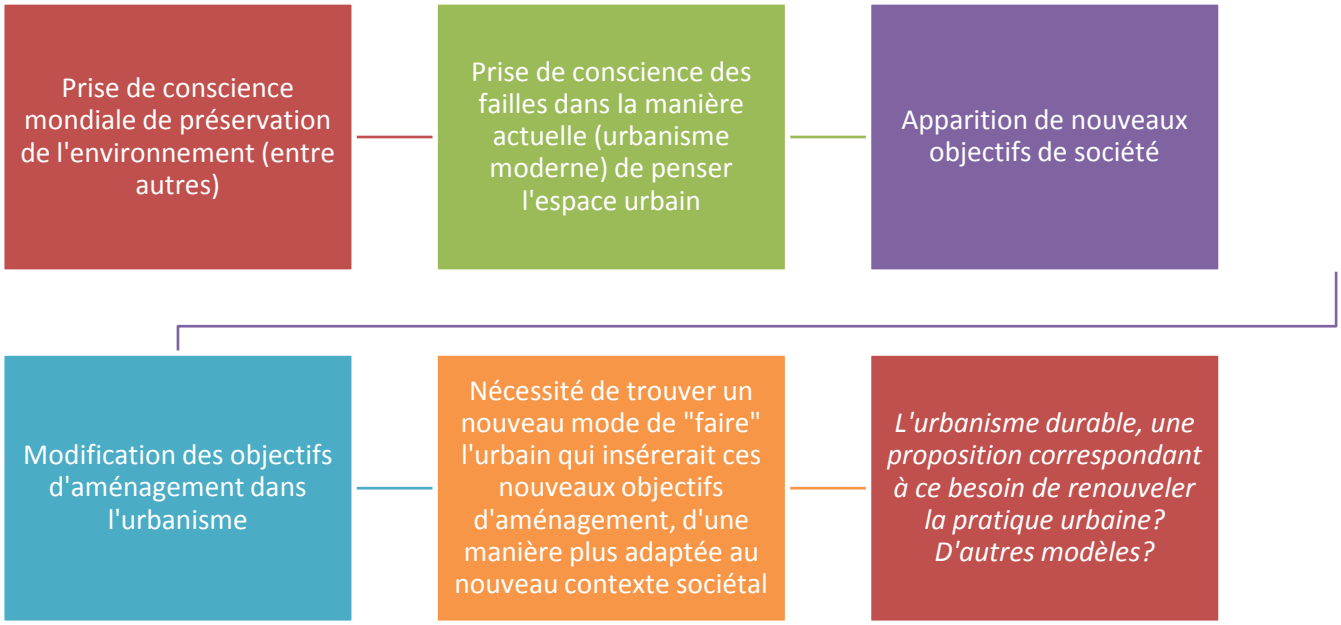


Figure 11 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Phasage de l'apparition du développement durable urbain de manière générale..

Tout comme l'ont déjà été d'autres mouvements urbains au cours de l'histoire[28] (CHOAY, 1965), l'émergence de l'urbanisme durable se justifie dans nombre de références bibliographiques en réaction vis-à-vis de la charte d'Athènes. **Il apparaît en effet que l'urbanisme durable en Europe du moins, soit un concept formé en réaction critique par rapport à l'urbanisme moderne** (1933 - fin du 20ème siècle). **Les points sur lesquels l'urbanisme moderne a échoué seraient forces de propositions et de rectifications de la part de l'urbanisme durable**.

Le nouveau courant s'enrichit des expériences du passé, fort d'un recul de plusieurs décennies d'applications. L'urbanisme durable intègre dans sa recherche de création de solutions urbaines les enjeux de la mutation sociétale contemporaine. Il dessine une solution compensatrice des « cicatrices urbaines » actuelles. *« La vision et les pratiques de la ville durable retournent comme un gant les principes fondamentaux de la charte d'Athènes. »* (EMELIANOFF, 2004, P. 24). **La charte d'Aalborg de 1994 recense ainsi 61 visions diamétralement opposées avec la charte d'Athènes de 1933**. L'urbanisme durable

[27] Nécessité que les décisions territoriales soient en accord avec les préoccupations actuelles, avec les enjeux du territoire sur le moment et pour le futur également.

[28] L'urbanisme moderne s'est créé en réaction aux critiques de la ville issue de la révolution industrielle

propose de façonner des solutions urbaines nouvelles pour obtenir un espace urbain exempt de tous les reproches précédents, un espace amélioré, plus adapté. **A travers ce *« retournement de valeurs »*** (EMELIANOFF, 2004, P. 22), **il est question de** l'apparition d'un nouveau courant urbanistique, ou encore de **la gestation d'une nouvelle culture urbanistique**.

Nous proposons de décrire les nouveaux principes proposés par l'urbanisme durable, la philosophie qui y est associée et les changements majeurs qui apparaissent dans la manière d'appréhender l'espace urbain. Nous présentons les sujets qui portent à discussions dans la littérature sur le sujet. Ce chapitre tend à dresser l'état de ce concept de durabilité urbaine.

2 *PRINCIPES URBAINS SPECIFIQUES PROPOSES PAR L'URBANISME DURABLE*

La description des principes sont les faits majeurs que nous avons relevés durant la prospective bibliographique. **Le concept d'urbanisme durable est récent et en pleine construction. Il n'est pas stabilisé et est en constante évolution théorique**. De par ce caractère, la vision proposée des différents principes bien que commune à nombre de publication reste cependant mouvante. De nombreux acteurs fondent des grilles spécifiques selon leur vision du développement durable urbain. Le ministère lors de la construction de son label et de sa grille éco-quartiers relève, par exemple vingt ambitions.

Nous proposons ici cinq entrées pour appréhender le concept. Nous considérons que ces points sont une base fondamentale permettant selon nous d'appréhender de manière assez complète le concept.

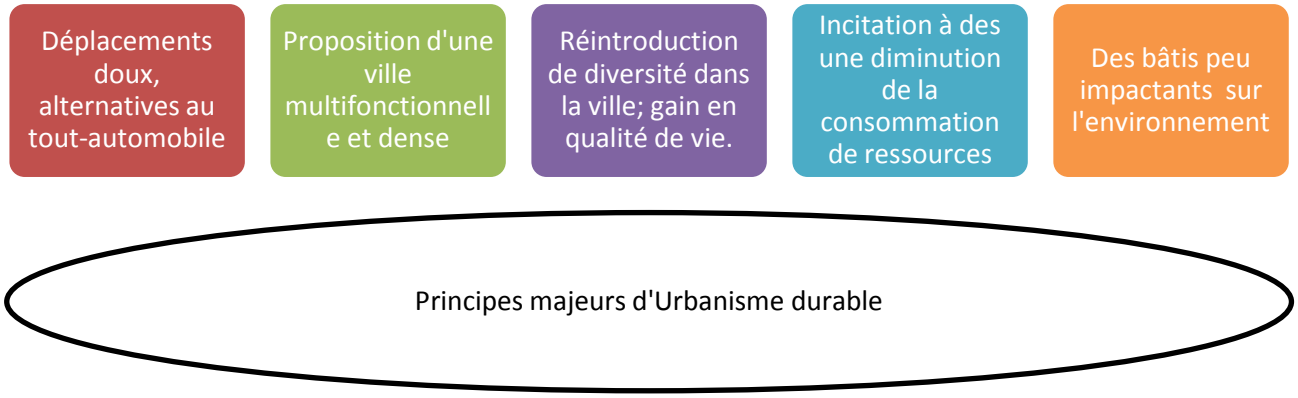


Figure 12 (DIAGRAMME) : Synthèse des cinq entrées choisies pour décrire l'urbanisme durable dans cette thèse

Décrivons de manière plus spécifique ces principes fondant le concept de durabilité urbaine :

2.1 Proposition de déplacements plus doux, d'alternatives au « tout-automobile »

Le développement urbain durable tend à remédier à l'utilisation abusive des modes de déplacements motorisés à travers la promotion des modes de déplacements doux et de transports en commun. Ce raisonnement est proposé en suggérant la création d'un espace urbain plus dense dans lequel la mixité fonctionnelle serait favorisée et où les habitants se déplaceraient à pied, en transports en commun pour rejoindre des destinations plus lointaines. La voiture individuelle ne serait plus utilisée que pour des déplacements occasionnels. Des locations de voitures ou des voitures appartenant à plusieurs propriétaires permettraient de ne pas en faire l'acquisition.

L'objectif est de diminuer les nuisances dues aux véhicules individuels dans la ville : dépenses énergétiques, pollution atmosphérique, accidentologie, nuisances sonores mais aussi de réfléchir à une plus large échelle aux divers modes de déplacements: camions, trains, avions.

Les modes de gestions des entreprises, des flux commerciaux dans les villes, les déplacements quotidiens des habitants sont amenés à être repensés. **Pour favoriser cette transition, les nouvelles propositions urbaines se doivent d'être concurrentielles vis-à-vis des moyens de déplacement individuels motorisés**. Cette transition est facilitée par l'image négative portée par les véhicules dans ce contexte de réchauffement climatique.

L'acquisition d'une voiture individuelle n'est plus vraiment un symbole de valorisation sociale et pour de plus en plus d'habitants d'autres modes de déplacements plus écocitoyens sont envisagés. **De plus, nombre d'individus ne souhaitent plus subir la congestion urbaine**. La valorisation de la marche à pied, des déplacements en vélo et la mise en place de lignes de transports en communs performants, permettent d'ouvrir de nouvelles habitudes de déplacements. Afin de promouvoir cette modification des pratiques, les infrastructures de transports en commun et de déplacements doux doivent viser la performance et proposer un réseau fortement maillé et agréable à utiliser.

Les propositions alternatives doivent être faiblement consommatrices en énergie et faiblement polluantes. L'idéal d'une *walking city* (ALLAIRE, 2007, PP. 191-192) ou d'une *public transport city* est l'un des objectifs des villes contemporaines.

Figure 13 (PHOTO) : Pistes cyclables (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 14 (PHOTO) : Vocabulaire piéton (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 15 (PHOTO) : Des cheminements piétons insérés dans le site (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Une incitation aux déplacements doux, dans un cadre en bordure de jardins

En se situant à l'échelle d'un habitant lambda d'une ville. Tout individu doit pouvoir accéder à certains services de base depuis la ville à pied : boulangerie, supérette par exemple. Il doit pouvoir bénéficier des infrastructures et des services urbains nécessaires à ses déplacements quotidiens à n'importe quel moment. **L'accessibilité est définie en termes de temps** : de marche, de déplacement à vélo, d'accès et d'utilisation des transports en commun. Sont définis ainsi des « cercles » d'accessibilité autour de chaque logement par exemple, dépendants des modes de déplacements utilisés. Ces cercles se transforment en courbes variables en fonction de la vitesse et des offres de déplacements proposés. *A titre d'exemple les jeunes enfants à l'intérieur d'un quartier ne devraient pas avoir à parcourir plus de 500 m à pied entre chez eux et leur école élémentaire.*

Mots clefs : *transports en communs, déplacements doux, pistes cyclables, place du piéton dans la ville, inter modalité, sécurité des piétons, diminution de l'impact négatif des transports actuels.*

2.2 Proposition d'une ville multifonctionnelle et plus dense également

Le *zoning* de l'urbanisme moderne est remplacé par la mixité fonctionnelle, rapprochant toutes les aménités urbaines les unes des autres et favorisant l'accessibilité. Un retour vers un modèle ancien quelque part, dans lequel habitat, commerces et production sont mêlés[29]. Les habitants dans cet espace aux fonctionnalités multiples peuvent ainsi en un

[29] On observe au cours de l'évolution urbanistique la réutilisation de modèles ou de solutions similaires qui passent de « défauts » urbains à des « solutions urbaines adéquates ». On en revient ici à ce que proposait en partie la ville issue de la révolution industrielle: proximité des commerces, des logements, auquel s'ajoute la proximité du travail.

temps minime et sans utilisation de moyens de déplacements motorisés avoir accès à leur travail, à leur habitat, aux services de bases, aux espaces de loisirs. L'habitant peut déambuler dans la ville.

Figure 16 (PHOTO) : Ludothèque, espaces pour enfants, salle polyvalente à disposition dans le quartier (Cœur de Bastille)

Figure 17 (PHOTO) : Café - Restaurant au cœur du jardin botanique (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 18 (PHOTO) : Résidence universitaire (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Une diversité de fonctions au cœur d'un seul et même espace résidentiel

Pour lutter contre l'étalement urbain et le recul des espaces naturels, la proposition d'une ville reconstruite sur elle-même et présentant une plus grande densité urbaine est faite. Le coût des réseaux (transport, assainissement, accès à l'eau, gestion des déchets) pour la collectivité se trouverait ainsi diminué à travers moins de linéaire de réseaux d'eau, de transports, d'approvisionnement électrique à construire et à entretenir. Cette densité des équipements urbains permettrait d'offrir des services plus performants en déplacements par des réseaux fortement maillés. La logique n'est pas celle qui consiste à créer un centre-ville surchargé, avec un sentiment d'oppression[30] , mais de façonner une densité urbaine « bien-ressentie », dans lesquelles les aménités urbaines viennent compenser la forte densité.

Différents modes d'habiter.

Figure 19 (Croquis) : La maison associée (Vue en plan) (Reynaud, architecte, 2010)

De nouvelles solutions d'habitats viennent enrichir les modes de vie en cœur de ville.

[30] Comme ce qui pouvait être à titre d'exemple proposé dans la ville issue de la révolution industrielle

Habiter en espace urbain ne se résume pas à habiter en appartement dans de grands immeubles. Des solutions diverses, individuelles ou semi-collectives sont proposées. *Exemples :*

Figure 20 (PHOTO) : La maison sur le toit (Opération Klara Zénith à Stockholm) (REVUE ECOLOGIK)

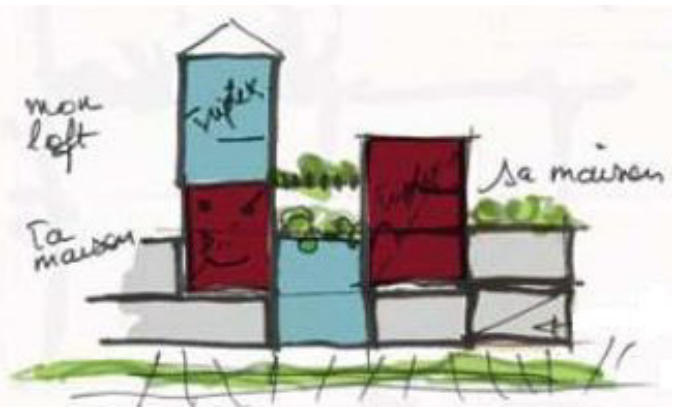


Figure 21 (CROQUIS) : Le logement classique en galette (REYNAUD, ARCHITECTE, 2010)

Figure 22 (CROQUIS) : La maison sur la maison (REYNAUD, ARCHITECTE, 2010)

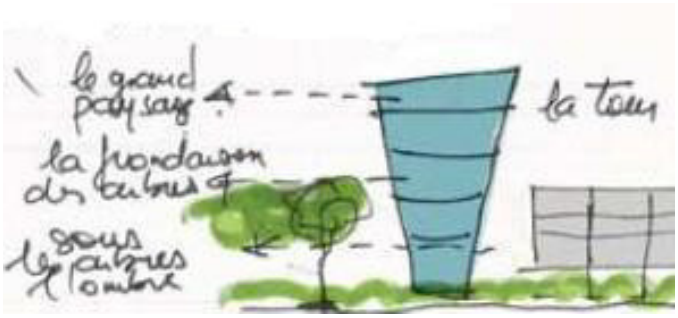


Figure 23 (CROQUIS) : Habiter la hauteur (REYNAUD, ARCHITECTE, 2010)

Mots clefs: *mixité fonctionnelle, densification, logement de la population, accès aux aménités urbaines à proximité, qualité de vie dans les espaces urbains.*

2.3 La ville, un espace diversifié, riche en aménités et accueillant.

Réintroduction de diversité dans la ville (sociale, végétale, architecturale, culturelle etc.) gain en qualité de vie.

La durabilité propose la réintroduction d'une diversité sociale, végétale, architecturale etc. dans cet espace urbain ou le particularisme a été effacé au profit de solutions similaires et donc appauvries. Le but est de **favoriser la création d'identité propre pour les espaces urbains, de faciliter les contacts et de limiter la ségrégation entre les habitants**.

La création de nombreux espaces communautaires et d'expressions dans la ville est proposée pour réintroduire du lien social et promouvoir l'épanouissement personnel des habitants. La mixité sociale à travers le rassemblement sur un même espace urbain de différentes couches

sociales est souhaitée pour limiter la ségrégation. Tous les habitants indépendamment de leur âge, de leur niveau social et de leur objectif de vie doivent pouvoir avoir accès aux lieux de vie qui leur conviennent, riches en aménités. Des actions locales sont menées par les collectivités pour réintroduire ce lien entre habitants (jardins communautaires etc.)

La ville durable à travers ses apports, doit « nourrir les sens » que ce soit au niveau visuel, olfactif, ambiant. La réintroduction de la végétalisation urbaine, de biodiversité, de plantes aromatiques, de fleurs, de diversité architecturale, d'espaces urbains multifonctionnels jouent un rôle réhumanisant dans la ville durable.

Figure 24 (PHOTO) : Un jardin communautaire et éducatif, lieu d'apprentissage et de création de lien social (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 25 (PHOTO) : Des habitats collectifs avec une réintroduction de la nature en étage (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 26 (PHOTO) : Un espace bucolique au cœur des îlots, lieu de détente, de sport et de rencontres (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Un espace urbain créateur de biodiversité (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Le manque d'attractivité des espaces urbains de la fin du 20ème siècle a suscité une fuite des habitants en périphérie des villes dans des habitats pavillonnaires. *« Les politiques de développement durable ont donc pour objectif une reconquête écologique et qualitative de la ville dense, afin d'offrir une réelle alternative à l'habitat périurbain ou urbain. »* (EMELIANOFF, 2000, P. 94). L'urbanisme durable propose l'instauration de modes de vie plus respectueux de l'environnement et de l'habitant pour **susciter de nouveau l'attrait vers les villes**.

Les collectivités territoriales en urbanisme durable proposent un cadre concentrateur d'aménités urbaines, dans lequel se développe un sentiment de de sécurité, de bien-être, de salubrité[31], d'épanouissement intellectuel et culturel etc. Le potentiel des éco-quartiers est prometteur et permet à l'habitant de retrouver un espace de vie conciliant de multiples

[31] La ville moderne pouvait susciter des risques pour la santé: émanations de substances chimiques, risques sécuritaires dûs aux déplacements motorisés.

avantages. Cette attente était souhaitée par les habitants sans être véritablement exprimée et répond à certains souhaits de vie contemporains.

Figure 27 (PHOTO) : Apprendre à cultiver ses légumes de manière bio, au pied de son immeuble (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 28 (PHOTO) : Des espaces communautaires près des logements (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Figure 29 (PHOTO) : Un bassin aménagé au centre du quartier (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Habiter au centre-ville, dans un cadre aux allures de campagne (Cœur de Bastille, Bordeaux)

Mots clefs : *attirer en ville, cadre de vie reposant, habiter en ville avec les avantages de la campagnes, habitats semi-collectifs, végétalisation de la ville, contacts humains, relations de voisinage, rapport avec la nature ; mixité sociale, architecturale, générationnelle ; diversité d'activités, sécurité ; découvertes urbaines etc.*

2.4 Incitation à une diminution de la consommation de ressources : Le métabolisme en circuit

L'urbanisme durable cherche à réduire la consommation de ressources naturelles dans l'espace urbain. Habituellement, les ressources naturelles participant au métabolisme urbain, entrent dans la ville puis sont éjectées en tant que déchets. On parle d'un métabolisme linéaire. Ce mécanisme suscite une grande consommation de ressources et provoque d'importantes pollutions.

Le modèle proposé dans l'urbanisme durable est celui du **métabolisme urbain sous forme de circuit fermé**. Il cherche à **optimiser le cycle de vie des produits**. Il est également appelé Cradle to cradle[32] (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2000, P. 50), (MCDONOUGH & BRAUNGART, 2011).

[32] Cradle to cradle : Créer et recycler à l'infini, du berceau au berceau en opposition à la notion de « Berceau jusqu'à la tombe : from cradle to grave »

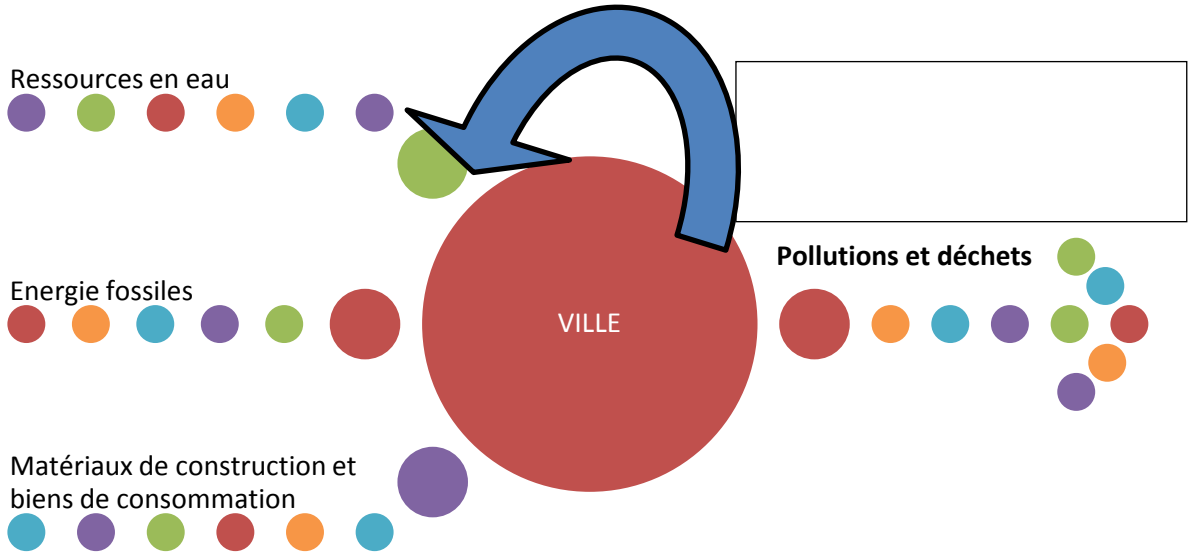


Figure 30 (SCHEMA): Principe de gestion des ressources entrant dans le métabolisme urbain (INSPIRE DE ROGERS, 2011)

L'objectif est de **favoriser la revalorisation les déchets ou des ressources consommées, en vue de les réintroduire dans le système urbain**. Les ressources entrantes sont réutilisées en boucle après utilisation. *Exemple : Le compostage et le recyclage des déchets assurent de nouvelles fonctionnalités à travers par exemple, l'approvisionnement en matières nutritives des plantes.* Cela présente l'avantage de **limiter les ressources entrant dans le système** et participe à une diminution de la consommation.

Il s'agit dans le contexte urbain **d'optimiser au mieux les circuits de consommation**, de mutualiser les ressources énergétiques, foncières. Des éléments considérés comme des pertes brutes peuvent être valorisables pour d'autres activités. Il convient donc de **penser à l'organisation de l'espace urbain d'une manière globale en vue de voir émerger certaines solutions originales** telles que par exemples pour les thématiques suivantes:

- la production énergétique : *production d'eau chaude sanitaire à partir de la chaleur issue d'une station d'incinération et à partir de déchets avec utilisation du biogaz.*
- l'espace: *mutualisation de parkings entre résidents et commerces, d'espaces.*
- les eaux *: la réutilisation des eaux de pluies ou des eaux grises sur site: réutilisation des eaux grises pour l'arrosage des jardins ou pour l'alimentation des toilettes.*

La diminution d'utilisation de ressources dans l'espace urbain passe par une diminution de la consommation habituelle d'une manière prioritaire. Ensuite des solutions alternatives peuvent être envisagées en vue de satisfaire les demandes de ressources à travers par exemple la production énergétiques renouvelables (E.N.R.). En se basant sur cette logique de métabolisme en circuit, il est possible d'imaginer un grand nombre de solutions pertinentes qui modifient impacts négatifs et pollutions.

Mots clefs : *métabolisme en circuit, Cradle to cradle, gestion des eaux, économies, recyclage des déchets, mutualisation des espaces.*

2.5 Création de bâtis et d'aménagements durables peu impactant sur l'environnement

Un des objectifs de l'urbanisme durable est la favorisation de bâtis qui respectent au mieux l'environnement en créant le moins de nuisances : des constructions adaptées aux contextes locaux. La priorité est celle d'un retour à la perméabilisation des sols et à la réimplantation d'arbres et de végétation en masse afin de limiter le ruissellement des eaux pluviales et faciliter le gonflement des nappes phréatiques. L'élément eau est réintroduit en ville. Les concepteurs tentent de limiter l'impact du bâti sur l'environnement. L'objectif des bâtis est d'être le moins consommateur possible en énergie, en eau, en déchets par une conception architecturale réfléchie.

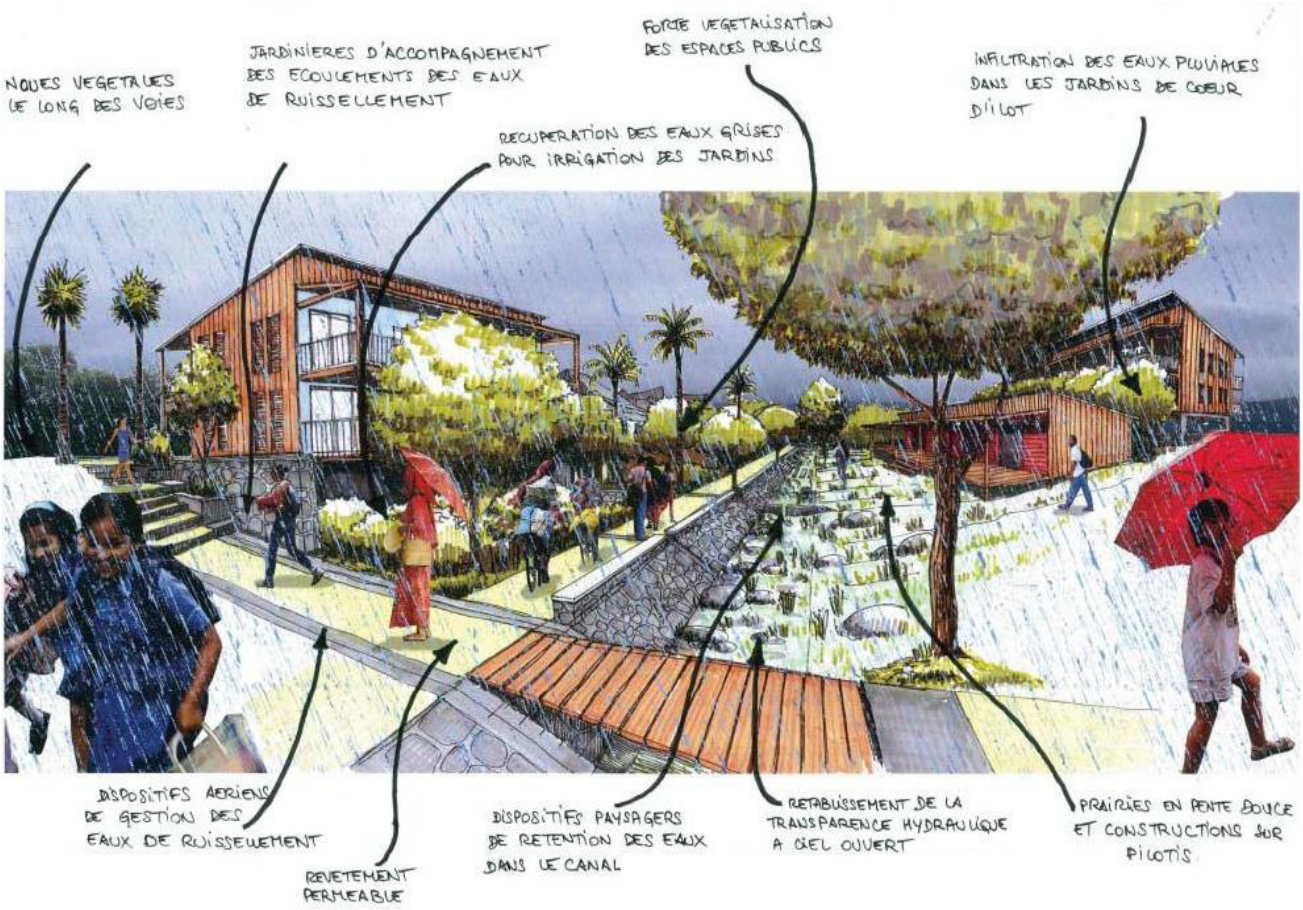


Figure 31 (CROQUIS) : Consensus entre introduction de bâti et respect du fonctionnement naturel en termes hydrologiques (Opération Z.A.C. de La Saline) (LEU REUNION)

Mots clefs : *bâtiments bioclimatiques, économies d'énergie, insertion dans le site, respect des fonctionnements initiaux en cours dans le site d'implantation.*

2.6 Synthèse des principes portés par l'urbanisme durable

Le tableau suivant synthétise la présentation des nouveaux principes proposés en vue de résoudre les problèmes urbains mis en exergue dans la ville de fin du 20ème siècle :

Figure 32 (TABLEAU) : Logique portée par l'urbanisme durable dans le but de résorber les pertes sociales et environnementales provoquées par l'urbanisme moderne

Maux Considérés	**Principes portés par l'urbanisme durable** en vue de la réduction des maux instaurés par l'urbanisme moderne	**Effets bénéfiques à court terme des solutions proposées**	**Effets bénéfiques à long terme**
Fuite de l'espace urbain dû à une perte de qualité de vie	Une ville conçue avant tout pour l'épanouissement des habitants, la recherche de qualité de vie, une limitation des nuisances	Recherche de création d'un espace urbain agréable à vivre / Eviction des nuisances urbaines, réintroduction de la nature à l'intérieur de l'espace urbain	Reconquête des centres urbains
Fonctionnalisme (Séparation des fonctions urbaines)	Mixité fonctionnelle	Réduction de la mobilité Proximité	Réduction de la consommation énergétique et des nuisances liées aux déplacements
Etalement urbain	Objectifs de densification urbaine et de compacité	Diminution ou arrêt de l'étalement urbain Densification du tissu existant	Optimisation des réseaux (Déchets, eau, électricité, de transports) / Diminution de la pression foncière sur les espaces naturels et agricoles / Développement des déplacements doux.
Utilisation abusive des déplacements motorisés	Favorisation des déplacements doux	Diminution ou stagnation de l'utilisation des véhicules individuels	Diminution des émissions de gaz à effet de serre Amélioration de la qualité de l'air
Ghettoïsation, ségrégation sociale/Manque d'aménités urbaines	Mixité sociale Regroupement de plusieurs catégories sociales	Proximité spatiale entre catégories sociales diverses	Maintien d'une qualité de vie équivalente pour tous Proximité avec les aménités urbaines
Hygiénisme, éviction des espaces végétalisés en ville	Perméabilisation maximisée des sols (Augmentation des surfaces perméables, augmentation des surfaces végétalisées en ville)	Augmentation de l'infiltration des eaux pluviales dans les sols	Limitation des risques naturels Augmentation de la surface et de la qualité des espaces végétalisés en ville Amélioration du confort thermique urbain
Utilisation abusive de matières premières	Utilisation des matériaux raisonnée ou cycle de consommation réétudié / Choix de leur provenance, de leur nature	Ralentissement de la consommation de ressources naturelles / Diminution de la consommation d'énergie nécessaire à leur acheminement sur site	Limitation des pollutions / Retardement de l'épuisement des ressources naturelles Favorisation des filières locales (dynamisme économique)
Urbanisme opposable à tout point du globe	Construction de bâtiments et d'espaces urbains adaptés au climat et aux modes de vie, dès leur conception	Nécessité de réflexions adaptées au contexte local	Diminution de la consommation énergétique Augmentation de la qualité de vie urbaine / Affirmation de l'identité urbaine

Ce tableau présente les critiques globales faites à l'urbanisme moderne et les propositions de l'urbanisme durable :

Figure 33 (TABLEAU) : Arguments critiques envers l'urbanisme moderne et critères prônés par l'urbanisme durable.

Ville issue de l'Urbanisme moderne	*Critiques apportées à la ville issue de l'urbanisme moderne*	*Ville prônée par l'urbanisme durable*
Ville étalée Habitats individuels	Diminution de la ressource sol Recul des espaces naturels	Ville Compacte, dense. Habitats intermédiaires
Automobile	Pollution ; Partage du foncier dédié en grande partie aux véhicules personnels	Circulations douces et Transports en communs
Séparation des fonctions de la ville.	Augmentation des déplacements, pollutions	Mixité fonctionnelle
Ségrégation sociale	Augmentation des problèmes sociaux	Mixité sociale

La ville durable est présentée selon de multiples définitions. Certains la voient écologique, d'autres la considèrent comme orientée vers les réseaux de communication et la dématérialisation des services de la ville et à travers le développement de l'informatique et le développement des réseaux Internet. Certains imaginent la ville idéale comme une ville culturellement riche où l'expression est donnée aux habitants. D'autres pensent sa déclinaison comme une ville à la pointe de la technologie. Nous ne nous étendrons pas sur ces déclinaisons imaginables de villes durables. **Nous nous focalisons dans cette thèse sur la description de la ville durable qui s'attelle à minimiser son impact sur l'environnement et qui favorise l'épanouissement de ses habitants.**

Une réconciliation de la ville et de la nature

Le concept de durabilité propose une façon différente d'appréhender la relation entre ville et nature. De nombreux modèles et conceptions écologiques ont mis en opposition les notions de Ville et de Nature. **A travers la notion de durabilité et d'écologie urbaine, le rapport ville et campagne s'accorde**, se complète, devient compatible. Les espaces végétalisés ne sont plus pensés comme des espaces séparés de l'espace urbain. La végétalisation s'introduit dans l'espace urbain de manière souple. Alors que les architectes modernes apposaient leurs bâtis dans des espaces naturels, le processus inverse est ici proposé: **la nature réinvestit la ville**. Certes les parcs urbains, à différentes époques urbanistiques[33] (Haussman par exemple) proposaient l'introduction de nature dans la ville.

[33] L'urbanisme durable n'est pas un modèle intégralement nouveau. De nouveaux outils et des pratiques déjà utilisées sont proposés pour faciliter la gestion de la ville dans un plan d'action complet.

Dans l'urbanisme durable la végétalisation est pensée comme un outil au service de la ville (confort thermique, bien-être des habitants, isolation des bâtiments) et n'est pas considérée comme un simple objet de contemplation. Il s'agit de valoriser cet élément. L'urbanisme durable propose de compléter ses réseaux de parcs et jardins publics par des réseaux et des liaisons vertes et bleues[34] afin de lier l'ensemble des espaces végétalisés de la ville.

La gestion de la nature ne se limite aux lieux d'implantation d'espaces végétalisées, à leur qualité et quantités, elle concerne également les modes de gestion des plantations. Dans de nombreux projets, les espaces naturels en ville sont dorénavant guidés lors de leurs premières années de croissance, pour ensuite évoluer seuls. La nature est moins « contrôlée », plutôt accompagnée. Les produits phytosanitaires de par leurs impacts négatifs sur l'environnement et l'homme, ne sont plus utilisés de la même manière.

La nature est désormais l'alliée de la ville dans sa recherche de conception d'espaces urbains agréables et performants. Les nombreuses recherches scientifiques se poursuivent afin d'élever le potentiel d'apport végétal dans l'espace urbain: végétalisation des murs et des toits, propriétés absorbantes de certaines substances polluantes, capacité de régulation de la température urbaine, capacités d'ombrages.

Les 5 principes énoncés ci-dessus, **se complètent par un fort volet de gouvernance**. Nous ne parlerons pas de cette thématique dans le manuscrit en vue de nous focaliser plutôt sur les moyens pratiques d'amélioration de la ville actuelle. Nous notons malgré tout la nécessité d'instituer les principes d'urbanisme durable dans les projets, à travers une démarche globale.

3 *LES CHANGEMENTS DE VISIONS INTEGRES PAR L'URBANISME DURABLE*

L'intégration des nouveaux principes urbains de l'urbanisme durable entraîne une modification dans l'approche des projets.

La méthode de planification urbaine[35] utilisée au cours du 20ème siècle se trouve dépassée et doit se réadapter face aux nouveaux enjeux sociétaux. Les méthodes de travail et la manière d'aborder les projets urbains sont modifiées.

[34] Introduction de l'élément Eau dans la ville

[35] Certains considèrent que la nouvelle approche stratégique du début des années 80 se distingue de l'approche classique de la planification urbaine selon plusieurs points (HAËNTJENS, 2010, PP. 13-14).

Des changements de méthodologie, d'approche des problèmes[36] sont proposés à travers l'arrivée de l'urbanisme durable. Le concept tend vers une démarche, liant l'ensemble des actions et permet de penser l'intégralité de la ville durablement[37].

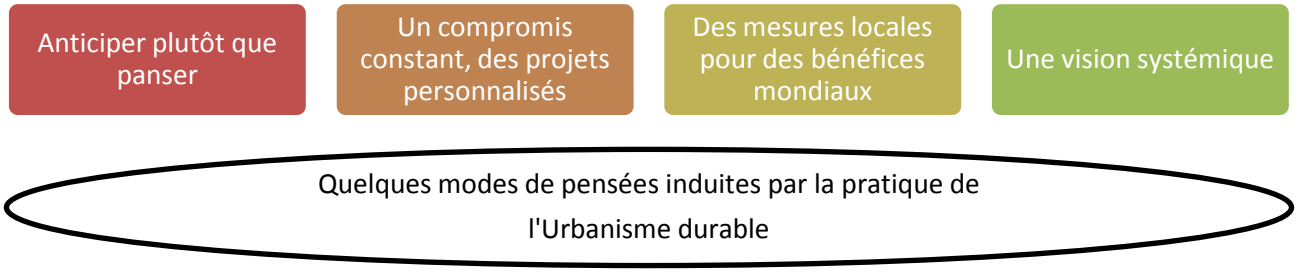


Figure 34 (DIAGRAMME RELATIONNEL): Enumération de quelques réflexions induites lors de la pratique de l'urbanisme durable.

Il s'agit d'une certaine philosophie, qui certes s'attaquent au même tissu urbain, mais aborde le projet selon des angles différents

3.1 Des mesures préventives plutôt que correctives

L'urbanisme moderne privilégiait l'apparition d'un urbanisme standardisé où la résolution des problèmes s'opère en apposant des « solutions correctives ». *Exemples : un bâti trop exposé au soleil, génère un inconfort thermique et nécessite le recours à la climatisation. Au niveau urbain, un phénomène de ruissellement des eaux pluviales trop intense se gère en implantant des réseaux de récupération des eaux pluviales.*

L'urbanisme durable appréhende les problèmes différemment et considère que plutôt que de « réparer » et de compenser les erreurs il est plus aisé de ne pas créer les maux. Le développement durable urbain procède à une limitation des nuisances à leurs racines, plutôt qu'à un traitement des conséquences en cherchant à les anticiper. Cela nécessite une plus grande démarche réflexive. Ainsi, dans le domaine de l'écologie urbaine, le principe de pollueur-payeur[38] propose en prévention de la pollution, de faire payer des « bons à polluer » en vue de dissuader les émissions de CO_2 (BERDOULAY & SOUBEYRAN, 2002, PP. 24-25). Les mesures préventives sont privilégiées aux mesures correctives.

[36] La nouvelle approche urbaine entraîne une modification du fonctionnement des structures, des métiers, de l'organisation, des liens qui unissent les acteurs.

[37] L'approche stratégique qui passe d'un « urbanisme de produits de « coûts »…vers un « urbanisme du lien » qui renforce les complémentarités entre les fonctions de la ville (HAËNTJENS, 2010, P. 15).

[38] Légitimité de payer un droit de polluer (plutôt que de prévenir la pollution), incitation à favoriser l'implantation de systèmes moins polluants. Le débat est sujet à polémique.

3.2 Des projets personnalisés plutôt que standardisés

Alors que l'urbanisme moderne proposait des modèles urbains standardisés, l'urbanisme durable préfère les « projets individualisés ». Les projets urbains se trouvent ainsi adaptés à leur contexte et aux conditions locales environnementales, politiques, sociales.

L'appropriation des spécificités des conditions locales considère trois étapes en vue de créer un projet spécifique:

1. Une adaptation des projets vis-à-vis du territoire d'implantation
2. Le choix d'un futur souhaitable
3. Le choix et l'estimation des moyens pour mettre en œuvre le projet

L'adaptation des projets vis-à-vis du territoire considéré (1.) revêt une importance primordiale dans la démarche durable. **Les caractéristiques du territoire et les modes de fonctionnement le régissant sont les données initiales**. L'urbanisme durable propose de respecter le contexte dans lequel s'implante le projet: **de l'écouter**, l'observer, l'analyser, suivant ses modes de fonctionnements hydrologiques, topographiques, faunistiques, floristiques ou sociaux. Il s'agit de comprendre au mieux l'intérêt du territoire, son importance pour les habitants, son passé, sa relation et son rôle vis-à-vis des autres territoires ; les enjeux à court et long terme.

Tout espace est considéré dans un système territorial plus large et en interaction directe ou indirecte avec d'autres territoires. Même vierge, il est régi par des fonctionnements initiaux. Les diagnostics territoriaux initiaux, primordiaux en développement durable urbain mettent en évidence un cadre unique[39], qu'il convient nécessairement de considérer pour guider le projet urbain.

Ajuster les solutions au plus près du contexte

A titre de comparaison, les méthodes de fabrication de produits standardisés, pour s'adapter au maximum de situations, prennent en compte les hypothèses de calcul les plus critiques afin de créer des produits performants en toutes situations (MCDONOUGH & BRAUNGART, 2011). Elles sont donc fortement impactantes. En urbanisme durable les mesures s'ajustent au contexte. La structuration de voies routières sous forme de profils « types » devient dans la logique d'urbanisme durable inopérante car les considérations

[39] A l'opposé des modèles de développements spécifiques et reproductibles chers à l'urbanisme moderne.

topographiques locales, les mouvements de terre sont considérés. Les voies routières s'adaptent au contexte topographique et non l'inverse.

Dans cette recherche de mise en valeur de spécificités des territoires ou de créations, **la ville durable s'affiche plus comme un projet que comme un modèle figé**. **A chaque territoire correspond un développement durable.**

Les projets se doivent également d'être le choix d'un futur souhaitable pour le territoire (2). « *Aménager, c'est bâtir l'image d'un futur souhaitable, montrer qu'il est réalisable et choisir les voies pour le mettre en œuvre ? [...]*» (BERDOULAY & SOUBEYRAN, 2002, P. 39). **Les projets considèrent** les voies de développement souhaitées, **l'identité désirée**, les volontés d'évolution des habitants, leurs souhaits, leurs besoins, les dysfonctionnements observés et ce qu'ils désirent modifier dans leur cadre de vie. En ce sens, la parole donnée aux citoyens et acteurs des lieux est importante.

[La durabilité des territoires passe également par la prise en compte des causes des problèmes ou visages existants des territoires. Ainsi, par exemple, l'étalement urbain des favelas et bidonvilles de certains pays du sud, résulte d'une construction spontanée et d'un urbanisme non réglementé (GAUDILLIERE, 2005) et ne trouve pas les mêmes origines que l'étalement urbain en Europe. La résorption de cet étalement urbain ne se traite donc pas de la même manière qu'en Europe. **Il convient de comprendre les contextes d'aménagement, de choisir ainsi en réaction les modes de développement les plus adaptés.]**

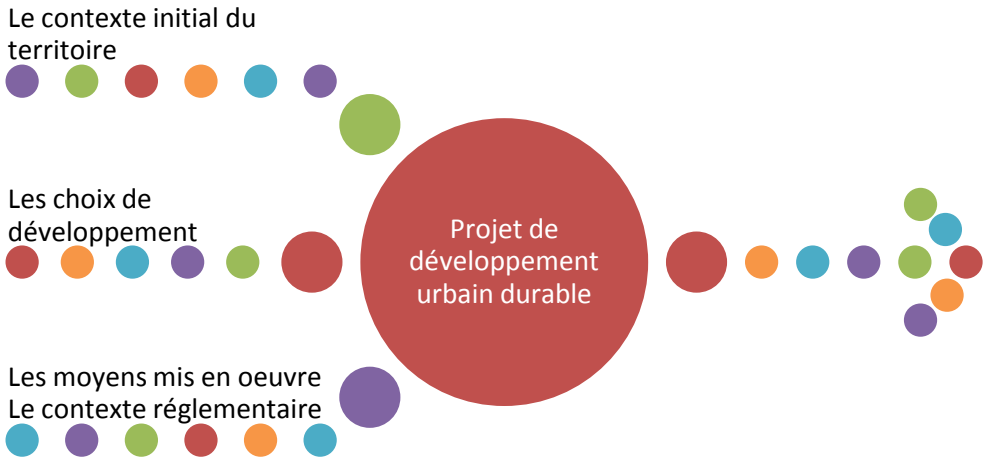


Figure 35 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Les trois facteurs majeurs influençant la construction d'un projet de développement durable urbain.

L'aménagement durable est au final un compromis entre souhaitable et champ du possible (déterminé par le milieu) (BERDOULAY & SOUBEYRAN, 2002, P. 39).

L'aménagement durable dépend également des moyens attribués aux projets

Les critères des moyens financiers, humains, organisationnels, temporels (3) déterminent la configuration que peut prendre le développement durable. *Exemple : A Curitiba au Brésil, des mesures effectives de développement durable urbain ont vu le jour malgré un budget restreint et grâce une volonté de mise en œuvre des projets de manière rapide.*

Le modèle de développement durable urbain n'est pas immuable. Il est plutôt la recherche de compromis constants, un concept en perpétuelle mutation, dépendant du territoire considéré, de ses choix d'évolution, des causes de sa situation, de ses moyens et motivations.

3.3 Un référentiel d'action planétaire

L'urbanisme durable considère les actions à une échelle plus large que l'espace local. Les conséquences se rapportent au référentiel planétaire. Les territoires sont désormais pensés en relation les uns les autres. Sachant que les choix locaux interagissent sur des échelles territoriales supérieures, les enjeux de société nécessitent des actions collectives et coopératives pour enrayer les phénomènes en marche.

L'aménagement des villes n'est plus régi par des décisions « étatiques » ni individuelles. Elles sont subordonnées par des processus de décisions plus larges. On pourrait parler de *« […] recherche décentralisée d'un développement urbain durable par les collectivités locales […] »* (EMELIANOFF, 2004, P. 22). Le développement durable demande d'atteindre des objectifs fixés chiffrés (diminution des émissions de gaz à effet de serre, diminution de la consommation énergétique par exemple) ou plus qualitatifs (mixité sociale, fonctionnelle).

Les résultats des mesures locales se répercutent à l'échelle mondiale. Le développement durable territorial trouve ainsi résonance, en réunissant et en synthétisant les applications locales pour un résultat à l'échelle globale.

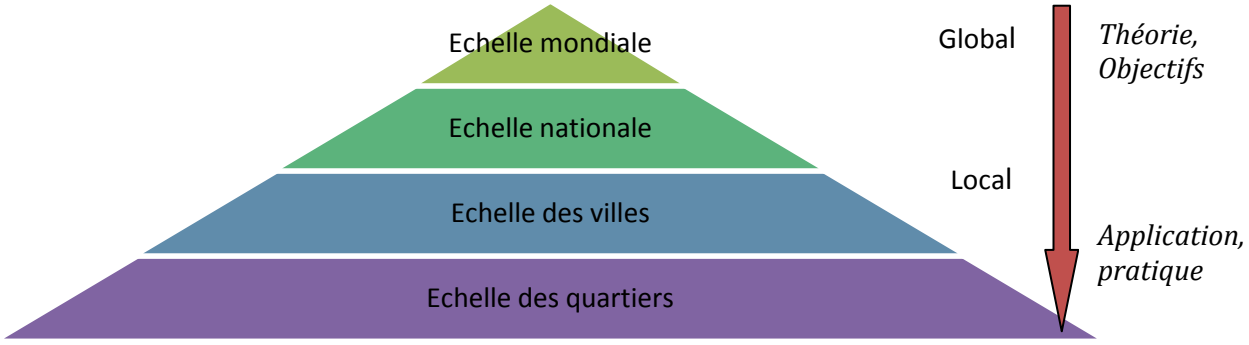


Figure 36 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Le passage du Global au Local dans le développement durable.

« La question critique concerne la capacité des urbanistes à articuler sur un nouveau mode deux habitats : l'habitat urbain – l'horizon actuel des sociétés humaines et l'habitat planétaire – l'horizon du vivant. » (EMELIANOFF, 2004, P. 23).

Les mesures locales sont la réponse à des mesures mondiales. Elles se doivent de répondre et de résoudre les nuisances à leur niveau. **Le risque de projection de la théorie sur les territoires est celui des erreurs d'interprétation ou des divergences d'application des grandes lignes à l'échelle locale** qui provoquerait ainsi la création de nuisances supplémentaires non souhaitées. *« […] les intérêts ne sont pas convergents entre les échelles de territoire. […] la recherche ou la mise en œuvre de démarches de développement durable doit intégrer ces conflits d'intérêts entre le global et le local »* (DIAMOND, 2006). Le développement durable urbain en considérant les imbrications d'échelles des territoires, **doit être compatible avec le territoire d'échelle supérieure**.

Une ville repensée mais dont les principes sont incompatibles avec le développement durable du pays, ne peut être considérée comme ville durable (VERON, 2008). **La transition entre ces deux échelles peut s'avérer difficile** *« si l'on peut considérer que le local constitue un « modèle réduit » des problèmes et enjeux du global […] il n'en demeure pas moins qu'une stratégie locale du développement durable n'est pas le reflet mécanique de la stratégie globale et qu'à l'inverse la somme des démarches locales dues « de développement durable » ne conduit pas nécessairement à un développement durable global »* (DIAMOND, 2006). Ainsi, *« […] l'urbanisation peut aussi bien favoriser le développement durable d'un pays que le compromettre […] »* (VERON, 2008).

3.4 La notion de systémisme

L'urbanisme durable fait intervenir les notions de « systémisme », de « globalisation » et de « transversalité » car il considère les liens qui unissent et structurent un territoire. L'objectif qu'il vise est une **appréhension d'ensemble conciliant l'intégralité des enjeux à atteindre et le partenariat entre les différents acteurs du secteur**: paysagistes, architectes, économistes par exemple, sociologues. Ces professionnels étaient auparavant consultés sur des missions différentes et complémentaires, en autonomie. A travers le développement durable urbain, **une modification du processus de travail[40]s'opère**. Les équipes pluridisciplinaires, les habitants sont invités à travailler ensemble, à concilier leurs

[40] Les métiers sont invités à évoluer, à réinventer des pratiques professionnelles et des outils.

spécificités pour structurer les projets. *« La ville durable, cela fait partie de sa rhétorique, ne peut fonctionner que si élus, techniciens, citadins(ou citoyens) se sentent concernés.* » (BERDOULAY & SOUBEYRAN, 2002, P. 27)**.**

La littérature reste parfois suspicieuse quant aux résultats et aux caractères réellement démocratiques proposés. La dimension idéelle présentée entend donner la place aux habitants dans les projets afin qu'ils puissent exprimer leurs souhaits et faire remonter aux instances délibératrices leurs besoins. Certains auteurs indiquent que les habitants assistants aux réunions participatives ne s'y rendent pas toujours pour des mobiles d'engagement envers le projet. Ces réunions à visée démocrative, auraient parfois des finalités informatives. De plus, elles seraient plutôt fréquentées par des habitants ayant des intérêts à défendre dans le projet.

L'intégralité de la population du quartier n'y est donc pas forcément représentée. Les auteurs parlent aussi du fait que ces réunions peuvent être des outils politiques pour faire accepter aux citoyens le projet de manière plus souple et rapide ; voire même tendre parfois vers un objet de manipulation communicative plutôt que l'outil démocratique initialement présenté.

L'urbanisme durable recherche une coopération, une réflexion consensuelle et intégrale de tous les acteurs concernés pour construire un projet. Cela entraîne une complexification des processus de décisions. La coordination du projet par un acteur majeur, impliqué, actif et défendant les problématiques relatives au développement durable s'impose pour trouver des solutions vertueuses et moins impactantes, pour atteindre des résultats en respectant les données sans négliger les intérêts des territoires.

Tout comme les modalités de participation des habitants est remise en cause dans certaines publications, d'autres éléments font l'objet de publications :

3.5 Discussion quant à certains principes de durabilité

L'urbanisme moderne était considéré comme « l'urbanisme durable » de l'époque. Les grands ensembles des années 1960-70 ont été longtemps vus comme « *Une expression de la modernité urbanistique du temps qui s'est révélée être avec le temps une face obscure de l'urbanisme français et que nous aurions pu pourquoi pas qualifier alors pareillement de « durable »* (BOUTAUD, 2009, P. 8). Le développement durable urbain est considéré comme bénéfique. Il s'agit d'anticiper d'éventuels effets secondaires du modèle à travers la mise en place d'un modèle urbain se gardant la liberté d'évoluer. Déjà quelques principes proposés

sont soumis à questionnement et à une remise en cause de leur validité. Cela laisse supposer des évolutions futures du concept.

3.5.1 Remise en question de la ville dense

Les vertus de la ville dense (comparée à la ville étalée et à la multiplication de l'habitat individuel) en termes de fonctionnalité et d'efficience en font un exemple à suivre. Certains auteurs vantent les avantages de celle-ci (ALLAIRE, 2007, P. 49): diminution de consommation énergétique (NEWMAN ET KENWORTHY). **La ville dense était auparavant considérée comme synonyme de congestion urbaine, d'espaces pollués et bruyants, elle est aujourd'hui proposée comme solution régulatrice de l'étalement urbain**, à travers la mise en place de réseaux performants qu'elle est susceptible de générer avec de faibles moyens financiers (rapport de mètre linéaire de réseau mis en place par rapport aux ratios d'habitants concernés par ces équipements publics). Certains auteurs restent cependant circonspects et prudents quant à la généralisation hâtive de ses bienfaits.

La ville compacte ne serait pas forcément la solution « magique » en réponse à la ville étalée (CHARMES & SOUAMI, 2009). D'une part, le prix des réseaux ne serait pas moins cher de par la difficulté technique à réaliser des travaux dans un espace déjà extrêmement densifié. D'autres arguments proposés ébranlent le principe de densité. Ainsi, en termes de consommation énergétique et de déplacements, apparait (phénomène qui dépasse les conclusions de la courbe de Newman et Kenworthy) **le phénomène « d'effet barbecue »**. Ce dernier considère que les habitants d'espaces urbains denses, même si dans la ville les consommations énergétiques sont diminuées grâce à la proximité des activités et au réseau de déplacement performants (transports en commun nombreux, réseaux de cheminement piéton…), voient le week-end le résultat des efforts nuancés par des départs hors-ville et des déplacements longues distances très consommateurs.

La vie, en centre dense, induit chez les habitants, un besoin d'éloignement, des périodes de décompression pour évacuer les tensions urbaines. Les personnes bénéficiant d'espaces verts ou de jardins à proximité n'ont pas de demande de nature à satisfaire le week-end. La ville dense serait donc génératrice d'effets anxiogènes et d'effets contre-intuitifs sur la consommation énergétique (CHARMES & SOUAMI, 2009). **La densité urbaine ne règlerait pas pour autant tous les problèmes environnementaux.** Ainsi, le surcoût de congestion urbaine et de surdensité de véhicules (par rapport à un optimum) serait estimé par l'union européenne à 2% du P.I.B..

Une densité « intermédiaire » est proposée par certains (CHARMES & SOUAMI, 2009) en vue d'une meilleure optimisation des objectifs environnementaux de la ville durable. Une densité suffisamment forte favoriserait une rentabilité de fonctionnement des réseaux et services urbains suffisante (présence de commerces de proximité, desserte incitative en transports collectifs) et permettrait d'assurer aux habitants leurs besoins de nature et de déconnexion avec l'espace urbain pur. Les différentes propositions de densités optimales dépendraient du pays et des modes de vie. La densité durable idéale est différente à Paris et à Hong-Kong.

« Force est de constater que la densité de l'habitat n'est qu'une réponse partielle aux tensions et aux contradictions suscitées par nos désirs de ville. Au-delà des caractéristiques intrinsèques de l'habitat telles que sa compacité ou son caractère verdoyant, il faut prendre en compte la centralité et ses modalités d'accès. » (CHARMES & SOUAMI, 2009, P. 6).

La ville dense représente, en termes d'aménités, la proximité avec les activités culturelles, avec l'animation en général, l'accès aux multiples emplois, commerces, équipements. La centralité des villes et leurs ambiances animées sont donc fortement appréciées et font que les centres urbains denses sont fortement recherchés. Le prix au mètre carré atteint des prix parfois exorbitants et l'espace y est restreint ; la densité pouvant être mal vécue.

La ville dense n'est pas forcément une ville étouffante, elle peut s'exprimer d'autres manières, proposer différents types d'habitats. *«Il serait peut-être même possible de combiner la satisfaction du désir de maison avec un niveau de densité « durable » »* (CHARMES & SOUAMI, 2009, P. 5). Diverses solutions urbaines sont envisageables pour répondre aux besoins divers des différentes typologies de ménages (vie de jeunes célibataires, vie de famille, personnes âgées) et des différentes envies de vie, tout en déjouant la création d'habitations étalées, désolidarisés du réseau de transports collectifs[41] et des services de la ville. L'objectif étant de proposer une densité « bien ressentie ».

Certains proposent également la possibilité d'habiter dans des espaces de campagne denses, des villages, peu pollués et agréables, mais bien raccordés au reste de la ville par des réseaux de transports collectifs et qui associent ainsi à la fois le désir de confort et de calme et la facilité d'accès aux aménités de la ville. Certains noyaux villageois obtiennent des densités de l'ordre de 60 à 80 logements par hectares (CHARMES & SOUAMI, 2009, P. 6).

[41] Selon le syndicat des transports de l'île de France, près de 80% des habitants de la grande couronne vivent à plus de 800 mètres d'une gare ferroviaire, distance dissuasive pour un accès à pied (CHARMES & SOUAMI, 2009, P. 8).

Les différentes modalités de la densité de la ville durable et de la disposition de l'espace urbain est à trouver, dépendant des espaces considérés.

3.5.2 Un nouveau modèle ou la répétition d'un modèle écologiste passé ?

La question de savoir si les solutions que prône l'urbanisme durable sont les bonnes, reste présente. Même si l'urbanisme durable a de bonnes intentions, la littérature est et reste méfiante, par exemple, sur le fait que l'urbanisme durable ne soit qu'une répétition du passé. Certains le voient comme la forme douce d'un nouvel hygiénisme (MATTHEY & WALTER, 2005). D'autres y perçoivent et craignent l'apparition d'une idéologie écologiste qui s'emparerait de la ville. D'autres encore se demandent si l'urbanisme durable ne serait pas un nouveau modèle universel pour les citadins du 21ème siècle (THEYS, EMELIANOOFF, 2001).

Tandis que des auteurs, soutenant que la ville durable a endossé le rôle de « *nouvelle utopie du 21ème siècle* », certains se demandent si elle ne s'est pas au fond appuyée sur des modèles hérités, sans proposer de nouveaux modèles de ville (FERE, C., 2010, P. 5). **Ainsi, l'urbanisme réutiliserait finalement des outils similaires que ceux de l'urbanisme moderne (favorisation du contact avec la nature, des déplacements et des liens entre différentes fonctions urbaines)**.

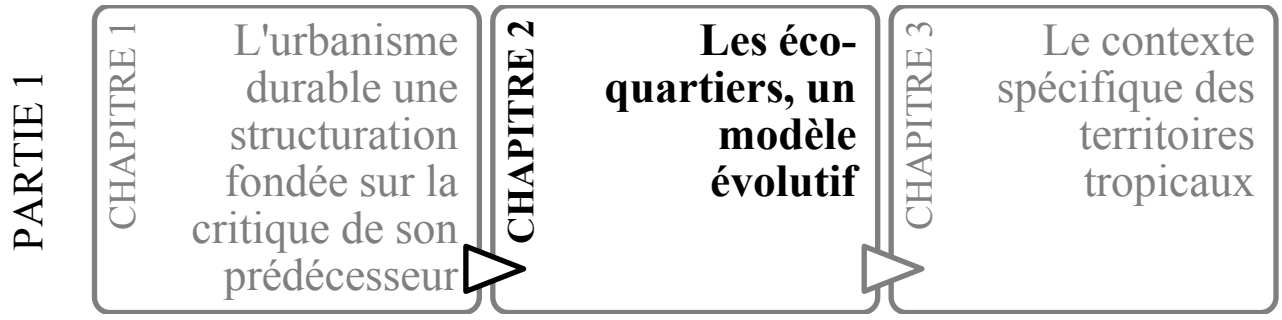
Ces mêmes arguments ont favorisé la périurbanisation, phénomène que l'urbanisme durable tend désormais d'enrayer avec au final quelques similitudes dans le choix des objectifs finaux et des thématiques abordées. Finalement, les objectifs n'ont peut-être pas changé, seule la manière de faire et c'est ce qui fait la spécificité des quartiers durables.

Il est à noter cependant qu'**une des spécificités majeures de l'urbanisme durable est sa capacité d'adaptation aux nouveaux enjeux de société** alors que l'urbanisme moderne tendait plus vers un modèle accolable à différents endroits et plus « fixe ». De plus, l'urbanisme classique est défini par un texte (la charte d'Athènes) qui le rend statique. **Avec l'urbanisme durable, c'est une dynamique de réflexion qui est mise en marche**. Le concept est en plein développement et en phase continue d'expérimentation.

Le modèle d'éco-quartiers semble être un modèle façonné pour les pays industrialisés qui souhaitent considérer dans leur aménagement urbain des thématiques de qualité de vie. Il s'avère que de par sa philosophie, l'urbanisme durable présente les capacités de s'adapter à

tous les projets urbains. **C'est une méthode de travail et d'appréhension de l'aménagement** à vision systémique et globale.

CHAPITRE 2 LES ÉCO-QUARTIERS, UN MODÈLE ÉVOLUTIF



Les éco-quartiers permettent la mise en pratique des principes du concept de durabilité présentés précédemment, sur un espace délimité. L'objet de ce chapitre est d'approfondir la notion d'éco-quartiers. En vue de découvrir ce modèle, nous proposons de:

- ⇨ Présenter les sujets sur lesquels la littérature s'accorde concernant ce modèle
- ⇨ Nous exposons ensuite les résultats de théorisation suite aux retours d'expérimentation des premières générations d'éco-quartiers
- ⇨ Nous anticipons enfin les différentes pistes d'évolution de ce modèle dans le futur et cherchons à mieux les saisir dans la démarche qu'ils proposent.

1 *ÉTAT DES DISCUSSIONS SUR LE CONCEPT*

1.1 Un cadre de vie idéalisé

La vision idéelle des quartiers durables

Les quartiers durables donnent l'image d'un cadre de vie idéalisé où les enfants peuvent jouer dans les rues sans danger, où les voisins se connaissent entre eux, où les déplacements se font à pied, où les panneaux solaires sont intégrés aux bâtiments et où les eaux sont récupérées. Ce sont des lieux dans lesquels des efforts sont faits pour limiter la consommation de ressources naturelles, entre autres et où il fait bon vivre : *« L'image est séduisante »* (SOUAMI, 2011A, P. 5). L'idéal urbain de la fin du 20ème siècle et du début 21ème se trouve dans des espaces où les nuisances habituelles de la ville et ses impacts négatifs disparaissent. Un espace urbain où l'on peut, par exemple, être proche de la nature, dans le calme avec moins de véhicules, de nuisances sonores et de pollutions. Dans ce territoire, le

potentiel attractif et dynamique de la ville est conservé. La notion de quartiers durables réintroduit les avantages des maisons individuelles ou de la vie en campagne, par exemple, dans un espace urbain dense habituellement considéré comme étouffant, en suractivité, avec une densité forte de population.

L'exemple des quartiers durables nord-européens matérialise le possible changement.

Ces expérimentations témoignent de manière pragmatique, séduisent, rendent possible ce qui semblait jusqu'alors être du domaine de l'utopie, de l'irréalisable, de l'imaginaire inatteignable. Ils décrivent un concept urbain vertueux, complet, considérant classiquement[42] les aspects environnementaux, sociaux et économiques du développement durable.

Les espaces aménagés tentent de modérer l'impact du tissu urbain et de l'environnement et participent à la diminution des inégalités sociétales. Ils démontrent la possibilité pour un espace urbain d'allier une qualité de vie à une échelle humaine. Ces espaces urbains ont pour volonté de fournir un contexte de vie agréable, adapté au fonctionnement quotidien et qui permet l'épanouissement individuel. Ils tentent de réintégrer certaines valeurs sociétales perdues, comme la communication entre habitants, la participation à la valorisation de l'espace de vie commun (volonté de création de collectifs actifs d'habitants). Ils marquent l'apparition d'un nouveau paysage urbain par *« des formes architecturales et urbaines considérées comme écologiquement correctes et esthétiquement recevables. »* (SOUAMI, 2011A, P. 8). **Les idées s'accordent globalement dans la littérature sur les objectifs, le sens, l'intérêt, le caractère vertueux des éco-quartiers**. Ce sont des espaces respectueux de l'environnement, adaptés aux habitants selon le même auteur.

Les quartiers, une échelle avantageuse pour l'application du concept de durabilité

Les quartiers durables sont considérés comme des lieux pour penser et tester la ville durable, comme un *« terreau contextuel propice pour l'innovation et l'apprentissage »* (TRIBOUT & AL, 2008). Leur **échelle** est **appropriée pour l'expérimentation** sur un territoire, de l'intégration des différentes facettes de l'urbanisme durable (déplacement, habitat, activités économiques) car elle permet d'intégrer les composantes fonctionnelles d'une ville, tout en considérant une dimension humaine du quotidien. Les quartiers sont considérés comme la première ligne dans la recherche de la durabilité (CHOGUILL, 2008, P. 42). Les circuits et modes

[42] Ce terme n'est en aucun cas péjoratif, mais souligne l'aspect de plus en plus connu de ces trois sphères depuis l'émergence de la notion de développement durable depuis plusieurs dizaines d'années.

de déplacements peuvent y être repensés, les modalités d'accession aux commerces et aux infrastructures publiques de proximité également. Cette échelle urbaine modeste présente l'avantage de **limiter la complexité des projets** comme cela aurait pu être le cas avec une ville. Il est possible d'y tester des écotechnologies performantes (*eau chaude sanitaire à partir de pertes calorifiques d'installations industrielles sur site par exemple*), de concevoir au quotidien les déplacements, de chauffer les logements ou de les rafraîchir, de s'alimenter en électricité.

Cette échelle offre l'avantage de concevoir et gérer autrement le quartier, de viabiliser les propositions testées avant leur diffusion. Les quartiers durables peuvent être le lieu d'expérimentation des principes du développement durable. Ils donnent la possibilité à un concept théorique de trouver ses formes d'expressions sur le terrain, ses limites. Les quartiers durables participent ainsi au processus de création de la ville durable.

La participation des habitants nécessaire pour l'efficacité du projet

En urbanisme classique, l'habitant se trouve dans la position du spectateur, un cadre de vie lui est proposé et il a peu de droit de décision. Cette position peut induire une certaine indifférence du lieu de vie. **L'urbanisme durable propose aux habitants de participer au processus de création de la ville**. De leur investissement dépend la qualité du projet durable. La perduration dans le temps des aménagements urbains découle du respect des habitants vis-à-vis des infrastructures construites et de la participation à l'entretien des bâtis. L'efficience de certaines mesures proposées repose sur la participation active des habitants. Ainsi, à titre d'exemple, en milieu tropical : *la mise en place de bâtiments bioclimatiques se régulant en grande partie par la ventilation naturelle, sont inopérantes si les habitants choisissent de fermer les ouvrants*. Un certain apprentissage des modes de vie associé aux nouveaux éco-quartiers est nécessaire pour améliorer ces performances.

En pratique, les modalités d'application de la participation des habitants est encore en constante recherche. Divers questionnements émergent des retours d'expériences. **Faut-il envisager de ne permettre qu'aux habitants motivés par le respect des infrastructures, par la qualité de vie, de résider dans les quartiers durables?** Faut-il soumettre les habitants à un code de vie respectueux du cadre ? **L'aspect « réglementaire » doit-il investir les éco-quartiers ?** Quel compromis efficace trouver entre liberté, expression individuelle et contrainte réglementaire ? Le niveau de contribution souhaitable entre des habitants issus de divers horizons est également une problématique.

Il s'agit par exemple de se demander si l'adaptation dans un éco-quartier se fera de manière similaire qu'il s'agisse de **locataires** ou de **propriétaires** ? Ces derniers peuvent avoir investi dans des biens avec la volonté de pouvoir jouir de leur espace privé de manière libre et non contrainte. La participation à une politique commune interne au quartier n'est ainsi pas forcément souhaitée par tous. Pour les locataires de passage, **il s'agit de réfléchir aux solutions incitatives permettant à ces habitants de s'investir dans la vie de leur quartier, même de manière courte**.

Certains quartiers proposent une participation bénévole à la vie de leur quartier. D'autres proposent à des personnalités intéressées de se voir confier certaines responsabilités : gestion d'un jardin communautaire par exemple. La solution sous-entendue par les éco-quartiers propose aux habitants un cadre de vie agréable et basé sur la rencontre entre voisins et qui suscite l'implication des habitants dans la gestion de leur quartier.

Les espaces semi-privés

Le questionnement de la limite entre lieu privé et intégration communautaire découle de ces préoccupations. Les frontières espace public - espace privé se trouvent modulées dans l'urbanisme durable. Des espaces semi-publics, semi-privés viennent enrichir les espaces proposés en ville. **L'urbanisme durable propose des frontières plus floues, plus souples** ; la création d'espaces de vie moins cloisonnés socialement. **Les espaces semi-privés deviennent des lieux potentiels de rencontre non-anonymes car pas totalement publics**. Ces espaces sont des « sas » permettant de moduler les différences entre le particulier et l'anonyme, entre la famille et la société. Des espaces sur le devant des maisons peuvent être ainsi laissés à la gestion des habitants afin qu'ils puissent les aménager et participer à l'ambiance de la rue.

Ainsi, en vue de diminuer cette frontière entre espaces privés et espaces publics, la notion de délimitation de parcelle est proposée. Dans cette ville durable, l'habitant doit pouvoir idéalement sentir qu'il est dans un espace accueillant. Des portails et clôtures présentant une perméabilité visuelle, une perméabilité au sol pour l'écoulement des eaux et le passage des animaux est suggéré. Les matériaux naturels ou recyclés sont priorisés.

L'entretien d'espaces potagers dans les jardins communautaires participe également à ces rencontres possibles dans la ville, à ces partages entre habitants et d'autres solutions encore sont imaginables. Le concept de jardins partagés permet dans une

ville dense où l'accès à la terre est un bien rare, de pouvoir bénéficier, pour les volontaires, d'un espace de culture au sol à gérer avec d'autres habitants de la ville. D'autres outils comme la mise à disposition dans les immeubles d'espaces communs où les habitants des mêmes îlots peuvent se rencontrer et bénéficier d'espaces semi-intimes sont également proposés. Toutes les idées sont possibles pour atteindre cet objectif de recréer du lien social et une ambiance plus agréable en ville.

Tout comme la ville durable est symbolisée par des outils-clefs, les quartiers durables sont marqués par des signes iconiques. Dans sa déclinaison pratique, noues, panneaux photovoltaïques, pistes cyclables, composteurs sont autant d'outils appuyant la présence de ces nouveaux quartiers durables. Dans les éco-quartiers les objectifs du développement durable trouvent ainsi certaines de leur concrétisation sous ces formes.

L'exemple du quartier de Kronsberg

Le quartier de Kronsberg (EMELIANOFF & STEGASSY, 2010, P. 32) *accueille 5800 habitants dont 30% d'habitat social, 40% d'immigrés, 2750 emplois en lisière de quartier. Il s'est développé sur un foncier disponible à l'occasion de l'Exposition Universelle de 2000. Le principe global, initié en 1992, propose un plan en grille jouxté d'un côté par une ligne de tramway et de l'autre par une trame verte. La gestion des eaux pluviales se fait à ciel ouvert. La piétonisation est le mode de déplacement privilégié. Le quartier bénéficie d'une diversité architecturale et végétale, d'équipements culturels et sociaux. Les bâtiments sont faiblement consommateurs en énergie : Compacité et forte isolation limitent la consommation à 55 kWh/m²/an pour le chauffage. La ville présente la particularité de n'être pas alimentée du tout par du nucléaire. Elle a mis en place une politique d'utilisation du foncier pour les meilleurs projets énergétiques, grâce à une fusion du département économie et environnement : « […] lorsque deux acheteurs potentiels se présentent pour une parcelle, celui qui a le meilleur concept énergétique l'emporte. Nous avons ainsi multiplié les maisons passives, il y a même un supermarché passif […] »* (EMELIANOFF & STEGASSY, 2010, PP. 37-38)*. La ville possède une grande partie du foncier et peut gérer foncièrement le territoire et protéger les terrains de la spéculation foncière.*

N.B. : Ce sont dans ces deux premiers chapitres des projets européens qui sont proposés car l'objectif est de proposer avant de passer à une transposition vers les territoires tropicaux, la manière dont s'expriment dans les lieux de berceau des éco-quartiers ces solutions (Europe du Nord, puis Europe du Sud).

Des expérimentations témoins des mesures de développement durable urbain

Les quartiers durables participent à une forme de « visibilité citadine » et de communication autour du concept. Ils sont vus comme des expérimentations pédagogiques. **Les groupes de visiteurs découvrent ces espaces témoins** représentatifs de grands espoirs d'une mutation de l'espace urbain et des modes de vie. **Les quartiers durables semblent amorcer un nouveau *« paradigme urbanistique prometteur »*** (THEYS & EMELIANOFF, 2001) et sont comparés à un « nouvel évangile technocratique »: annonce d'un plan divin pour le salut de l'humanité[43]. Ils sont ainsi souvent décriés à travers des terminologies d'origine fantastique, religieuse, de l'ordre du divin : thaumaturge[44], chimère[45] (BONARD, MATTHEY, 2010).

Les 10 commandements du Quartier Durable
La voiture tu partageras
A pied, en vélo et en transport en commun, tu te déplaceras
La diversité des services et des activités, tu favoriseras
En concertation avec les autres, tu agiras
La mixité sociale, tu assureras
L'énergie, tu économiseras et autoproduiras
L'eau, tu économiseras et réutiliseras
Bio, tu consommeras
Les déchets, tu recycleras et tu maitriseras
La biodiversité, tu respecteras

Figure 37 (LISTE): Les 10 commandements du développement durable.

L'espace urbain est révélateur des enjeux de la société. Les quartiers durables, à ce titre, cherchent à répondre aux problématiques de la crise urbaine de la fin des années 70 et au contexte environnemental mondial. Ils symbolisent ces transformations et cristallisent ainsi les solutions au niveau opérationnel. Ils sont révélateurs des questions des villes face aux préoccupations mondiales. Les villes anticiperaient les changements avant les états, étant directement concernées par les problématiques quotidiennes des habitants. Ils marquent ainsi un changement de pratiques urbaines. *« Les expériences locales de développement durable mettent en jeu des renversements optiques, des changements de visions et de représentations, qui apparaissent de manière assez sensible sur le terrain »* (EMELIANOFF, 2004, P. 22). **Les éco-quartiers** ne sont pas en ce sens des objets urbains finis, ils **tentent de répondre à des problématiques actuelles et donc évolutives**.

[43] L'urbanisme durable est considéré comme la solution ultime à la résolution des problématiques auxquelles la Terre est soumise (C'est ainsi qu'il est apparu face aux problématiques évoquées à Rio 1992 par exemple).

[44] Thaumaturge : Personne qui fait ou prétend faire des miracles.

[45] Chimère : Monstre fabuleux de la mythologie grecque, vaine imagination, illusion, projet irréalisable, utopie.

1.2 Nuances et ambiguïtés du concept

Malgré le succès des opérations d'aménagement durable, la réelle fiabilité des mesures mises en place dans les quartiers durables et l'efficacité même des éco-quartiers sont parfois remises en cause. Plusieurs éléments sont sujets à discorde, éléments relevés par différents auteurs ou dans des *reviews* (BONARD & MATTHEY, 2010).

La question de la sporadicité spatiale des projets durables

La réelle capacité des éco-quartiers à faire face aux problèmes environnementaux est parfois soulevée. Les quartiers durables s'affichent comme une solution urbaine qui permet d'infléchir les émissions de gaz à effet de serre en agissant sur les transports et qui impacte moins les territoires. Mais, la sporadicité spatiale des projets de quartiers durables, paraît pour certains auteurs dérisoire, comparée à la grandeur du territoire urbain. Les projets d'éco-quartiers ne sont pas encore généralisés et leurs apparitions restent ponctuelles dans les collectivités.

En termes de chiffres, un éco-quartier par ville française était exigé pour 2012 par le grenelle de l'environnement. Cette donnée, bien que prometteuse pour la diffusion du concept, reste cependant proportionnellement parlant très minime comparée au nombre d'opérations urbaines construites chaque année. Les questionnements quant aux capacités de renversement des tendances mondiales environnementales par exemple, de projets isolés sur le territoire sont de mise.

Faut-il en conclure que le quartier durable ne peut trouver écho à l'échelle de la ville, que sa contribution à la résolution des problèmes urbains est limitée? Certains arguent que *"Les éco-quartiers ne sonnent pas aux oreilles comme la bonne échelle, pas plus qu'ils ne constituent la solution généralisable pour fabriquer une ville plus durable. Ils ne sont qu'un des niveaux pertinents pour expérimenter, collectivement, la mystérieuse alchimie du passage de l'intention à l'acte."* (DA CUNHA, 2011, P. 193). Le même auteur souligne que *"[…]* ***le tournant urbanistique amorcé ne pourra pas faire l'économie d'une problématisation de l'ensemble des échelles de l'habiter.*** *». « Du bâtiment au quartier et à la ville, et de la ville à l'agglomération et à la région, tous les niveaux de gestion et de gouvernance offrent d'immenses possibilités d'améliorations écologiques »* (MEGA, 2008, P. 49).

Depuis 2008, les gouvernements, la cellule éco-quartier du M.E.E.D.A.T., en France, encouragent des projets de quartiers durables. Une volonté globale de changement et d'espoir

de diffusion de ce concept à une échelle nationale notamment est amorcée. La multiplication des projets présentés à la deuxième édition du Concours EcoQuartiers 2011 au niveau national est le reflet de cet attrait pour le concept. En 2009, lors du premier appel à projet EcoQuartier, 160 collectivités déposaient un dossier. En 2011, au second appel à projet, 393 collectivités ont répondu (MEEDTL, 2011B, P. 4).

Ces chiffres reflètent que de plus en plus de collectivités françaises se sentent concernées et s'investissent dans la problématique. A l'échelle locale il est donc possible de changer les choses et les habitudes. Cette évolution sociétale et urbanistique trouve sa matérialisation à travers une modification des comportements, des modes de vie et des constructions des villes.

L'urbanisme durable responsabilise les habitants et la société, il suscite une prise de conscience sur les modes actuels de consommation. **Chacun est alors acteur et ce rôle n'est plus laissé simplement aux gouvernants**. C'est en agissant individuellement, sporadiquement, qu'un résultat global va pouvoir se dégager. C'est dans cette prise de conscience que se dégagent les points forts du développement durable. La mise en place d'actions concrètes, sporadiques, prégnantes, se généralise et contribue à la modification des modes de vie.

Les avis partagés certes, sur les quartiers durables, considèrent que pensés indépendamment du reste du territoire, ils ne peuvent mener vers la ville durable. Les quartiers durables deviennent des éléments stratégiques pour le développement durable d'une ville. Ils deviennent des « points d'acupuncture urbaine » dans ce vaste système qu'est la ville, pour faire référence au terme souvent utilisé par Jaime Lerner[46] et participent la création d'une ville reposant sur d'autres valeurs en agissant sur des points clefs qui dynamiseront le reste de l'espace urbain.

L'évocation du syndrome NIMBY

Un autre aspect sujet à la critique, concerne le fonctionnement même des éco-quartiers. La logique insulaire du quartier durable est remise en cause. Elle reproduit, à une échelle du quartier, le syndrome N.I.M.B.Y.[47]. Cette vision de la gestion d'un lieu considère que les externalités négatives d'un espace urbain sont à rejeter loin de ceux qui les produisent,

[46] Ancien maire de la ville de Curitiba. Il utilise cette notion d'acupuncture urbaine et fait référence à la médecine traditionnelle chinoise selon laquelle en agissant sur des points spécifiques dans la ville, il est possible de déclencher des réactions en chaîne pour dynamiser un certain nombre d'éléments urbains.

[47] Effet Nimby (Ou Syndrome Nimby): position éthique et politique qui consiste à ne pas tolérer de nuisances dans son environnement proche. (Not In My BackYard)

chez leurs voisins par exemple. Les éco-quartiers sont, pour certains, des quartiers dans lesquels les voitures et la pollution atmosphérique sont ainsi évincées de certaines zones et reléguées en périphérie, dans les quartiers adjacents. **Ils sont comparés à un îlot de durabilité dans une mer de pollution urbaine**, bien impuissant de surcroît à transformer cet océan (LA REVUE DURABLE, 2008): *« N'est-il pas vain d'œuvrer pour un petit éco-quartier isolé telle une île agréable au milieu d'un océan bétonné, amianté, poubellisé ? »* (PAQUOT, 2007). Les quartiers durables revêtent le titre de « quartiers idéaux », mais les problèmes seraient simplement déplacés. Ils peuvent augmenter les pressions en termes de stationnement, de trafic routier, de pression foncière et immobilière par exemple, en dehors de leurs frontières. Des contradictions sont donc observées entre l'idéal d'urbanisme durable et les réalités observées sur les projets existants.

On peut, dans cette vision, voir les éco-quartier comme des chefs d'œuvre de la ville, qui pour exister sacrifient d'autres espaces urbains. Est-ce cela le but des quartiers durables, de rendre efficients certains espaces au détriment d'autres ? Cette notion semble contraire aux principes de diminution des inégalités entre territoires que porte l'urbanisme durable.

Dans cette vision pourquoi ne pas alors soutenir que les mesures des éco-quartiers pourraient dans leurs solutions les plus simples et les moins coûteuses être répandues dans l'intégralité des tissus urbains ?

Des éco-quartiers responsables de ségrégations ?

Les quartiers durables souhaitent améliorer la qualité de vie, l'efficience écologique, culturelle et sociale et favoriser une mixité sociale. Ils sont cependant accusés de participer, involontairement, à une augmentation du déséquilibre social, environnemental entre les espaces urbains et d'être générateurs de ségrégation sur les territoires communs. Ils bénéficient parfois, de la part des collectivités, de ressources financières, humaines et temporelles supérieures à celles allouées aux projets plus classiques. Ceci crée une inégalité et favorise l'augmentation des différences entre projets d'aménagement courants et durables.

Les éco-quartiers sont aussi décriés comme étant des espaces réservés aux « bobos écolos ». Les promoteurs sont attirés par les plus-values réalisables avec la prise en compte de l'écologie et de la qualité de vie chez une clientèle aisée. **Les arguments portés par l'urbanisme durable sont ainsi parfois utilisés comme arguments de vente**, pour revaloriser l'image des villes pour les investisseurs. Le cadre de vie écologique semble devoir s'acquitter et, les ménages plus modestes ou défavorisés ne disposent pas toujours de

ressources suffisantes pour accéder à cet espace de vie à valeur ajoutée. *Ainsi, comme exemple, les quartiers de Kersentuin dans la ville de Leidsche Rijn aux Pays Bas (SCHAEFFER & BIERENS DE HAAN, 2011, P. 41), celui d'Hammarby Sjöstad à Stockholm en Suède sont difficilement accessibles aux ménages à bas revenus.*

Les éco-quartiers à forte valorisation marketing accentuent donc encore plus les inégalités sociales. La diffusion des éco-quartiers devient ainsi, par ambivalence, un risque pour elle-même (EMELIANOFF, 2001A, P. 24). La mixité sociale fait pourtant partie intégrante du concept de durabilité urbaine, mais cela suffit-il à protéger les éco-quartiers de la revalorisation financière que leurs atouts écologiques entrainent ? Les outils mis à la disposition des collectivités, comme la maîtrise du foncier et du stock de logements du quartier permettent de lutter contre la ségrégation, mais suffisent-il ? Le problème doit-il être contré par des outils ou géré dès sa genèse ?

Les actions hors durabilité qui contrecarrent les efforts faits sur les éco-quartiers

Les éco-quartiers cherchent à renverser des tendances d'aménagement. Pourtant des phénomènes annihilant ses effets positifs émergent continuellement en parallèle des opérations durables et contrecarrent les effets souhaités, tels un courant inversé. Ainsi l'étalement urbain[48] se poursuit de plus belle avec le développement des zones pavillonnaires et d'activités ; les aberrances structurelles énergivores continuent à voir le jour malgré les réglementations thermiques en cours, à travers des opérations parfois mal pensées. Les monopoles industriels et les efficacités économiques peuvent expliquer certains choix de marchés reconnus comme inefficients selon le point de vue de développement durable. *Exemple : La favorisation d'isolation intérieure des bâtiments plutôt que l'isolation extérieure considérée pourtant comme plus efficiente énergétiquement parlant, semble à contre-courant des efforts menés dans le sens du développement durable*.

Plusieurs observations vont à l'encontre de la durabilité initiale que prônent les éco-quartiers et nuancent elles aussi la facette « idéalisatrice ». Les éco-quartiers se disent limiter l'étalement urbain et limiter l'extension des espaces urbains sur les surfaces agricoles et naturelles. Pourtant ils investissent des terrains vierges non urbanisés. Les éco-quartiers se disent limiter la consommation de ressources, pourtant des panneaux photovoltaïques sont

[48] « La progression du périurbain peut utilement répondre à des besoins de desserrement ou d'extension. Mais sa forme la plus excessive, désignée par le terme d'étalement urbain, se caractérise par la dispersion inorganisée de l'habitat, la dilution des fonctions urbaines et le mitage des territoires ruraux » (WELLHOFF, 2004, P. 6).

créés en nombre. « Consommer bio », construire « H.Q.E. ou B.B.C. », reste pourtant du consumérisme : du **consumérisme vert**. Les éco-quartiers ne se proposent pas d'arrêter la consommation, mais de la réduire, de trouver des consensus. Ponctuellement heureusement éclosent des lueurs d'évolution vers un respect de l'environnement et du cadre de vie, à travers des engagements concrets des industriels, des entreprises et des aménagements urbains bâtis propices.

Les questions relatives aux quartiers durables, les problématiques soulevées, les polémiques décriées, permettent une évaluation formative continue des éco-quartiers. Elles ouvrent les champs du possible pour l'évolution, l'enrichissement et l'adaptation du concept aux contraintes sociétales.

2 *MODELISATION DES QUARTIERS DURABLES ISSUE DES PREMIERS RETOURS D'EXPERIMENTATION*

Les projets d'éco-quartiers en Europe sont apparus depuis les années 1980[49]. Une trentaine d'années plus tard, de nombreux retours d'expérimentations permettent de décrire globalement le phénomène d'éco-quartiers jusqu'à nos jours. Deux distinctions majeures apparaissent :

- La vitesse d'appropriation du concept au niveau géographique;
- Les typologies de quartiers sur le territoire européen.

2.1.1 Différenciation géographique des modèles de quartiers durables en Europe

D'un point de vue géographique, deux modèles d'éco-quartiers se distinguent en Europe[50] (SOUAMI, 2011B, PP. 27-34): Le modèle nord-européen et le modèle sud-européen.

Le modèle Nord européen se distingue par de fortes caractéristiques technico-environnementales de l'espace urbain (performances en termes d'économie de ressources entre autres). Les villes et quartiers représentatifs, sont des exemples de mise en œuvre effective du développement durable urbain. Ils servent de base à la création et à la définition du modèle de quartier durable et d'urbanisme durable. Les projets reformulent l'espace

[49] Des projets de ce genre se multiplient en France à partir des années 2000.

[50] On pourrait ainsi parler de distinction « géographique » des modèles d'éco-quartiers.

urbain, repensent les réseaux urbains (électricité, chaleur, gestion des déchets) et **proposent des solutions pointues ou innovantes**. Ces quartiers et villes intègrent des composantes socio-économiques. L'expérience menée par les premiers quartiers a mis en évidence qu'il était possible et nécessaire d'aller plus loin que le simple aspect environnemental. Les premiers modèles d'éco-quartiers nord-européens demeurent des **laboratoires auprès desquels les diverses expérimentations se sont abreuvées** pour poursuivre la démarche avec des quartiers tels que Bedzed à Londres, Fribourg en Allemagne. Les visites sur sites et le succès du modèle nord-européen ont poussé les pays sud-européen à intégrer eux-aussi des éco-quartiers sur leur territoire.

Le modèle Sud européen s'affirme, chronologiquement parlant, après le modèle nord-européen. En Espagne, Italie, France, un profond bouleversement des méthodes habituelles de projets n'est pas observé comme dans les exemples nord-européens. La démarche sud-européenne tente plus d'améliorer et d'ajuster les démarches d'aménagement urbain habituelles que de mettre l'accent sur les performances environnementales.

Les éco-quartiers nord-européens se différencient ainsi par des performances technico-environnementales alors que **les pays sud-européens procèdent à une insertion des prérogatives environnementales associées à des objectifs de dynamisation ou de réintroduction de la qualité urbaine**. Les premiers retours d'expérimentations nord-européennes ont montré que l'introduction simple de mesures environnementales sans une intégration sociale et économique n'était pas suffisante. Il s'agit dès lors d'associer les objectifs des trois sphères du développement durable (environnemental, social, économique) dans les projets.

Les quartiers sud-européens souhaitent utiliser des budgets financiers plus classiques (sans budget exceptionnel), tout en répondant à une démarche globale de projet. Ces projets sont parfois jugés décevants car moins exceptionnels[51], Ainsi la communication autour de ces projets valoriserait souvent le caractère écologique des démarches éco-quartiers, même si au final les facettes environnementales ne seraient pas toujours approfondies.

Le retard en termes de qualité comparé aux projets nord-européens a été accepté les premières années par les pays sud-européens, conscients de l'expertise acquise par les pays nord-européens. Les initiatives sud-européennes se multiplient et se confrontent à la

[51] Nous parlons d'efficacité des mesures environnementales

difficulté de mise en œuvre du concept sur le terrain (SOUAMI, 2011B). Les éco-quartiers français, commencent dans l'appropriation de la démarche à trouver leurs marques et soient plus confiants dans l'opérationnalité du concept basé sur une démarche transversale. Certains pays montrent de l'intérêt pour les objectifs des éco-quartiers et se ressourcent auprès de la cellule EcoQuartier du M.E.E.D.A.T.

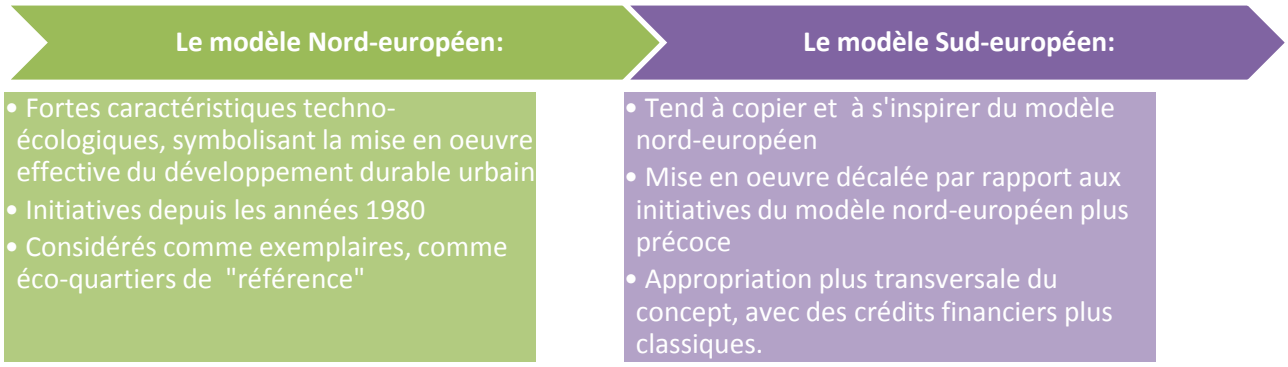


Figure 38 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Tendances particulières des modèles de quartiers durables européens.

En France, en 1994, lors de la création de la charte d'Aalborg, seules quelques villes françaises signent le nouveau statut. Le concept d'urbanisme durable naît après le sommet Habitat 2 à Istanbul (Juin 1996) (LEFEVRE, 2008) qui incite certaines collectivités à créer leur agenda 21 et qui marque, un plus grand nombre d'initiatives locales de développement durable.

Cependant, l'échelle du bâtiment demeure la seule application, alors que certains pays agissent déjà à l'échelle des îlots, parfois même des quartiers. Les actions françaises sont peu généralisées. Elles permettent un développement de la Haute Qualité Environnementale (H.Q.E.) des bâtis, mais prennent un retard sur l'adaptation de l'espace urbain aux problématiques sociétales mondiales et à l'amélioration de la qualité de vie. *« Élus et professionnels de la conception ont longtemps privilégié « la ville, l'image, les espaces publics », avec le souci notamment de la part des politiques, de valoriser leurs territoires dans la compétition. »* (LEFEVRE, 2008).

Les espaces publics, par exemple, sont des espaces de vitrines, avant d'être considérés comme des espaces de vie. *« Les espaces publics apparaissant comme des espaces de représentation plus que de vie quotidienne »* (LEFEVRE, 2008). Cette approche de la ville ne considère pas le territoire comme un organisme global, mais voit la ville comme la juxtaposition d'espaces indépendants. Dans les pays nordiques, en Allemagne et aux Pays-Bas, une majorité d'acteurs insiste sur l'importance du cœur d'îlots et son rôle dans les relations de voisinage. Les éco-quartiers fleurissent, en France, depuis le début des années 2000.

Les précurseurs du développement durable prônent un développement qui limite l'impact écologique et social. Ce concept nécessite un engagement individuel et collectif qui varie suivant les états. *Le recyclage des plastiques et des verres, à titre d'exemple*, se systématise. Pourtant ces gestes ne sont pas acquis pour tous et une prise de conscience est à engager pour se tourner vers des modes de vie plus économes en ressources. La création d'éco-quartiers permet une conscientisation des enjeux et l'ancrage de nouvelles valeurs.

Réflexion complémentaire : Le développement du concept en Europe du Nord et du Sud doit-il trouver une source d'explication à travers le critère climat? Les climats rudes (augmentation de consommation de ressources naturelles pour le chauffage ou pour le rafraîchissement) influent-ils sur l'accélération des recherches en termes de développement durable urbain ?

Ce sujet ne sera pas développé ici bien qu'il soit une problématique intéressante à approfondir.

2.1.2 Evolution typologique des quartiers durables européens dans le temps

Après la distinction spatiale des éco-quartier dans la littérature, apparait la distinction temporelle des éco-quartiers à travers la distinction de plusieurs phases de développement et typologies d'éco-quartiers apparaissant au cours du temps.

Au cours des trois dernières décennies en Europe, trois types de quartiers durables se sont développés en quatre phases[52] (SOUAMI, 2011B, PP. 23-26). L'observation du développement des quartiers durables montre donc une distinction typologique des quartiers, apparaissant au cours du temps (BOUTAUD, 2009) :

- **Les « éco-villages »**, ont vu le jour dans les **années 1960-1970** dans plusieurs régions du monde. Ils ont initié une nouvelle forme d'expérimentation urbanistique: les éco-quartiers (BOUTAUD, 2009, P. 8). *« Les premiers quartiers écologiques ou éco-villages ont ouvert la voie à l'expérimentation dès les années 1960. Ils diffèrent des projets actuels par leur taille, en général assez réduite, par leur caractère souvent résidentiel, et une localisation plutôt éloignée des centres métropolitains »* EMELIANOFF CITE PAR (BOUTAUD, 2009, P. 2) et sont considérés comme le **préambule des éco-quartiers**.

Faut-il voir dans le développement de ces projets une conséquence de mai 68 ?

[52] Par comparaison avec Modèle Nord-Européen/Modèle Sud-Européen (Distinction « géographique » des modèles d'éco-quartiers des distinctions « temporelles » des modèles d'éco-quartiers apparaissent en Europe.

La révolution culturelle aurait-elle fait émerger des quartiers durables ?

Les écovillages sont suivis de l'émergence de projet plus aboutis :

- **Le « proto-quartier durable »** [53] des **années 1980** conçoit des projets de quartiers le plus souvent en périphérie des villes ou dans des zones rurales. Ces projets ont souvent été soutenus au niveau associatif ou communautaire et ont permis le passage d'éco-villages en éco-quartiers. Des proto-quartiers durables ont vu le jour en Autriche, aux Pays-Bas et en Allemagne. *Exemples : Vauban à Fribourg, les 200 maisons de Culemborg*

- **Le « prototype** [54] **de quartiers durables »** du modèle nord-européen apparaît vers les **années 1990**. Des évènements exceptionnels initient des projets de quartiers durables: Jeux Olympiques à Londres pour Bedzed, exposition BO01 à Malmö, Exposition Universelle de Hanovre. Ces projets ont deux points communs : Ils ont tous **fait l'objet d'une grande communication** (la création du quartier est en elle-même un évènement) et sont l'occasion d'afficher au monde entier des objectifs ambitieux en matière environnementale. Ils démontrent et testent des solutions techniques innovantes, applicables à l'échelle d'un quartier. Cette démonstration a été possible grâce aux **financements exceptionnels** (locaux, nationaux et internationaux) associés à un fort partenariat des acteurs. Le quartier de Bedzed illustre ce modèle de quartier. Exemples de prototypes de quartiers durables : BO01 et Västra Hamnen à Malmö, Hammarby Sjöstad à Stockholm, Kronsberg à Hanovre

- Au **milieu des années 1990**, **les « quartiers types »** apparaissent, ils tendent à intégrer des objectifs de qualité environnementale dans le projet en utilisant des outils du domaine de l'aménagement urbain et de la construction et **en mobilisant ce cadre classique** pour favoriser l'intégration d'objectifs de développement durable. Ce type de quartiers reflète la volonté de multiplier les projets de quartiers durables et de disséminer les projets prometteurs d'éco-quartiers.
  Exemple de quartiers types : Leidsche Rijn à Utrecht, Wateringse à La Haye.

[53] 1ère phase d'évolution des quartiers durables

[54] 2ème phase d'évolution des quartiers durables depuis une vingtaine d'années

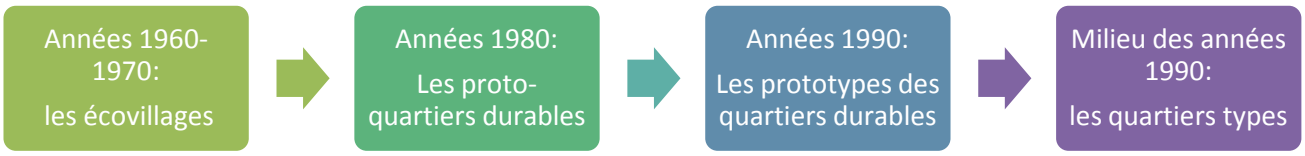


Figure 39 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE): Evolution dans le temps des modèles de quartiers durables en Europe.

Nous suggérons donc, sur la base des descriptions faites de ces typologies de quartiers **de donner l'appellation d'*« Inspirateurs »* aux proto-quartiers durables qui ont servi à la mise en application de certains principes durables dans l'espace urbain**. L'appellation de **« *Vedettes* »** sera proposée pour définir les **quartiers ayant servi de références mondiales pour la diffusion du concept.** L'appellation de ***« Modestes »*** est déclinée aux initiatives présentant des solutions plus abordables pour nombre de collectivités et plus facilement diffusables.

Figure 40 (TABLEAU): Proposition de dénomination des types de quartiers durables à partir de leur « trait de caractère" principal

Les proto-quartiers durables	•**Les Inspirateurs:** •ceux qui ont convaincu qu'il fallait faire quelque chose, qui ont servi d'inspiration aux prototypes de quartiers durables.
Les prototypes de quartiers durables	•**Les Vedettes:** •ceux que l'on prône, que l'on tente de copier. Ce sont les références européennes d'éco-quartiers.
Les quartiers types	•**Les Modestes:** •ceux qui tentent de faire bien avec moins de moyens et en suivant la réglementation en vigueur

2.1.3 Mise en évidence d'autres facteurs explicatifs dans la différenciation des projets urbains existants

Les projets de quartiers diffèrent selon le contexte d'émergence, le niveau et le type de durabilité, les types d'expertises (HELIOT, 2010, P. 27) **et la nature des porteurs de projets** (EMELIANOFF, 2011B).

Ainsi, nous trouvons les quartiers:

- réalisés lors des Expositions Internationales (les prototypes des quartiers durables),

- issus des programmations urbaines de villes suite à des politiques orientées vers le développement durable dont les exigences écologiques sont plus faibles (les quartiers types),
- issus de projets de groupes d'habitants (sur le même principe que les écovillages).

Une autre classification est proposée (HELIOT, 2010, P. 27) pour définir les quartiers durables européens:

Figure 41 (LISTE) : Classification des quartiers durables européens selon (HELIOT, 2010, P. 27).

Les variables de classifications restent les moyens, les acteurs et le cadre de développement des projets. Des tendances d'évolution apparaissent avec le recul permettant de décrire les caractéristiques qui apparaissent avec le temps dans les projets:

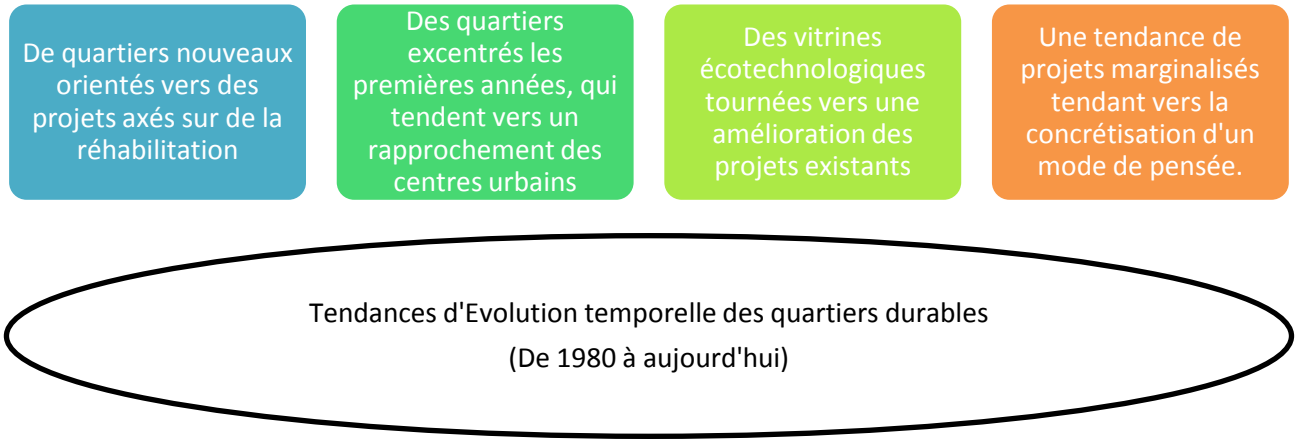


Figure 42 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Tendances d'évolution des quartiers durables de 1980 à aujourd'hui.

Les éco-quartiers se différencient suivant la nature du lieu dans lesquels ils s'implantent. Ils peuvent s'intégrer à un tissu urbain existant ou s'installer sur un espace vierge de toute urbanisation. Il s'agit d'une **réhabilitation ou d'une création de quartiers durables**. **Auparavant situés sur des espaces ruraux ou éloignés des centres, ils tendent plus à se rapprocher des centres urbains** et **s'inscrivent, pour certains d'entre eux, dans la ville**. Les projets d'éco-quartiers **étaient à l'origine des quartiers nouveaux**, construits sur des terrains non vierges. **Dorénavant** les quartiers durables sont également **pour beaucoup** d'entre eux des **projets de réhabilitation**.

Nous observons le passage progressif d'une vitrine de développement durable urbain à travers les premiers éco-quartiers, vers un engagement global et vers la recherche d'une

amélioration de l'efficience des quartiers existants. Les modalités des projets divergent par la diversité des propriétaires, les intérêts diversifiés de chaque territoire et selon leur dotation initiales en termes d'appropriation symbolique et d'appartenance par les habitants. Il s'agit de composer avec des formes physiques et des systèmes sociaux existants, de rétablir de la mixité sociale et de la diversité fonctionnelle dans des espaces déjà habités, d'accentuer la densification dans des espaces déjà compacts.

Les projets évoluent également en taille. Auparavant réduits à des parcelles, les surfaces concernées et le nombre de projets augmentent. On passe de projets de concepteurs apparus dans les années 1960 comme « marginaux », à l'instauration d'un concept qui trouve écho dans divers lieux. A la fin des années 1990, une demi-douzaine de quartiers référents a été construite en Europe (LEFEVRE & SABARD, 2009, P. 9), avant une phase de développement plus importante depuis le début 2000. *« ..Depuis le début des années 2000, la floraison d'opérations qualifiées d' « éco-quartiers » partout en France et en Europe témoigne que nous sommes entrés dans une autre phase de leur développement possédant un caractère expérimental beaucoup moins prononcé mais engendrant un scalaire autrement plus ardu. »* (BOUTAUD, 2009, P. 4). Les engagements du Grenelle Environnement en France qui généralise les éco-quartiers dans chaque ville française d'ici 2012 participent à ce développement.

Figure 43 (TABLEAU) : Tendances des éco-quartiers à travers le temps

Avant	De plus en plus
Créations de quartiers nouveaux	Réhabilitation
Sur terrain vierges	Sur espaces déjà habités
Eloignés des centre-urbains et reliés par des réseaux de transports en communs	Plus près de la ville ou intégrés à la ville
Vitrines éco-technologiques pour les premiers éco-quartiers	Engagement plus fort et insertion des projets dans une politique plus globale de développement durable
Nombre de projets rares	Projets de plus en plus nombreux

2.1.4 Choix de terminologie adaptée pour les projets de développement durable urbain local

ECO-QUARTIER versus QUARTIER DURABLE

Les appellations données aux projets de développement urbain durable à l'échelle locale diffèrent : Eco-quartiers, Ecoquartier, Quartiers durables, projets de Quartiers

Durables. Autant de termes décrivant des quartiers bénéficiant de mesures de durabilité. Comment s'y retrouver dans toutes ces appellations ? Quels termes privilégier selon les situations?

Les lignes suivantes tentent d'y répondre, même si certains auteurs considèrent le débat sémantique stérile (DA CUNHA, 2011, P. 194).

La signification du terme écoquartier (sans tiret) est l'appellation mise en place par le M.E.E.D.A.T.[55] pour parler du concours visant à promouvoir et valoriser les projets d'éco-quartiers en France. La question qui se pose est donc celle de savoir si Eco-quartier et Quartier Durable sont des termes différenciés ou s'ils peuvent être utilisés indistinctement.

Plusieurs opinions sont émises à ce sujet :

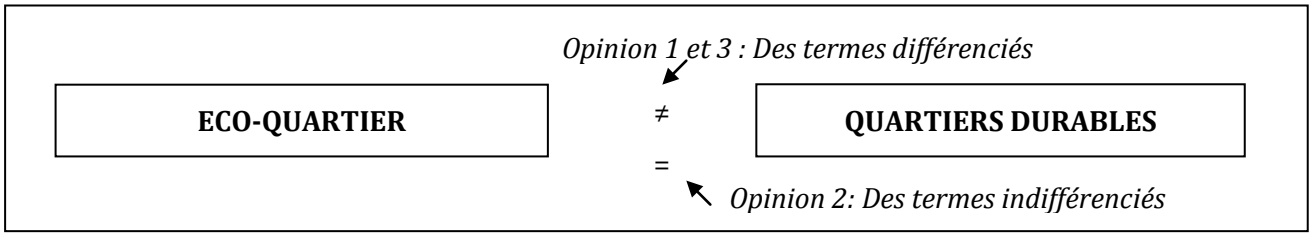


Figure 44 (SCHEMA) : Trois opinions concernant le choix des terminologies pour définir les projets de développement durable urbain à l'échelle locale.

Certains estiment que éco-quartier et quartier durable sont des terminologies distinctes (SOUAMI, 2011B), (LEFEVRE & SABARD, 2009), (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009A). Le terme éco-quartier considère l'aspect écologique. Le terme quartier durable serait plus complet car il englobe en plus l'aspect social et économique. Nous nommons cet avis ***Opinion 1***: *« […] les éco-quartiers peuvent être […] considérés comme étant une conception trop restreinte […] ils se concentrent […] sur les enjeux environnementaux […] à l'échelle du quartier. »* (OBSERVATOIRE DE LA VILLE, 2007, PP. 10-11).

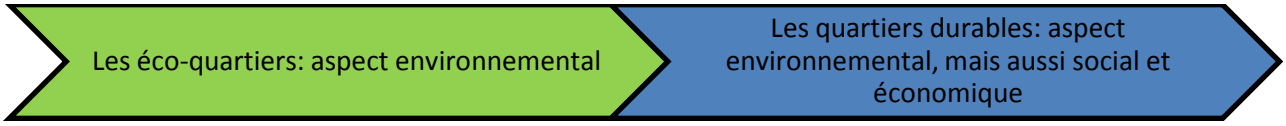


Figure 45 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Evolution des éco-quartiers vers les quartiers durables (Traduction schématique de l'Opinion n°1)

Certains préfèrent utiliser indistinctement les deux termes, tel deux synonymes (***Opinion 2***) *« Les deux mots sont […] utilisés comme synonymes mais […] naît un questionnement et une confusion sur les caractéristiques propres que pourraient avoir l'un et*

[55] Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

l'autre. » (BOUTAUD, 2009, P. 3). Les deux termes désigneraient les *« modalités d'édification de l'urbain fondées sur une même visée : la reproduction conjointe du capital écologique, social et économique d'un territoire afin d'améliorer la qualité du cadre de vie de ses habitants et usagers »* (DA CUNHA, 2011, P. 194). Les quartiers considérant uniquement des données environnementales sont ainsi appelés éco-quartiers au même titre que des quartiers prenant en compte également des données sociales et économiques. A titre d'exemple, le quartier de Wuhan aborde la gestion de l'énergie, de l'eau, le traitement de l'air et des sols, boues et vases et obtient l'appellation éco-quartier (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009B, P. 17). Le débat reste ouvert sur la terminologie à employer.

Des opinions divergent sur l'utilisation privilégiée de l'un ou l'autre des termes (***Opinion 3***). Le M.E.E.D.A.T. afin d'éviter toute confusion entre le projet d'aménagement (« éco-quartier ») et le concours (« **EcoQuartier**[56] ») considère qu'il est préférable d'utiliser le terme quartier durable (BOUTAUD, 2009, P. 2) pour définir tous les projets. D'autres privilégient plutôt le terme éco-quartier. Quatre hypothèses différentes sont émises pour faciliter le choix (BOUTAUD, 2009) :

- Hypothèse 1: Considérant que dans un futur plus ou moins proche tous les quartiers seront « écologiques»[57], utilisons dès maintenant le terme « quartier » ➔ argument Pro quartier durable
- Hypothèse 2: Sachant que les critères de durabilité urbaine vont évoluer au fil du temps, considérons qu'un « Eco-quartier » désigne un projet innovant, à un instant t et que plusieurs génération d'éco-quartiers verront le jour. ➔ argument Pro éco-quartier
- Hypothèse 3: Considérant que les premières opérations étaient exclusivement environnementales et que dorénavant les quartiers durables exigent une prise en compte plus globalisante. Nous pouvons penser que les éco-quartiers appartiennent à l'histoire de la ville des années 80-90 et qu'ils ont laissé place depuis les années 2000 aux quartiers durables. ➔ argument Pro quartier durable
- Hypothèse 4: Eco-quartier est un terme qui de par sa structure annonce le sens (Ecologie + Quartier). Il est donc signifiant. ➔ argument Pro éco-quartier.

[56] Le terme EcoQuartier, s'est vu labelliser par le MEEDAT, dans le cadre d'un appel à concours de labellisation de projet urbain, intégrant le développement durable.

[57] Hypothèse sous-entendue d'évolution technologique des quartiers et de généralisation à tous les quartiers des prérogatives écologique

> Le terme « éco-quartier » permet d'éviter les querelles de spécialistes et d'attirer la curiosité de tous les autres (LEFEVRE & SABARD, 2009)[58].

Il s'agit dans ce débat de se positionner. Dans cette thèse nous sommes amenés à parler de projet d'urbanisme durable à l'échelle de quartier, nous devons trouver une appellation consensuelle pour les définir en tenant compte de leurs particularités, de leurs différences, de leurs possibles évolutions urbanistiques.

Nous considérons que lors des premiers projets, une différenciation a effectivement existé entre les éco-quartiers reposant sur des critères essentiellement environnementaux et entre les quartiers durables qui considéraient en plus des aspects sociaux et économiques. Cependant, les projets prennent dorénavant en compte systématiquement ou presque ces différentes facettes. Comme le terme « éco-quartier » a largement été communiqué et qu'il sert de repère au même titre que le terme « quartier durable », **nous choisissons d'utiliser dans cette thèse indistinctement les termes éco-quartier et quartier durable**. Il appartient à chacun d'observer les particularités des projets considérés, les mesures réelles et spécifiques mises en œuvre, leur époque de construction et la génération à laquelle ils appartiennent afin de les différencier.

3 *DEPASSEMENT DES PRINCIPES DE DURABILITE POUR MIEUX SAISIR LES NUANCES DU CONCEPT*

Dans le processus de recherche de cette thèse, la découverte et l'exploration du concept de durabilité urbaine a permis de faire émerger un certain nombre de questions opérationnelles qui nous sont apparus comme des questionnements clefs pour aboutir à une meilleure compréhension du concept.

Elles concernent:

- Le niveau d'intensité des mesures de développement durable. *Quelle est la signification réelle en pratique du développement durable ? Quelles mesures équivalent à quelle durabilité ?*
- La comparaison des différents projets. *Comment les comparer de manière « juste » ?*
- L'évolution possible des éco-quartiers et le devenir de ces quartiers durables aujourd'hui. A quoi ressembleront les quartiers extraordinaires[59] de demain ?

[58] Comme le rapporte BOUTAUD, 2009, P3

Il nous a paru nécessaire de parvenir à éclaircir ces notions, dont les logiques de réflexions sont présentées ici. Le but est de permettre de mieux saisir les nuances du concept de durabilité urbaine, mais aussi de poser des jalons pour procéder au mieux à une évaluation du développement durable urbain, en vue de la création de la grille d'évaluation de quartiers durables crée dans le cadre de cette thèse.

3.1 Pistes d'évolution du modèle d'éco-quartiers

3.1.1 L'évolution supposée des éco-quartiers dans le temps

Les éco-quartiers se différencient des quartiers communs car ils offrent une manière différente d'appréhender l'espace urbain et se montrent plus performants écologiquement et socialement en utilisant moins de ressources. Il apparait toutefois que si les pratiques se généralisent et deviennent normes, qu'au fil du temps, les quartiers durables d'aujourd'hui risquent de devenir des quartiers classiques[60]. *« L'objectif premier étant de faire en sorte de créer un quartier extraordinaire pour le temps présent et ordinaire pour les temps futurs »* (BOUTAUD, 2009, P. 4).

La durabilité urbaine se démarque des schémas classiques et présente des projets conçus avec plus de réflexions et de consensus qu'un projet lambda. *« Si toutes les réalisations sont loin d'épouser les meilleures technologies du temps, il n'est pas saugrenu de croire que ces techniques seront de plus en plus intégrées à la construction/réhabilitation dans un horizon proche. »* (BOUTAUD, 2009, P. 4).

On peut ainsi supposer par exemple que l'utilisation de techniques plus performantes sera de plus en plus systématique :

- Sachant que les technologies s'améliorent avec le temps et l'expérience,
- Sachant que les objectifs d'aménagement évoluent dans le temps, suivant la conjoncture mondiale et la pression engendrée par la raréfaction des énergies fossiles entre autres,
- Sachant que la diffusion du modèle tend vers une généralisation du concept et engendre certains ajustements,

[59] Extraordinaire est considéré ici comme étant différent des pratiques communes.

[60] Terme repris à Aurélien BOUTAUD, P 4, 2009

- Sachant que les expérimentations de quartiers durables permettent de tester différentes solutions de mises en œuvre de développement durable, de les vérifier afin de les conserver ou les abandonner.

« A l'ère du développement durable, la renaissance urbaine […]nécessite des innovations, des bonds qualitatifs et des changements de paradigmes […]qui touchent aussi bien au corps de la ville […] qu'à son âme, avec ses valeurs, ses concepts, ses comportements et au cœur de la ville, avec ses émotions, ses conflits, ses étonnements. » (MEGA, 2008, P. 14). *« […] des éco-innovations, mais également des innovations socioculturelles. »* (MEGA, 2008, P. 39). *« Le défi n'est pas le changement, qui est inévitable, ni l'adaptation, qui est toujours nécessaire. Le défi est de réussir une mutation profonde […] et l'inscrire dans un projet de civilisation »* (MEGA, 2008, P. 22)

Une diffusion du modèle avec amélioration constante se profile. Elle pourrait se présenter sous forme de strates, comme les premières tendances l'ont laissé apparaître que nous proposons de schématiser selon le graphe suivant :

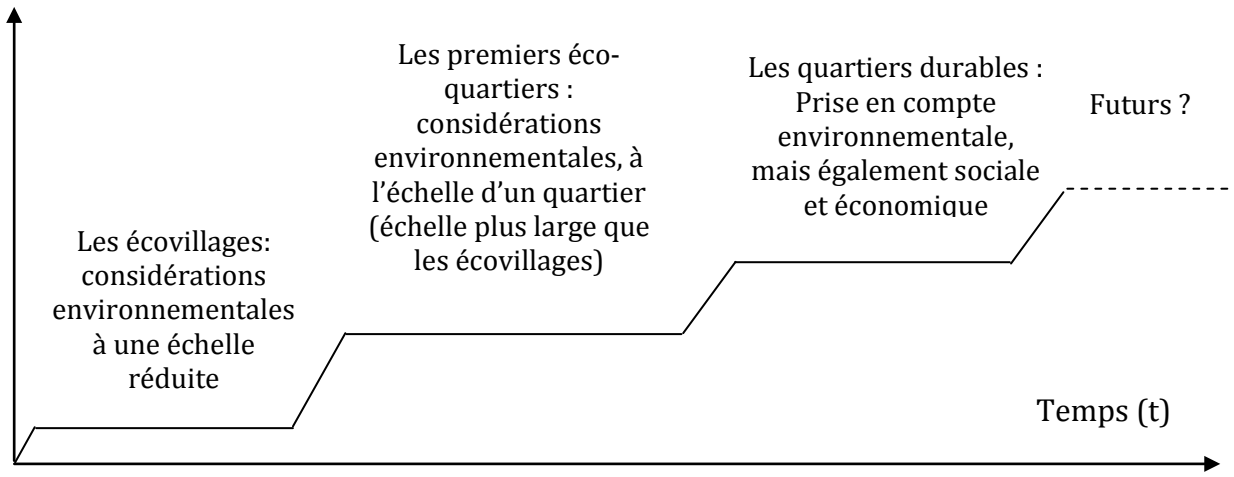


Figure 46 (GRAPHE SCHEMATIQUE) : Une diffusion du modèle de quartiers durables dans le temps sous forme de paliers d'évolution

La notion de l'évolution dans le temps a été abordée. Il convient de voir combien de temps ces seuils peuvent durer et comment se comportent les éco-quartiers d'un temps lorsque le modèle évolue :

3.1.2 La durabilité dans le temps des mesures de durabilité mises en œuvre

Les éco-quartiers se doivent de faire vivre et perdurer dans le temps les objectifs mis en place. Il ne s'agit pas de créer un éco-quartier efficace à un moment donné et qui ne le soit plus quelques années plus tard. Apparait ici la notion de perduration de la démarche dans le

temps.. Au niveau de la mixité générationnelle par exemple: *« La ville doit permettre aux jeunes adultes de continuer à y vivre quand ils ont des enfants…»* (VERON, 2008, P. 49).: *« […] la diversité sociale n'est jamais un acquis définitif. Son maintien dans la durée est probablement l'un des défis majeurs du volet social des quartiers durables. »* Propos de Ingrid Nappi-Choulet et Jean Claude Driant dans (OBSERVATOIRE DE LA VILLE, 2007, P. 28).

L'éco-quartier doit donc satisfaire à des besoins d'évolution sociétale à un temps t : être performant et faire évoluer les modes de vie présents. Il doit également présenter les capacités de se maintenir dans le temps.

3.1.3 La notion de potentiel de durabilité

La durabilité urbaine pose la notion de niveau de durabilité urbaine à atteindre par les projets de quartiers durables. Les facteurs impactant la réussite des projets actuels dans le temps sont peu maîtrisables. Les projets ne peuvent préjuger de tous les aspects de leur utilisation, de leur appropriation, du mode de vie qu'ils induiront. Les seuls outils à la disposition des monteurs de projets pour faire naître un projet de qualité sont de **favoriser la création d'un projet efficient** immédiatement **et** de **prévoir des contrats de gestion pour les premières années afin d'ancrer des habitudes et modes de vie**.

Ce contrat de gestion peut s'organiser par exemple autour des espaces végétalisés pour entretenir et rendre autonomes les jeunes plantations. Peut également être envisagé la mise en place de services éducatifs pour sensibiliser sur les mesures environnementales. Concernant les modalités de mode de vie sur les éco-quartiers, des démarches peuvent s'ancrer en accompagnant les habitants dans des modifications tout en douceur de leur mode de vie. *Exemple en termes de déplacements, accompagnement vers une transition vers les déplacements doux*.

Concernant le temps de vie des infrastructures, il semble essentiel de penser des bâtiments de manière adaptée aux climats et aux futures fonctions, que les constructions puissent éventuellement être modulables au fil du temps, qu'elles soient construites dans des matériaux de construction de qualité et nécessitant peu d'entretien ou se dégradant peu avant le temps. La mise en œuvre de constructions de qualité améliore le temps de vie des structures et engendre.

Nous notons que le résident est au centre des réflexions et doit être impliqué dans la mise en place d'un véritable quartier durable. Il doit se sentir acteur de son cadre urbain et écouté.

Figure 47 (DIAGRAMME DE RELATIONS D'IDEES) : UN projet de qualité lié à une appropriation du cadre de vie par les habitants, le « cocktail » nécessaire à la réussite dans le temps d'un quartier durable.

La durabilité[61] (efficience des mesures de développement durable) des quartiers est plus un « **potentiel de durabilité** » d'un quartier, plutôt que l'assurance d'un quartier performant au fil du temps. *« Dès sa construction, nous sommes en mesure de dire d'un quartier s'il est performant […] avec son lot de dispositifs techniques économisant l'énergie, optimisant de l'espace […] s'il présente […] des caractéristiques socio-économiques optimales, s'il possède des espaces de rencontres […] une mixité dans sa population initiale, une offre de services satisfaisante […] si les conditions nécessaires à un cadre de vie paisible et constructif sont réunies. Mais tout cela reste potentiel.* » (BOUTAUD, 2009, P. 7).

L'appropriation du quartier par les habitants peut influer sur le résultat futur. Il s'agit de distinguer les quartiers qui ont un potentiel important de durabilité (dispositifs d'économie d'énergie, espace de rencontre agréable) au moment de leur livraison, et ceux qui assureront quelques années plus tard des objectifs réels de durabilité. *« Qualifier quelque chose de durable, c'est soit constater de sa durabilité, soit préjuger par projection dans le futur de sa capacité à durer »* (BOUTAUD, 2009). Pour dire qu'un quartier est durable dans le temps, il faut pouvoir disposer de recul. Sont donc distingués le **niveau de durabilité immédiat** observable, du **niveau de durabilité** observable **à long terme**.

3.2 Niveaux de durabilité des projets

3.2.1 Les différentes conceptions de niveaux de durabilité urbaine

[61] Le terme durable utilisé dans développement durable est la traduction de « sustainable » en anglais qui sous-tend une notion de soutenabilité. Il est nécessaire de préciser ici que le terme durable suggère, comme dans la langue française un sens de durabilité temporelle.

Lors de l'application des principes de développement durable, il s'agit de savoir quel est le niveau de performance à atteindre pour un quartier durable pour prétendre à un niveau satisfaisant de durabilité. En vue d'éluder ce questionnement, **nous avons mis en évidence trois seuils de durabilité à atteindre**.

Les échelles de niveau de performances de durabilité dépendent de l'importance des mesures engagées sur le quartier initial. Nous considérons en effet le quartier initial comme « repère ». A partir du tissu existant seront estimés l'efficacité des mesures mises en place.
Ils sont décrits dans le tableau suivant :

Figure 48 (TABLEAU): Mise en évidence de 3 niveaux de performances des projets durables

Nom	*Signification*	*Equivalent à l'échelle d'un bâtiment, selon l'aspect énergétique*	*Equivalent à l'échelle d'un quartier*
Réduction des nuisances existantes	Il s'agit de procéder à la compensation de certaines nuisances. Elle est incomplète	Bâtiment Basse Consommation (B.B.C.): une meilleure efficience des bâtiments	Quartier amélioré
Compensation complète des nuisances ou de consommation de ressources,	*Les nuisances crées par l'espace urbain sont annulées grâce à la création d'aménités compensatrices suffisantes*	La maison passive: consomme autant de ressources énergétiques qu'elle en produit	Quartier autonome
Amélioration du contexte initial :	L'espace urbain compense d'une part toutes les nuisances qu'il à créer, mais devient lui-même créateur de ressources ou de bien-être supplémentaire	Le bâtiment à énergie positive	Quartier autonome et générateur d'externalités positives sur le reste de l'espace urbain

Voici schématiquement parlant la représentation des trois niveaux d'efficacité de durabilité :

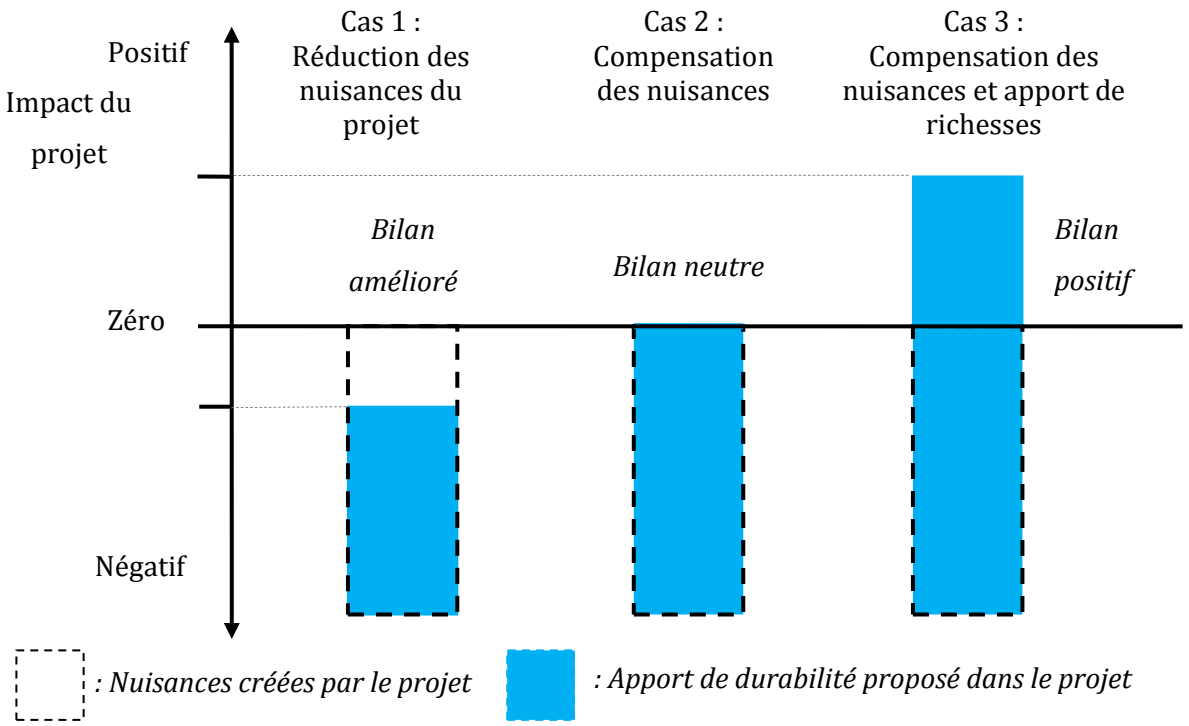


Figure 49 (GRAPHIQUE SCHEMATIQUE) : Différents niveaux de durabilité envisageables d'un quartier durable

Malgré l'aspect « écologique » des éco-quartiers et leurs volontés d'amélioration de contexte, leur création engendre presque systématiquement de la consommation de ressources (sol, énergie, matériaux) au cours de la construction et de la vie du quartier, même si idéalement il s'agirait de limiter leur utilisation.

La différence des projets durables est celle que les aménagements vont être créés de manière moins impactante que pour un projet classique[62]. L'urbanisme durable tend, plutôt qu'à procéder à une diminution de la courbe de consommation globale des ressources naturelles à ralentir la croissance celle-ci et reculer la date d'épuisement des ressources naturelles.

3.2.2 Dépasser la notion de niveau de durabilité

Les expériences nord-européennes de prototypes de quartiers durables à forte connotation technico-environnementale et à financements exceptionnels nous ont démontrés que **la perfection en termes de performances n'est pas l'essentielle puisque trop coûteuse** et donc irréalisable sur un grand nombre de projets et accentuant les inégalités de territoires.

[62] La protection environnementale du développement durable tend à concilier les aménagements pour qu'ils soient le moins impactants possibles et que des éléments de nature soient réintroduits dans la ville.

Il y a un optimum à atteindre entre recherche de résultats et investissements[63]. Nous pensons qu'au niveau des performances à atteindre, il n'est pas nécessaire de compenser tous les impacts et de rechercher l'autonomie. Ces compensations se font souvent au prix de nombreux efforts financiers ou technologiques qui, d'une part ne sont pas à la portée de tous et demandent un coût énergétique ou matériel. Les éco-quartiers doivent tendre vers une amélioration de contexte. Le développement durable urbain est l'atteinte d'un consensus optimal entre les objectifs choisis du territoire et une limitation la plus efficace possible des impacts.

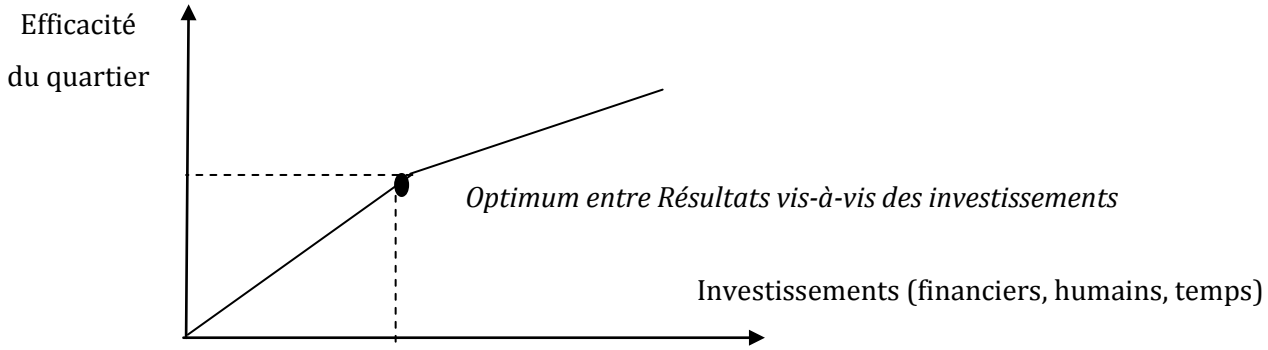


Figure 50 (SCHEMA) : Optimum à trouver entre investissements et efficacité du quartier.

Il semble donc raisonnable d'améliorer les conditions du quartier sans chercher forcément à le rendre à bilan essentiellement positif tout de suite (énergétiquement, socialement, en termes de ressources), même si utopiquement ces résultats seraient idéaux. Dans une première phase de développement de ce concept, il serait déjà essentiel de procéder tout d'abord à la création de quartiers à moins fort impact que les quartiers classiques en généralisant les pratiques de base. La recherche d'une plus forte efficacité se faisant au prix d'investissements importants peut alors être laissée à des projets ponctuels par exemple. **Des mesures simples d'aménagement urbain durables mais extrêmement vertueuses peuvent être trouvées.**

Il s'agirait à partir de l'étude des opérations existantes de faire le bilan de ce type de pratiques urbaines à fort résultats mais à faible coût (humain, financier, de temps) de mise en place.

[63] Sur le même modèle que le principe du pollueur-payeur qui incite à investir dans les pays du sud au fort retard technologique, plutôt que de concentrer les fonds financiers, sur des technologies de pointe permettant aux entreprises des pays du nord d'affiner leurs performances en termes de pollution de manière très minime.

3.3 Potentialités de généralisation des éco-quartiers

3.3.1 La notion de quartiers types à diffuser.

L'aspect prometteur des quartiers durables et leurs impacts positifs sur le territoire posent la réflexion de sa diffusion à une majorité de projets. Les pratiques actuelles, restreintes à quelques projets, demandent à être multipliées. Sur le terrain, les acteurs de l'aménagement sont souvent freinés par une méconnaissance du concept et un manque de repères.

La philosophie globale du quartier est comprise, ou du moins est imagée par les exemples de quartiers nord-européens, mais la phase opérationnelle s'avère ardue et pleine d'interrogations. Un certain nombre de freins ont été identifiés par les chercheurs (SOUAMI, 2011B). Les obstacles au développement durable peuvent aussi provenir de (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009A):

- la méconnaissance des démarches et outils
- la culture individualiste ou technique des aménageurs et des décideurs politiques
- la structure hiérarchisée et le cloisonnement des services
- le corporatisme de nombreux acteurs

Mettre en œuvre un projet de développement durable, signifie concilier l'application aux préconisations conceptuelles. Ces dernières sont des données essentielles, or elles sont souvent considérées comme contraignantes. *« Intégrer le développement durable dans un projet d'aménagement apparaît aux yeux de certains comme trop compliqué … »* (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009A). Plutôt que de réaliser une approche systémique, les acteurs exploitent partiellement le développement durable. **Souvent, ils se limitent à l'ajout de quelques dimensions environnementales** (recours aux énergies renouvelables, économies d'eau, collecte sélective des déchets (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009A, P. 38). Cette prise en compte environnementale, peut permettre l'octroi d'aides financières. Elle est donc privilégiée, valorisante, et ne demande pas trop d'investissements et de gestion.

La notion de quartiers « types » fait s'interroger les acteurs de l'urbanisme sur les modalités de diffusion et l'existence d'un modèle duplicable. *« En posant la question […], des conditions qui favorisent l'application du développement durable dans les municipalités, il est tentant de répondre qu'il existe un modèle idéal, une méthode type, bref une recette qu'il*

s'agirait d'appliquer sans coup férir ou, à défaut, des « bonnes pratiques » qu'il faudrait s'empresser de reproduire » (SENECAL S.D., P.1).

L'existence de quartier type soulève l'existence de création de quartier similaire : *« Mais qui a aujourd'hui le projet de construire ou de vivre dans un « quartier type » ? »* (BOUTAUD, 2009, P. 3). Il est contraire, de par la nature de l'urbanisme durable, d'apposer un modèle urbain similaire dans ses choix et modalités d'application à l'ensemble des territoires pour ne pas retomber dans les écueils de l'urbanisme moderne. Une vision considérant les spécificités de chaque projet, de chaque contexte semble plus appropriée.

Figure 51 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Les raisons qui font qu'un éco-quartier demeure un projet unique.

3.3.2 Des coûts de financement « classiques » permettant la diffusion de quartiers types

Un élément limitant habituellement la diffusion du modèle est la notion financière. Les éco-quartiers sont en effet considérés comme plus chers.

Les éco-quartiers bénéficient pour nombre d'entre eux, ou du moins pour les premières grandes expérimentations, de moyens financiers permettant de mettre en application des solutions nouvelles pour répondre aux objectifs du développement durable. Globalement les « prototypes de quartiers durables » ont coûté plus chers que des quartiers classiques et ont pu être mis en œuvre grâce à des financements exceptionnels. Ainsi, la réhabilitation du quartier de Vesterbro à Copenhague a coûté environ 2280€/m^2, il a été subventionné par l'état et l'Europe. *« Les quartiers durables tendent parfois à constituer des vitrines écologiques high-tech à destination des classes aisées. »* (DA CUNHA, ET AL., 2007, P. 2). La demande de financement dans ce contexte financier paraît en même temps légitime pour récompenser les efforts d'intégration des mesures de développement durable[64], qui en période de transition, demande une grande volonté de la part de l'équipe du projet et qui selon certains sont plus coûteux.

[64] Sous réserve de possibilité de pouvoir évaluer de manière juste la qualité des projets de développement durable urbain. Voir problématique à ce sujet.

Face aux freins et à la résistance faite aux mesures de développement durable, il semble plus facile de revenir vers un projet plus classique, même s'il apparaît plus valorisant que les mesures de développement durable soient spontanées, plutôt qu'elles soient sous tendues par des intérêts d'ordre financier ou de valorisation « écologique ». Le développement durable doit faire partie intégrante des pratiques urbaines et ne pas être un « bon point » qui mérite récompense.

Nous énonçons cependant l'hypothèse que les quartiers durables ne coûtent pas forcément plus chers que des quartiers classiques voire même moins chers.

Les opinions divergent sur le coût des opérations durables. Si nous considérons que, dans une démarche d'éco-quartier, l'approche du projet est globale et suscite une complexification des études préalables, elle entraîne effectivement une augmentation des coûts et du temps passé (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2011, P. 19). Cette hausse du coût des aménagements de développement durable urbain est aussi imputée aux écotechnologies mises en place (panneaux photovoltaïques, système de récupération des eaux de pluies, traitement des eaux sur site) (JOURDA, 2011, P. 25) ainsi qu'aux choix de matériaux plus vertueux (une isolation classique en fibre de verre sera moins chère qu'une isolation en laine de mouton par exemple).

A l'échelle d'un bâtiment, ce coût de construction représente 15 à 20%. Il est majoré en début de transition car les pratiques sont nouvelles et demandent un temps d'adaptation, un changement des outils et des méthodes de travail, une habileté. Pour les quartiers durables, des coûts supplémentaires peuvent générer des déséquilibres de recettes et augmentent le prix des projets (M.E.D.D.T.L. ; 2011A, P.15). Les augmentations du coût des éco-quartiers sont liées :

- aux politiques sectorielles,
- à la construction d'équipements d'infrastructures ou des superstructures (rattrapage d'équipements publics dans les quartiers urbains durables, création de Transports en Commun en Sites Propres (T.C.S.P.) pour la zone urbaine). Ces équipements bénéficient à l'agglomération entière, la notion de surcoût doit être relativisée,
- aux enjeux structurels de l'opération (dépollution du site onéreuse).

Ce surcoût peut se stabiliser ou diminuer en fonction du temps d'adaptation des acteurs, de la **mise en place des nouvelles méthodes de travail**. Il est également possible d'envisager une

diminution des prix des équipements et matériaux dits durables ou écologiques par une **économie d'échelle** favorisée par la multiplication des projets.

Ces propos ne prennent pas en compte l'évolution et l'adaptation constantes du concept aux nouvelles technologies. Dilemme que nous considérons comme négligeable dans notre exemple, car la transition de l'urbanisme moderne à l'urbanisme durable est primordiale dans notre sujet avant d'envisager les transitions entre générations d'éco-quartiers qui se feront certainement de manière plus souples par la suite.

Le développement durable réside dans une modification de la manière de penser les projets urbains. Le surcoût de tels projets ne nous paraît pas cependant systématique. **Les quartiers durables peuvent même coûter moins chers que des projets classiques**. L'urbanisme durable proposé choisit, par exemple, de positionner et de structurer les bâtiments pour faciliter une meilleure gestion des conditions de confort thermique. Il opte aussi pour la diminution de traitement des sols par revêtement imperméable et choisit les surfaces végétalisées ou brutes, perméables en vue d'augmenter la porosité des sols urbains. **Il favorise l'infiltration des eaux pluviales à travers des noues, car cela limite la nécessité des réseaux d'évacuation d'eaux pluviales et diminue le volume d'eau à traiter par les stations de traitement. Ainsi, il engendre une économie supplémentaire**.

Les économies d'achat de matières premières et le choix de solutions alternatives, permettent d'équilibrer les investissements en temps et moyens humains. **Les études préalables plus longues et approfondies dans un projet de développement durable favorisent ainsi des économies substantielles dans certains domaines**. *« Diverses initiatives portées par des habitants montrent que ce type de construction et d'aménagement peut être réalisé à coût constant, voire à moindre coût [...] et que des dispositifs d'accès au foncier sont mis en place. »* (EMELIANOFF, 2011A, P. 24).

L'urbanisme durable comme dans le cas des bâtiments H.Q.E. **table sur une vision globale d'amortissement du projet sur toute la vie du quartier**. L'investissement initial du projet n'est pas seulement considéré, les bilans financiers sont pensés sur l'intégralité de la durée de vie de celui-ci et intègrent les économies de fonctionnement réalisés par les équipements initiaux instaurés sur le quartier. *Exemples: diminution des charges en électricité (locaux B.B.C., éclairage public basse consommation), économies de travaux ultérieurs (La gestion des eaux sur la parcelle peut éviter la construction d'un bassin de rétention)*.

Le bilan financier global (M.E.D.D.T.L., 2011A, P. 16) intègre aussi les recettes indirectes à l'aménagement d'un éco-quartier. Le succès des éco-quartiers peut ainsi favoriser l'arrivée de recettes fiscales supplémentaires générées par le flux de nouveaux habitants ou d'entreprises. La requalification d'un site telle une friche urbaine permet, par effet de levier, de redynamiser un secteur urbain plus large. Pour une collectivité, la densité urbaine des éco-quartiers diminue le coût d'entretien des réseaux urbains par habitant.

Le coût environnemental et social est également considéré : un éco-quartier va apporter une certaine sensibilisation de la population en termes d'éducation à l'environnement, par exemple, intégré au **coût global du projet**. Tout comme le développement urbain durable s'inscrit dans une démarche systémique, le coût du quartier est également abordé dans ce sens.

Malgré les questionnements liés aux coûts, dans les opérations qui voient le jour, il s'agit de pouvoir évaluer la qualité des projets.

3.3.3 Evaluation des projets: nécessité de distinguer les ambitions des différents projets

« Nous pouvons douter de certaines pratiques architecturales qui se revendiquent durables tout comme nous pouvons nous demander […] si certaines pratiques, qui ne revendiquent aucune qualification, ne répondent pas déjà aux enjeux que le développement durable…» (DE MYTTENAERE, 2006, P. 13).

La nécessité de distinguer les opérations d'aménagements durables réalisées sur le terrain se fait sentir car elles mettent en œuvre des mesures spécifiques relatives aux différents niveaux de durabilité. *Exemple : Dans les opérations respectant des exigences environnementales, certaines font appel à des technologies évoluées, d'autres mettent en place de simples mesures*. « *…les limites sont floues entre opérations marketings, microréalisations, projets remarquables ou insignifiants. »* (BOUTAUD, 2009, P. 2). *« …il est souvent difficile de faire le tri entre les produits ou projets réellement cohérents à long terme et les simples effets d'annonce »* (LEBREUIL, 2009, P. 5). *« Une bonne partie des prétendus « éco-quartiers » qui se veulent respectueux de l'environnement, ne suit pas une véritable démarche de développement durable »*, *« il ne suffit pas de faire un lotissement de maisons zéro énergie pour créer un éco-quartier »*.

La démarche de développement durable nécessite d'être plus globale et les écotechnologies ne permettent pas à elles seules, de rendre un quartier durable. Concernant la notion d'échelle de projet pour que la réalisation soit correcte, des questionnements se posent. Peut-on demander à un éco-quartier de 1000 logements les mêmes résultats qu'un espace plus réduit ? Selon l'envergure des projets, à quelles performances peut-on prétendre ? *Exemple : Bedzed comporte 82 logements et concerne 244 habitants répartis sur 1,7 ha. Il avait pour objectif « zéro CO_2 »*.

Transition (interne à la Partie 1)°

Les réflexions sur l'émergence de l'urbanisme durable, la présentation des éco-quartiers et de leur évolution dans les contextes européens ; mais également les réflexions sur les nuances du concept de durabilité urbaine ont permis de faire le point sur le concept. Le concept de durabilité urbaine qui apparait cherche à appréhender au mieux les spécificités locales, dépend dans son efficacité des moyens disponibles (financiers, humains, temps), dépend pour beaucoup de solutions originales que chacun doit et peut trouver sur l'espace support à l'éco-quartiers. Les particularités naturelles du terrain et du tissu social existant guidant les réflexions. Les choix de futurs choisis permettant de déterminer les mesures respectueuses à mettre en œuvre.

A l'issue de ces lectures bibliographiques sur le concept général et après avoir fait mûrir les réflexions sur le sujet c'est avec une vision plus précise du concept que nous pouvons envisager de concevoir la grille d'évaluation de territoire, Projet de la thèse.

Il s'agit de prendre connaissance des études disponibles sur l'espace tropical, mais également sur les évaluations territoriales de durabilité urbaines. Le chapitre 3 permettra cela :

CHAPITRE 3 LE CONTEXTE SPÉCIFIQUE DES TERRITOIRES TROPICAUX

Le concept des quartiers durables en milieu tropical se pose dans un contexte particulier que nous allons définir pour mieux l'appréhender.

1 *DEFINITION DU PROJET DE RECHERCHE VIS-A-VIS DES ENJEUX DES TERRITOIRES TROPICAUX*

En vue de mieux cibler la construction de la grille dans le contexte global qui est celui de l'ensemble des territoires tropicaux, il est nécessaire de localiser et définir les espaces tropicaux et de faire l'état des lieux des différents enjeux majeurs de ce territoire.

1.1 Définition de l'espace tropical, climatiquement parlant

Les territoires tropicaux, géographiquement parlant, se localisent entre le tropique du Cancer au Nord et le tropique du Capricorne au Sud, à 23°26' de latitude de part et d'autre de l'équateur :

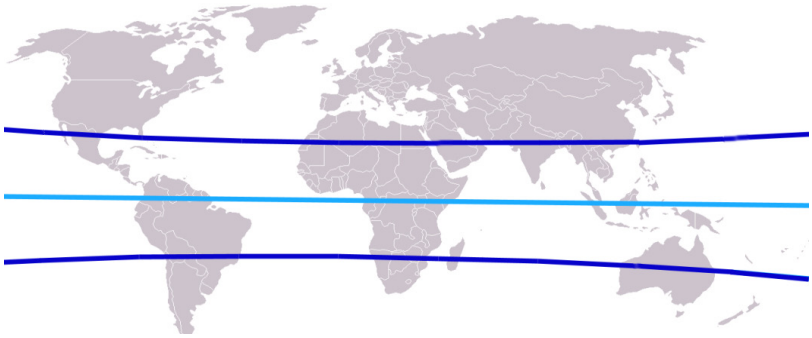


Figure 52 (CARTE) : Localisation de la zone intertropicale

Tropique du Cancer (23°N)

Equateur (0°)

Tropique du Capricorne (23°S)

La terminologie « *tropique* » est évocatrice de chaleur. D'ailleurs Köppen dans sa classification climatique caractérise le climat tropical comme étant chaud et **présentant une température à 18°C toute l'année**. Litynski propose lui cependant de caractériser les climats tropicaux à partir de l'isotherme 20°C (LITYNSKI, 1984).

Les approches climatologiques définissent le climat tropical d'une manière autre que par l'évocation seule des coordonnées géographiques. La zone intertropicale sert de repère. En réalité cette frontière fictive, climatiquement parlant, est fluctuante selon les longitudes considérées. Les climats en général et **les climats tropicaux ne sont pas uniformes dans leurs caractéristiques et présentent des profils tous différents**, que les classifications tendent de formaliser. Selon les méthodes utilisées, la caractérisation des climats est différente. Leurs limites fluctuent et ne sont pas linéaires aux repères géographiques (VIGNEAU, 2001).

La lecture de cartes climatologiques permettra de mieux localiser les climats tropicaux ou chauds à certains moments de l'année. Globalement cependant on peut retenir que les climats tropicaux se caractérisent par une faible **amplitude thermique annuelle, globalement inférieure à 10°C**.

Suivant la classification climatologique de Köppen-Geiger, la plus couramment utilisée à ce jour, les différents climats se distinguent vis-à-vis des facteurs températures, précipitations et saisonnalité des climats. Cette classification donne lieu à des appellations spécifiques qui utilisent une codification de 3 lettres juxtaposées les unes aux autres et définissant les caractéristiques différenciatrices des climats :

La première lettre donne des indications sur le type de climats. Trois typologies de climats de la classification de Köppen Geiger concernent des climats aux caractéristiques chaudes tout ou à un moment de l'année:

- ⇨ **Climat A, chaud et humide***:* Température moyenne de chaque mois de l'année > 18°C,
  Pas de saison hivernale (refroidissement marqué et prolongé du climat),
  Fortes précipitations annuelles : les précipitations sont supérieures à l'évaporation naturelle et à la transpiration potentielle.
- ⇨ **Climat B, sec**: Evaporation annuelle > aux précipitations annuelles, pas de cours d'eau permanent.
- ⇨ **Climat C, doux de latitudes moyennes**: Les saisons d'été et d'hiver sont bien

définies.

Présence d'un hiver (3°C < température moyenne des 3 mois les plus froids < 18°C)

Cependant la température moyenne du mois le plus chaud est supérieure à 10°C.

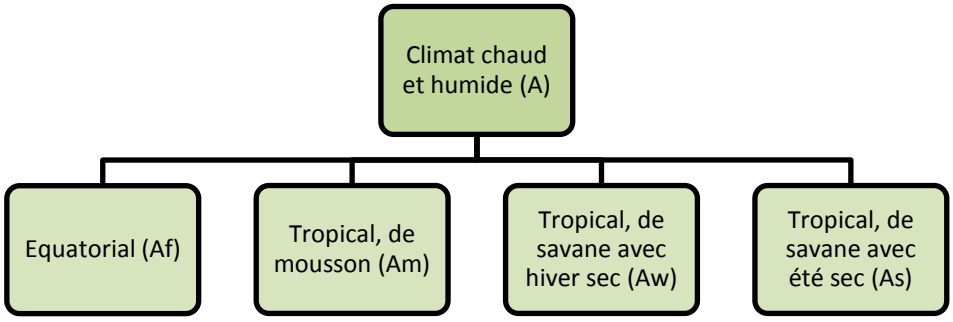
Le second indice dans la classification de Koppen-Geiger, informe sur le régime pluviométrique. *Exemples : climat de steppe S, climat désertique W, climat très humide f, climat avec une saison sèche en hiver w, climat avec une saison sèche en été s, climat de mousson m.*

La troisième lettre du nom du climat définit les variations climatiques (saisons). *Exemples : climats chauds h, climats avec un été chaud a, climats avec un été tempéré b.*

Voici les différents climats, issus de cette classification, présentant des caractéristiques chaudes et accompagnés de cartes permettant de les localiser:

Déclinaison des climats chauds et humides (A) de la classification de Koppen-Geiger

Figure 53 (DIAGRAMME HIERARCHIQUE) : Classification des climats de catégorie A issus de la classification de Köppen



Climat constamment chaud et humide durant tous les mois de l'année. Le taux d'humidité H.R. y est compris entre 70 et 90%. Précipitations P entre 1500 et 2500 mm/ an. La végétation y est luxuriante.

Le climat de mousson présente une saison humide courte mais fortement marquée par des pluies intenses.

Les climats de savane de la classification de Köppen correspondant aux climats tropicaux, bénéficient de deux saisons. Une saison sèche et une saison humide de plus de 4 mois les caractérisent. Les climats de savane sont l'intermédiaire entre le climat équatorial et le climat aride. La chaleur y est constante toute l'année globalement.

Figure 54 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Equatorial Af (WIKIPEDIA)

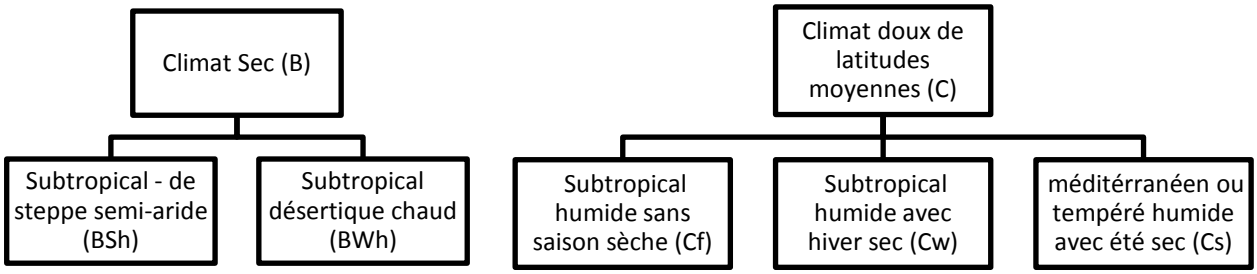
Figure 55(CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Tropical de Savane Aw (WIKIPEDIA)

Déclinaison des climats présentant des caractéristiques chaudes et humides toute l'année, selon la classification de Koppen-Geiger, dans des latitudes basses.

Figure 56 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Tropical – de Mousson Am (WIKIPEDIA)

Déclinaison des climats secs (B) ou présentant des caractéristiques chaudes toute ou une partie de l'année (C) issus de la classification de Kopeen-Geiger. Ils sont localisés dans la zone intertropicale ou subtropicale (située immédiatement au-dessus et en dessous des tropiques) :

Figure 57 (DIAGRAMMES HIERARCHIQUES) ! Classification des climats de catégorie B et C issus de la classification de Köppen



Les climats arides présentent une faible pluviométrie annuelle. De par la faible hygrométrie de l'air, la nébulosité[65] est faible et l'évaporation est très importante due à la forte insolation. **L'été y est** en effet **très chaud.**

Les climats subtropicaux sont souvent assimilés aux climats tropicaux. Ils présentent pourtant généralement des hivers (refroidissement marqué et prolongé) descendant en dessous de 18°C durant ces périodes. Ils ne peuvent donc être considérés comme climats tropicaux. **Ils présentent cependant des étés pouvant être très ensoleillés**.
Exemple, le climat méditerranéen.

Figure 58 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical de steppes semi-arides BSh (WIKIPEDIA)

Figure 59 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical humide avec hiver sec Cwa (WIKIPEDIA)

Figure 60 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical désertique BWh (WIKIPEDIA)

Figure 61 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat méditerranéen Cs (WIKIPEDIA)

La classification de Köppen a été mise en place vers 1920 puis modifiée par ses successeurs dont Rudolf Geiger en 1961.

[65] Présence de nuages

Certains auteurs proposent une version actualisée de la classification pour la seconde partie du 20ème siècle (KOTTEK, GRIESER, BECK, RUDOLF, & RUBEL, 2006) proposée ici en synthèse :

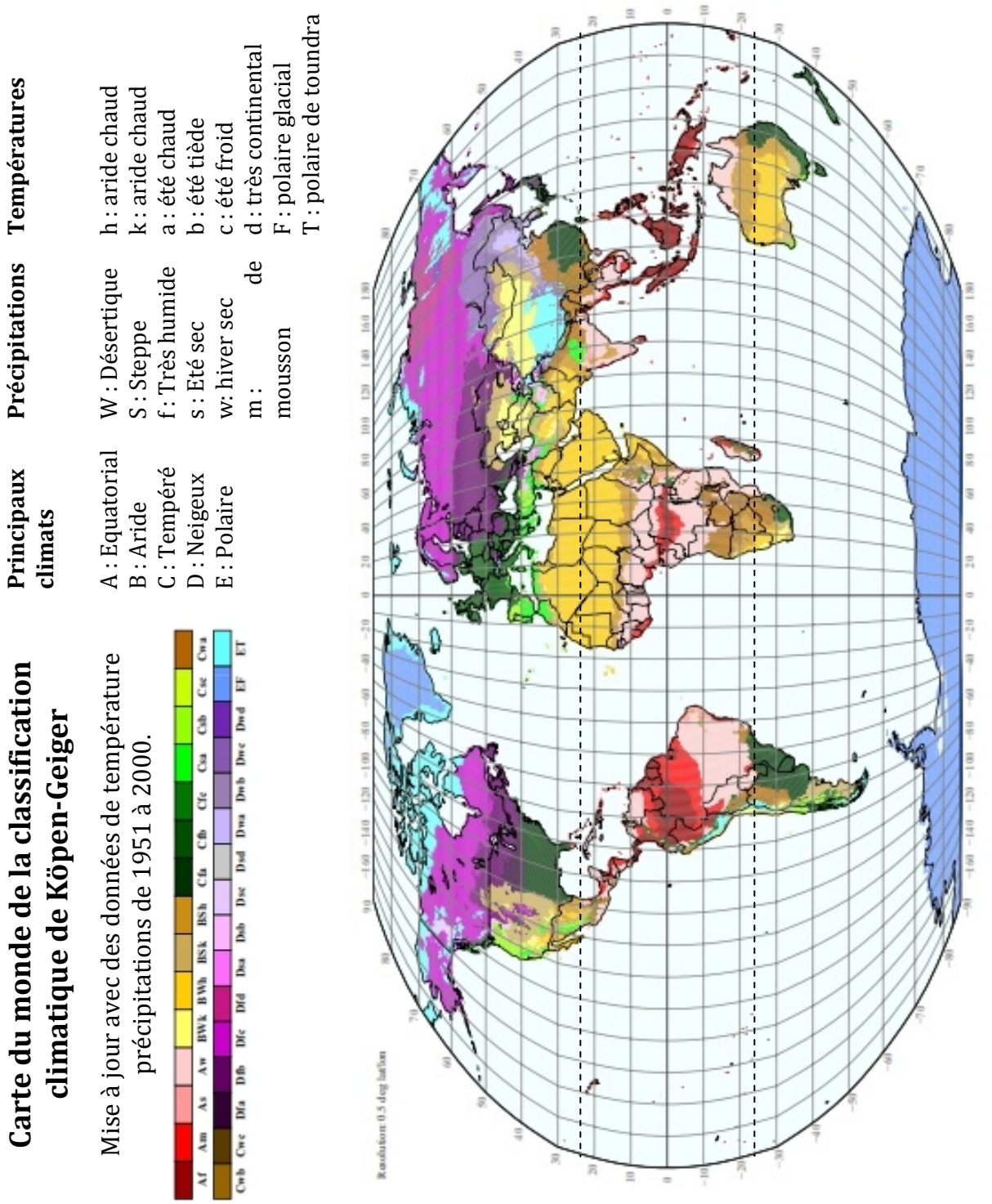


Figure 62 (CARTE) : Carte du monde de la classification de Kôppen-Geiger, actualisée avec des températures mensuelles et des données de précipitations de la période 1951 à 2000, présentée sur une grille de latitudes et de longitude avec des pas de 0,5° FIGURE 1 DE (KOTTEK & AL, 2006) Traduite + latitudes et longitudes de 23° ajoutées.

De très nombreux territoires peuvent être potentiellement intéressés par la conception urbaine sous climat chaud, qu'ils soient situés dans la zone inter-tropicale ou même parfois en zone subtropicale (*Exemples : pays européens du sud ou espaces méditerranéens*).

1.2 Enjeux des villes tropicales durables vis-à-vis des problématiques contemporaines

Les territoires tropicaux se doivent de répondre à certains enjeux spécifiques vis-à-vis du contexte mondial actuel, qu'il est nécessaire d'identifier pour mieux les appréhender localement. Les villes tropicales, dans leur transition d'une société agricole vers une société de plus en plus urbaine présentent en effet, si on se base sur les scénarios du G.I.E.C., des caractéristiques majeures pour être viables dans le futur et s'adapter aux enjeux contemporains:

1.2.1 Une capacité d'adaptation à la population urbaine croissante

Les zones tropicales sont marquées par un phénomène d'urbanisation croissante plus important que dans les autres espaces climatologiques (espaces tempérés) (ROTH, 2007, P. 1859), (ARNFIELD, 2003, P. 1).

Une très forte croissance démographique

Ce phénomène peut s'expliquer par la forte présence dans les espaces tropicaux de pays en développement, dont l'une des caractéristiques est la forte croissance démographique.

Une zone tropicale majoritairement représentée par des Pays Moins Développés

Les Nations Unies[66] établissent et réactualisent tous les trois ans une liste des pays et de leurs niveaux de développement parmi leurs états membres (U.N.C.T.A.D., 2012):

- Les Pays Plus Développés[67] (P.P.D.) selon la grille de lecture[68] de l'O.N.U. comprennent l'ensemble de l'Europe et de l'Amérique du Nord, l'Australie, le Japon et la Nouvelle Zélande.
- Les Pays Moins Développés[69] (P.M.D) regroupent les autres états membres

[66] Les Nations Unies ou *Organisation Nations United* (O.N.U.) en anglais

[67] Pays Plus Développés ou *More Developped Countries* en anglais

[68] Ces listes sont établies selon trois critères que sont le P.I.B./habitants (observé sur trois années consécutives), le retard de développement (nutrition, santé, éducation, illetrisme) et la vulnérabilité économique. Les deux derniers critères étant des indicateurs composites. Ces listes sont revues tous les trois ans par le *United Nations Economic and Social Council* (ECO.SO.C.),

[69] Pays Moins Développés ou *Less Developped Countries* en anglais

A l'intérieur de cette catégorie apparait une troisième distinction de pays que sont :

- les Pays Les Moins développés[70] (P.L.M.D.), qui énumèrent les pays représentant de plus grandes difficultés de développement. Dans cette liste de 49 pays, il s'avère qu'une majorité d'entre eux appartiennent à la ceinture tropicale.

Figure 63 (TABLEAU): Liste des Pays Les Moins Développés établie par les Nations Unies et révisée en Mars 2010. (UN-OHRLLS, 2010) Traduite et modifiée.

Africa (33 / 34 pays sous latitudes tropicales)

1	Angola	13	Gambia	25	São Tomé and Príncipe
2	Benin	14	Guinea	26	Senegal
3	Burkina Faso	15	Guinea-Bissau	27	Sierra Leone
4	Burundi	16	Lesotho	28	Somalia
5	Central African Republic	17	Liberia	29	South Sudan
6	Chad	18	Madagascar	30	Sudan
7	Comoros	19	Malawi	31	Togo
8	Democratic Republic of the Congo	20	Mali	32	Uganda
9	Djibouti	21	Mauritania	33	United Republic of Tanzania
10	Equatorial Guinea	22	Mozambique	34	Zambia
11	Eritrea	23	Niger		
12	Ethiopia	24	Rwanda		

Asia (12 / 14 pays sous latitudes tropicales)

1	Afghanistan	6	Lao People's Democratic Republic	11	Timor-Leste
2	Bangladesh	7	Myanmar	12	Tuvalu
3	Bhutan	8	Nepal	13	Vanuatu
4	Cambodia	9	Samoa	14	Yemen
5	Kiribati	10	Solomon Islands		

Latin America and the Caribbean (1 pays sous latitudes tropicales)

1	Haiti

SONT SURLIGNES LES PAYS APPARAISSANT DANS LA CEINTURE TROPICALE OU ETANT PROCHES D'ELLE

Même si cette liste n'est pas représentative de l'ensemble des régions concernées par le climat tropical, il s'avère qu'un certain nombre de pays appartenant à la ceinture tropicale, présentent un différentiel de développement par rapport à la zone tempérée. A l'aspect niveau de vie, s'ajoutent d'autres spécificités:

Des pays moins développés caractérisés par une forte croissance démographique.

Les pays en voie de développement connaissent depuis 1950 une croissance démographique exponentielle. Les P.P.D. observent une croissance plus modérée : *Croissance démographique de +0,420% dans les P.P.D. entre 2005 et 2010. Les P.L.M.D. observaient un taux de +2,284% pour la même période* (U.N., 2012). Cette croissance selon les modèles de prédictions démographiques semble se poursuivre et s'accélérer dans les décennies qui viennent.

[70] Pays Les Moins Développés ou *Least Developped Countries* en anglais

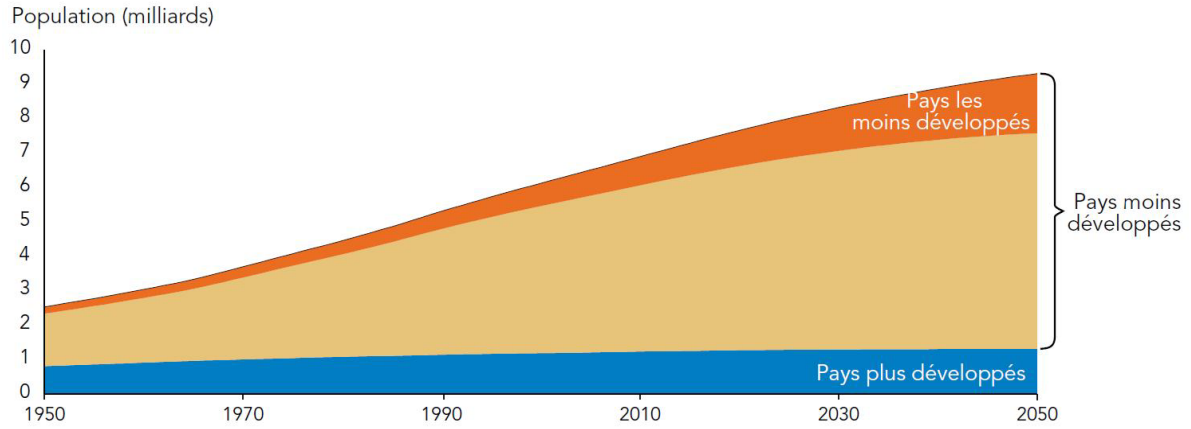


Figure 64 (GRAPHIQUE) : Evolution démographique mondiale de 1950 à 2050 selon le niveau de développement des pays (P.R.B., 2012, P. 5).

Une forte croissance de l'urbanisation.

La croissance démographique s'accompagne d'une forte urbanisation. Les villes attirent et les statistiques le reflètent. En 2009 dans le monde près de 50% de la population mondiale vivait en zone urbaine (U.N., 2009) et ce taux est en croissance constante. *A titre d'exemple, il est prévu que le taux d'urbanisation dans les P.M.D. croisse de 44,6% en 2009, vers un taux de 65,9% en 2050 selon les prévisions* (U.N., 2009). Cette croissance d'urbanisation dépend également du niveau de développement (et concerne donc un grand nombre de territoires tropicaux). Entre 2005 et 2010 les Nations-Unies rapportent une croissance d'urbanisation de +2,40 % dans les P.M.D., comparé à un taux de 0,68% dans les P.P.D. (U.N., 2009).

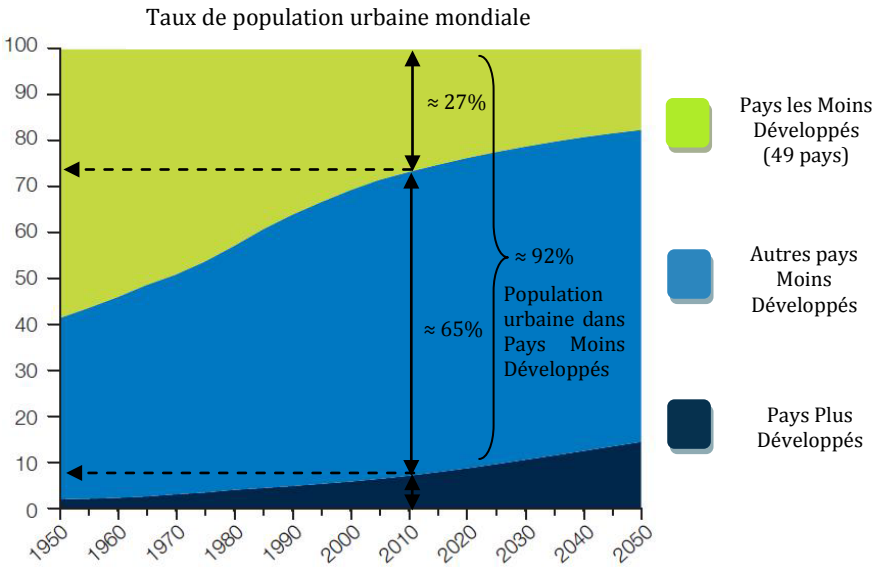


Figure 65 (GRAPHIQUE) : Pourcentage de distribution de la population mondiale vivant en zone urbaine en 2010, selon le niveau de développement, (U.N, 2009) Traduit et détaillé.

Rapporté à un taux de population mondiale, sachant que les P.M.D. représentent une grande part de population à l'échelle, **les P.M.D. concentrent une majorité des urbains dans le monde**. D'ailleurs Besancenot rejoint ce constat général puisqu'il affirmait qu'en 1997 que

plus de la moitié de la population mondiale vivait en zone tropicale, contre 38% en 1980 (BESANCENOT, 1997, P. 323).

La majorité des mégalopoles voient le jour dans des pays soumis à un climat tropical et les villes atteignent des dimensions jamais égalées auparavant (SAD DE ASSIS & BARROS FROTA, 1999, P. 4135). La croissance de la population est de 3,5% par an en moyenne dans les villes (sub)tropicales comparée à une croissance de 1% dans des régions plus développées (ROTH, 2007, P. 1860). **Les villes tropicales se doivent donc de présenter une forte capacité d'absorption de population.**

1.2.2 Une nécessité d'être résilientes aux catastrophes et aux crises

Des territoires tropicaux fortement soumis aux conséquences du changement climatique

Le **changement climatique** agit de manière non négligeable sur les territoires tropicaux. Ils y sont particulièrement **vulnérables**. Les espaces tropicaux peuvent craindre une augmentation du nombre de leurs territoires soumis à de fortes sécheresses, à une augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles. Le niveau de vie globalement faible, la fragilité alimentaire, augmentent les difficultés d'acclimatation. Les instabilités politiques auxquelles sont soumises certains de ces territoires, compliquent et aggravent les contextes déjà difficiles. Etat environnemental, conditions sociales et situation politique sont liés. Les catastrophes naturelles ou les conflits humains perturbent l'équilibre déjà précaire de nombre de territoires tropicaux. Il semble donc prévisible, dans le futur, de s'attendre à une augmentation de l'exode de population de ces territoires, avec toutes les conséquences qui en découlent.

Pour donner une notion de l'effet de réchauffement climatique, *à titre d'exemple, la zone Océan Indien aurait été soumise entre 1970 et 2004 à une variation de la température de l'ordre de 0,2 à 1°C* (G.I.E.C., 2007, P. 14).

Des phénomènes naturels souvent intenses à gérer

A ces caractéristiques conjoncturelles s'ajoutent des spécificités locales. Ainsi, les territoires tropicaux sont **soumis à des phénomènes intenses naturels** tels que des activités volcaniques, activités sismiques (dépendants de la localisation), ouragans, tempêtes, typhons. Au niveau de la pluviométrie et de la température, les conditions peuvent également

être extrêmes (forts épisodes pluvieux, sécheresse ou ensoleillement fort). Ces situations critiques doivent être prises en compte lors de la conception urbaine afin d'anticiper les catastrophes.

A titre d'exemple, afin de montrer l'impact que ces phénomènes naturels peuvent avoir sur la gestion des territoires, suite à l'éruption de la Soufrière en Guadeloupe en 1976, 74 000 habitants ont été déplacés de la Basse-Terre vers la Grande-Terre durant 3 mois et demi.

Les villes tropicales doivent parfois gérer des situations d'urgence impromptues. **Les villes et espaces tropicaux**, selon les préconisations du G.I.E.C, **se doivent de présenter une forte résilience[71] aux évènements afin de s'adapter** aux conditions environnementales, sociales, politiques difficiles accentuées par le changement climatique.

Des espaces anticipateurs du réchauffement climatiques

Les espaces tropicaux sont des **espaces anticipateurs dans la recherche de solutions vis-à-vis du réchauffement climatique**. Les difficultés liées à la gestion de la chaleur et à des situations extrêmes liées aux changements climatiques se font sentir de manière forte. Les mesures des espaces tropicaux peuvent donc permettre d'améliorer les solutions proposées en Europe.

Au fil des siècles on observe des échanges de solutions entre les territoires tropicaux et pays du nord. Tantôt « espace-problème », tantôt « espace solution », les échanges d'expériences s'opèrent : *« Si les problèmes sont au « sud », la recherche des solutions obsède le « nord ». Si c'est par exemple au Caire ou à Lagos que se pose dans toute sa brutalité et son évidence la question environnementale liée au développement urbain, c'est bien dans des villes du « nord » que l'on expérimente des modèles d'écologie urbaine ou de villes durables »* (BERDOULAY & SOUBEYRAN, 2002, P. 12)

Les modèles de villes durables et d'éco-quartiers ont depuis quelques d'années été expérimentés à différents endroits du globe. Il semble important non plus de sectoriser les espaces solutions et espaces problèmes mais de rassembler les connaissances sur le sujet. Comme le territoire tropical se situe dans les premières lignes d'impacts liées aux changements climatiques, **Il est nécessaire de pouvoir développer la recherche sur ces milieux tropicaux en termes de développement durable pour en faire des territoires**

[71] Résilience : capacité d'adaptation et d'absorption des chocs

exemplaires, précurseurs et adaptés au réchauffement climatique participant eux aussi de manière forte à l'amélioration de l'aménagement urbain.

1.2.3 L'appropriation de la durabilité urbaine en milieu tropical

Les recherches et les expérimentations menées en ce sens dans les pays du sud sont rares et éparses, malgré les forts enjeux d'actions qu'ils représentent. Pourtant grand nombre d'espaces tropicaux se trouvent encore dans une phase de développement où les modèles sont encore à choisir et à développer.

Les enjeux de la mise en place de modèles d'urbanisation durables adaptés aux climats chauds

De nombreuses innovations en termes d'espaces durables peuvent être proposées et représentent de formidables enjeux pour de nouveaux modèles de constructions adaptés au climat et aux préoccupations de vie locales. *Exemple : un modèle de ville durable tropicale, bioclimatique et adaptée aux évènements climatiques intenses.*

Les espaces tropicaux détiennent l'avantage de pouvoir se baser sur les retours d'expériences des pays du nord en matière d'urbanisation. En effet, les pays du nord à travers l'urbanisme durable sont revenus sur les modèles d'urbanisation proposés au 19ème siècle, ont cherché à les adapter en proposant des solutions plus conciliantes et respectueuses de l'environnement et du mode de vie des habitants. Les pays tropicaux peuvent proposer, conscients des écueils des villes modernes, des modes de constructions plus réfléchis, plus simples et tout autant adaptés à la densité.

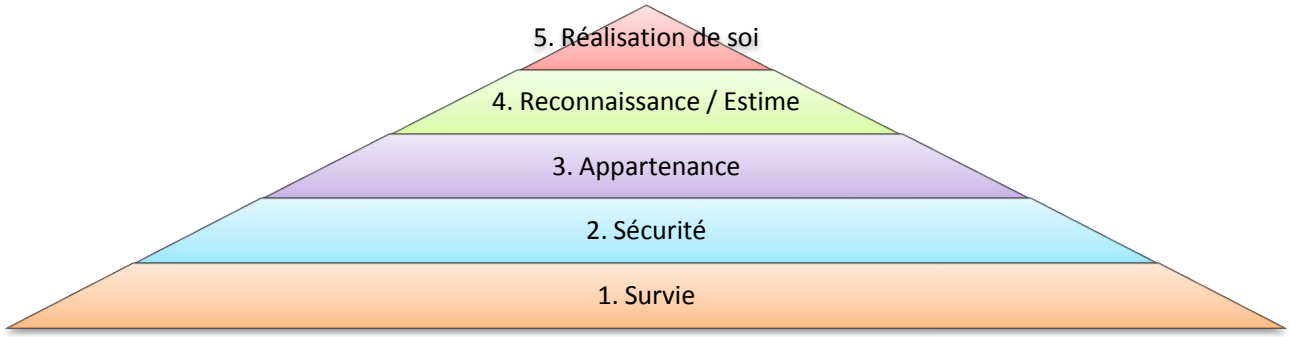
La durabilité urbaine et les priorités d'aménagement

Le contexte d'une majorité de territoires tropicaux a été posé de manière générale. Il s'agit désormais de se questionner sur les modalités d'application du concept de durabilité urbaine considérant le niveau de vie des territoires.

Des priorités d'aménagement différentes

Un certain nombre de pays tropicaux ne peuvent satisfaire aux besoins essentiels comme l'accès à l'eau potable par exemple et doivent gérer des problématiques sanitaires, sociales et politiques. Dans cette situation, des considérations quant aux fonctionnalités de l'espace urbain, à l'intégration des principes du développement durable urbain peuvent être considérés comme secondaires (ROTH, 2007, P. 1859).

Figure 66 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Pyramide de Maslow représentant les besoins fondamentaux humains. (MASLOW)



Théoriquement les humains voient les besoins d'un niveau supérieur apparaitre après satisfaction du besoin actuel. Les trois premiers sont satisfaits par grand nombre d'individus, la satisfaction des niveaux supérieurs est atteinte par de moins en moins de personnes

Figure 67 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Essai de transposition de la pyramide de Maslow aux besoins de développement urbain (MASLOW) Modifié et adapté

Un concept réservé aux pays riches ?

De nombreuses voix s'élèvent pour considérer que l'urbanisme durable serait un concept « pour les riches ». Si l'on considère que le développement durable urbain consiste à insérer des principes de qualité environnementale et de qualité de vie extrêmement coûteux, la logique se tient en effet. La vision que nous pouvons cependant avoir du développement durable urbain montre cependant que le concept de durabilité urbaine suppose avant tout des constructions adaptées au mieux à l'espace initial. Les constructions restent donc simples, pensées au plus près des sites. Elles n'en sont pas plus couteuses que des aménagements classiques ; permettant même parfois des économies substantielles.

Lorsque la disponibilité financière et humaine est présente (atteinte du niveau 3 dans la pyramide de Maslow Adaptée), il semble possible, selon une logique d'anticipation des besoins, de construction au plus près du climat, des modes de vie locaux, des besoins alimentaires, en eau, énergétique ; de pourvoir à l'atteinte du niveau 5 de la pyramide de

Maslow adaptée et de consolider le niveau 1 (Amélioration de l'autonomie en eau, alimentaire).

Rappelons que le développement urbain durable propose :

- ✓ Un développement de projets adaptés au plus près aux conditions du territoire étudié. Le concept prend en compte l'état initial, les moyens qu'il est possible de générer pour le bien du projet, les besoins.
- ✓ Le concept soutient une approche des projets urbains la moins impactante possible sur l'environnement et les habitants.
- ✓ Il suppose de prendre en compte une multitude d'enjeux et d'anticiper les maux à venir.

Indépendamment du niveau économique et de l'état initial du territoire, le développement durable urbain essaye d'améliorer au mieux les conditions de vie existante, en réfléchissant de manière systémique à la mise en œuvre de solutions rapides. Le territoire met en œuvre les solutions **selon les moyens de celui-ci**. Les outils formulés peuvent être différents suivant les pays, villes, quartiers, logements considérés. Le territoire tente de valoriser au mieux ses atouts naturels et de développer son lieu de vie au plus près de ces préoccupations plutôt que de *« panser les pansements »* [72]. Dans quelques années, il sera plus efficient à la base des projets de *« penser le changement »* pour avoir des villes plus résilientes aux effets du changement climatique.

1.3 Le modèle d'éco-quartier tropical soutenu

Suite aux éléments exposés jusqu'ici dans cette thèse, voici des précisions quant au cadre d'étude retenu. **Cadre d'étude : Un quartier dense, niveau développé**

Dans cette thèse, pour proposer une contribution à l'intégralité des situations tropicales ainsi qu'aux exigences du concept de durabilité urbaine, nous déterminons un cadre d'étude qui concerne :

- Des espaces denses, ceci en vue de pouvoir faire une synthèse et une **proposition de modèles « d'urbanisation dense bien vécue »** sous climat chaud
- Un niveau de vie développé, afin de pouvoir **mettre l'accent sur des propositions et présentation typologies de bâtis et de formes urbaines adaptées au climat chaud et efficaces**.

[72] Pour reprendre une expression propre à Aurélien Boutaud

Dans les hypothèses de travail, l'accès à l'eau potable, à l'électricité, la gestion des eaux usées est considérée comme systématique. Les projets se déroulent dans des conditions exemptes d'instabilités politiques.

Notre entrée d'étude se fait à partir du contexte d'un espace tropical, l'Ile de La Réunion dans l'Océan Indien : département d'outre-mer français.

Etude : de modèle de construction et d'aménagement urbain durable en milieu tropical

Cadre d'étude
- Espace urbain dense
- Niveau de vie élevé ou moyen
- Territoire d'entrée: La Réunion

Figure 68 (LISTE): Synthèse du cadre d'étude

Ces critères permettent ainsi de répondre de manière concrète à l'étude du modèle d'aménagement urbain suivant : **Quels modèles de constructions, répondant aux enjeux du développement durable urbains peuvent être proposés dans des espaces aux climats chauds ?**

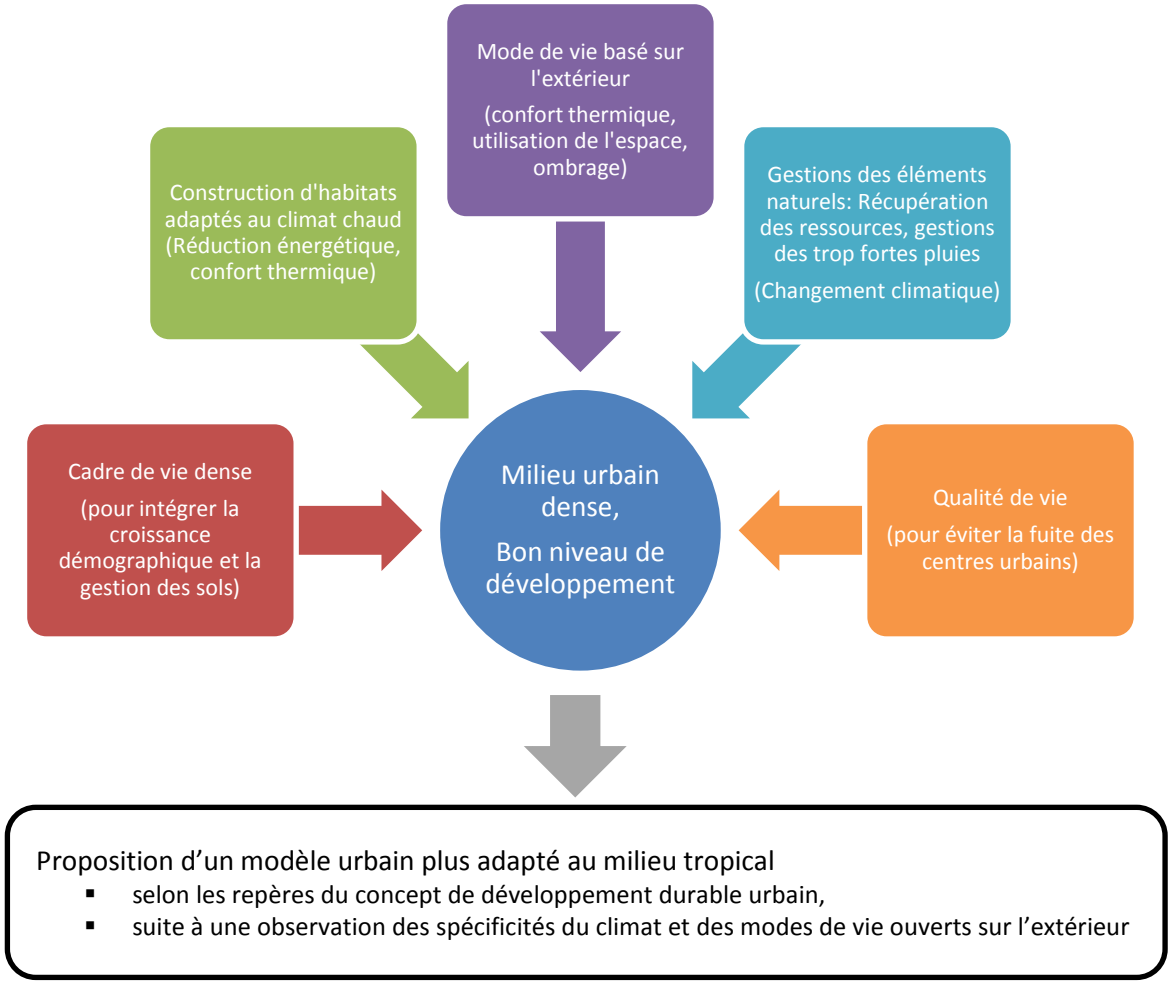


Figure 69 (DIAGRAMME) : Spécifications du cadre d'étude.

L'étude se focalise sur **Les modes de constructions en climat chaud, en se détachant d'autres variables que peuvent être le niveau de vie, pour mieux se concentrer tout d'abord sur** les possibilités de créer des bâtis performants en termes de confort thermique et peu consommateurs de ressources, vis-à-vis du climat tropical et qui soient également agréables à vivre ; Les pistes obtenues pourront, pour certaines d'entre elles, être exportées sous réserve d'adaptation, dans d'autres contextes économiques.

Du consensus trouvé entre ces trois visions suivantes, naitra la grille :

Il me semble que c'est un premier pas vers la compréhension du fonctionnement urbain tropical. Mais en tentant cependant de répondre à des problématiques actuelles et futures.

2 *DE L'ETAT DE L'ART A LA MISE EN PLACE D'UNE GRILLE D'INDICATEURS TERRITORIAUX*

Le projet de recherche de cette thèse consiste à créer une grille d'indicateurs d'évaluation des quartiers durables tropicaux. Il s'agit de faire un point bibliographique sur les outils d'évaluation territoriale adaptés au développement durable urbain.

Un grand nombre de réflexions sur le territoire se sont développées après le rapport Brundtland de 1987. Cependant, les études sur la dimension territorialisée du développement durable s'avèrent beaucoup plus récentes. Les publications internationales concernant les grilles d'indicateurs de développement durable urbain, ont vu le jour après 2000 (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 755).

Le paradoxe des grilles d'évaluation des territoires

La mise en place de grilles d'indicateurs suppose d'évaluer un territoire selon des critères déterminés. Or la définition propre du développement durable urbain rappelle que c'est **un mode de développement spécifique à chaque territoire**. Les tentatives de formalisation et d'uniformisation sous forme de cadre générique tendent à contrebalancer cette spécificité.

Il est difficile de concilier ces bases et les demandes du terrain, de mise en place d'un cadre strict, d'évaluation de projets de durabilité urbaine. Les projets d'urbanisme durable, à l'échelle ville ou quartier, sont nombreux depuis l'émergence du concept. Devant leur abondance, des jalons demandent à être posés en vue de qualifier les projets les uns les autres. Face à l'ambivalence entre le cadre qu'instituent l'utilisation de grille d'indicateurs formalisée et la diversité des applications de terrain du concept de développement durable,

un consensus est nécessaire. **La mise en œuvre d'une grille de développement durable urbain se doit d'être souple, en permettant l'expression de projets et de solutions variées**.

2.1 Etat de l'art : Enjeux de la mise en place d'indicateurs territoriaux

En vue de construire une grille d'évaluation de durabilité urbaine adaptée à des projets d'éco-quartiers, nous passons par une phase d'observation des différents outils évaluatifs existants. Cela permet de mettre à jour les spécificités des outils en termes d'utilisation ou de structuration (outils à but évaluatif, ou portant sur l'analyse de territoire notamment).

2.1.1 Etat des lieux des grilles existantes

Cette vision globale des différentes méthodes précise les utilisations faites de ces outils en tant que produits finis et les démarches utilisées par les concepteurs pour transcrire et diffuser leurs idées sous forme évaluative ; les « règles » sous-tendues par ces grilles. Tous ces éléments permettent de mieux visualiser la phase de conception de grille d'indicateurs, de justifier l'utilisation d'un tel outil évaluatif dans le cadre de cette thèse, de choisir spécifiquement les particularités d'une grille d'indicateurs de développement durable urbain adaptée à notre sujet.

Voici la liste de quelques-unes des grilles que nous avons observées:

Figure 70 (TABLEAU): Exemple de grilles d'indicateurs de durabilité de territoires consultées durant la thèse.

Nom de la grille	Description	Références
Méthode ADEQUA	Grille multicritères des quartiers sur les thématiques d'environnement, aux personnes, à la qualité des ambiances intérieures et extérieures, élaborée dans le cadre de la thèse de Frédéric Cherqui et du projet Adequa	(CHERQUI, 2005)
Grille ARPE	Mise en place pour les villes de Midi-Pyrénées : cette grille propose 27 indicateurs de développement durable urbain et sert d'outil pédagogique.	(ARPE MIDI-PYRENEES)
Guide de la Qualité Environnementale dans l'Architecture et l'Urbanisme à Grenoble (ou l'ABC de la QE à Grenoble)	Guide d'évaluation de projets selon 3 domaines : Aménagements, Bâtiments neufs, Constructions à réhabiliter, déclinée sous la forme de 40 fiches recto-verso au total. Ce n'est pas un référentiel, mais un guide de construction.	(VILLE DE GRENOBLE SERVICE URBANISME, 2006)
Méthode HQE²R (Haute Qualité Environnementale et Economique dans la Réhabilitations des bâtiments et le Renouvellement des quartiers »	Projet de recherche mené entre 2001 et 2004 sous la coordination du CSTB en vue de proposer des outils, méthodes et guides de recommandations ou de bonnes pratiques pour les opérations d'aménagement ou de renouvellement urbain. A été testé sur 14 quartiers européens. Se décline en 4 phases, 5 objectifs, 21 cibles, 51 sous-cibles et 61 indicateurs.	
Guide pour le renouvellement urbain durable de la métropole lilloise	Outil méthodologique destiné aux acteurs de renouvellement urbain pour positionner leurs actions par rapport aux enjeux du développement durable, élaboré autour de 5 axes principaux.	(A.D.U.L.M. & AL, 2005)
Grille RST_{02}	Outil de questionnement et d'analyse en vue de mettre en lumière les points forts d'un projet suivant les critères du développement durable. Mise en place par le Réseau Scientifique et Technique (R.S.T.) qui associe la D.G.U.H.C.[73], les C.E.T.E.[74] et le C.E.R.T.U.[75]. Cet outil s'organise autour de 27 critères.	(SAULNIER, 2006)
Checklist South East	Grille disponible sur Internet, permettant d'évaluer son projet d'urbanisme durable. Elle est répartie autour de 8 thématiques.	(S.E.E.A. & B.R.E., 2006)

[73] D.G.U.H.C. : Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Construction

[74] C.E.T.E. : Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement

[75] C.E.R.T.U. : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques.

De ces observations et analyses de grilles et des différentes lectures bibliographiques, apparaissent certaines spécificités et distinctions concernant les différents outils évaluatifs :

2.1.2 Théorie sur les indicateurs territoriaux

De l'analyse des différents existants, assortis de lectures bibliographiques sur le thème ressortent les éléments suivants :

Les principaux outils d'évaluation de territoires

En ce qui concerne l'aspect évaluatif des territoires, trois notions d'indicateurs sont mises en évidence dans la littérature : **Indicateurs de base**, **Indicateurs synthétiques**, **Systèmes d'indicateurs** (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 753). Les systèmes d'indicateurs sont privilégiés pour la mesure du développement à l'échelle territoriale (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 757), les indicateurs permettant d'obtenir seulement les visions de certains aspects d'un territoire. Les indicateurs spécifiques doivent refléter les mesures choisies par le territoire concerné. Regroupés, ils permettent de faire aboutir une certaine vision synthétique des orientations mises en place sur les territoires sujets de l'évaluation.

Rôles et formes auxquelles peuvent répondre les grilles d'indicateurs territoriaux

Les grilles d'indicateurs se doivent de satisfaire à trois visions (BOULANGER, 2004):

- la rigueur scientifique (qualité de la méthodologie),
- l'efficacité politique (utilité pour la prise de décision)
- la légitimité démocratique (constitution d'un public adapté via une enquête sociale).

Les grilles d'indicateurs territoriaux répondent à un besoin spécifique des acteurs d'urbanisme pour la mise en place de projets urbains, ou l'évaluation des projets sur leur territoire. Elles permettent :

- de poser un regard global sur les projets,
- d'effectuer un retour d'expérience du terrain, d'améliorer la connaissance du territoire.
- Elles établissent un lien de comparaison équitable des opérations les unes par rapport aux autres.
- Elles fournissent des arguments validés scientifiquement en vue de communiquer à travers des arguments quantifiés, vis-à-vis de la qualité des résultats obtenus.
- Elles permettent la vérification de la concordance de l'application des objectifs mondiaux et globaux par les projets locaux.

Les grilles d'indicateurs territoriaux dans leur finalité permettent ainsi de **diagnostiquer**, d'**évaluer**, d'**analyser**, de **questionner** des projets ou des politiques, de **préconiser des conseils**, de **comparer** dans le temps ou dans l'espace.

Les grilles peuvent intervenir dans la phase étude, construction et diagnostic.

Elles sont sollicitées par des acteurs divers tels que des acteurs publics, des associations, des bureaux d'études cherchant à obtenir un regard nouveau et scientifique.

Les grilles revêtent des appellations différentes : systèmes d'indicateurs de développement durable, Outils de Questionnement et d'Analyse vis-à-vis du Développement Durable (O.Q.A.D.D.).

Les modes de présentation peuvent diverger: fiches thématiques, méthodes d'évaluation, questionnaires en ligne abordent la mise en place d'indicateurs territoriaux.

Leur structuration varie suivant les finalités recherchées (diagnostic pré-opérationnel, évaluation post-projet…), suivant les échelles de territoires considérées (bâtiments, projets urbains, quartiers, ville ou pays).

La structuration des indicateurs de grilles sous forme d'arborescence est fréquente.

La mise en place d'une grille de durabilité urbaine est un projet, selon lesquels chacun des éléments cités, doit faire l'objet d'une justification.

Entre grille générale et grille spécifique : des enjeux différenciés

On peut noter la présence de multiples grilles permettant d'évaluer les territoires en termes de développement durable. Ce grand nombre de supports évaluatifs, peut s'expliquer par le caractère évolutif et non stabilisé du concept de développement durable urbain. Cela entraine une adaptation par chaque acteur des grilles selon les objets évalués et les enjeux souhaités par les acteurs de la grille. *« Il n'existe pas à ce jour de système d'indicateurs de références, généralisables aux différentes échelles infranationales »* (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 753).

A travers ces nombreux supports évaluatifs existants peuvent être distinguées les **grilles générales** qui permettent de proposer un cadre commun à de nombreuses situations, aux **grilles spécifiques** qui elles prennent en compte des caractéristiques plus précises de certains projet.

En effet, une grande majorité des systèmes d'indicateurs applicables à un ou plusieurs territoires, peuvent être des systèmes d'indicateurs génériques, transposables à l'ensemble

des territoires (10% d'entre eux selon (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 756)) : les grilles générales. Elles permettent ainsi comparaison forte et fiable entre projets évalués (LAZZERI & PLANQUE, 2006) puisque jugés selon les mêmes critères. Cependant, une grille générale prend peu en compte les spécificités d'un territoire (indicateurs non modifiés et appliqués d'un territoire à l'autre selon le même mode de calcul). Une grille formulée spécifiquement pour un territoire, conçoit certes, une bonne prise en compte des conditions locales mais permet difficilement des comparaisons inter-territoires (LAZZERI & PLANQUE, 2006).

La grille demeure le reflet de la spécificité du projet, elle en est une synthèse. Cette particularité complexifie l'analyse entre grilles et l'émergence d'un cadre commun pour assurer l'expansion du développement durable. Les concepteurs de grilles désirent une évaluation fine des conditions du territoire et des enjeux durables urbains à développer. De nombreux territoires trouvent nécessaires de façonner leur propre grille, comme Lille avec son Guide méthodologique (A.D.U.L.M. & AL, 2005), ou Grenoble à travers la mise en place d'un guide de la qualité environnementale de la ville (VILLE DE GRENOBLE, 2006), afin de répondre à des besoins particuliers.

2.1.3 Etapes de structuration des grilles

Plusieurs étapes lors de la construction d'une grille d'indicateurs peuvent être distinguées:

Figure 71 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Méthodologie globale utilisée pour la création de la grille d'indicateurs de durabilité territoriale.

En termes techniques :

- Le choix des axes structurants doit être simple, dans un souci de lisibilité de la grille.
- Les axes choisis doivent pouvoir mettre en évidence des problématiques urbaines que nous jugeons essentielles pour la typologie du territoire considéré.

- Les indicateurs choisis devront pouvoir être évaluables. Il s'agira de pouvoir récupérer les données sur le sujet.

Figure 72 (DIAGRAMME) : Ingrédients nécessaires à la construction de la grille

Choix des axes structurants

L'agencement des grilles se base sur la prise en compte de thématiques souvent récurrentes[76] en développement durable urbain :

Figure 73 (LISTE) : Quelques exemples de thématiques abordées de manière récurrente pour les évaluations territoriales de développement durable urbain

Il est nécessaire de procéder à un choix de thématiques abordées.

Les regroupements de ces différentes thématiques divergent d'une grille à l'autre, bien que grand nombre de structurations d'évaluations choisissent de se baser de manière simple sur les trois piliers du développement durable que sont l'environnement, le cadre social, le cadre économique et posent parfois un quatrième pilier structurant que peut être la gestion

[76] Certains auteurs soulignent cependant l'absence d'enjeux récurrents dans les grilles d'indicateurs (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 758).

institutionnelle du projet. La présentation sous forme d'enjeux est parfois également envisagée. Les choix de structuration permettent de distribuer les indicateurs de manière logique et ayant du sens.

La difficulté à garder une structuration de grille stable réside entre autre du fait que les relations entre les différentes thématiques abordées peuvent être multiples, puisqu'on se situe dans l'analyse complexe qu'est un territoire.

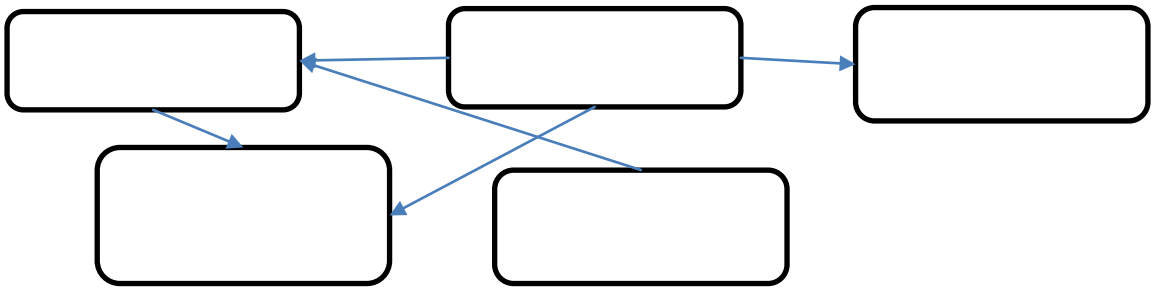


Figure 74 (SCHEMA) : Exemple de liens multiples pouvant apparaitre entre thématiques différentes, supposant une multitude de structuration d'outils d'évaluation

Choix des indicateurs

Une fois la structuration thématique choisie, il est nécessaire d'y apposer des indicateurs. La difficulté en prenant des indicateurs spécifiques et donc précis, est de shunter une part de la réalité du territoire. En effet, choisir certains indicateurs signifie occulter certaines parts de réalité. L'attention portée sur certains points, ne le sera plus sur d'autres. De même, en termes d'échelle, se limiter à des points d'entrées exclusivement locaux, fait perdre de vue la dimension plus globale et l'interactivité avec les autres territoires. Il est donc nécessaire de trouver le compromis entre spécialisation et généralités, comme ce point était déjà abordé précédemment.

Les indicateurs se doivent de présenter des qualités de pertinence vis-à-vis de l'aspect du territoire à évaluer. La fiabilité de la description du critère à évaluer doit être vérifiée. Les indicateurs doivent présenter la faculté d'être aisément mesurables sur l'intégralité des territoires concernés par l'évaluation. Ils doivent pouvoir être facilement compréhensibles ou interprétables. Ils peuvent être qualitatifs ou quantitatifs selon les besoins évaluatifs et les données disponibles.

Le nombre des indicateurs reste problématique. Un faible nombre facilite la prise de décision (AYONG LE KAMA & AL, 2004), (SPANGENBERG, 2002) car il concentre les résultats du territoire. Plus le nombre d'indicateurs est grand, plus l'intégralité des facettes du territoire peut être considérée.

Le manque d'acuité et la non adéquation à la réalité du terrain est souvent reprochée aux grilles. La mesure par indicateurs nécessite en effet d'instituer une distance vis-à-vis du sujet concerné, en vue de son évaluation. Malgré ces points négatifs, les grilles revêtent des utilités non négligeables.

La notion de pondération intervient pour les indicateurs synthétiques (DESCAMPS & VICARD, 2010, P. 753), car les indicateurs n'ont pas tous la même importance. Il s'agit donc d'attribuer à chacun d'entre eux des coefficients spécifiques.

2.2 Définition du projet de grille

La théorie sur le rôle des grilles d'indicateurs en général ayant été spécifiée, il s'agit désormais de justifier la création de la grille créée et de présenter sa méthode de structuration.

2.2.1 Justification de la mise en place d'une grille pour les territoires tropicaux

De manière générale le besoin de formalisation des éco-quartiers se fait ressentir suite à l'expansion et la matérialisation de projets, afin d'apporter un cadre structurant et de comparaison. Le concours national éco-quartier, puis récemment le « label EcoQuartier » mis en place dans une période similaire à cette thèse, témoignent d'ailleurs de cette volonté de créer une certaine lisibilité pour les nouveaux projets, des questionnements actuels concernant l'évaluation de projets de durabilité urbaine et sur la nécessité d'instituer un cadre évaluatif commun à tous les projets d'éco-quartiers sur le territoire français.

La mise en place d'une grille spécifique à l'évaluation de projets de quartiers durables en milieu urbain tropical est essentielle et pertinente pour présenter les particularités de conception. A notre connaissance, aucune grille n'a été repérée pour évaluer les territoires tropicaux. Les grilles concernent généralement des contextes de milieux tempérés dans lesquels les bâtis se doivent d'être chauffés. Or les climats chauds présentent un cadre d'évaluation particulier avec des conditions d'aménagements spécifiques, en particulier au niveau thermique. La création de la grille de durabilité urbaine de cette thèse, se justifie donc.

2.2.2 Types et phases de projets concernés

La grille mise en place se positionne en tant **qu'outil d'évaluation de projets de construction de nouveaux quartiers durables sur des sites vierges, mais également de projets de renouvellement urbain**. L'objectif est de pouvoir évaluer les projets **en phase projet** (à partir des données de projet)**, en phase construction**, mais également **en phase finale**.

L'outil permet ainsi d'être adéquat à toutes les situations de projet. La grille peut également être juste lue pour avant-projet pour pouvoir s'approprier les enjeux de conception. Elle peut également être utilisée au cours du projet comme une *check-list*[77], permettant de vérifier si un projet a englobé des problématiques de développement durable et ainsi permettant de le compléter.

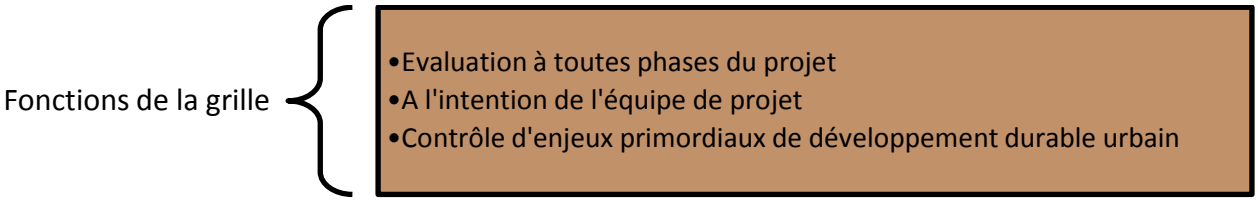


Figure 75 (LISTE) : Fonctions souhaitées de la grille d'indicateur à créer dans le cadre de cette thèse

2.2.3 Possibilités d'évolution de la grille

La grille est évolutive. Elle a été créée au moment de la thèse comme étant représentative des enjeux majeurs identifiés avec des indicateurs et une structuration justifiée. Il n'est pas exclu de la voir évoluer, ni de lui voir proposer de nouveaux enjeux, sous réserve de justifications. De même, dans ce projet la grille s'adapte à l'échelle quartier, mais il est possible de transcrire les enjeux globaux à une autre échelle de territoire (ville, région) telle qu'une ville ou une région.

La thèse a permis la structuration d'un outil : Structuration globale d'une grille, mise en place d'un système de notation, modalités de remplissage. Elle peut être adaptée selon les territoires considérés, si ceux-ci différent dans leurs enjeux majeurs.

Le projet de grille ayant été énoncé, il s'agit de le définir plus précisément :

[77] Check-list : outil de vérification de l'intégralité des points-clefs.

2.3 Structuration choisie de la grille

2.3.1 Questionnements liés aux choix de structuration des thématiques

Lors de la création de la grille, de son choix de structuration et d'indicateurs, il s'agissait de déterminer les enjeux à prioriser l'intégralité de ces enjeux. *Par exemple : La nature des sols, concerne à la fois les enjeux de perméabilité des sols liés à l'écoulement des eaux et est également liée à la présence d'espaces plantés en ville. Dans la grille cet élément sera présenté selon un angle hydrologique ou de végétalisation ?*

Cette volonté de conserver les liens multiples entre enjeux, tout en structurant de manière simple et ordonnée les indicateurs, a complexifié les combinaisons possibles de structuration de grille.

Selon nous, référencer les territoires selon les piliers du développement durable ne semblait pas opérationnel et paraissait générer de nombreuses redondances et/ou des oublis importants (CHARLOT-VALDIEU & OUTREQUIN, 2009B, P. 18). Or le quartier est un élément complexe, qu'il s'agit de révéler sous une forme systémique, riche. En simplifiant trop les liens entre thématiques ce caractère ne semblait pas être conservé. *« Le développement durable ne peut se réaliser pleinement dès lors qu'il n'est pas globalisé »* (BESANCENOT, 2008, P. 3). La classification « thématique » n'a donc pas retenu notre attention. Il s'agissait d'élaborer une grille d'analyse sous un autre angle.

2.3.2 Choix d'une structuration de grille fondée sur l'opérationnalité des projets

Une autre vision dans la construction de notre grille a alors semblé convenir à notre philosophie. Celle de proposer une grille opérationnelle depuis son plan jusqu'à son application. Nous avons alors développé la grille sous formes d'Axes structurants, d'Objectifs à atteindre, de Stratégies proposées et d'indicateurs ; ces derniers permettent d'évaluer sur le terrain les points qui sont concrètement à mettre en œuvre. Les axes choisis sont ceux, qui après de multiples réflexions se sont révélés proposer un portrait complet du quartier et être les plus stables.

2.3.3 Les avantages de la structuration choisie

Ces trois axes vont être développés dans la suite de ce document (Partie 2 – Chapitre 3), cependant nous pouvons d'ores et déjà mettre en évidence les avantages de cette structuration:

- Une grille non cloisonnée dans une structuration essentiellement thématique, mais également adaptée aux différents stades d'élaboration d'un projet.
- Une grille qui considère les modes de vie des habitants et qui veille à ce que leur qualité de vie soit anticipée par un travail de fond de structuration et d'intelligence de l'habitat, permettant de générer des éléments positifs en termes de respect de l'environnement et des ressources.
- Une grille qui considère que les quartiers durables sont certes du bâti à leur disposition mais dans lequel ils vont pouvoir générer eux-mêmes des modes de vie différents et vertueux.
- De nombreux acteurs de l'urbanisme insistent sur le fait qu'on ne peut prétendre à ce qu'un quartier remplisse tous les points de durabilité. Il s'agira pour les territoires urbains, dans une vision d'ensemble, de mettre en œuvre des mesures globalement durables dans leurs démarches.

3 *OBSERVATIONS SUR LES INDICATEURS EN MILIEU TROPICAL*

Nous différencions les mesures à introduire dans un espace urbain tropical vis-à-vis du concept de durabilité urbaine, selon trois niveaux de propositions de conceptions urbaines :

- Il apparait en effet dans le choix des indicateurs que les mesures nécessaires à la mise en œuvre d'un éco-quartier s'inspirent des mesures qui se retrouvent dans les éco-quartiers d'Europe du Nord. Elles seront nommées Solutions généralistes.
- Certaines des mesures sont certes communes aux éco-quartiers européens, mais se voient utilisées de manière plus fréquente sous climat tropical de par certaines spécificités du contexte.
- Enfin, d'autres indicateurs sont très spécifiques aux territoires tropicaux : les mesures **endémiques**.

Les indicateurs et mesures durables tropicales se différencient en somme de par leur **fréquence d'utilisation** en comparaison aux éco-quartiers, ou de par **l'innovation des mesures et les particularités de celles-ci à répondre aux spécificités des climats chauds**.

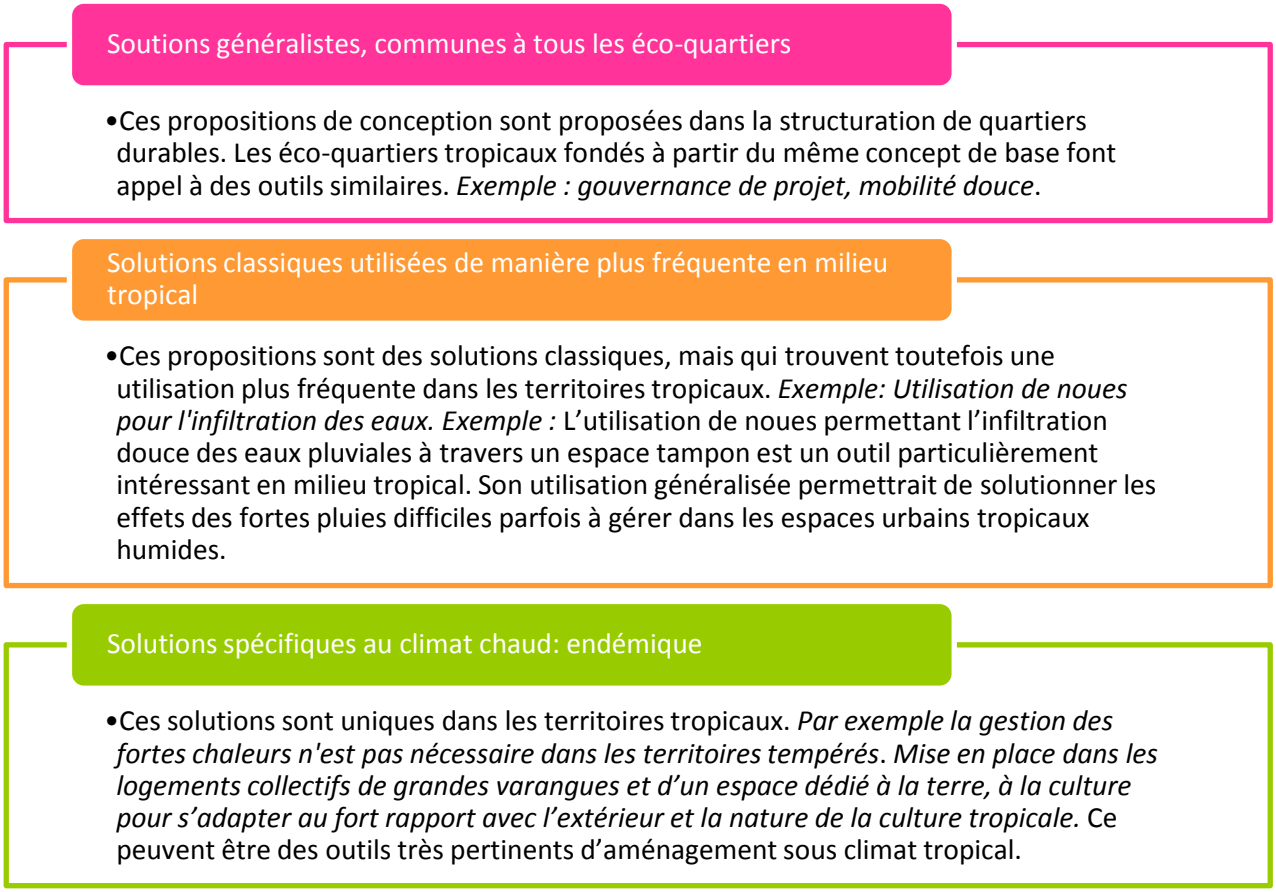


Figure 76(LISTE ARBORESCENTE) : Distinction de trois familles d'indicateurs, sous climat tropical

Figure 77 (TABLEAU): Exemple d'indicateurs pouvant convenir aux différentes familles d'indicateurs distinguées sous climat tropical (cf. : Figure précédente)

Solutions communes à tous les éco-quartiers	Solutions plus fréquentes dans le contexte tropical	Solutions locales
Participation des habitants	Introduction de végétalisation dans la ville Il s'agit d'un élément primordial de structuration urbaine en milieu tropical, tant pour l'aide à la conception des bâtiments, qu'en termes esthétiques	Création d'espaces publics adaptés à la population Les activités pourront s'étendre plus en extérieur puisque La Réunion bénéficie d'un climat propice aux sorties presque toute l'année. Cependant la protection solaire devra être pensée. Les espaces devront être multi générationnels
Insertion de mixité sociale La mixité se doit également d'être générationnelle : La Réunion comporte en effet un fort taux de jeunes de moins de 18 ans.	Valorisation énergétique L'île présente un grand potentiel en termes de valorisation énergétique	
Développer les transports en commun Bien insister sur la protection solaire des arrêts pour les piétons.	Diminution de consommation de ressources L'île est dépendante de l'importation de nombreuses ressources, créant une empreinte écologique très importante	
Créer une mixité de fonctions urbaines		
Favoriser des déplacements doux Pour favoriser les déplacements doux en milieu tropical il est nécessaire de protéger les espaces de passage et les espaces d'attente		

CONCLUSION DE LA PARTIE 1

Les prises de conscience, au niveau international, de la fragilité environnementale et de l'impact anthropique, dans l'augmentation des conséquences, sont apparues dans la deuxième moitié du 20ème siècle. Elles ont enclenché un processus de réflexion sur la mise en place de solutions plus adaptées, en matière d'aménagement du territoire, et permettent d'envisager la mise en place d'un cadre de vie en évolution constante. Les villes durables et leur dénomination sous l'appellation éco-quartiers (ou quartiers durables) sont les déclinaisons pratiques du concept de durabilité urbaine proposé pour satisfaire les nouveaux enjeux contemporains. Elles proposent une alternative contemporaine à la ville ultra-consommatrice de ressources tournées vers un mode de vie plus sain, des rencontres entre habitants et des modes de consommation plus vertueux.

Les éco-quartiers, proposés sous forme de prototypes expérimentaux, en Europe du Nord à la fin du 20ème siècle, présentent les meilleures solutions écotechnologiques disponibles. Ils sont désormais dans une phase de généralisation et d'expansion et ont conquis de nombreuses collectivités à l'échelle mondiale. En pleine construction, le concept de durabilité urbaine ne bénéficie pas d'une théorie strictement définie. Par tâtonnements, les quartiers durables tentent diverses applications des objectifs au gré des financements, des volontés des acteurs, des spécificités des territoires et de la réglementation. Ils essaient de proposer des solutions adaptées au contexte contemporain et aux territoires dans lesquels ils s'intègrent. Les solutions se construisent jour après jour. Elles modifient les modalités de conception des espaces, les pratiques urbaines, les paysages urbains et les modes de vie.

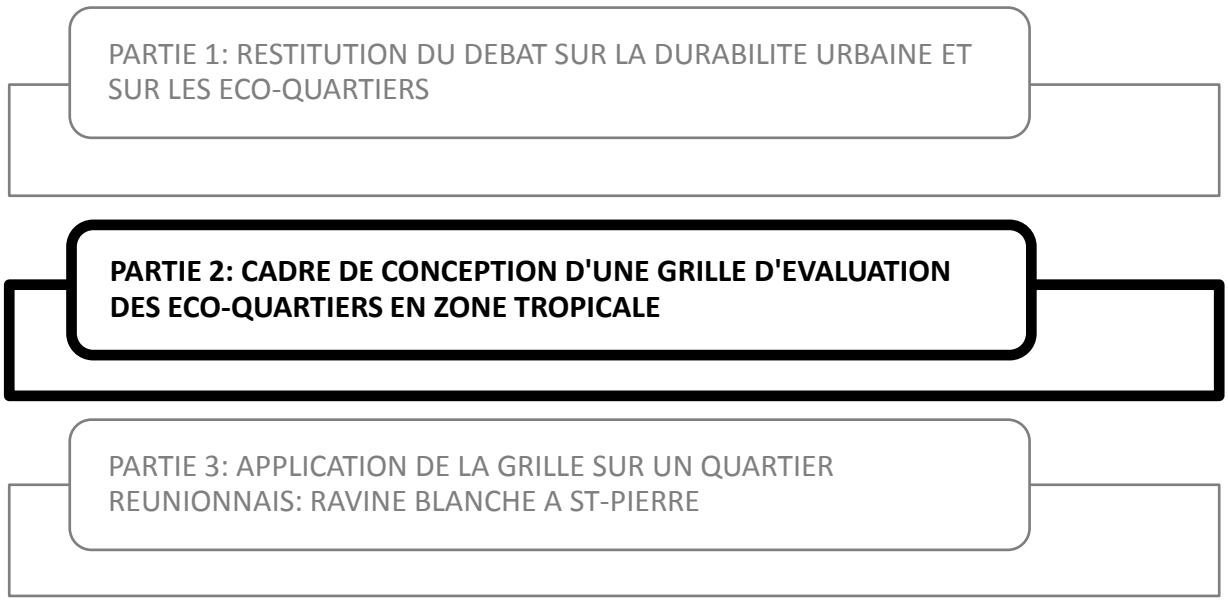
L'intégration du concept de durabilité urbaine sous territoire tropical se doit de répondre à des enjeux spécifiques et d'être particulièrement performants pour trouver des solutions adaptées et être précurseur en matière de recherche, puisque les territoires tropicaux sont entre autres anticipateurs en matière d'effet du réchauffement climatique. De plus les territoires tropicaux et l'adaptation du développement durable concerne nombre de territoires. Il est essentiel de réfléchir à des solutions performantes, pour continuer à trouver des solutions urbaines efficaces et qui soient particulièrement adaptées à un climat chaud.

TRANSITION

Il apparait que le modèle d'éco-quartiers, apparu dans les années 80, et issu d'Europe du nord, dans son processus de recherche de structuration, trouve son développement dans des applications spécifiques, dépendantes du territoire considéré. Il convient d'adapter pour le milieu tropical et pour les structurations urbaines sous climat chaud, des mesures spécifiques. Nous convenons de développer plus spécifiquement cette thématique dans la Partie suivante.

PARTIE 2 CADRE DE CONCEPTION D'UNE GRILLE D'ÉVALUATION DES ÉCO-QUARTIERS EN MILIEU TROPICAL

Dans cette Partie 2, nous tentons d'explorer les possibilités d'adaptation du modèle d'éco-quartier sous un climat chaud (climat tropical humide, mais pouvant également faire l'objet d'épisodes de sécheresse). En abordant l'exploration du territoire de l'île de La Réunion, Département d'Outre-Mer français de l'Océan Indien (Chapitre 1), des solutions de conceptions durables urbaines sont proposées pour imager des pistes permettant d'améliorer les confort thermique des villes sous climat chaud, de développer la végétation locale au profit de l'aménagement urbain mais également de créer un cadre de vie agréable (Chapitre 2). Cette vision du développement durable urbain sera formalisée sous forme d'un système de 50 indicateurs structurés autour de 3 axes majeurs (Chapitre 3).



PLAN DETAILLE DE LA PARTIE 2 : CADRE DE CONCEPTION D'UNE GRILLE D'EVALUATION DES ECO-QUARTIERS EN ZONE TROPICALE

INTRODUCTION DE LA PARTIE 2

CHAPITRE 1 : CONSTRUIRE EN FONCTION DU CONTEXTE, LE CAS DE LA REUNION

- Précisions sur l'approche de la recherche
- L'île de La Réunion: modèle urbain d'application
- La ville génératrice de son propre confort thermique, exploration bibliographique

CHAPITRE 2: PROPOSITION DE SOLUTIONS DE CONCEPTION URBAINE EN MILIEU TROPICAL

- Piste d'adaptation de conception urbaine vis à vis du contexte tropical
- Transfert de connaissances de l'habitat traditionnel réunionnais vers les bâtiments bioclimatiques
- Agir sur l'organisation de l'espace pour créer de nouveaux modes de vie

CHAPITRE 3: CREATION D'UN OUTIL D'EVALUATION DE DURABILITE URBAINE EN MILIEU TROPICAL

- Axe 1 - Evaluer l'adaptation de l'espace urbain vis à vis des conditions environnementales du site
- Axe 2 - Evaluer l'impact de l'espace urbain sur l'environnement
- Axe 3 - Evaluer l'organisation de l'espace urbain et la qualité de vie qui en ressort

CONCLUSION DE LA PARTIE 2

INTRODUCTION DE LA PARTIE 2

La contribution de la thèse dans le domaine scientifique **repose majoritairement sur la construction d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine, afin d'évaluer le niveau de durabilité des projets d'éco-quartiers en milieu tropical.**

La première Partie de la thèse était principalement portée sur la recherche de définitions des éco-quartiers et de la durabilité urbaine et permettait de situer les enjeux globaux du contexte tropical. Maintenant que ce point est établi, **la Partie 2 permet de lier le concept général à des données plus pratiques relatives au climat tropical**, de **développer une réflexion de recherche de solutions urbaines durables** et de créer un outil applicatif d'évaluation de ces territoires. Cet outil sera appliqué en Partie 3 sur un quartier local.

La grille souhaite évaluer des quartiers durables situés dans les bas de La Réunion, territoire soumis à un climat chaud et humide, **dans un cadre de vie développé**[78]. Le contexte urbain est cependant différent du modèle métropolitain, l'urbanisation forte y est récente (tournant en 1948 à la départementalisation de l'île) et dépend à la fois d'influences issues de la colonisation mais aussi des courants urbains venus d'Europe, qui en font un modèle urbain spécifique façonné par les particularités locales.

Un résumé de présentation du territoire réunionnais sera présenté en Paragraphe 2 du Chapitre 1, avant de proposer des solutions de conceptions urbaines spécifiques observées chez des praticiens locaux (Chapitre 2).

Pour mener à bien cette recherche d'exploration des éco-quartiers réunionnais, un paragraphe initial (Paragraphe 1 du Chapitre 1) permettra de présenter les spécificités du modèle d'éco-quartiers tropicaux que nous souhaitons explorer et qui sont au nombre de trois déclinaisons.

Un quartier durable tropical :

- Efficient climatiquement ;
- Agréable à vivre et ouvert sur l'extérieur
- Très végétalisé

[78] Justification de ce choix dans le Paragraphe 1 du Chapitre 3 de la Partie 1 : **sous-chapitre 1.3**

Ces choix d'explorations sont selon le raisonnement mené des solutions à forts impacts écologiques et sociaux, à moindre coût. Le but étant d'insister sur de bonnes logiques de réflexions, de valoriser les atouts locaux et la valorisation des ressources naturelles.

La finesse[79] et l'originalité des choix urbains et architecturaux doivent considérer au mieux le climat local (Paragraphe 2 du Chapitre 1) et proposer des modes d'habiter adaptés à la chaleur, être au plus près des enjeux et réalités du tissu existant mais aussi cohérents vis à vis des enjeux du globe[80] :

Le Chapitre 2 synthétise ces enjeux et **propose des applications concrètes et expérimentations urbaines et architecturales** permettant d'ensemencer l'espace urbain tropical de plus de richesses. Ces mesures concernent l'échelle du bâti ainsi que la gestion des espaces de vie dans la ville tropicale. Ces pistes de solutions sont issues d'observations de pratiques de praticiens locaux (architectes, urbanistes, écologues) engagés dans l'urbanisme durable. Elles sont recoupées et complétées par un filtre d'analyse scientifique suite à lecture de données issues de la bibliographie mondiale sur la climatologie urbaine (Paragraphe 3, Chapitre 1) et à des réflexions sur des logiques de conceptions urbaines plus durables.

Ainsi les deux premiers Chapitres, complétés par tous les jalons déjà présentés en Partie 1 vont permettre de poser le cadre de construction de cette grille et de justifier certains choix de structuration de la grille, d'indicateurs, de seuils d'évaluations choisis. **La cinquantaine d'indicateurs sera dévoilée dans le Chapitre 3** et permet puisque tout est posé, l'expression de la théorie mêlée à des éléments pratiques d'application du développement durable urbain.

[79] Des solutions adaptées, étant au plus près des réalités locales du territoire local.

[80] Certains enjeux mondiaux énoncés en Partie 1, Chapitre 1

CHAPITRE 1 CONSTRUIRE EN FONCTION DU CONTEXTE : LE CAS DE LA RÉUNION

Le premier chapitre détaille les facettes selon lesquelles seront abordées la recherche, à travers le choix de 3 déclinaisons du modèle d'éco-quartier tropicaux (Paragraphe 1 du Chapitre 1 de la Partie 2). Il présente également le territoire réunionnais et son climat (Paragraphe 2). Il s'attelle ensuite à donner quelques points issus des recherches sur la climatologie urbaine et le confort thermique urbain des villes tropicales, issues de la bibliographie (Paragraphe 3). Dans l'optique de créer une grille d'indicateurs, il est nécessaire de poser des jalons permettant de structurer sa mise en place. Les éléments du Chapitre 1 permettent de situer le cadre général auquel la grille va répondre.

1 *PRECISIONS SUR L'APPROCHE DE LA RECHERCHE :*

1.1 Spécificités souhaitées du modèle d'éco-quartier tropical

Le modèle idéal d'éco-quartiers vers lequel nous nous proposons de tendre en vue de résorber nombre de problématiques auxquelles sont sujettes les quartiers en milieu tropical sont les suivants:

- **Un quartier durable tropical confortable thermiquement ;**
- **Un quartier durable tropical agréable à vivre et ouvert sur l'extérieur ;**
- **Un quartier durable tropical très végétalisé.**

Un quartier durable tropical « Confortable thermiquement »

Nous proposons que les conditions urbaines qu'elles soient intérieures (dans un bâti) ou extérieures (dans la rue) **atteignent idéalement une température maximale de 32°C.** Nous imaginons que l'habitant d'un quartier lambda dans le milieu urbain doit pouvoir prétendre bénéficier de cette température en ville quel que soit l'endroit où il se trouve, comme s'il se trouvait sous un arbre durant une journée ensoleillée.

Un quartier durable tropical agréable à vivre et ouvert sur l'extérieur.

Nous considérons également que les conditions d'un éco-quartier en milieu urbain tropical doivent permettre à un habitant de se sentir dans la rue ou l'espace public, aussi bien que chez lui.

La personne doit ainsi avoir envie de sortir, de rencontrer du monde à l'extérieur, de se sentir en totale sécurité, de pouvoir admirer la végétation et être dans un espace calme et agréable.

Dans le concept d'éco-quartiers proposé, l'espace public prolonge l'espace privé. Ainsi nous suggérons que l'extérieur soit vécu comme une résidence secondaire. Dans les modes de vie tropicaux, la vie en extérieur est un élément privilégié et nécessaire à l'équilibre de vie.

Un quartier durable tropical très végétalisé.

Le climat tropical offre de par ses conditions d'ensoleillement et parfois de pluies, des conditions essentielles à la croissance des végétaux. Les espaces tropicaux à l'échelle mondiale présentent des richesses floristiques et faunistiques indéniables, qu'il convient de développer et de pérenniser dans la ville. Dans le modèle de quartier durable proposé, la végétation est un élément essentiel de la conception urbaine.

Figure 78 (DIAGRAMME) : Trois spécificités de modèles d'éco-quartiers tropicaux sélectionnés, en vue de transparaitre dans la grille d'indicateurs créée dans le cadre de cette thèse. Les choix d'actions privilégiés.

Le modèle d'écoquartiers tropical[81] proposé considère le côté environnemental, associé à une recherche d'amélioration du confort thermique sous climat chaud et humide et parfois sec. Il cherche à nuire le moins possible à son environnement et à s'inclure dans le fonctionnement urbain global de la manière la moins perturbante possible pour les habitants.

Figure 79 (PHOTO) : Confort thermique souhaité dans un quartier durable tropical, celui ressenti sous un arbre lors d'un fort ensoleillement (Espace ombragé du quartier de Ravine Blanche avant rénovation urbaine)

[81] L'échelle de quartier lors de l'appropriation du concept permet de prendre en compte le vécu d'un habitant au quotidien, ainsi que ses déplacements. Le choix de l'échelle de fonctionnement de la ville et les solutions durables tropicales qui en découlent, pourrait faire l'objet d'une autre thèse. L'impact du bâti sur son environnement immédiat ainsi que dans son rapport avec le cycle des ressources à l'échelle mondial est considéré (recherche de limitations d'impacts à échelle locale et globale).

Avantages des modèles proposés

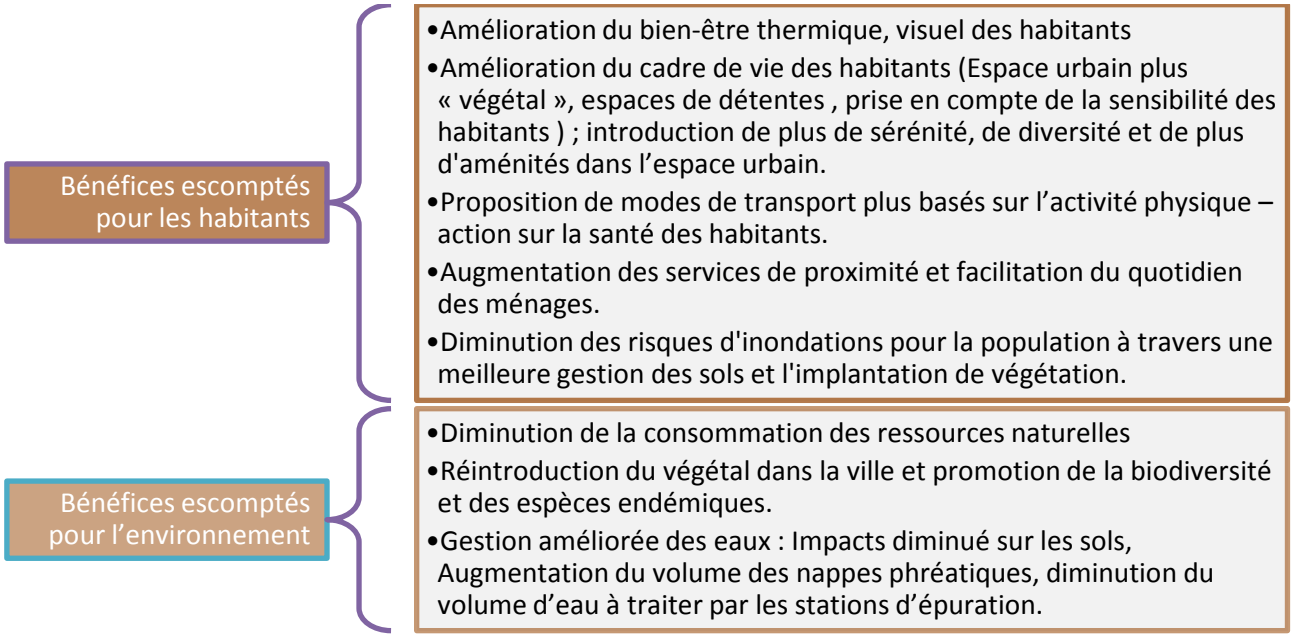
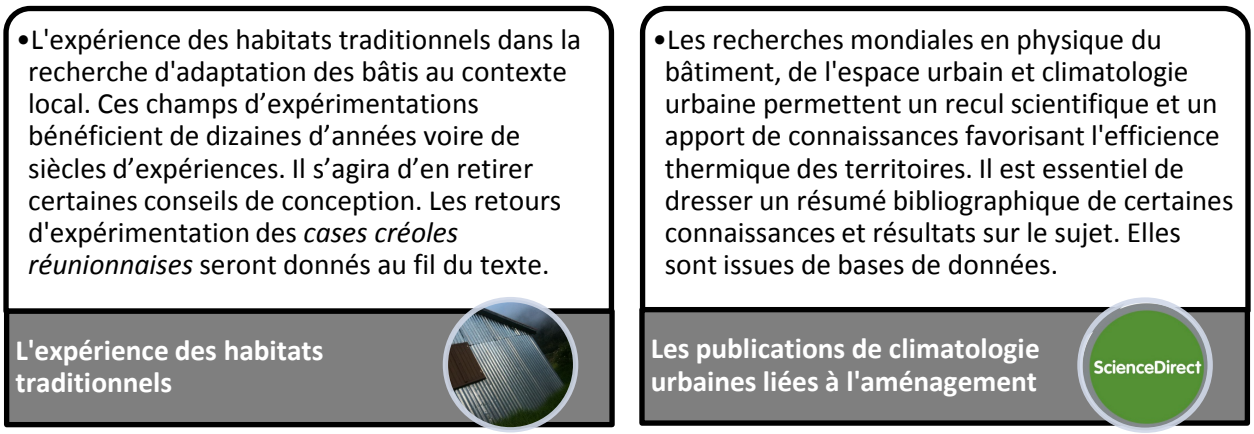


Figure 80 (DIAGRAMME) : Exemples de solutions résolues grâce aux modèles de quartiers durables tropicaux proposés

Le modèle proposé est dans tous les sens du terme pensé de manière immédiate ou retardée (action sur le réchauffement climatique) pour le bénéfice de l'habitant.

1.2 Les sources de connaissances sur la conception en milieu urbain tropical

La réflexion s'appuie sur quatre champs majeurs de connaissances sur ce sujet que sont l'expérience des habitats traditionnels, les publications scientifiques, l'expérience de mon laboratoire de recherche et de praticiens en urbanisme et architecture au niveau local :



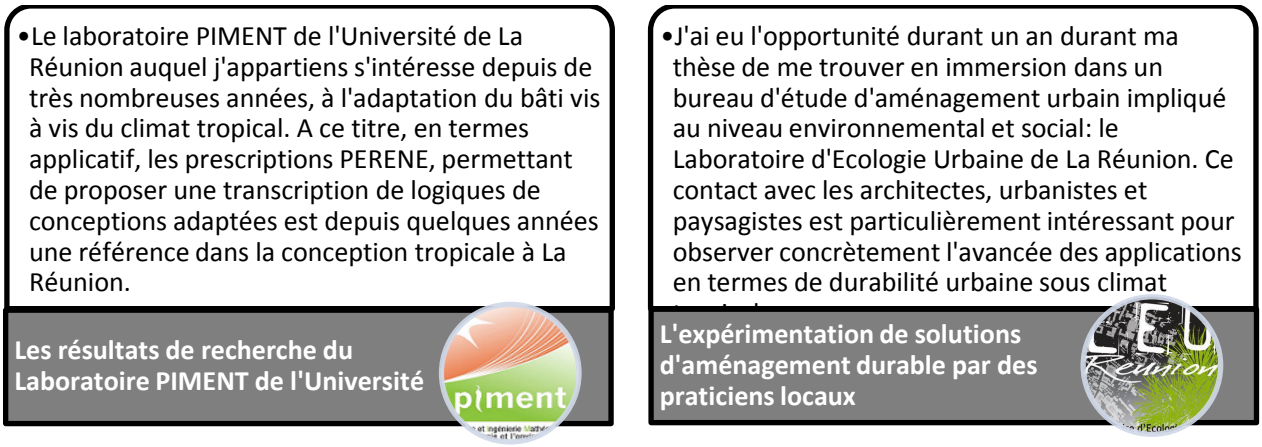


Figure 81 (LISTE) : Champs de connaissances majeurs sur lesquels s'appuient la création de la grille et la réflexion sur le modèle d' éco-quartiers tropicaux

La consultation de ces quatre sources de connaissances, assortie des réflexions sur la durabilité urbaine permet d'explorer le modèle de quartier durable adapté au climat tropical.

1.3 Une étude considérant les modalités de structuration urbaine pour le bien-être des habitants.

Cette thèse s'oriente en se positionnant selon le point de vue d'aménageurs et d'urbanistes au service des habitants. L'objectif est de créer un quartier qui par ses choix en termes de choix de structuration de bâtis, d'orientation, de formes urbaines, de mode de fonctionnement urbains, soit plus efficient vis-à-vis du contexte climatique[82] et local.

L'action sur les bâtis et les espaces urbains, **représente potentiellement un bénéfice énorme pour la société : efficience énergétique, meilleur confort thermique ;** optimisation des fonctionnements urbains et des pratiques quotidiennes des habitants; création **d'un quartier qui limite son impact sur l'environnement et sur l'humain**.

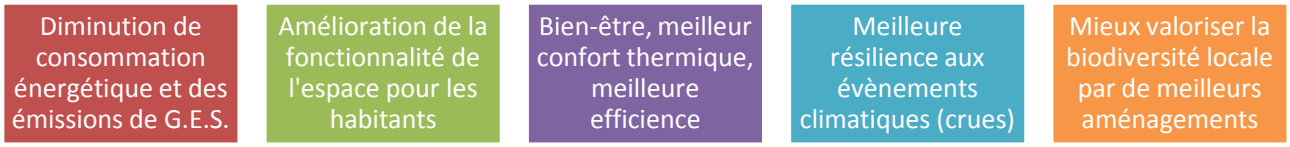


Figure 82 (LISTE) : Bénéfices engendrés par des optimisations de la structuration urbaine au climat local

En ce sens, observer en tant que chercheur, **à travers des paramètres justifiés,** la manière dont l'aménagement durable peut s'exprimer dans les projets est essentiel. Le positionnement

[82] Le contexte climatique entraine une modification des choix de structuration des bâtis, sur les choix d'appropriation des espaces urbains, sur les pratiques quotidiennes et les choix d'activités.

de **la thèse apporte donc un éclairage sur les structures qui sont mises au service des habitants, leur rôle dans la durabilité urbaine** et la nécessité de réflexions sur celles-ci.

Idéalement, il aurait pu être intéressant, à travers un écran de lecture sciences humaines dans la thèse de s'intéresser par exemple aux attentes et aux idéaux des habitants vis-à-vis des projets de quartiers durables tropicaux ; au vécu, à l'avis, au ressenti des habitants suite aux premiers essais de quartiers durables créés en zone tropicale par exemple. Il aurait également été envisageable d'étudier l'objet quartier durable tropical sous l'aspect :

- économique en vue d'estimer les meilleurs scénarios financiers ;
- ingénierie en vue d'analyser les éco-technologies et leurs impacts;
- biologie en analysant par exemple les meilleures conditions de développement des végétaux en milieu urbain.

Chacune des analyses se justifie et relève de thématiques et d'angles très intéressants.

Nous avons cependant choisi **d'analyser le cadre bâti proposé** en vue de mieux comprendre et mettre en évidence des critères qui peuvent rendre plus confortable et efficient **d'un point de vue technique et environnemental** un quartier durable tropical. Cet aspect présente en effet un impact fort sur l'organisation des espaces ; les études sont encore rares sur le sujet même si existantes; les applications sur le sujet sont encore en phase de tests. Cette thématique a fortement attiré notre attention.

Dans notre étude, même si les habitants ne sont pas directement interrogés sur leurs choix de vie en climat tropical, ils restent au centre des préoccupations de l'étude ; puisque c'est en vue du bien-être thermique notamment qu'est pensée la structuration des quartiers présentée.

2 *L'ILE DE LA REUNION : MODELE URBAIN D'APPLICATION*

En vue d'appréhender le modèle d'éco-quartiers sous climat tropical, le territoire réunionnais va être observé. Le but est de mettre en exergue les principaux enjeux et spécificités du modèle, sur ce territoire et de proposer des solutions.

Ce cadre de vie a été choisi car il présente plusieurs spécificités : (i) La diversité des situations climatiques envisageables sur ce territoire, (ii) Les forts enjeux de croissance de population et de gestion de l'habitat et de l'espace à gérer dans les prochaines décennies ; (iii) La nécessité de diminuer l'empreinte écologique du territoire et de diminuer la dépendance aux importations et d'améliorer le Coefficient d'Energie Primaire de l'île.

2.1 Des atouts majeurs et des contraintes spécifiques

L'île de La Réunion se situe au sud-ouest de l'Océan Indien dans l'archipel des Mascareignes, aux coordonnées géographiques 21°Sud - 55°Est.

Elle se localise à 700 km à l'est de Madagascar, à 180 km au sud-ouest de l'île Maurice ; à 9000 km environ de la France. Cette ile d'origine volcanique, est encore jeune : trois millions d'années. Son urbanisation a commencé il y a environ 400 ans de cela par l'arrivée de quelques colons sur l'île.

Figure 83 (CARTE) : Localisation de La Réunion au sud-ouest de l'Afrique dans l'Océan Indien (PARC NATIONAL, 2008)

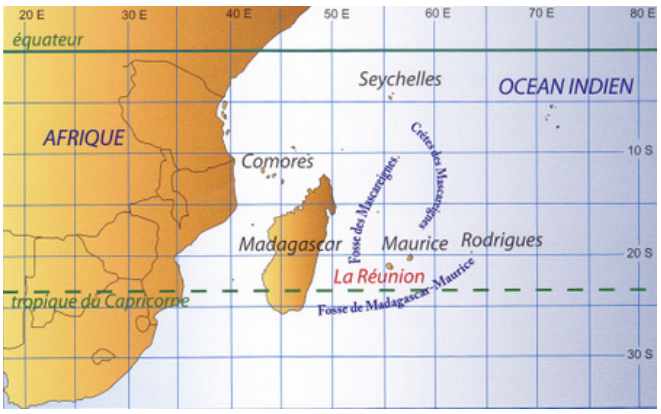


Figure 84 (CARTE) : Localisation de La Réunion (METEO FRANCE, 2011)

Zone : Océan Indien

Statut : Département d'Outre-Mer français

Superficie : 2512 km^2,
Diamètre max : 70 km. 207 km de périmètre.

Classée au patrimoine mondial de l'UNESCO

% de Surface réservée au parc national : 40%

Nombre d'habitants : 808 500 en 2008 (dernier recensement) (I.N.S.E.E., 2008)
1 061 000 habitants estimés en 2040

Parc de logements : 305 258 (I.N.S.E.E., 2008)

2.1.1 Relief, structuration générale et régime climatique

Le littoral de l'île se situe au niveau de la mer, le cœur de l'île est montagneux, des pentes de 8 à 12° se dessinent depuis le littoral vers le cœur de l'île (PARC NATIONAL, 2008).

Un centre montagneux

En termes de structuration, le cœur de l'île de La Réunion, montagneux se compose de trois cirques[83] habités : Salazie, Cilaos et Mafate. Ce dernier étant uniquement accessible à pied par des sentiers ou par hélicoptère. Le piton de la fournaise, massif volcanique encore actif sur l'île rentre encore régulièrement en éruption. Son caractère effusif permet d'y assister de manière encadrée. L'île bénéficie d'espaces naturels exceptionnels. A ce titre

[83] Dépression (de plus de 1000 mètres à La Réunion) en termes de relief, de forme circulaire, entourée de remparts montagneux.

pitons, cirques et remparts ont été reconnus en 2010 comme Patrimoine mondial de l'UNESCO (PARC NATIONAL, 2010). Le Piton des neiges, sommet de La Réunion culmine à 3070 mètres.

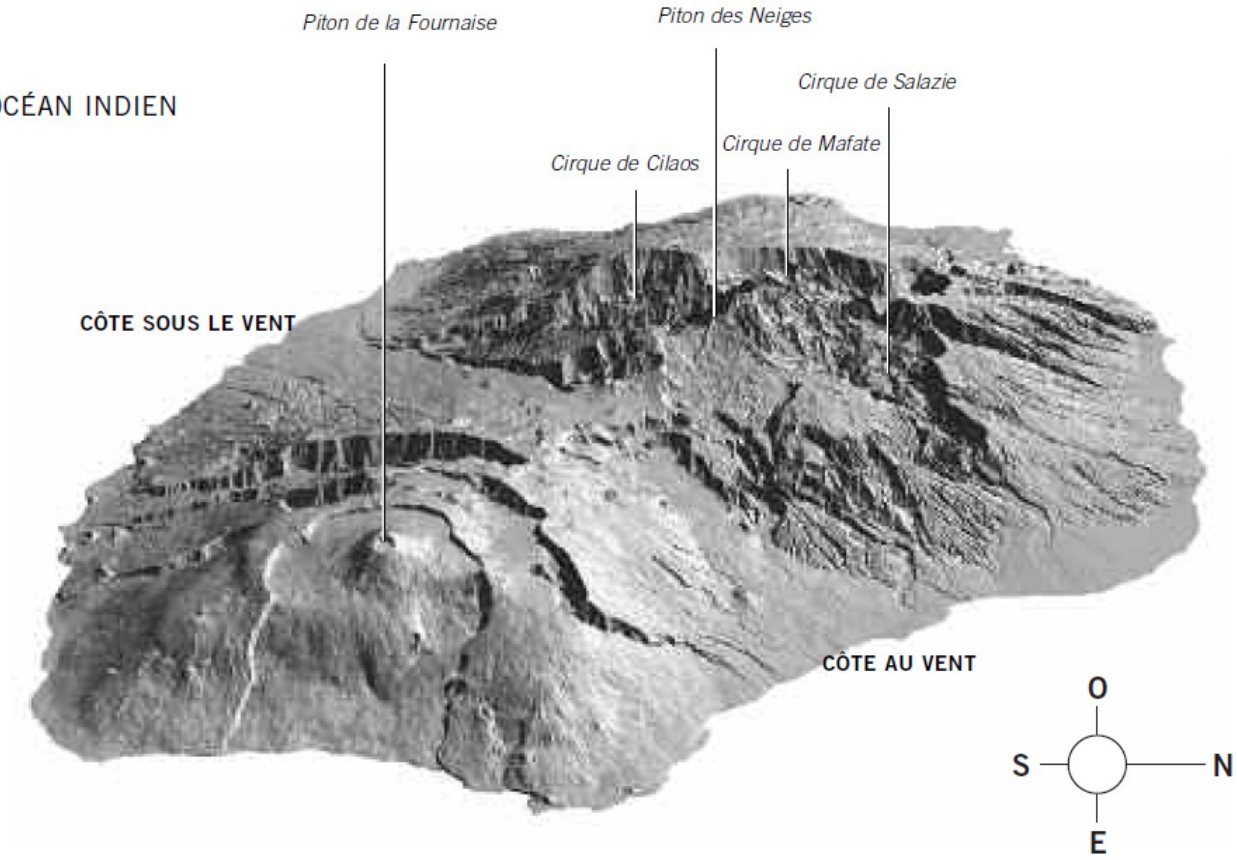


Figure 85 (CARTE 3D) : Modélisation de l'île de La Réunion, observée depuis sa façade Est (PARC NATIONAL, 2008)

Les « bas » de l'île plus chauds

Sa géographie confère à l'île une différenciation de trois climats dépendants des altitudes. Sont distingués notamment les « bas », assez chauds, des « hauts » : mi- pentes plus fraiches. En effet, l'altitude tend à faire descendre globalement la température d'un gradient d'environ 0,7-0,8°C tous les 100 mètres d'altitude. De plus, les formations nuageuses, s'accumulant sur les hauteurs de l'île diminuent globalement la durée d'insolation de ses zones qui captent de ce fait moins de chaleur.

Sur l'île, le différentiel thermique ressenti, observable en quelques dizaines de minutes de déplacements peut être d'une trentaine de degrés. *Ainsi, une vêture d'hiver pour un individu se situant dans la zone du volcan au Pas de Bellecombe, évoluera en vêture d'été si l'individu descend quelques dizaines de minutes plus tard sur les plages du littoral.* Il s'agit d'une diversité de milieux qui est rarement observable sur un espace aussi restreint.

Les **trois isothermes majeurs apparaissant sur l'île** sont donc **liés à l'altitude** de manière assez prononcée. N.B. : Des noms différents et des limites variantes en termes d'altitudes sont apposés, dépendants des publications observées (METEO FRANCE, 2011, P 58) (PARC NATIONAL, 2008, P.82) (GARDE & AL, 2009) :

Figure 86 : Les trois grands climats de La Réunion

Zones d'altitudes considérées	Caractéristiques climatiques majeures
Les sommets : les hautes altitudes Altitude ≥ 1700-1800 m	Climat tempéré, appelé aussi zone froide selon les publications Tmoy ≤ 15°C
Les « hauts » : les mi- pentes, 200-300-400 m ≤ altitude ≤ 1700-1800 m	Climat Subtropical aussi appelée zone tempérée selon les publications 13°C ≤ Tmoy ≤ 23°C
Les « bas » : les littoraux et les basses-pentes; altitude ≤ 200 -300 ou 400 mètres selon les publications	Soumis à un climat tropical, présentant des caractéristiques chaudes Tmoy ≥ 20°C

Zones climatiques considérées

La cartographie des prescriptions PERENE (GARDE & AL, 2009) à La Réunion propose de différencier plusieurs zonages climatiques en fonction desquelles seront adaptées les constructions. **Les « bas » de l'île de La Réunion** caractérisent notre territoire d'étude, matérialisés par les **zones 1 et 2** de la cartographie PERENE et regroupent à elles deux environ 80% de la population de l'île.

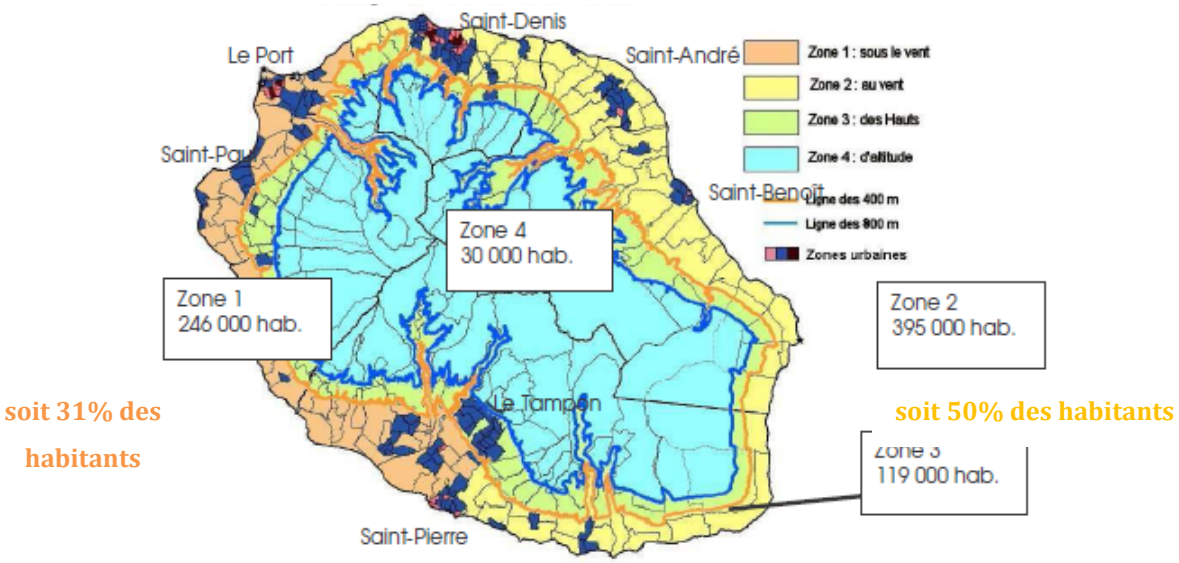


Figure 87 (CARTE) : Zonage climatique[84] proposé dans PERENE en vue d'adapter les constructions aux différents contextes climatiques (GARDE & AL, 2009).

[84] Le zonage climatique de La Réunion est issu d'une compilation de données de températures, de vent et de pluviométrie.

2.1.2 La Réunion, synonyme de diversité

L'île de La Réunion de par son histoire présente une structuration unique. Elle recèle :

- une très forte biodiversité : 230 espèces végétales endémiques mais également des espèces faunistiques uniques au monde (PARC NATIONAL, 2008, PP. 163-170 ET PP. 344-345)
- une grande diversité de microclimats : plus de 300 recensés.
- des milieux naturels aux caractéristiques très différentes : 130 types recensés (PARC NATIONAL, 2008, P 302).

Encore aujourd'hui le caractère naturel de l'île est exceptionnel, pourtant il faut être conscient que le caractère exceptionnel naturel de l'île s'est déjà dégradé depuis l'arrivée de l'homme sur l'île et l'urbanisation. **Il ne reste aujourd'hui plus que 30% des forêts primaires** initialement présentes sur l'île, selon les estimations**.** Et **près de la moitié des espèces endémiques et indigènes sont menacées**.

Les bas de l'île sont principalement fragilisés par l'impact de l'homme puisque très construits. Pollution atmosphérique, des sols, des eaux ; Pollution lumineuse; dépôts de déchets alimentaires favorisant la prolifération de rats et de chats sauvages, utilisation de produits chimiques, utilisation des sols, cueillettes ; lessivage des sols par les pluies ; câbles ; prolifération d'espèces végétales invasives, autant de causes à cette fragilisation des milieux naturels.

Les enjeux de préservation sont importants pour préserver les richesses floristiques et faunistiques qui existent encore. Il s'agit de préserver les espaces naturels encore existants au cœur de l'île, mais également de favoriser la perduration des espèces du littoral qui doivent survivre malgré la pression urbaine :

- Présence de vertébrés endémiques dans la zone littorale (PARC NATIONAL, 2008, P 344-345). *Exemple : présence du gecko de Manapany, nidification d'oiseaux : pétrels de Barau.*
- Présence sur le littoral de reliquats de forêts primaires : espaces de savane, forêts semi-sèches (façade Ouest) ; forêts de bois de couleur des bas (sur la façade Est) à préserver.
- Présence de lagons sur le littoral Ouest principalement, présentant des intérêts écologiques forts, fragilisés et sensibilisés par l'impact anthropique.

La ville réunionnaise en termes de développement durable urbain se doit de devenir un atout dans la préservation de cette biodiversité, à travers **:**

- ⇨ L'instauration active de zones intra-urbaines de protection et de revalorisation de ces écosystèmes faunistiques et floristiques: jardins, parcs végétalisés, instauration de corridors écologiques.
- ⇨ Des écosystèmes adaptés au climat local pour limiter l'entretien et l'apport d'eau.
- ⇨ Des écosystèmes intégrant différentes strates arbustives pour complexifier le milieu.
- ⇨ Diminuer les pollutions lumineuses de l'espace urbain pour limiter les écueils d'échouages d'oiseaux, la perturbation des cycles nycthéméraux.
- ⇨ Limiter l'utilisation de produits chimiques pour favoriser la biodiversité en termes d'insectes et de petits vertébrés et favoriser la santé humaine également
- ⇨ Gérer et diminuer les déchets pour limiter la prédation des rats et chats sauvages sur les œufs et jeunes oiseaux.
- ⇨ Gérer les écoulements des eaux pluviales, les pollutions des eaux.
- ⇨ Gérer la préservation des littoraux.

2.1.3 **Patrimoine et identités culturelles de l'île**

En ce qui concerne la population réunionnaise, l'histoire de l'île, les multiples vagues de peuplement, la proximité de l'île avec les différentes côtes de l'Océan Indien (Inde, Chine, Madagascar) et la colonisation ont favorisé une population hétéroclite et métissée composée de : Créoles, Malbars, Zarabs, Yabs, Chinois, Zoreils, communautés qui cohabitant ensemble. Cette mixité fait de ce lieu un espace unique. Cette **diversité culturelle** se retrouve dans le paysage réunionnais à travers la présence de lieux de cultes multiples et variés qui et participent à la **richesse patrimoniale de l'île**. La population bénéficie de riches racines historiques desquelles émerge une **identité propre** de l'île caractérisée par la diversité des cultures. L'identité linguistique de l'île est caractérisée par **le créole réunionnais**.

L'île de La Réunion bénéficie d'une incroyable richesse humaine et culturelle qu'il convient de vivre pour la saisir et la vivre dans son intégralité au niveau humain et sensoriel (sonore, visuel, par les senteurs).

Le quartier durable réunionnais se devra d'intégrer et de valoriser dans ses aménagements la diversité identitaire de ses habitants, de favoriser la cohabitation des différentes sphères culturelles ; conserver les éléments patrimoniaux et historiques de l'île tout en favorisant la qualité de vie adaptée à l'époque actuelle ; de valoriser les identités spécifiques et l'identité commune réunionnaise.

2.1.4 Quelques contraintes liées à l'insularité

Le caractère insulaire de l'île influe nécessaire sur sa structure, les modes de vie et fonctionnements économiques et spatiaux mis en place. Quelles sont donc les contraintes ?

Un foncier limité

L'île de La Réunion se caractérise par un littoral urbanisé et par un cœur de l'île dédié au Parc National créé en 2007, permettant de conserver en son centre **un cœur naturel protégé**. Près de 1054 km^2 sont dédiés à ce parc, soit environ 40% de la surface de l'île. La surface hors Parc national reste donc de 1458 km^2 qui doit permettre d'accueillir espaces urbains, espaces agricoles et espaces naturels. Sur ce territoire limité, car insulaire, la pression foncière est forte.

D'autres espaces naturels sont identifiés à divers endroits de l'île et font l'objet de plusieurs types de protections. Il s'agit des derniers reliquats des forêts primaires sur l'île par exemple ou alors du lagon Ouest classées en réserves marines.

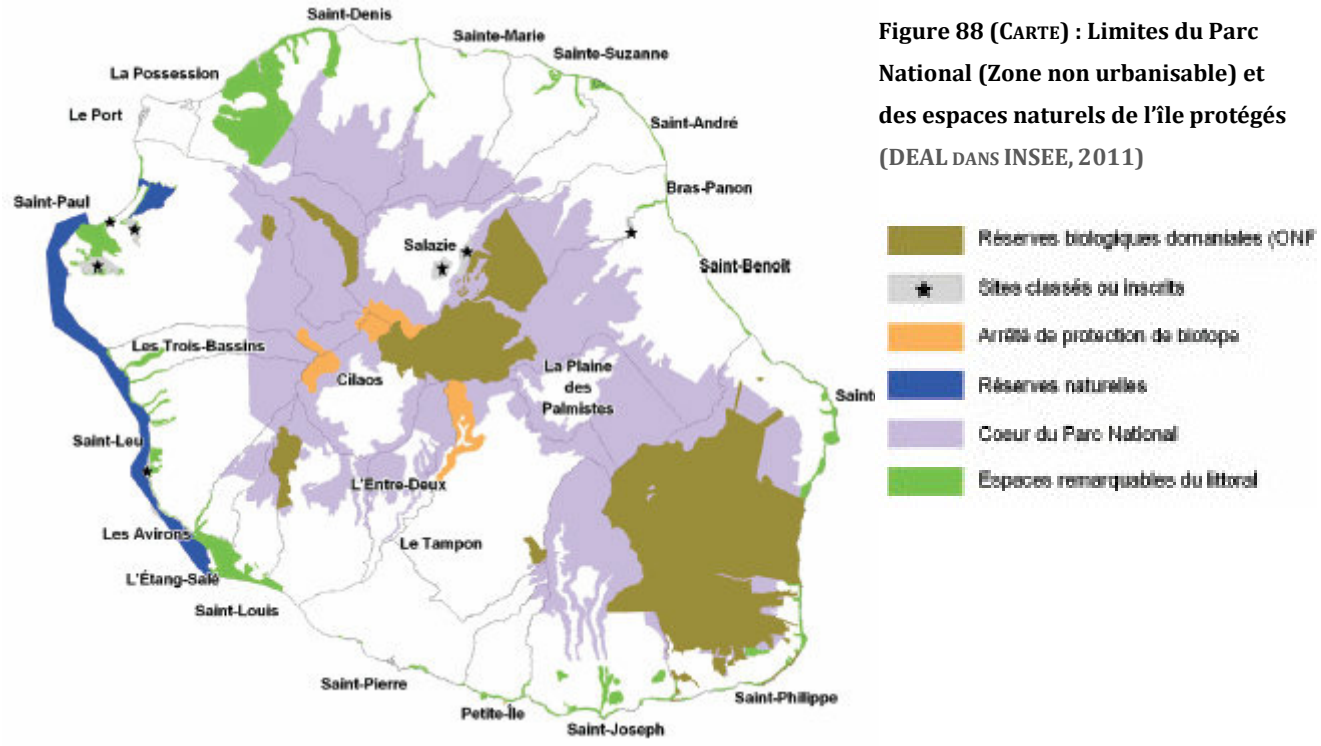


Figure 88 (CARTE) : Limites du Parc National (Zone non urbanisable) et des espaces naturels de l'île protégés (DEAL DANS INSEE, 2011)

Une île décentralisée

L'île se retrouve donc de par sa position excentrée dans l'Océan Indien et dépendante des importations : alimentaires, énergétiques, de matières premières ; même si en termes énergétiques l'île présente déjà un taux conséquent dédié aux énergies renouvelables dans son mix énergétique ; un taux supérieur à celui de métropole, exemplaire (SAVIDAN & AL, 2008).

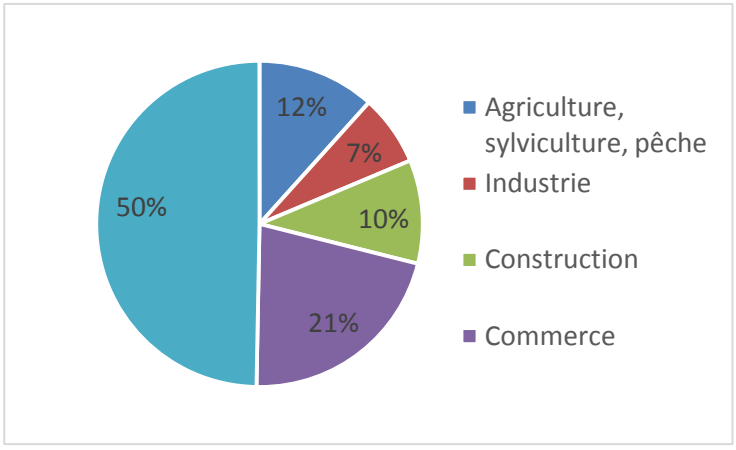


Figure 89 (DIAGRAMME) : Répartition des entreprises par secteurs d'activités à La Réunion, toutes tailles confondues. Réalisé à partir des données (INSEE, 2011)

L'économie de l'île est fortement basée sur le secteur des services. En effet, l'industrie est peu développée du fait du fort éloignement des matières premières.

Concernant le secteur vivrier et l'élevage, l'agriculture fortement basée sur la canne à sucre, se trouve concurrencée par les produits importés. La pression sur le foncier limite au fil des années les surfaces agricoles, secteur pourtant essentiel pour tendre vers l'autosuffisance alimentaire. Les caractéristiques de localisation et d'excentralisation conditionnent largement le développement économique, tributaire de déplacements coûteux et de nombreuses importations.

En terme de structuration de ville durable tropicale, il s'agira de favoriser un mode de vie, axé sur les cultures locales, l'utilisation d'arbres fruitiers locaux, la libération d'espaces de culture dans l'espace urbain pour améliorer l'autosuffisance alimentaire des espaces urbains.

Des modes de vie plus locaux, des diminutions de consommations de ressources tels que le propose le concept de quartier durable se trouvent adaptés ici, puisque La Réunion est fortement dépendante énergétiquement et en matières premières vis-à-vis des importations.

2.2 Urbanisation de l'île

Au niveau de la population, l'urbanisation a débuté il y a environ 400 ans par quelques dizaines d'habitants, l'île compte aujourd'hui plus de 833 000 habitants (calcul au 1er janvier 2010). Le million d'habitant est prévu à l'horizon 2030, soit un accroissement estimé à 27 % pour 2040 si les tendances démographiques se prolongent (I.N.S.E.E., 2012). Les besoins en logements vont donc être forts pour les prochaines années compte tenu de la pression foncière et environnementale.

A quoi ressemble le modèle urbain actuel réunionnais ?

2.2.1 Les phases d'urbanisation de l'île au 20ème siècle

Deux phases d'urbanisations ont conditionné l'île de La Réunion au 20ème siècle, **le tournant majeur est 1946**. La départementalisation de l'île à cette date, après des années de colonisation autour des cultures de la canne, du café a profondément modifié les paysages et engendré une croissance urbaine très forte qui se ressent encore aujourd'hui. Les modifications statutaires ont entrainé de grandes transformations: amélioration des conditions sociales, fuite des espaces agricoles entrainant une transition agricole vers un mode de vie plus urbain et plus tourné vers les services, amélioration des conditions de santé, croissance de la population.

On note progressivement à partir de cette date, une croissance des villes et de l'espace urbain, une élévation progressive des bâtiments. Les modes de vie et les paysages de l'île ont été bouleversés en l'espace de quelques décennies.

Avant 1945, la colonisation (Phase de prédépartementalisation)

- Espaces très ruraux, activités développées majoritairement autour des cultures et du commerce
- Culture fortement développée autour de la canne à sucre
- Quelques infrastructures structurantes, surtout développées autour des activités cannières

1946, la départementalisation (Phase de post-départementalisation)

- Augmentation du niveau de vie
- Entrainant un départ des espaces urbain vers les villes; des "hauts" vers les "bas"
- Augmentation progressive du nombre d'infrastructures urbaines, des soins de santé, structures scolaires.
- Evolution très rapide de l'évolution de la tâche urbaine et de la consommation de biens, boosté par des aides de l'Etat et européennes

Figure 90 (LISTE) : Les deux phases majeures d'urbanisation à La Réunion au 20ème siècle

2.2.2 Localisation des zones urbanisées

Le développement urbain se répartit au début du 21ème siècle sur les pourtours de l'île : dans les zones littorales, les mi- pentes et les hauts, suivant le réseau routier majeur ceinturant l'île. Cependant les bas de l'île accueillent la majeure partie de la population réunionnaise. 24 communes structurent cette île.

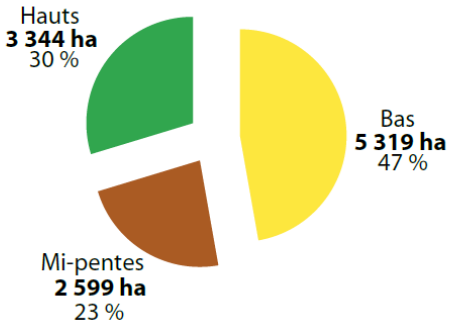


Figure 91 (DIAGRAMME) : Répartition altitudinale de la tâche urbaine en 2008 sur le territoire sud (AGORAH, 2008)

Selon la cartographie PERENE, les zonages 1 et 2 caractérisant **les « bas » de l'île**, accueillaient en 2009 près de 81% de la population de l'île. Ces zones abritent donc **une**

majorité des espaces urbains. L'ouverture de la route des tamarins en 2009, dans l'ouest, dans les mi- pentes (jusqu'à 200 m d'altitude), tend à rehausser le tissu urbain dans l'Ouest de l'île.

L'urbanisation de l'île reste très spécifique et l'analyse de la tâche urbaine se fait avec des outils différents de ceux utilisés en métropole, du fait de l'urbanisation récente de l'île et du caractère constructif spontané de l'urbanisation créant des tâches urbaines moins structurées qu'en métropole.

2.2.3 Visage urbain de La Réunion au début du 21ème siècle

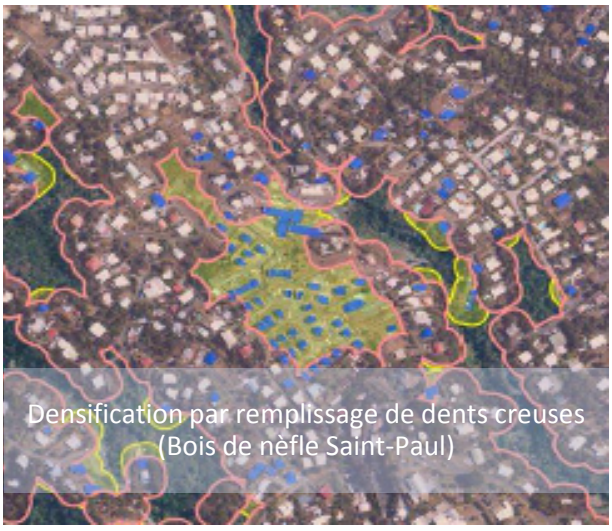
L'analyse des tâches urbaines à La Réunion montre une **urbanisation étalée (en moyenne 11 logt/ha en 2008)**, présentant un **caractère mité** et des tendances à une **extension urbaine encore forte**.

Tâche urbaine de La Réunion en 2008:
27 389 hectares

- Dans cette tâche urbaine:
  - **25% est constitué d'habitat dense**: *La densité dans le mode de calcul ne tient pas compte de la hauteur, il se peut donc que la densité ne soit pas optimisée sur la parcelle*
  - **55% est constitué d'habitat étalé**
- Taux d'évolution de la tâche depuis 1997: 2% par an (535 ha/an)
- Evolution plus forte dans la région Sud et Est

Figure 92 (LISTE) : Résultats d'étude d'évolution et de typologie de la tâche urbaine entre 1997 et 2008 à La Réunion (AGORAH, 2010)

L'étalement urbain se poursuit de différentes manières sur l'île, exemples:


Densification par remplissage de dents creuses (Bois de nèfle Saint-Paul)

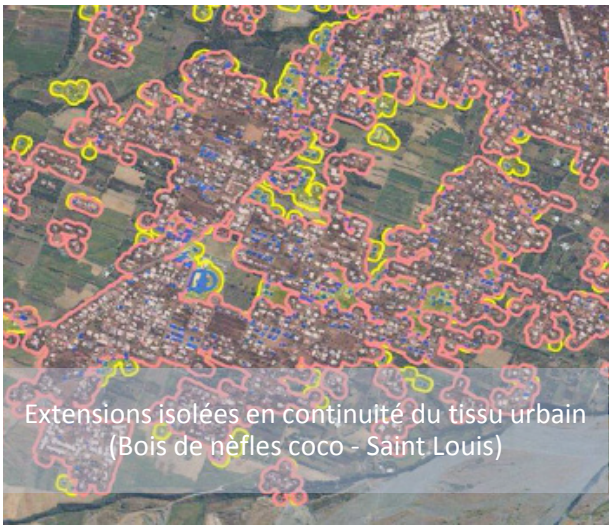
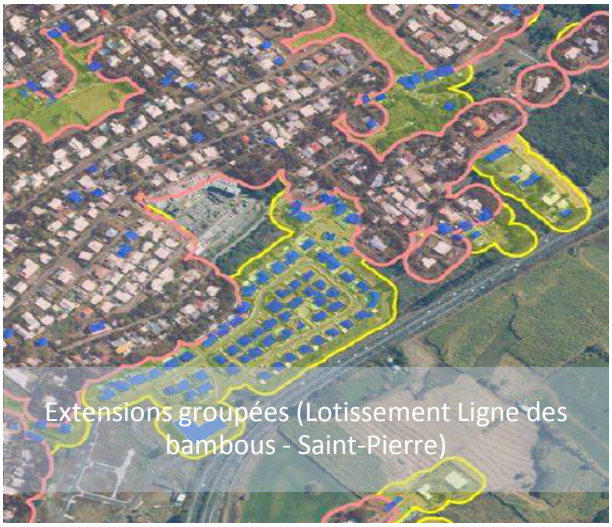
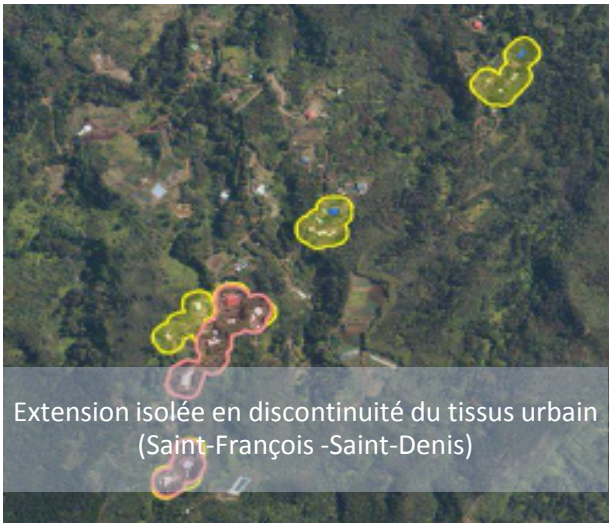

Extensions isolées en continuité du tissu urbain (Bois de nèfles coco - Saint Louis)

Figure 93 (PHOTOS AERIENNES COMMENTEES) : Différents exemples d'étalement et de mitage urbain à La Réunion, 4 photos (AGORAH, 2010)

Les extensions sous forme de Z.A.C. permettent d'obtenir de manière plus organisée dans le cadre d'un projet de territoire des densités de 22 à 45 logements/ha (AGORAH, 2010).





Caractéristiques de la tâche urbaine

Les **reproches faits aux zones d'extensions** sont leur **manque d'organisation** et **de cohérence vis-à-vis du tissu existant**, la **non-optimisation des parcelles**, la création de tâches urbaines morcelées créé le mitage de terres agricoles et d'espaces naturels et rend la lisibilité des espaces difficiles.

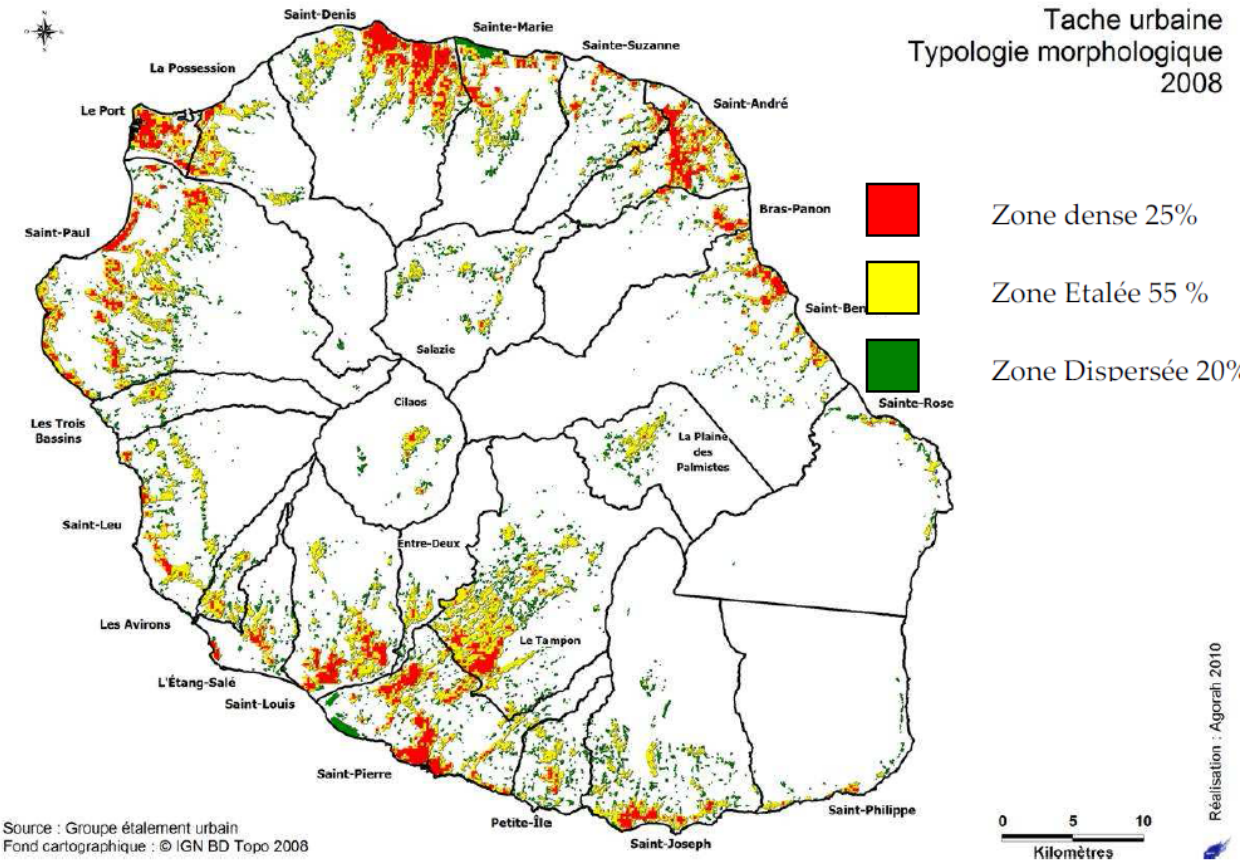


Figure 94 (CARTE) : Cartographie de la tâche urbaine à La Réunion en 2008 (27 381 ha) permettant de mettre en évidence l'emplacement des espaces urbains de l'île et leur densité (AGORAH, 2010)

Les éco-quartiers à La Réunion se doivent de répondre à l'étalement urbain, au mitage urbain, au manque de structuration du tissu à travers par une densification réfléchie du tissu existant.

La circulation, les liaisons

Le développement urbain étalé et fortement mité, les écarts entre les « hauts » et les « bas », le relief escarpé dans les hauts entre autres font que les habitants sont **fortement dépendants de l'automobile** pour répondre à l'accès aux nombreux espaces décentralisés. Le taux d'équipement en véhicule par habitant est d'ailleurs très fort par rapport à la surface de l'île ce qui entraine une **congestion rapide des réseaux**. Culturellement parlant, une forte place est laissée à l'automobile à La Réunion, car en plus de son aspect utilitaire elle est souvent vécue comme un outil de valorisation sociale.

Une nouvelle route dans l'Ouest, la route des Tamarins, est ouverte dans les mi- pentes pour limiter la pression automobile dans les bas de l'Ouest. Ainsi, les trois-quarts du périmètre de l'île sont ainsi reliés par des quatre-voies ou des départementales : Du Tampon à Saint-Denis ; de Sainte-Marie à Saint-Benoit, à partir de Saint-Benoit une départementale relie le Tampon à

travers une route en lacet traversant le parc national ; une autre route permet de relier les communes du sud à travers les coulées de lave jusqu'à Saint Joseph.

Une ligne de bus départementale, les « car jaunes », relient les différents points de l'île. Des navettes gérées généralement par les communautés d'agglomérations, localisées dans les gares centrales permettent quant à elles d'accéder aux « écarts ». Des lignes dans les villes permettent de desservir les centres et leurs quartiers attenants. L'offre s'améliore peu à peu. Une forte partie de la population est contrainte aux déplacements en transports en communs. En effet une grande partie de la population perçoit comme revenus les minima sociaux, ou est jeune.

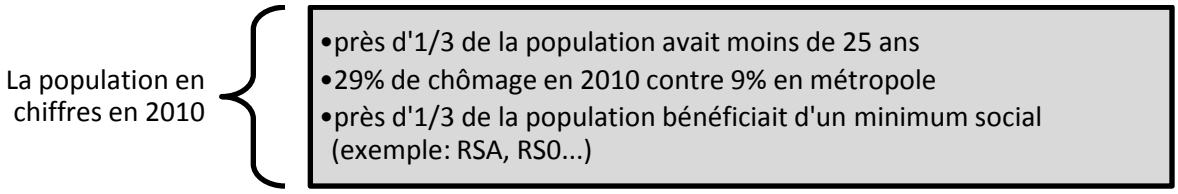


Figure 95 (LISTE) : Quelques données socio-économiques de La Réunion

Les conditions d'implantation des éco-quartiers dans le cas de La Réunion

Les principaux défis de l'île pour les prochaines années, en termes d'urbanisation sont :

- La croissance démographique
- Le partage du foncier entre espace agricole, urbain et naturel
- La gestion de l'étalement urbain
- La diminution de la dépendance énergétique, alimentaire, de biens issus de l'importation
- La création d'une propre dynamique économique régionale plus forte et la diminution du taux de chômage
- La protection de la biodiversité.

Le territoire réunionnais présente des caractéristiques similaires au territoire métropolitain au niveau de la durabilité urbaine : **étalement urbain, imperméabilisation des sols, congestion urbaine, pollution**. **Cependant les causes et conséquences sont différentes** de par les spécificités et le cheminement d'urbanisation de l'île : urbanisation sur le littoral lié au relief de l'île, urbanisation spontanée, grand équipement en véhicules par rapport au foncier de l'île, écoulement des eaux accentué par le relief escarpé de l'ile et les pluies intenses, sensibilité des espaces naturels.

Le modèle de quartiers durables présente une solution pour résorber et limiter dans les projets futurs l'impact de l'urbanisation. Il présente la potentialité de s'exprimer de manière

forte grâce aux atouts de l'île. Le contexte local est en effet particulièrement porteur d'atouts liés au climat, à la population et à la culture, au territoire. Une synthèse globale permet de résumer quelques forces et contraintes liées au développement de La Réunion.

Figure 96 (TABLEAU) : Quelques atouts et contraintes du territoire réunionnais en matière d'aménagement urbain

ATOUTS	CONTRAINTES, RÉALITÉS ET ENJEUX
Culture riche de la population, identité forte, population métissée Diversité floristique et faunistique, des paysages, des reliefs, des climats Fort potentiel en termes d'énergies renouvelables (solaire, hydraulique, vent) Matériaux renouvelables: le basalte, ressources volcaniques	Foncier limité: territoire insulaire Dépendance à l'importation dûe à l'éloignement Forte croissance démographique Forte dépendance aux subventions européennes et nationales Forts aléas climatique Congestion urbaine forte et étalement urbain

2.3 Caractéristiques majeures climatiques du climat des « bas » de La Réunion (entre 0 et 400m d'altitude)

L'analyse des conditions d'ensoleillement, du régime pluviométrique et aéraulique des zones 1 et 2, fait apparaitre les caractéristiques suivantes tout au long de l'année:

Caractéristiques principales du Zonage 1 et 2 PERENE (Bas de l'île)

- Ensoleillement de 6 à 8h/jour
- Ensoleillement moyen global ≥ 5000 Wh/m²/jour
- Ecart de température moyen jour-nuit ≈ 5 C
- 14°C ≤ Température extrèmes ≤ 35 C
- 60 % ≤ Humidité Relative de l'air ≤ 80 %
- 1,7 m/s ≤ vitesse de vent moyenne ≤ 3,5 m/s

Figure 97 (LISTE) : Synthèse de caractéristiques climatiques marquantes du zonage 1 et 2 de PERENE correspondants au bas de l'île de La Réunion (GARDE & AL, 2009).

Une différenciation de conditions climatiques entre l'Est et l'Ouest

Globalement, **l'ensemble du littoral est soumis à un climat tropical humide**, à l'exception du littoral de Saint-Leu à Saint-Pierre qui est plutôt soumis à un **climat tropical semi-humide** et du littoral depuis Le Port à Saint-Leu qui est soumis à un **climat tropical semi-aride**, selon l'Indice de sécheresse de Martonne (METEO FRANCE, 2011, P 45). Cette différence régionale climatique s'explique globalement par l'exposition de l'île aux alizés avec l'émergence d'une côte au vent et d'une sous le vent (expliquée plus en détail plus loin).

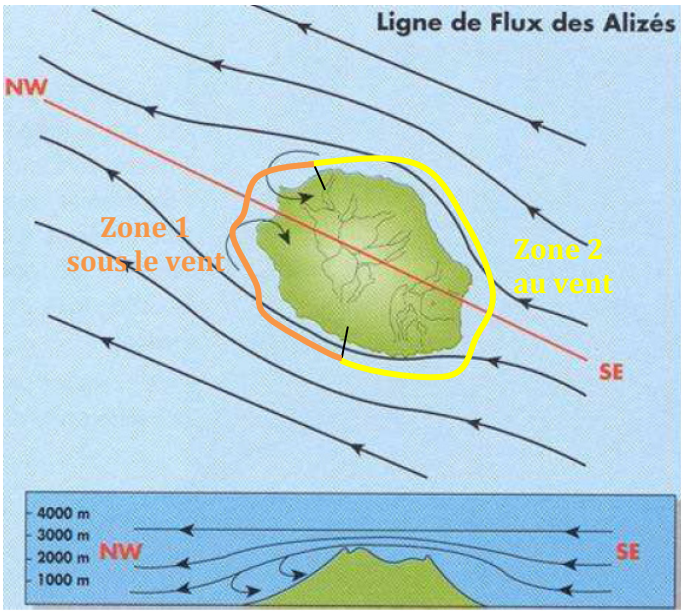


Figure 98 (CARTE SCHEMATIQUE) : Un zonage climatique lié à l'exposition aux alizés (METEO FRANCE) + INSERTION ZONAGE CLIMATIQUE PERENE

Ce paramètre aéraulique influe sur les régimes pluviométriques de la zone concernée. Le centre de l'île, montagneux limite le passage des pluies jusqu'à la zone Ouest. **Saint-Denis au nord et Saint-Pierre au sud sont les villes de transition des zones 1 et 2.**

2.3.2 Caractéristiques climatiques générales de l'île

Le climat réunionnais est bercé par deux saisons au cours de l'année:

- L'île présente en termes pluviométrie, deux saisons distinctes: une saison des pluies (de Janvier à Mars) et une saison sèche (de Mai à Novembre) avec des épisodes de sècheresse. Avril et Décembre sont des mois de transition.
- En termes de températures, on distingue une saison froide (de Mai à Octobre), et une saison chaude (de Novembre à Avril).

Figure 99 (TABLEAU) : Particularités climatiques globales à La Réunion, selon les mois de l'année

	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr
Régime de températures	Saison froide						Saison chaude					
Régime pluviométrique	Saison sèche								Saison humide			
Régime de vent	alizés dominants						brises thermiques dominantes					
Deux saisons distinctes		**Hiver Austral**						**Eté austral**				
Hygrométrie de l'air									HR en hausse			
Saison cyclonique						Saison cyclonique						

Pour synthétiser les côtes présentent globalements les différences suivantes :

Figure 100 (TABLEAU) : Particularités climatiques observées à La Réunion en fonction des côtes de l'île observées

Zone sous le vent (Ouest	Zone au vent (Est)
Sécheresse Températures de 2°C plus forte que dans	Pluies abondantes Exposée aux alizés

l'Est en moyenne Houle Australe	Humidité relative plus forte Houle cyclonique

En termes de réchauffement climatique, une augmentation prévue entre 1,4 et 3,7°C à La Réunion pour la fin du siècle, ainsi qu'une baisse des précipitations pour la saison sèche estimée de 5 à 18%. Il semblerait qu'à terme, la saison sèche soit plus longue, que les épisodes pluvieux extrêmes soient plus intenses (METEO FRANCE, 2011, P 126).

La Réunion se doit d'aménager en fonction du climat chaud et ceci de manière efficace pour anticiper le réchauffement climatique. Elle se doit de valoriser ce climat dans les aménagements.

Le contexte climatique favorise globalement une forte croissance végétale, le développement d'énergies renouvelables d'origine solaire, maritime.

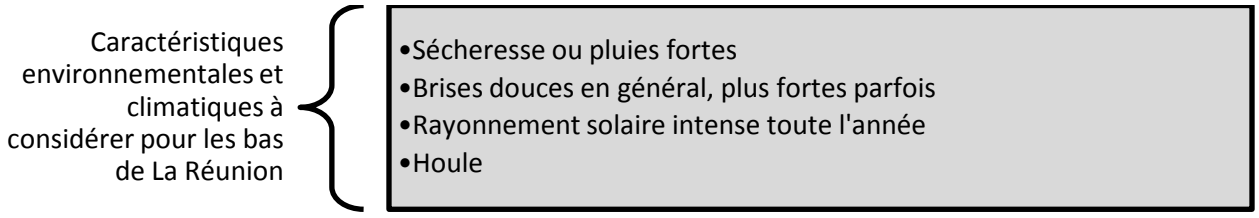


Figure 101 (LISTE) : Synthèse des paramètres climatiques majeurs à prendre en compte pour les aménagements urbains dans les bas de La Réunion

2.3.3 Présentation détaillée du climat

Le régime pluviométrique

Il s'avère que le régime pluviométrique est exceptionnel sur l'île. L'île détient des records mondiaux de pluviométrie pour des durées situées entre 12 heures et 15 jours. *Exemple : Dina en 2002, 651 mm en un jour.*

Le régime pluviométrique est également très variable d'une région à l'autre et d'un moment à l'autre. Il peut parfois pleuvoir à flots sur certaines régions tandis que sur l'autre côté il ne pleuvra pas. Les périodes de sécheresse peuvent également être suivies de très fortes pluies suite au passage d'une dépression ou d'un cyclone par exemple.

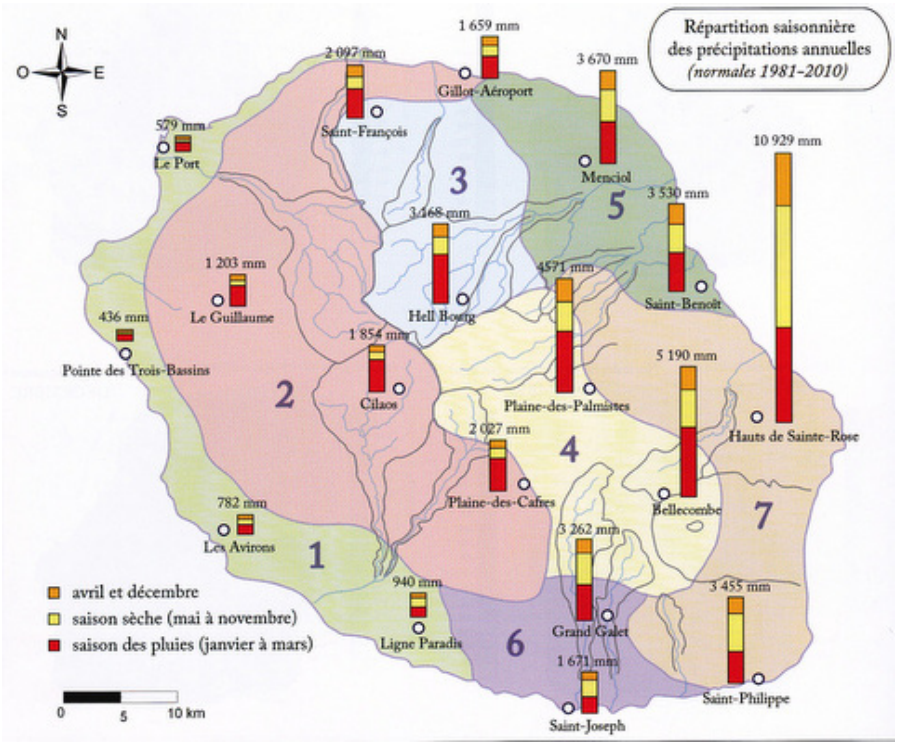


Figure 102 (CARTE) : Répartition par saison des précipitations annuelles à La Réunion (METEO FRANCE, 2011).

En termes de pluviométrie, **une diversité de situations est à envisager sur le territoire réunionnais : autant la résilience à la sécheresse que celle aux fortes pluies**, ceci sur un même endroit.

Dans l'ouest, il pleut environ 500 millimètres par an, alors que dans l'est à Saint Benoit il peut pleuvoir 3, 5 mètres par an. Il pleut environ un jour sur deux dans les bas de l'est, tandis que dans l'ouest il pleut environ un jour sur huit.

Régime de vents

Les mesures de vent dépendent de la rugosité du sol. Il convient donc de réaliser dans les projets d'aménagement des mesures sur les quartiers pour obtenir des caractéristiques plus précises des tendances du site. Globalement nous pouvons cependant retenir que la nuit, il y a peu de vent. Les mesures montrent un flux vers 8h et 19h. Durant la journée, les flux s'accélèrent pour atteindre leur maximum vers 14h.

L'île de La Réunion au niveau aéraulique est concernée par deux régimes de vents majeurs qui influent sur l'aménagement urbain : les alizés et les brises thermiques.

Les alizés : soufflant sur la côte au vent, de manière intense en hiver

Les alizés, des **vents forts** (supérieurs globalement à 5m/s pouvant atteindre ou dépasser lors de rafales 28 m/s[85]) **s'accélérant durant l'hiver austral**, soufflant d'Est en Ouest dans l'Océan Indien. Deux zones distinctes sont considérées pour différencier les espaces exposés ou non aux alizés :

[85] Environ 100 km/h

- **La Zone sous le vent** de Saint-Pierre à Saint-Denis sur la **côte Ouest** (Zonage 1 PERENE) : peu exposée aux alizés
- **La Zone au vent** de Saint-Pierre à Saint-Denis sur la **côte Est** (Zonage 2 PERENE) NB : L'Est et le Sud de l'île y sont soumis directement

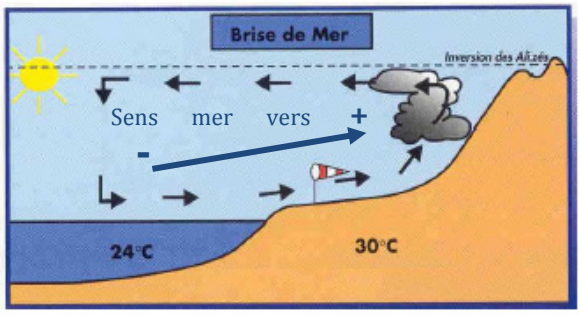
Les brises thermiques : rafraichissantes et perpendiculaires aux côtes

Le phénomène de brise thermique, des vents doux (inférieurs globalement à 5m/s) souffle toute la nuit, de manière perpendiculaire à la mer. Les brises thermiques se créent à partir du différentiel de température entre la mer et la terre. Il s'agit d'un phénomène de convection de l'air opérant dans le sens température la plus froide vers température la plus chaude.

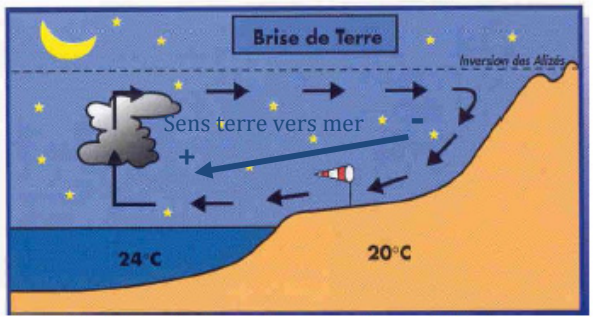
Entre la nuit et la journée les orientations des brises sont donc inversées:

- Une orientation dans le sens Mer → Terre durant la Journée, la brise de mer
- Une orientation dans le sens Terre → Mer durant la Nuit, la brise de terre

Figure 103 (SCHEMAS): Principes des brises de mer et de terre. (METEO FRANCE) + INSERTION DU SENS PRINCIPAL DES BRISES



En journée le rayonnement solaire entraine un fort réchauffement des sols. La terre devient plus chaude que la mer, provoquant un courant d'air soufflant de la mer vers la terre, appelé brise de mer



La nuit la terre se refroidit, sa température devenant plus basse que la mer, provoquant l'établissement d'une brise soufflant de la terre vers la mer appelée brise de terre. Ce phénomène se produit principalement durant l'été austral.

Les brises de pentes nocturnes apparaissent de manière perpendiculaire à la côte principalement dans les zones sous le vent. Les brises diurnes sont un peu moins nettes, car surtout sur la côte au vent, se mêlent également les alizés.

Il convient globalement de se protéger sur la côte au vent des alizés forts et pouvant être désagréables ; **de favoriser sur toute l'île l'exposition des espaces urbains aux brises thermiques douces et rafraichissantes**.

Régime de températures

Le climat de la Réunion est doux. Les températures maximales varient entre 25 et 27°C l'hiver et entre 30 et 32°C l'été. L'est est globalement plus frais de 2°C, puisqu'il se trouve rafraichit par les alizés.

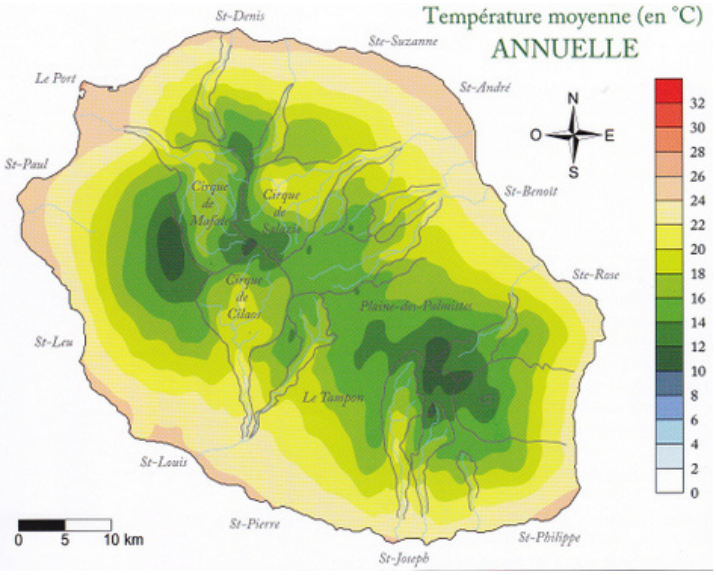
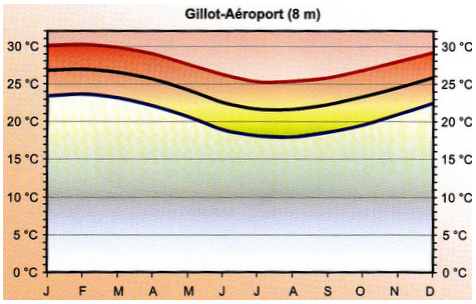


Figure 104 (CARTE): Cartographie des températures moyennes annuelles à La Réunion (METEO FRANCE, 2011)

Figure 105 (GRAPHE) : Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales à Saint-Denis, La Réunion (METEO FRANCE, 2011)



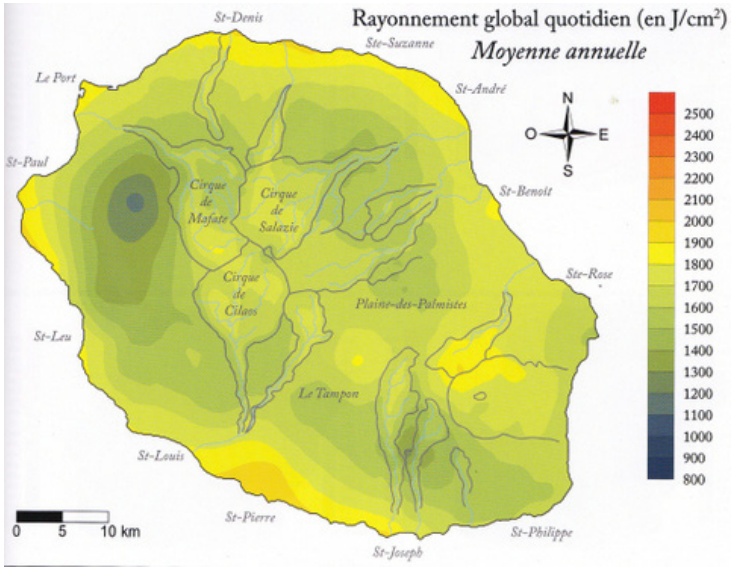
En ce qui concerne les cycles diurnes, les températures maximales sont atteintes vers 13h lorsque le rayonnement solaire est à son maximum et les plus froides vers 6h.

Rayonnement et durée d'ensoleillement

Le rayonnement est maximal en décembre sur la côte. Les moyennes maximales y font état d'un rayonnement au maximal de 3200 J/cm^2 (soit[86] environ 8900 Wh/m^2). Les moyennes journalières sur cette même zone se situent à environ 1800 J/cm^2 (soit environ 5000 Wh/m^2). Plus la durée de l'insolation est grande, plus le rayonnement reçu est important. La durée d'insolation moyenne par jour est d'environ 7h. Cependant elle peut tendre vers 13h au maximum. Dès 11 heures, l'arrivée de nébuleuses nuageuses, diminuent la durée d'insolation.

Ainsi la durée de l'insolation est généralement plus faible l'après-midi que le matin.

[86] 1 kWh / m^2 = 360 Joules / cm^2



Eléments de conversion : 1 KWh/m² = 360 Joules

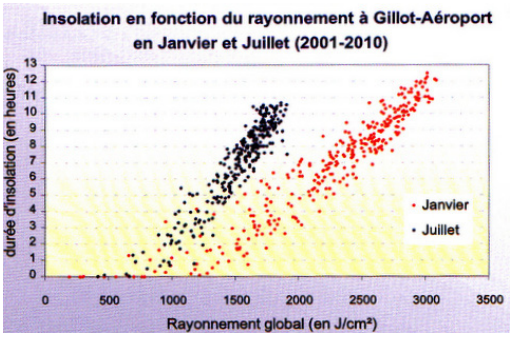


Figure 106 (GRAPHE) : Insolation en fonction du rayonnement à Saint-Denis de La Réunion (METEO FRANCE, 2011)

Figure 107 (CARTE) : Moyenne annuelle du rayonnement global quotidien à La Réunion (METEO FRANCE, 2011)

Hygrométrie de l'air

L'hygrométrie de l'air, c'est-à-dire son pourcentage de saturation en eau, sous forme de vapeur, dépend des précipitations, des durées d'insolation, des températures. Les données à La Réunion montrent que l'Humidité Relative, est plus importante pendant la saison chaude (de janvier à mars) que pendant la saison froide et elle augmente la nuit. **Sur les littoraux, elle est en moyenne comprise entre 65 à 95%. Elle est au minimum de 50% en hiver sur le littoral**.

Houle et cyclones

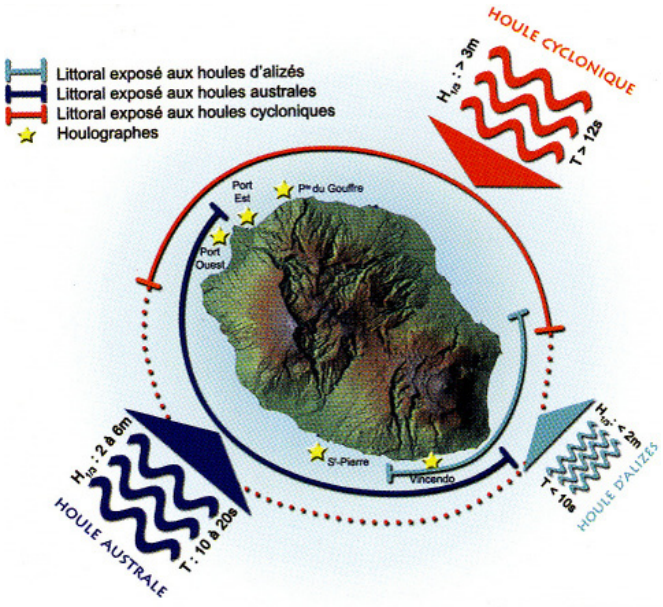


Figure 108 (CARTE) : Expositions des différents littoraux de La Réunion vis-à-vis des différents types de houle (METEO FRANCE, 2011, P. 112)

L'île est soumise de manière occasionnelle aux phénomènes cycloniques qui entrainent entre autres : des vents forts avec des rafales de 100-200 km/h selon les catégories de cyclones, variations des directions des vents, transport de débris ; houle d'une dizaine de mètres sur les côtes: *11,7 mètres observés pour Gamède* ; records de pluviométrie.

3 *LA VILLE GENERATRICE DE SON PROPRE CONFORT THERMIQUE, EXPLORATION BIBLIOGRAPHIQUE*

De nombreuses recherches tendent à montrer que la ville est elle-même génératrice de ses propres sources de chaleur. De ce fait, agir sur l'espace urbain pour améliorer le confort thermique est possible, en identifiant les facteurs de contrôle.

3.1 Constats sur la recherche en climatologie urbaine

La climatologie et la thermique urbaine nous offrent des indications sur les fonctionnements climatiques spécifiques à ces espaces et des pistes de conceptions urbaines.

3.1.1 Etat des recherches concernant les basses latitudes

Les recherches climatiques restent globalement beaucoup plus rares pour les basses latitudes que pour les latitudes moyennes (CORBELLA & MAGALHAES, 2008). Les recherches urbaines passées se sont plutôt focalisées sur les villes nord-américaines et européennes soumises à des climats de latitude moyenne du nord de l'hémisphère. Un travail similaire dans le contexte équatorial et subtropical n'est pas encore disponible (ROTH, 2007, P. 1859).

Seulement 20% du nombre de recherches de climatologie urbaine concernent les régions tropicales et subtropicales (ROTH, 2007, P. 1859), et seules 17% des 223 villes ayant fait l'objet d'études sur l'îlot urbain concernent les tropiques (Latitude comprise entre 0 et 20°N) (WIERNERT, 2002) CITE PAR (ROTH, 2007, P. 1861). La revue *meteorological and geoastrophysical abstracts*, fait remarquer une progression d'études sur les zones tropicales de l'ordre d'un facteur 2, entre 1980 et 1990 (JAUREGUI, 1999). Cependant, nous constatons que ces études climatologiques des régions (sub)tropicales restent plus descriptives que créatrices de connaissances climatiques nouvelles, en termes d'expériences scientifiques[87] (ROTH, 2007, P. 1859). Seules 10 à 15% concernent la conception et le confort urbain (ROTH, 2007, P. 1862).

Le manque d'études pour ces zones engendre un retard de connaissances par rapport aux régions tempérées ou de moyennes latitudes. *Exemple : les premiers bilans énergétiques de villes ont eu lieu en 1985 dans les villes tropicales* (OKE & AL, 1991), *alors que dans les pays tempérés elles avaient eu lieu 20 ans plus tôt* (ROTH, 2007, P. 1861).

[87] « The available work is further biased towards descriptive studies rather than process work that seeks to indicate the physical climatology of (sub) tropical cities" (ROTH, 2007, P. 1859)

Les moyens restent rudimentaires pour comprendre les processus physiques des climats subtropicaux. *Exemple : la zone africaine est peu étudiée*. La rareté des mesures et des échantillons de villes, ne permettent pas d'explorer l'influence de certains paramètres. Ainsi, le rôle de la densité urbaine et du choix des matériaux dans la climatologie urbaine (sub) tropicale ainsi que la mesure des contributions des villes en expansion rapide en termes d'émissions de CO_2 demanderaient à être plus explorés, ce qui n'est pour l'instant pas ou peu le cas.

3.1.2 Contribution des recherches mondiales sur l'îlot de chaleur urbain pour le confort thermique urbain tropical

A l'échelle mondiale, les études concernant la climatologie urbaine sont cependant nombreuses et abordent pour beaucoup d'entre elles le phénomène d'îlot de chaleur urbain[88], caractéristique des grandes[89] villes. **L'îlot de chaleur urbain** correspond à une augmentation de la température de la ville, par rapport à ses environs ou parfois un phénomène de diminution de température[90].

Conséquences des augmentations de chaleur

Les conséquences qu'engendrent ce phénomène d'îlot de chaleur urbain quelque soit le contexte climatique, **sont majeures**:

- Augmentation de la consommation énergétique (RIZWAN, DENNIS, & LIU, 2008, P. 120;121). Le phénomène d'îlot urbain influence directement la consommation énergétique. Une augmentation de température demande des besoins supplémentaires pour rafraîchir les bâtiments (ASSIMAKOPOULOS & AL, 2001).

A titre d'exemple, la ville de Houston réduirait sa consommation énergétique de 730 MW sans le phénomène d'îlot de chaleur urbain (KONOPACKI & AKBARI, 2002). Cela représente l'équivalent de près de 170 000 tonnes d'émission de carbone.

[88] Urban Heat Island U.H.I. en anglais

[89] Nous sommes conscients que ces phénomènes d'îlot de chaleur urbain concernent des espaces urbains importants, ce qui n'est pas forcément le cas de notre terrain d'étude constitué de villes petites ou moyennes. Nous pouvons néanmoins mieux appréhender les processus climatologiques urbains, à travers leur observation. Les conclusions proposées sont assorties de la lecture d'articles de thermique urbaine, d'articles sur les espaces tropicaux. Leur compilation permet de proposer certaines pistes de conceptions adaptées aux climats chauds.

[90] Urban Cool Island en anglais

En milieu tropical, le poste lié au rafraichissement des bâtiments est important.

- Augmentation de la teneur en Ozone[91] (ROSENFELD & AL, 1998): la teneur en ozone peut atteindre 240 ppbv à 32°C contre 120 ppbv à 22°C.
- Augmentation du taux de mortalité (CHANGNON & AL, 1996). Les fortes chaleurs soumettent les habitants à des conditions rudes aux heures chaudes de la journée, influant sur leur état de santé et parfois sur leur pronostic vital.

Ainsi, favoriser des extérieurs thermiquement confortables sous climat chaud, c'est-à-dire présentant des températures diminuées permet donc de réduire les consommations énergétiques nécessaires au confort intérieur, la pollution atmosphérique, le taux de mortalité. Les avantages sont environnementaux, sociaux et économiques.

La réduction de température dans les villes tropicales est un point de levier important, à intégrer en durabilité urbaine.

Identification des sources de réchauffement de l'espace urbain

Selon les recherches concernant l'îlot de chaleur urbain, **le réchauffement de l'espace urbain dépend de deux sources majoritaires:**

- **Des sources d'origines anthropiques**: urbanisation, industrialisation.
- **Des radiations solaires directes**.

A noter **qu'une partie des radiations directes est stockée dans les matériaux urbains**, participant à un réchauffement indirect de l'espace urbain.

Les causes principales sont identiques à celles qui caractérisent de l'inconfort thermique dans une ville tropicale : un rayonnement solaire et des activités anthropiques. Nous considérons ainsi dans notre étude et recherche d'optimisation de la conception urbaine dans le milieu urbain tropical, que les solutions à y appliquer peuvent être extrapolées des recherches émanant de l'îlot de chaleur urbain. L'émergence de certains paramètres accentuant la retransmission de chaleur issue des radiations solaires a en effet été mise en évidence. Les appréhender nous permet de mettre en place des processus de régulation de la température urbaine dans les villes tropicales en vue de créer des cadres de vie plus confortables[92].

---

91 Elevation of Ground Lewel ozone

92 Nous partons du constat que le climat tropical avoisine toute l'année des températures supérieures à 20°C avec des chaleurs parfois rudes à certaines heures de la journée. Nous considérons que la ville tropicale doit permettre de réguler ces

3.2 Agir sur le confort thermique urbain à travers la structuration de la ville

Les facteurs favorisant les phénomènes d'îlots urbains peuvent être catégorisés en deux parties (RIZWAN & AL, P. 120):

- **Les facteurs incontrôlables** : Les conditions environnementales et relatives aux conditions naturelles[93] (Conditions anticycloniques, les saisons, les conditions diurnes, la vitesse de vent, les couvertures nuageuses).
- **Les facteurs contrôlables** « humainement parlant »[94]:
  - **Les sources de chaleur d'origines anthropiques** qui dépendent du comportement et des choix humains : Emission de polluants et sources de chaleur issues de la circulation automobile, des activités industrielles, des climatisations.
  - **Les éléments de structure urbaine** : La structuration de la ville et les éléments qui la composent sont des facteurs sur lesquels il est possible d'agir car ils participent à une ambiance thermique spécifique.

En vue de réduire la chaleur dans les espaces urbains tropicaux, les sources d'origine anthropiques seront réduites en cherchant à modifier les comportements liés aux transports, en sensibilisant les habitants sur les nécessités de réduire sa consommation énergétique et l'utilisation de climatisations ; mais aussi en proposant aux habitants un cadre de vie qui s'autorégule de manière plus efficace en terme de température pour diminuer les besoins de rafraichissement et autres comportements impactants.

Concernant les éléments de structure urbaine, les phénomènes physiques suivants sont observés:

- Le rayonnement solaire direct est absorbé par les matériaux urbains, puis diffusé dans les rues.
- La rugosité du tissu urbain et les phénomènes complexes de multiples réflexions entre les surfaces des bâtis favorisent la stagnation de la chaleur dans l'espace urbain

conditions thermiques plutôt que de les accentuer, qu'elle doit participer à la création d'un cadre de vie thermiquement, agréable et fonctionnel, et favoriser les activités.

93 Les facteurs incontrôlables sont ceux liés à l'environnement et la nature et qui ne dépendent pas de notre contrôle

94 Les facteurs contrôlables sont ceux liés à la conception et à l'aménagement urbain et qui peuvent être humainement contrôlés

(SANTAMOURIS & ASSIMAKOPOULOS, 1997) et contribuent à l'augmentation de la chaleur urbaine.

Le confort thermique urbain est donc dépendant de la structuration et des choix de conception urbaine.

Il convient d'appréhender les facteurs liés aux éléments de structure, ils vont être décisifs pour le choix de solutions adaptées au confort thermique en ville tropicale. Les conditions dans les rues et espaces extérieurs exercent un impact indirect sur le confort thermique intérieur.

Les atouts d'un meilleur confort thermique extérieur sont multiples: baisse des besoins de rafraîchissement des bâtiments, amélioration du confort des passants dans les rues, favorisation des activités en extérieur.

3.2.1 Paramètres physiques influant sur le confort thermique urbain.

Le confort thermique des habitants dépend des facteurs température, vent, humidité de l'air. *Exemple : Diagramme de Givoni*.

- **La température de l'air** caractérise l'ambiance générale ressentie. En climat chaud, la sensation de chaleur peut être améliorée lorsque la chaleur est trop forte, par les deux facteurs suivants :
- **L'apport d'humidité dans l'air**, dans des conditions de températures chaudes, **permet d'améliorer les sensations de confort**. Ce taux ne doit cependant pas être trop important en vue de limiter des sensations de « moiteur».

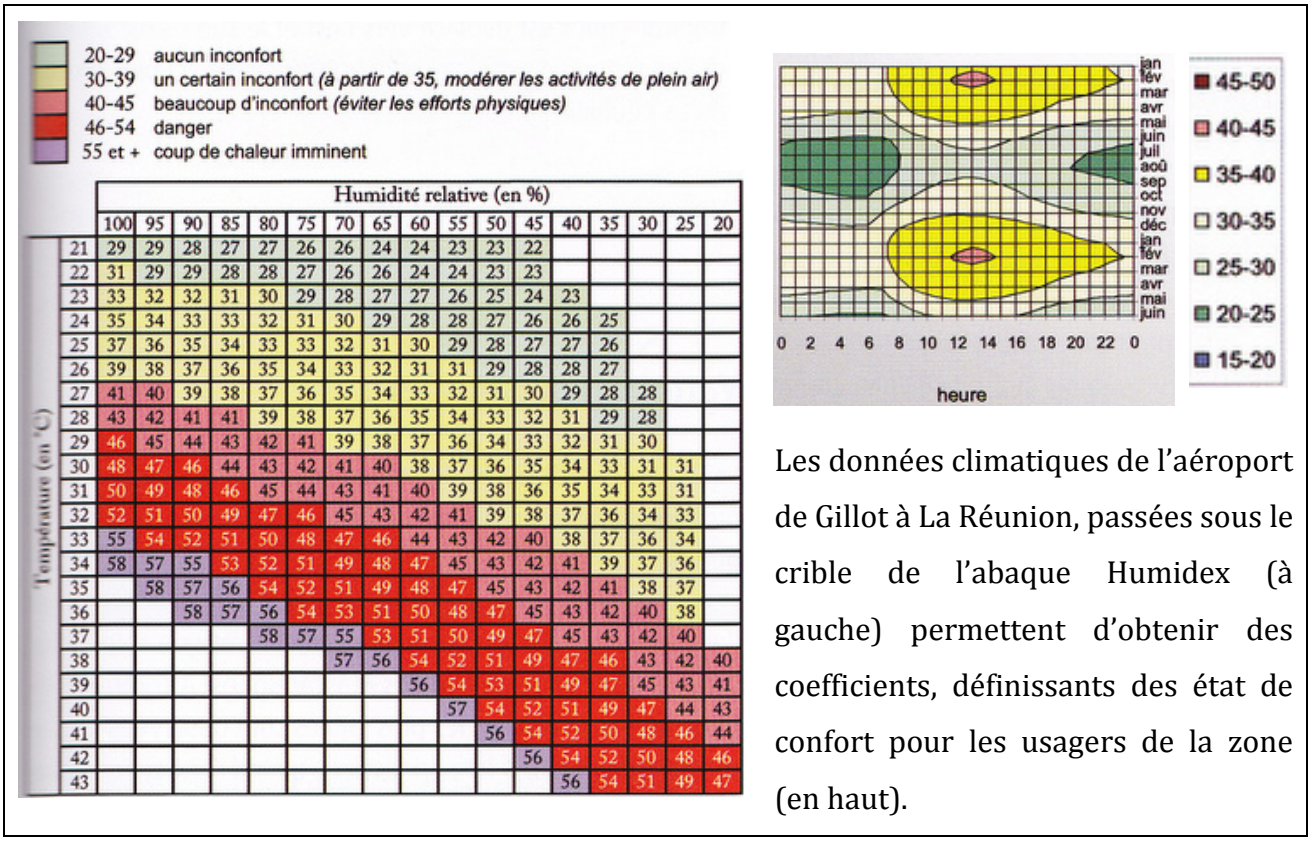
Adapté plutôt aux climats tropicaux secs (Ce facteur concernerait donc plus les espaces tropicaux soumis à un taux d'hygrométrie faible dans l'air, dans lesquels un apport d'eau permet d'améliorer grandement les conditions de confort.).

- **La vitesse de l'air** a été mise en évidence pour améliorer le confort thermique intérieur des logements, mais également pour améliorer le confort extérieur, à l'échelle d'une ville. La vitesse de vent dans l'espace urbain ne doit cependant pas être trop importante pour ne pas créer un inconfort lié à une trop forte ventilation.

Il s'agit donc de recréer une ambiance thermo-aéraulique spécifique dans les différents espaces urbains tropicaux, en influant sur ces trois paramètres afin d'offrir un confort thermique extérieur et intérieur adéquat.

Selon l'indice Humidex qui caractérise le confort thermique en considérant la température et l'humidité de l'air, le mois le plus inconfortable dans les bas de la Réunion est en Février.

Selon cette grille, durant toute la période comprise entre décembre et avril, les habitants sur le littoral réunionnais sont soumis à des conditions climatiques inconfortables durant la journée en se basant sur les données de température et d'humidité relative (METEO FRANCE).



Les données climatiques de l'aéroport de Gillot à La Réunion, passées sous le crible de l'abaque Humidex (à gauche) permettent d'obtenir des coefficients, définissants des état de confort pour les usagers de la zone (en haut).

Figure 109 (ABAQUE ET GRAPHIQUE) : Indice Humidex horaire moyen à Gillot-Aéroport, La Réunion (METEO FRANCE)

Il s'agit là d'un exemple de grille permettant d'estimer le confort thermique d'une zone, cependant il en existe de nombreuses autres intégrants leur propres paramètres (température, humidité relative, vet et seuils de conforts. Le confort thermique est en effet relativement subjectif difficiles à estimer de manière catégoriques et communes à toutes les grilles.

Les grilles de confort thermiques sont des outils très intéressants permettant d'obtenir des **lectures des données climatiques locales de sites pour qualifier le confort thermique** et permettant ainsi de quantifier les efforts thermiques à réaliser pour améliorer les conditions.

3.2.2 Eléments de structuration urbaine influant sur les paramètres physiques de confort thermique en zone tropicale

En zone tropicale, les principes majeurs auxquels doivent répondre les espaces urbains sont de **limiter l'entrée de chaleur dans l'espace urbain** en favorisant la protection du rayonnement solaire et **l'évacuation de la chaleur accumulée par une brise légère**, particulièrement aux heures les plus exposées de la journée. Il est nécessaire de trouver les meilleures modulations de l'espace urbain pour aboutir à cela.

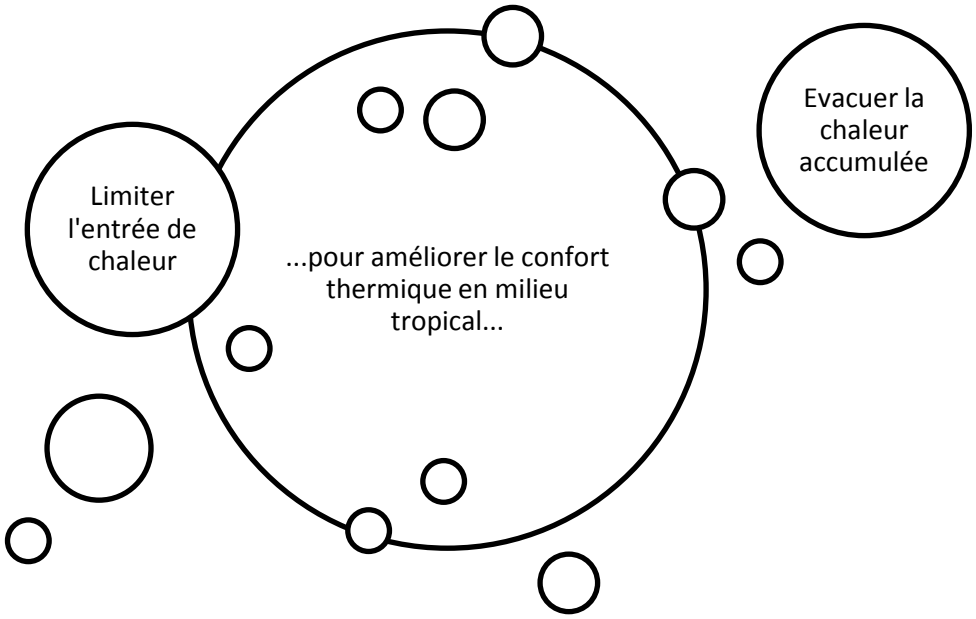


Figure 110 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Deux principes majeurs pour améliorer le confort thermique urbain sous climat tropical

Certains éléments de structure urbaine permettent de modifier les conditions de confort thermique. En effet, **la géométrie des rues (OKE & AL, 1991), leur orientation, la forme et la disposition des bâtiments, la taille et la forme des espaces ouverts,** mais également **l'apport de solutions artificielles de protections solaires, l'apport de végétation** ou de solutions d'apports artificiels d'humidité (selon les climats) **affectent grandement les microclimats de la canopée urbaine**[95].

Tous ces éléments permettent de modifier:

- **L'écoulement du vent**, selon la structuration de l'espace urbain, la rugosité du tissu urbain crée des effets d'accélération ou de canalisation qui vont favoriser ou non la ventilation urbaine. Ce paramètre influe sur l'évacuation de la chaleur accumulée dans les villes, mais aussi sur le confort thermique des passants dans la rue (courants d'air ou au contraire sensation d'étouffement).

[95] Canopée urbaine (urban canopy layer en anglais) : Espace compris entre le sol et le haut des bâtiments (en comparaison, avec le urban boundary layer)

- **L'exposition au rayonnement solaire direct et l'ombrage** : La géométrie des canyons urbains, les formes des bâtiments et leurs dispositions affectent directement les conditions de rayonnement solaire en favorisant ou non des zones d'ombrages (GROSSO, 1998, P. 332) des bâtiments et des rues (OKE & AL, 1991). Les éléments structurant l'espace urbain interagissent entre eux en fonction des heures de la journée. A ces éléments de structure urbaine se mêlent la taille et la forme des espaces ouverts, l'apport de solutions artificielles de protection solaire, l'apport de végétation ou de solutions artificielles d'humidité. Ils peuvent limiter l'exposition directe du rayonnement et les augmentations de températures et ainsi, diminuer la captation de chaleur par les matériaux urbains (façades des bâtiments, espaces minéraux au sol) et leur retransmission par radiation.
- Le % d'humidité relative de l'air: Les sources de végétation, ainsi que d'éventuels apports artificiels d'eau favorisent une augmentation du taux d'humidité de l'air. Les végétaux mettent en place naturellement un principe d'évapotranspiration. L'eau de pluie reposant sur les feuilles s'évapore et les feuilles transpirent naturellement. Cela crée un environnement particulier dans les espaces végétalisés.

Il est possible d'agir sur ces différents éléments de structuration urbaine pour améliorer le confort thermique.

Les conditions de variation de confort thermique dépendent de nombreux critères liés à la thermique et à la mécanique des fluides. **Il convient d'effectuer des simulations précises et d'apprécier les conditions locales spécifiques.** Des simulations sur le tissu urbain peuvent être réalisées avec des logiciels d'aide à la conception. *Exemple : le logiciel SOLENE*[96] *conçu par le laboratoire CERMA de Nantes.* Le confort thermique en milieu urbain s'appréhende en effet de manière 3D: la localisation des éléments mais aussi leur hauteur et leur forme, vont impacter les éléments de thermique urbaine. La juxtaposition des bâtiments peut favoriser la création de microclimats spécifiques. L'impact aéraulique et thermique de la juxtaposition de bâtiment doit être anticipé en considérant l'ensemble des éléments de la zone considérée.

La notion temporelle vis-à-vis de l'ensoleillement urbain (GROSSO, 1998, P. 332) est à considérer. Les choix de structures urbaines se font en considérant des notions de confort thermique, plutôt que sur des critères de forme, d'esthétique, de paysage (CORBELLA &

[96] Logiciel de simulation d'ensoleillement, d'éclairement et de rayonnement thermique.

MAGALHAES, 2008, P. 1019). La ville peut devenir génératrice de son propre confort thermique à travers l'action sur les éléments qui la structurent et l'interaction de ces différents éléments.

<u>En théorie</u> (méthode d'appréhension globale proposée)**:**

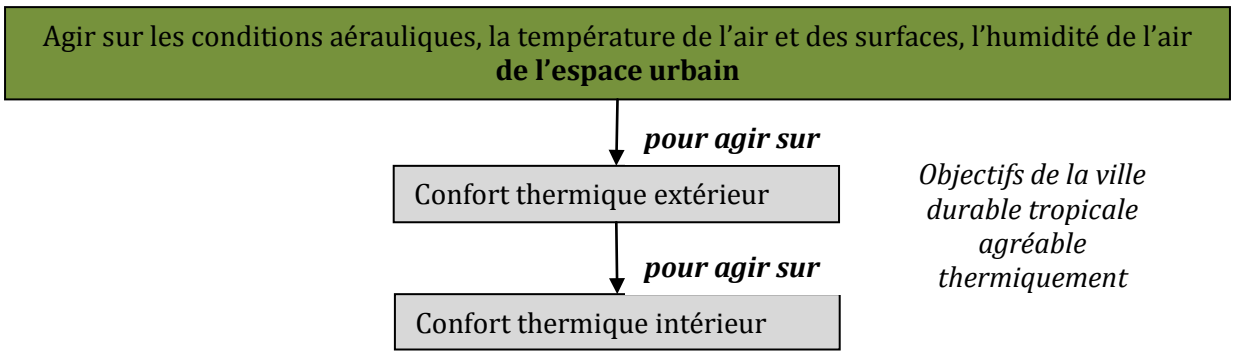


Figure 111 (SCHEMA) : Méthodologie proposée en vue de favoriser une ville tropicale agréable thermiquement

<u>En pratique</u> (détails de l'approche sur le terrain)**:**

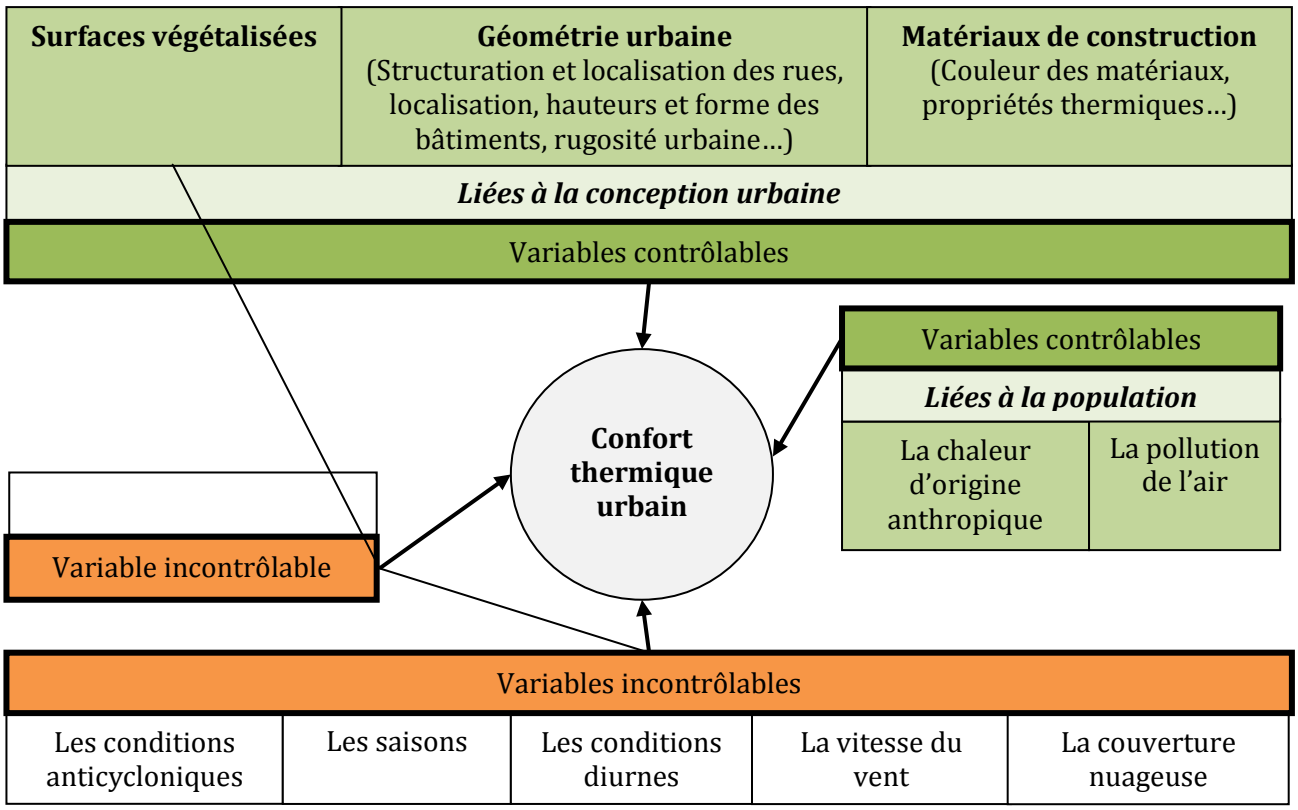


Figure 112 (SCHEMA): Facteurs agissant sur le confort thermique urbain concernant les facteurs de génération de l'îlot de chaleur urbain. INSPIRE ET TRADUIT DU SCHEMA PROPOSE PAR (RIZWAN & AL, 2008, P.121)

CHAPITRE 2 PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE CONCEPTION URBAINE EN MILIEU TROPICAL

La réflexion de cette thèse et son angle applicatif s'orientent sur les particularités d'adaptation et de conception spécifique des villes et espaces urbains soumis à un contexte climatique et géographique tropical.

La grille d'indicateurs que nous souhaitons mettre en place s'intéresse aux propositions de conceptions d'aménagement durable qu'il est possible de mettre en œuvre pour améliorer l'efficience des bâtiments et des espaces publics au niveau thermique mais aussi de l'efficience d'organisation de l'espace urbain.

N.B. : Les habitants ne sont pas interrogés dans cette grille. Il s'agit plutôt ici d'évaluer les mesures pragmatiques qui peuvent être mises au point par les aménageurs pour améliorer les capacités durables d'un quartier. Interroger les habitants sur le vécu de leur quartier pourra faire l'objet d'autres travaux de recherches certes intéressantes mais ce n'est pas l'objet de l'étude.

L'état de l'art sur les solutions de conceptions urbaines liées au climat, telles que la climatologie urbaine, la physique du bâtiment, permet de poser un regard scientifique sur l'espace urbain et ses conditions de confort thermique :

1 *PISTES D'ADAPTATION DE CONCEPTION URBAINE VIS-A-VIS DU CONTEXTE TROPICAL*

Certains auteurs se sont intéressés à l'amélioration du confort thermique dans les zones tropicales et plus spécifiquement dans les zones tropicales chaudes et humides de manière à intégrer certains des paramètres énoncés précédemment dans le tissus urbain à travers des applications concrètes: (CORBELLA & MAGALHAES, 2008), (GROSSO, 1998), (SAD DE ASSIS & BARROS FROTA, 1999), (YANNAS, 2001).

Le schéma suivant synthétise les pistes d'actions envisageables pour gagner en confort thermique dans les villes tropicales :

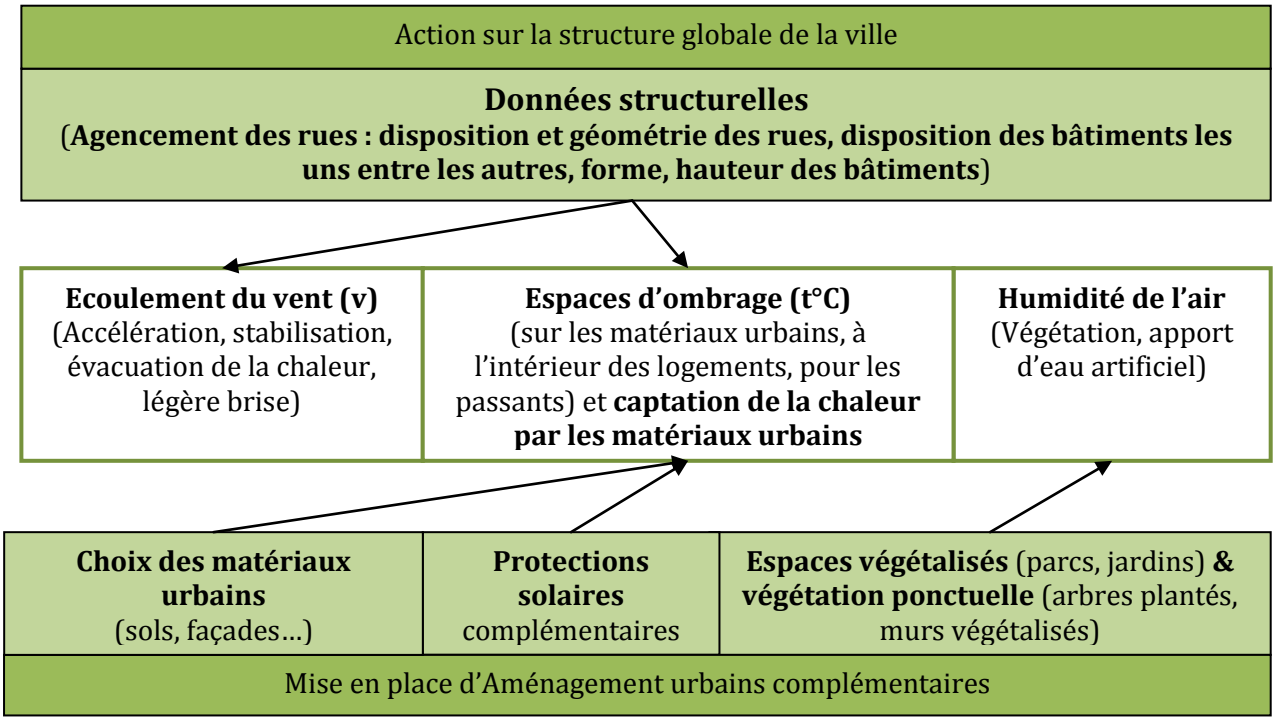


Figure 113 (SYNTHESE SCHEMATIQUE) : Proposition de mesures d'atténuation, de réduction de températures et de diminution de consommation énergétique vis à vis du phénomène d'îlot de chaleur urbain, TRADUCTION DU SCHEMA DE (RIZWAN & AL, 2008, P. 125)

Les méthodes de structuration suivantes peuvent être proposées:

1.1 La structuration des rues et des formes urbaines

Malgré la complexité des phénomènes de confort thermique urbain, certaines régions ont choisi d'**expérimenter** et d'appliquer dans la structuration de l'espace urbain des **principes simples de conception**, présentés ici qui diffèrent selon les spécificités des climats:

Une des techniques utilisées par les cultures musulmanes, développée dans le sud de la Méditerranée présentant **un climat tropical plutôt sec** est la disposition de **rues hautes et étroites, en cul de sac.** Elles permettent l'ombrage des rues et des façades des bâtiments (GROSSO, 1998, P. 331) en limitant le « Sky View Factor » ou entrée de rayonnement direct au sol et donc la quantité de chaleur accumulée dans l'espace urbain. Associées à une coloration blanche des bâtiments, elles favorisent un rafraîchissement optimal des intérieurs. Elles limitent par contre la circulation de l'air.

Les **rues larges** favorisent la circulation de l'air et permettent l'évacuation de la chaleur et de l'humidité accumulée et sont plutôt **adaptées au climat tropical humide**.

D'une manière générale pour l'ensemble des climats tropicaux, les principes suivants seront proposés :

- ⇨ Dans les espaces chauds, **il est préconisé de limiter les larges espaces ouverts** qui génèrent de la chaleur par absorption des matériaux urbains. Les grandes places sont plutôt réservées aux climats tempérés plutôt qu'aux climats tropicaux où des espaces publics plus modestes et très ombragés sont privilégiés.
- ⇨ Afin de choisir des orientations de rues et de voies urbaines optimales, il est intéressant de considérer les trajectoires solaires, pour :
  - Proposer des dispositions favorisant la ventilation et minimisant l'exposition des façades des bâtiments
  - Eviter l'éblouissement des usagers des voies dans le cas de voies rectilignes si celles se trouvent dans la courbe du lever et du coucher du soleil
  - Maximiser les ombrages sur les voies, selon les souhaits (effets de masques solaires).
- ⇨ Concernant la typologie des bâtiments de la ville tropicale, ce seront a priori des bâtiments fins, traversant pour évacuer la chaleur. Les formes de bâtis seront plutôt éclatées, afin de permettre une ventilation autour des bâtiments. **Les opérations se doivent en elles-mêmes d'être traversantes en terme de ventilation urbaine**.

Figure 114 (PHOTOS) : Des formes éclatées pour favoriser la ventilation inter-bâtiments. Une opération sous forme de 5 bâtis séparés (Opération Ilet du centre, Saint-Pierre) (DOURIS) POUR LEU REUNION

Les conditions solaires et de vent dépendent de chaque site. Il convient de tenir compte de ces spécificités lors des simulations décrivant les conditions régionales et microclimatiques locales (à l'échelle du quartier). Les principes constructifs généraux ne dégagent en rien de la mise en place d'analyses plus poussées permettant d'affiner l'efficacité en terme de confort thermique des solutions proposées. D'autres facteurs doivent également être considérés: relief, flux hydraulogiques, afin d'obtenir une vision complète des éléments influant sur la vie et l'environnement des parcelles.

1.2 Les propriétés physiques des matériaux

Les propriétés physiques des matériaux (OKE & AL, 1991) : Leur couleur et leur texture influent sur l'émissivité et la réflectivité de la chaleur et du rayonnement solaire (Capacité des matériaux à absorber, conserver la chaleur) et sur l'inertie thermique des matériaux (Capacité à retarder la diffusion de la chaleur dans l'espace urbain) (CORBELLA & MAGALHAES, 2008, P.1020), (SANTAMOURIS & ASSIMAKOPOULOS, 2001), (OKE & AL, 1991). Les caractéristiques thermiques et la couleur des matériaux permettent d'agir sur ces critères. Voici présentés dans les tableaux suivants quelques coefficients d'absorption en fonction des matériaux (sols et revêtements de bâtiments) :

Figure 115 (TABLEAU) ! Coefficient d'absorptivité solaire de sols et de matériaux

Type de SOL		Absorptivité solaire	Réflexivité solaire
Asphalte		0,93	0,07
Sol nu sans végétation		0,75	0,25
Herbe		0,67	0,33
Sable sec		0,82	0,18
Sable humide		0,91	0,09
Sable pulvérulent blanc		0,45	0,55
Cultures agricoles		0,75	0,25
Foret d'arbres à feuilles caduques		0,85	0,15
Foret de conifère		0,95	0,05
Eau selon hauteur du soleil	10°	0,53	0,47
	20°	0,74	0,26
	30°	0,84	0,16
	40°	0,90	0,10

Type de MATERIAU		Absorptivité solaire	Absorptivité, Emissivité grandes longueurs d'ondes
Aluminium poli		0,15	0,08
Calcaire		0,57	0,95
Bois		0,60	0,95
Terre cuite rouge		0,77	0,94
Acier galvanisé oxydé		0,90	0,28
Béton	Neuf	0,55	0,90
	Courant	0,70	0,90
	Vieilli	0,80	0,90

Pour un gain de confort thermique urbain, des matériaux clairs, avec une absorptivité faible seront privilégiés (forte réflectivité), en veillant cependant à ne pas créer d'éblouissements pour les usagers.

Agir sur les matériaux urbains est une solution simple qui permet d'agir de manière efficace sur les microclimats urbains: « *Ces moyens de conception extérieure des rues et surfaces de bâtiments facilement mis en place dans les politiques urbaines, permettront d'influer sur le confort thermique.* » (EMMANUEL, 2005).

Les choix de ces matériaux en plus de la considération de confort thermique, doivent se compléter par des analyses d'infiltration des eaux (au sol), d'analyses de Cycle de Vie, et selon d'autres critères, de la perméabilité des sols ; de l'impact des matériaux sur l'environnement (consommation énergétique globale, émissions de CO_2). Les traitements de surfaces choisis influent également sur la capacité des sols à infiltrer les eaux pluviales (qui peuvent être extrêmement abondantes sur l'île). Il convient donc de maximiser les surfaces absorbantes sur le quartier.

Figure 116 (TABLEAU) ! Coefficients de ruissellement. ZAC BEAUSEJOUR (LEU REUNION), TABLEAU MODIFIE DANS SA FORME

	Type de traitement	Coefficient de ruissellement affecté		
		Pente ≤ 5%	5% ≤ Pente ≤ 10%	Pente ≥ 15%
Végétalisation	Engazonnement	0,8	0,9	1
	Engazonnement sous couvert arborescent	0,7	0,8	0,95
	Massifs arbustifs	0,35	0,45	0,5
	Masse arborée stratifiée	0	0,05	0,1
Sols	Enrobé / Béton	1	1	1
	Enrobé drainant et béton drainant	0,95	1	1
	Stabilisé ou Opus Incertum sur sable	0,85	0,95	1
Toitures	Toiture en pente	1	1	1
	Toiture terrasse non végétalisée	1	1	1
	Toiture terrasse végétalisée extensive	0,9	0,95	1
	Toiture terrasse semi-intensive 30 cm ép.	0,85	0,9	-
	Toiture terrasse intensive min 80 cm ép	0,6	0,7	-

Plus les coefficients de ruissellement tendent vers 1, plus la surface est imperméable et l'eau à tendance à ruisseler. Plus les coefficients tendent vers 0, plus la surface est en capacité de participer à l'absorption des eaux pluviales. Ainsi :

- **les espaces fortement végétalisés** concernant les sols et les **toitures végétalisées plantées** concernant les toitures détiennent les meilleurs résultats et **sont des atouts essentiels dans la gestion des eaux pluviales**.
- Les surfaces minérales au contraire contribuent à accentuer négativement le phénomène de ruissellement (coefficient de 1).

Figure 117 (PHOTO) : Utilisation de la végétation et de pavés permettant l'infiltration des eaux dans le sol, au lieu de surfaces totalement imperméables telles que le bitume ou le béton (Opération Aldabra, Saint-Pierre)

Figure 118 (PHOTO) : Favoriser l'utilisation de sols plantés pour maximiser le pouvoir d'infiltration d'eau des sols (Opération Ilet du Centre).

1.3 L'insertion de végétation

La présence de végétation (OKE, 1987) dans les espaces urbains permet d'influer sur:

- **L'exposition au rayonnement solaire direct et sur l'ombrage:**
  - pour limiter le rayonnement solaire direct sur les matériaux urbains grâce au filtre végétal et ainsi amoindrir l'absorption de chaleur par les matériaux (seconde cause de création de l'îlot de chaleur urbain).
  - pour favoriser l'augmentation des zones ombragées en zone urbaine
- **La teneur en eau de l'air** : Augmentation des surfaces d'évapotranspiration. L'air est localement plus humide et agréable à proximité de zones végétales.

Même en climat tropical humide où l'air est déjà presque saturé en humidité, la végétation est malgré tout la bienvenue car très génératrice d'ombrage bénéfique pour le confort thermique.

Les études sur l'îlot de chaleur urbain montrent des résultats significatifs dans la diminution de la température d'une ville à travers la mise en place de parcs urbains, de végétations sous diverses formes (toitures végétales, plantations diverses), d'utilisation de matériaux urbains plus clairs, de structuration des rues (hauteur des bâtiments). De nombreuses villes bénéficient d'espaces urbains très peu végétalisés qui contribuent à l'inconfort thermique des habitants. L'utilisation de la végétation et des plantations sont les solutions les plus appliquées en vue de réduire la température urbaine et de faire des économies d'énergie (KAKOGAWA & AL, 2006).

L'utilisation de la végétation s'applique à la fois à l'échelle des bâtiments (*Exemple : toitures végétalisées*) et à l'échelle urbaine (*Exemple : parcs urbains*).

Figure 119 (TABLEAU) : Exemples de références bibliographiques montrant l'influence positive de la végétation sur le confort thermique urbain

Références	Sujet de l'étude	Résultats
(SPONDE-SMITH & OKEN, 1998)	Différences de température entre les parcs et les zones construites	**Plus de 7°C**
(PIGNOLET-TARDAN, 1997)	Différence de la température de l'air (à 50°C) au-dessus du sol entre un sol bitumé et une surface végétalisée	**Plus de 8°C**

L'utilisation de la végétation en tant qu'outil d'aménagement présente de nombreux avantages autres que l'amélioration du confort thermique. En effet, la présence de la végétation en milieu urbain a un impact sur les éléments suivants**:**

- Confort des usagers des rues pour éviter le rayonnement solaire direct
- Filtration des poussières et de la pollution urbaine
- Amélioration de la capacité d'infiltration des eaux dans le sol
- Elément paysager et de qualité de vie
- Favorisation d'écrans végétaux, ou créateurs « d'ambiances végétales »
- Préservation de la biodiversité, favorisation de la création d'écosystèmes

Il s'agira de veiller à intégrer des espèces adaptées au climat local qui développent une croissance adaptée sans apport d'eau d'arrosage ; d'implanter des espaces endémiques et indigènes ; de limiter les essences invasives ; de réfléchir aux évolutions de croissance des végétaux en fonction des hauteurs de strates et des couvertures arborées souhaitées (en terme d'ombrage).

1.4 Les protections solaires

A l'échelle des rues et des espaces extérieurs, il convient de **favoriser les protections solaires** pour limiter la captation par les matériaux et l'exposition au rayonnement solaire intense sur les passants. L'ajout de protections solaires dans les rues non ombragées s'avère particulièrement profitable pour deux raisons majeures :

- Limiter l'absorption de chaleur par les murs et le sol
- Favoriser la protection solaire des piétons.

Les périodes de la journée où les passants sont le plus fortement soumis à des **températures extrêmes se situent entre 12:00-15:00 h** et il est préférable d'étendre ce créneau à 10:30 (AHMED, 2003, P. 108). *A La Réunion dans les Bas, la température maximale est atteinte vers 13h lorsque le rayonnement solaire est à son maximum* (METEO FRANCE).

Les protections se doivent d'être optimisées pour favoriser l'ombrage selon l'inclinaison et l'orientation du rayonnement au cours de la journée afin de protéger de manière continue. Les zones d'attentes telles que bancs, arrêts de bus, soumettent les usagers de manière prolongée au soleil. Les protéger permet de favoriser leur utilisation. Les horaires privilégiés d'utilisation des espaces doivent être considérées afin d'optimiser les dispositifs de protection.

Figure 120 (PHOTO) : Bancs protégés grâce à la végétation et les masques solaires durant quelques heures de la journée (Placette derrière la mairie, Saint-Pierre)

Figure 121 (PHOTO): La rue se trouve protégée du rayonnement à certaines heures de la journée dû au rôle de masques solaires que jouent les bâtiments sur la voie (Saint-Pierre)

De manière générale, les matériaux urbains sont fortement captateurs de chaleur, puisque exposés toute la journée au rayonnement solaire. Ce phénomène contribue fortement à l'inconfort thermique urbain. Il convient de favoriser l'insertion de protection de ces surfaces minérales, ceci de manière maximale sur le quartier. Cela passe par l'insertion de protections végétales ou de pare-soleil en vue de faire écran au rayonnement sur les surfaces horizontales mais également verticales.

Figure 122 (PHOTO) : Protection solaire du bâtiment (Opération Aldabra, Saint-Pierre)

Figure 123 (PHOTO) : Protection solaire du bâtiment combinée à la création d'un espace de vie intermédiaire permettant d'abriter coursives, espaces de détente pour les habitants du bâtiment, espaces végétalisés (Opération Ilet du centre)

1.5 Pour synthétiser

Pour synthétiser, les 4 facteurs d'approches contrôlables dans l'espace urbain favorisent les effets suivants :

Figure 124 (TABLEAU) : Impacts positifs en termes de confort thermique des 4 facteurs contrôlants proposés par (RIZWAN & AL, 2008)

Structuration urbaine optimum	Matériaux urbains réfléchissant	Végétalisation	Protections solaires d'appoint
•Amélioration des flux de ventilation •Diminution de captation de chaleur des bâtis •Favorisation d'espaces d'ombres	•Faible captation de chaleur dans les sols et l'enveloppe des bâtiments	•Filtre solaire sur les bâtiments et les sols •Filtre solaire pour les piétons •Amélioration de l'humidité de l'air	•Confort des usagers

Ces quatre éléments structurent au niveau confort thermique les choix de construction au niveau d'un quartier (interaction de plusieurs bâtiments), mais également à l'échelle d'un bâtiment .

Figure 125 (TABLEAU) : Des facteurs contrôlables agissent à différentes échelles sur le confort thermique urbain

Mesures	Quartier	Bâtiment
Disposition de l'espace vis-à-vis des flux et rayonnements en vue d'obtenir un confort optimum	Disposition des bâtiments les uns par rapports aux autres Formes et volumes des bâtiments Porosité entre les bâtiments	Lieu de disposition du bâtiment Orientation du bâtiment Forme et volume du bâtiment Porosité intérieure du bâtiment

Choix des matériaux vis-à-vis de l'albédo	Choix des surfaces de sols urbains	Choix des matériaux de l'enveloppe du bâtiment et de son environnement immédiat (sol)
Végétaux	Parcs et espaces végétalisés publics ; Végétalisation des voiries	Végétalisation autour du bâtiment ou sur le bâtiment (murs, toitures)
Protections solaires	Des bâtis, des surfaces horizontales (toitures, sols) Des espaces d'attentes dans les lieux publics.	Des ouvertures et façades principales du bâtiment. De l'enveloppe du bâtiment

Les principes généraux liés aux logiques d'amélioration de confort thermique en milieu tropical sont transposables aux différentes échelles d'actions. Elles sont simplement adaptées aux fonctionnalités et la disposition de chacune de ces espaces

2 *TRANSFERT DE CONNAISSANCES DE L'HABITAT TRADITIONNEL REUNIONNAIS VERS LES BATIMENTS BIOCLIMATIQUES*

Les bâtis traditionnels étaient thermiquement bien pensés à La Réunion et bénéficient de décennies d'expérimentations d'améliorations. Ils offrent des commodités qui n'ont pas toujours été conservées avec les constructions plus récentes car elles ne sont pas toujours adaptées aux nouveaux modes d'habitats (matériaux, élévation des bâtiments).

Il est intéressant de pouvoir s'inspirer de cette structuration des bâtis vernaculaires pour donner un second souffle à la structuration des bâtiments collectifs tropicaux et les rendre plus performants thermiquement et énergétiquement. Certains principes permettent de réancrer les bâtis dans le contexte dans lequel ils sont construits.

2.1 L'expérience des bâtis vernaculaires

2.1.1 Une transcription des solutions vers des bâtiments collectifs

Dans la prospective de construction d'habitats tropicaux bioclimatiques, le **transfert** d'application **de solutions passives** issues de l'habitat vernaculaire vers des bâtiments collectifs ou individuels actuels intéresse depuis de nombreuses années de nombreux acteurs. Ainsi, Le Corbusier lors de projets localisés en Inde a cherché à penser différemment l'architecture en s'intéressant à l'architecture vernaculaire locale.

Un modèle transitoire entre l'architecture vernaculaire tropicale et l'urbanisme moderne : La ville de Chandigarh en Inde.

Le Corbusier bien qu'urbaniste moderne, s'est intéressé à cette adaptation des bâtiments modernes vis-à-vis du climat tropical. La responsabilité du programme de conception du plan directeur de la ville de Chandigarh, la capitale du Punjab en Inde dans les années 50 lui était revenue et lui a offert l'occasion de mettre en œuvre certaines de ses idées sur un large espace. A travers ce projet, il a choisi de se réconcilier avec la nature et tentant de l'utiliser comme allié, plutôt que de la combattre comme il a pu le faire sous des climats froids (ALI, 2006).

Afin de satisfaire au mieux au climat chaud et de mousson de l'Inde, Le Corbusier pour son programme a procédé à des observations de l'habitat vernaculaire indien. Il a étudié les solutions proposées localement pour se protéger du soleil : l'ombrage de cours, les murs épais, les

petites ouvertures, les débords de toitures utilisés dans les villages du Punjab et de Gujarat. Il s'est également inspiré des temples bouddhistes desquels émane un calme solennel. Selon lui, le noir améliorerait la clarté des pensées. S'équipant d'outils tels que la grille climatique, l'épure du soleil, il a ainsi proposé des solutions architecturales contrôlant le rayonnement solaire.

Les constructions qui voient le jour sont des bâtiments ventilés, protégés par des pare-soleil en béton, proposant des terrasses accessibles pour se rafraîchir la nuit. Les brises soleil de Le Corbusier permettent : - l'amélioration des performances thermiques, d'ensoleillement naturel et - présentent des propriétés fonctionnelles telles que:

Le contrôle de la pénétration du soleil d'où une régulation des températures et une pénétration douce de la lumière du jour à l'intérieur des bâtiments ;

L'amélioration de l'inertie du bâtiment car les pare-soleil de par leur structuration ont des propriétés isolantes ;

La création d'un espace transitionnel entre espace public et privé à la manière des ***mashrabiyyas,*** *types d'ouvertures permettant de voir à l'extérieur sans être vu à l'intérieur et favorisant une certaine intimité visuelle, une protection solaire et une ventilation continue du bâtiment.*

Il a ainsi pu concilier la prise en compte de la température à travers les heures de la journée et les saisons, l'éclairage naturel des bâtiments, la saison des moussons, la prévention des vents, l'intégration dans le paysage (ALI, 2006).

La présentation de quelques principes de conception bioclimatique proposés pour le climat tropical seront illustrés en parallèle avec **la case créole réunionnaise**. Un **modèle** qui s'est enrichit de dizaines d'années d'expérimentations empiriques à l'aide de solutions passives, tout au long de l'urbanisation de La Réunion. **Cette étude de cas sera indiquée en italique**.

Figure 126 (PHOTO) : Avant d'une ancienne case créole. Un espace végétalisé entre la rue et la bâtisse favorise un

Figure 127 (PHOTO) ; Varangue-avant d'une maison créole (La Maison Orré, Centre-ville de

environnement de qualité pour la maison (Quartier de Ravine Blanche) **Saint-Pierre)**

2.1.2 La variété d'espaces constitutifs de l'habitat tropical

L'habitat en milieu tropical trouve une partie de son efficience dans la multitude d'espaces le constituant :

Figure 128 (TABLEAU) : L'adaptation du bâti au climat tropical, une diversité de typologie d'espaces de vie.

STATUT DE PROPRIETE	ESPACE PUBLIC	ESPACE PRIVE OU COLLECTIF	ESPACE SEMI-PRIVE	ESPACE PRIVE	ESPACE PRIVE	ESPACE PRIVE OU COLLECTIF
FONCTIONS	OUVERT A TOUS	PERMEABLE PARTIELLEMENT A LA VUE	PERMEABLE PARTIELLEMENT A LA VUE	INTIMITE DU FOYER	INTIMITE DU FOYER	INTIMITE DU FOYER OU SEMI-INTIMITE
ETAT	EXTERIEUR	EXTERIEUR (La végétation offre un espace accueillant ombragé et protège le bâtiment du soleil)	SEMI INTERIEUR /EXTERIEUR (espace extérieur protégé du soleil par un écran horizontal)	INTERIEUR (Espace intérieur, permettant une protection lors des intempéries, sécurisant, dédié aux espaces personnels)	SEMI INTERIEUR /EXTERIEUR (espace extérieur protégé du soleil par un écran horizontal)	EXTERIEUR (espace ouvert, permettant la rencontre et les activités des membres du foyer ou les membres de l'opération)
Maison créole	Chemin, Route, voie urbaine	Jardin créole, Cour-avant de la maison	Varangue donnant sur la cour-avant	Intérieur de la maison créole, Ouvert à la ventilation	Varangue donnant sur l'arrière-cour	Arrière-cour
Bâtiment collectif classique	Chemin, Route, voie urbaine	Intérieur de l'appartement, clôt. Fermé à la ventilation			Parfois terrasse ou balcon	Parfois jardin privé ou collectif
Bâtiment collectif adapté au mode de vie tropical	Chemin, Route, voie urbaine	Espace de transition réservé aux résidents de l'opération mais perméable visuellement en partie vis-à-vis de l'espace public. Sas de protection climatique du bâtiment Jardins et plantations végétales pour permettre perméabilité	Espace privé, perméable visuellement pour favoriser les échanges entre voisins. Possibilité d'être personnalisé par les habitants. Délimité de manière douce pour pouvoir laisser ouverte la porte ouverte du logement	Intérieur de l'appartement Ouvert à la ventilation	Terrasse extérieure avec possibilité d'être close visuellement (sécurité + adaptation au climat + Intimité) tout en restant perméable pour la ventilation. +Espace de plantation perméable à la pluie	Jardin collectif et espaces de rencontre en interne de l'opération

		des sols, des eaux pluviales…				

En pratique : à quoi peut ressembler la ville tropicale

L'application des différents principes énoncés peuvent se traduire à la fois dans les bâtiments, les voiries et les espaces publics.

2.2 Créer des bâtiments bioclimatiques tropicaux

Les recherches se poursuivent depuis plus longtemps concernant la conception bioclimatique des bâtiments en milieu tropical et permettent d'aboutir à des solutions assez performantes. Certains exemples seront illustrés à travers l'expérience des bâtis traditionnels de La Réunion. Au niveau thermique, il s'agit de:

- Limiter l'entrée de chaleur par conduction à travers la structure du bâti
- Limiter l'entrée de rayonnement direct par les ouvertures du bâtiment
- Limiter la retransmission de la chaleur captée la journée autour du bâti
- Favoriser l'évacuation de la chaleur.

2.2.1 Une orientation et structuration adéquate du bâtiment

Orientation solaire et au vent

L'orientation de la case créole réunionnaise luipermet de bénéficier des brises thermiques douces rafraichissantes tout en intégrant dans la réflexion les trajectoires solaires, de manière à limiter de trop forts rayonnements sur les façades principales.

Les bâtis doivent intégrer les conditions climatiques locales afin de susciter un confort optimal : Le soleil se lève approximativement à l'Est et se couche à l'Ouest sur l'île. Il faudra veiller à limiter l'entrée de ce rayonnement oblique sur les façades vitrées par une orientation adéquate du bâti et des protections solaires adaptées. Les façades Est et Ouest nécessiteront des protections verticales pour se protéger du rayonnement oblique. Les façades Nord plutôt sensibles au rayonnement de milieu de journée en mi-saison bénéficieront plutôt d'une protection horizontale simple (AUFFRET & AL).

Les brises thermiques elles sont majoritairement perpendiculaires à la côte. Il s'agira d'en bénéficier au mieux.

Un conpromis entre les différents paramètres du site : vues, ombre des arbres existants, relief et pentes, orientation vis-à-vis du rayonnement solaire et des vents déterminera

l'emplacement sur la parcelle, l'orientation du bâti et la structuration des fonction du bâti et urbaines.

Caractère traversant

La case traditionnelle est structurée de manière à présenter un caractère traversant. Ses ouvertures principales, sont orientées de manière à bénéficier des brises thermiques. L'ensemble des pièces est structuré pour recevoir les flux entrants. Une dépression de vent est créée en ouvrant en arrière de la maison des ouvertures, permettant de faciliter le passage de l'air et une aération de qualité.

Les bâtiments bioclimatiques tropicaux se doivent d'être systématiquement **traversants** pour évacuer la chaleur accumulée dans le bâtiment. C'est-à-dire que l'air doit pouvoir s'écouler de manière fluide à travers l'intérieur du logement ou des pièces du bâti.

En pratique

Pour favoriser des bâtiments traversants, plusieurs solutions existent telles que :

- **des Bâtiments de faible largeur**, entre 12 à 15 mètres.

  Ces propositions de largeurs de bâtis, proviennent d'expérimentations en réel, d'expertises d'architectes. Les bâtis doivent, dans les territoires tropicaux, s'organiser de manière à n'être constitués dans leur partie structurante, que par des éléments nécessaires aux fonctions essentielles du bâtiment. *Exemples : Les coursives, ascenseurs, escaliers, lorsqu'ils sont proposés en centre du bâti élargissent le bâtiment et limitent de ce fait les capacités d'auto-régulation de la température du bâti grâce aux mouvements d'air traversants..*

Figure 129 (PHOTO) : Exemple de coursives extérieures au bâti (Opération Aldabra)

Figure 130 (PLAN 3D) : Des bâtiments présentant une largeur de structure bâtie imperméable faible (Opération Ilet du centre)(ARCHITECTES 2APMR)

Certains architectes proposent pour limiter la largeur des bâtiments sous climat tropical de disposer les coursives en extérieur des bâtis. Il est possible dans cette nouvelle configuration, d'imaginer de nouvelles structurations d'espaces et de mutualisation de fonctions. *Exemples : Des coursives extérieures protégées du soleil par de la production d'énergie photovoltaïque.*

- **La Disposition des pièces,** pensée pour permettre la ventilation de l'intégralité de la surface intérieure du bâti. Chacune des pièces doit pouvoir être ventilée. Il s'agit de moduler l'agencement des pièces intérieures, leur taille et leur disposition. De nombreuses solutions d'agencement intérieur peuvent être imaginées. *Exemple : de grandes pièces uniques (commerce, bâtiments industriels) peuvent permettre à l'air de circuler librement.* Lorsque cela n'est pas possible, et que portes et cloisons intérieures bloquent la circulation de l'air, certains dispositifs structurants peuvent permettre d'améliorer la ventilation intérieure.

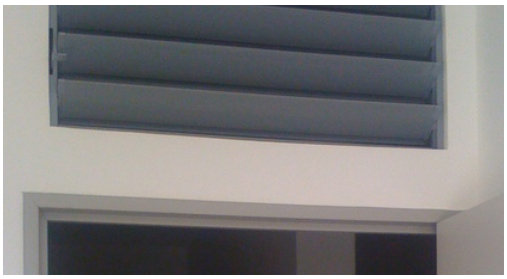


Figure 131 (PHOTO) : Persiennes au-dessus des portes intérieures du logement pour favoriser une ventilation traversante (Opération Le Belvédère, Beau séjour, Sainte-Marie)

Figure 132 (PHOTO) : Portes intérieures orientables, intégrants toute la hauteur sous plafond et permettant de ventiler selon le souhait la pièce. (Opération Ilet du centre, bureaux)

- La ventilation des intérieurs de manière naturelle, s'accompagne parfois d'insertion de solutions artificielles de complément à la ventilation naturelle, telles que les **ventilateurs**

en plafond permettant d'octroyer une brise légère améliorant la sensation de confort des habitants. Cette solution d'appoint, bien qu'électrique, reste bien moins consommatrice qu'un système de rafraichissement de l'air.

Figure 133 (PHOTO) : Des logements pré-équipés dès leur livraison de prises en plafond pour brasseurs d'air (Opération Le Belvédère, Sainte-Marie)

- **Ouvrants de part et d'autres des logements**, pour favoriser un écoulement d'air.
  - La porosité doit être suffisante. Les ouvertures doivent se situer **en nombre** sur les façades principales du bâti bénéficiant des brises de vent. Les ouvertures doivent représenter une surface importante des façades, être localisées de manière adéquate pour favoriser au milieu l'écoulement de l'air dans tout le logement.
  - Les ouvrants doivent pouvoir être ouverts de manière sécurisée (pour les effractions), et ouverts même après le départ des occupants ou durant la nuit. Ainsi l'intérieur du bâtiment bénéficie d'une régulation de température continue, 24/24h.
  - Les ouvertures doivent pouvoir être modulées selon les conditions de vent.

Maximiser les ouvertures et la ventilation traversante naturelle et les mouvements d'air doux :

Figure 134 (PHOTO) : Brasseurs d'air pour maximiser le confort des usagers. (Opération Ilet du centre, Bureaux)

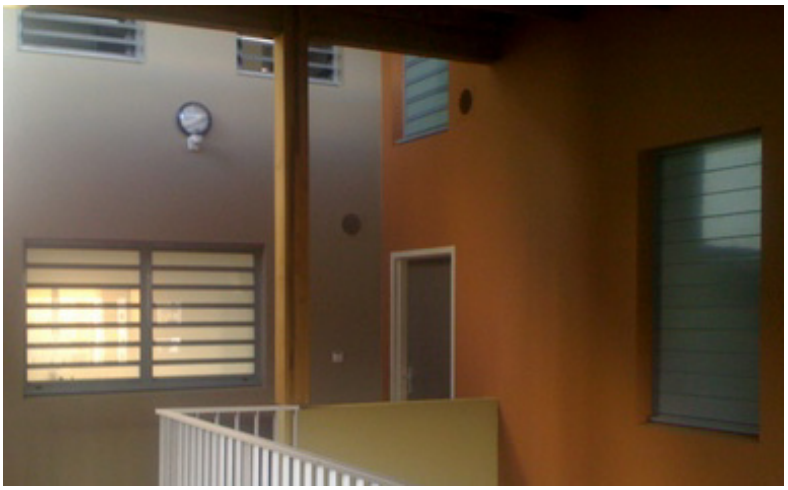


Figure 135 (PHOTO): Nombreux ouvrants favorisant la circulation de l'air. (Opération Le Belvédère)

- Les ouvrants peuvent être disposés sur toute la hauteur sol-plafond

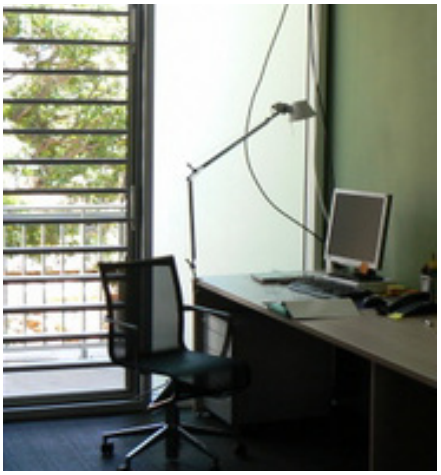


Figure 136 (PHOTO) : Des ouvertures persiennées modulables disposées sur toute la hauteur sol/plafond permettent de maximiser l'entrée de ventilation (Opération Ilet du centre, Bureaux)

- Les ouvrants doivent pouvoir être ouverts à leur maximum. *Exemple, les baies à double battants offrent seulement 50% d'aération*. Il s'agit d'optimiser les ouvertures.

Figure 137 (PHOTO): Baies à galandage pouvant s'ouvrir à 100 % ou être régulées en fonction du confort recherché et selon les conditions climatiques (Opération Le Belvédère)

- **Des ouvertures persiennées**

Les ouvertures des maisons créoles sont généralement sous forme persiennées. Cependant, beaucoup de maisons, n'ont pas de vitrage. Les ouvertures restent totalement ouvertes la journée et sont fermées par un volet le soir ou au départ de l'habitation.
Les volets, généralement persiennés eux-aussi, permettant à la maison, au départ des habitants ou lorsque le soleil tape trop fort de bénéficier d'une aération continue.

Si les ouvrants ne sont pas persiennés, ils doivent pouvoir être équipés de volets qui le sont.

Il est ainsi possible de combiner différentes solutions selon les pièces des bâtiments. *Exemple : des ouvrants à simple battant pour la protection des intempéries et pour l'intimité sonore, combinés à des volets persiennés.*

Figure 138 (PHOTO) : Ouvertures persiennées réglables et sécurisées pour alimenter constamment le logement en fraîcheur (Opération Le Belvédère)

Figure 139 (PHOTO) : Volets persiennés pour ventiler et protéger du rayonnement solaire. Les couleurs claires permettent de diminuer la captation de chaleur par la structure du bâti (Opération Aldabra)

Les **volets persiennés** apportent une **opacité face au rayonnement solaire fort, tout en conservant des flux d'air rafraichissants** tout au long de la journée.

2.2.2 Protéger le bâti et les occupants du rayonnement solaire

Des protections solaires des ouvertures

Dans les maisons créoles, une végétation abondante périphérique permet de protéger les ouvertures et le bâti du rayonnement solaire. Des pare-soleil ou des casquettes solaires, limitant de ce fait l'entrée directe de chaleur complètent cette protection et favorisent un environnement intérieur de qualité. De part et d'autre de la maison, les varangues jouent le rôle d'espace tampon vis-à-vis de l'entrée de chaleur. Elle protège le bâti et offrent aux habitants des espaces d'ombre.

La protection solaire des ouvertures peut être opérée de différentes manières :

- Structuration architecturale des logements : *Disposition de varangues protégeant les ouvertures du rayonnement solaire par exemple*
- Implantation de végétation autour ou sur le bâtiment favorisant la création d'ombrage et servant de filtre solaire
- Utilisation de pare-soleil adaptés en fonction de l'orientation des ouvertures, de l'utilisation des pièces concernées. Ils seront horizontaux ou verticaux, optimisés pour diminuer l'inconfort thermique et visuel du soleil, tout en permettant au bâtiment de rester efficace en termes d'éclairage naturel. Leur localisation, structuration fera l'objet de calculs pour les optimiser.

Figure 140 (PHOTO) : Pare-soleil verticaux constitués de diverses lames en tissus permettant de protéger les ouvrants du rayonnement direct (Opération Ilet du centre)

Figure 141 (PHOTO) : Lame verticale permettant de protéger les fenêtres sur toute la hauteur du bâtiment (Opération Aldabra)

Figure 142 (PHOTO) : Casquettes solaires (Opération Aldabra)

Une protection des façades

Les maisons créoles peuvent bénéficier de protection de leurs façades, à travers par exemple la mise en place de bardeaux, qui limitent l'entrée de chaleur à l'intérieur du bâti en jouant le rôle d'isolant, en plus de l'aspect architectural unique qu'il offre à la maison.

De même sur les bâtiments collectifs ou logements individuels, il est nécessaire de favoriser une minimisation des entrées de chaleur dans l'enveloppe des bâtis à travers les dispositifs suivants :

- **Une isolation performante de l'enveloppe des bâtiments** (murs et toitures)
  - Par des matériaux isolants thermiquement parlant, permettant de limiter l'entrée de chaleur dans le bâti.
  - Par des toitures végétalisées qui jouent le rôle d'isolant, tout en facilitant la régulation des eaux pluviales, participent au développement de surfaces végétalisées
- **L'utilisation de protections solaires des bâtis et des ouvrants** :

- **Apport végétalisé** : *Couverture végétale par des plantes grimpantes, végétation haute et étagée qui filtre le soleil.*
- **Matériaux de protection limitant l'exposition directe au soleil** de la structure du bâti. *Exemples : surfaces en bardages sur les zones les plus exposées*
- **Sur-toitures** qui évitent le rayonnement direct sur le toit et favorisent l'évacuation de la chaleur accumulée entre le toit et la sur-toiture.

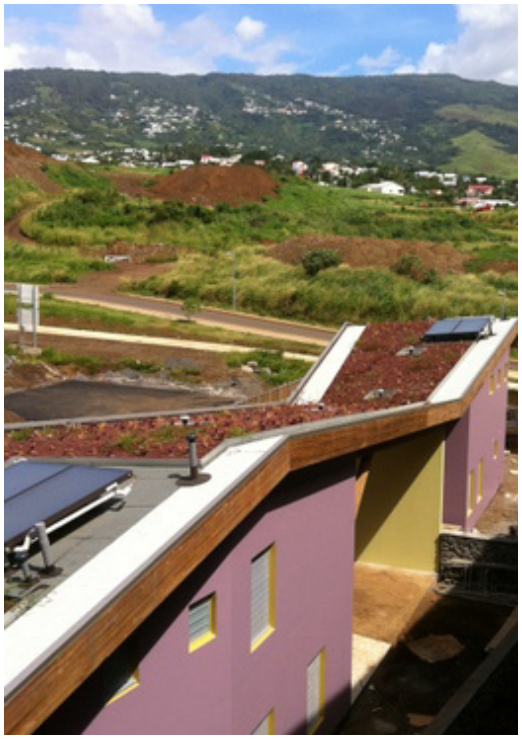


Figure 143 (PHOTO): Toiture végétalisée (Opération Le Belvédère)

Figure 144 (PHOTO) : Sur-toiture (Opération Aldabra)

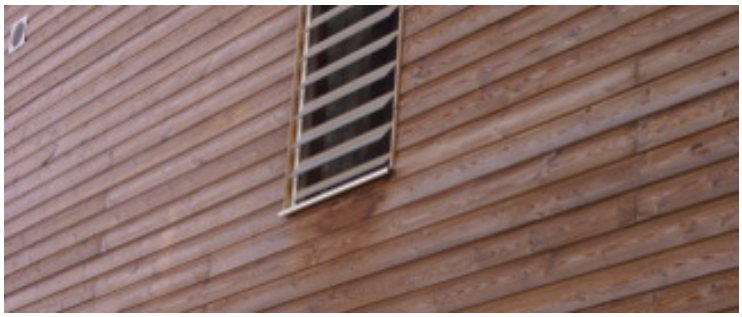


Figure 145 (PHOTO) : Bardage bois (Opération Aldabra)

Les dispositifs d'isolation et de protection de l'enveloppe du bâtiment peuvent permettre de gagner plusieurs degrés en intérieur du bâti.

2.2.3 Un environnement immédiat de qualité autour des bâtis

Le sol entourant la case créole est souvent constitué de terre ou de végétation, afin de favoriser l'insertion de l'eau dans les sols lors des pluies et limiter la captation de chaleur au sol. Les haies et arbres ombragés, manguiers, offrent une protection solaire supplémentaire au bâtiment.

La favorisation d'un environnement proche des bâtiments captant peu la chaleur est importante et permet de diminuer la transmission de chaleur en intérieur et dans l'air. *Les sols minéralisés, ne sont pas porteurs de fraîcheur et participent à un certain inconfort thermique*. Par contre l*a présence de parkings en environnement immédiat des bâtiments favorise la captation de chaleur.* La végétation aux abords des bâtiments permet de favoriser le confort thermique des bâtiments.

Figure 146 (PHOTOS) : Insérer la végétation au plus près du bâti pour favoriser un environnement climatique de qualité et limiter la captation de chaleur par le sol (Opération Aldabra)

2.2.4 Utilisation de matériaux adaptés

Le choix des matériaux nous l'avons dit précédemment est important, afin de limiter la captation de chaleur. Se référer au tableau présentant les coefficients d'absorption de chaleur.

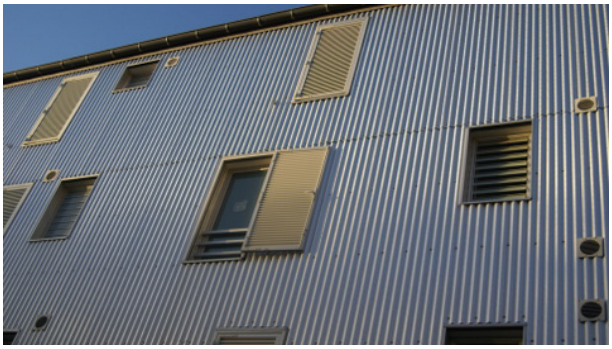
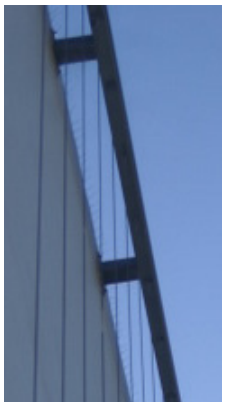


Figure 147: Le choix de matériaux réfléchissants et/ou aux couleurs claires en vue de limiter la captation de chaleur sur les éléments exposés. Surfaces horizontales (Opérations Aldabra et Ilet du centre)

2.2.5 La végétalisation comme outil d'aménagements

L'insertion de végétalisation comme outil d'amélioration du confort thermique peut se mettre en place de différentes manières dans les bâtis ou espaces urbains : **au sol** (végétation plantée), de manière **verticale** par la croissance de plantes grimpantes directement sur le bâti ou sur des structures détachées du bâti, sur les toitures, par de nombreuses autres solutions originales.



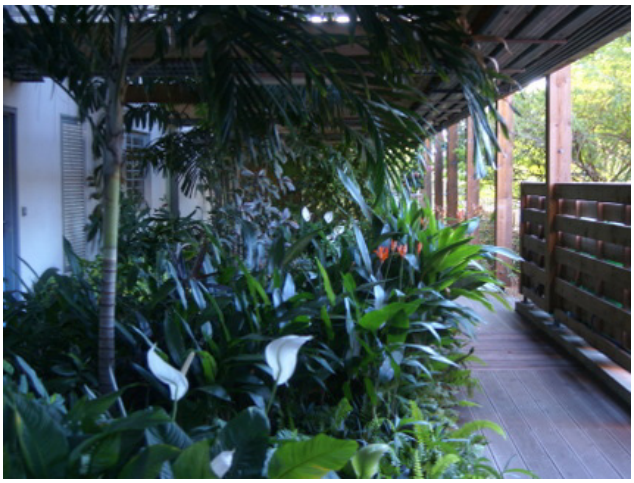


Figure 148 (Photos) : Insertion de végétation autour des bâtis. A gauche : dispositifs pour plantes grimpantes (Ravine Blanche), au centre et à droite : différentes strates arbustives, la plus haute monte jusqu'au 2ème étage (Ilet du centre)

Transition : Les entités de structuration de l'Espace urbain en général

Dans la structuration de la ville ou d'un quartier, plusieurs échelles d'action d'aménagement interviennent. Le fonctionnement de quartier se base sur deux entités majeures concomitantes:

- **l'Espace privé ou semi-privé (maisons individuelles ; bâtiments collectifs,)** utilisés par les résidents de l'espace. Il s'agit d'un public restreint.
- **l'Espace public (voies de circulation, infrastructures publiques, espaces communs extérieurs)** utilisé par tous les habitants du quartier ou de la ville. Un espace mis à disposition de tous.

Etudier un bâti, ne signifie pas : « s'affranchir du reste de l'espace urbain ». Etudier le quartier ne signifie pas oublier la structuration et l'aménagement spécifique des bâtiments. En effet, l'entité bâtiment ou logement individuel est reliée de manière très proche au fonctionnement de la ville, plus précisément des rues et des espaces publics.

Un habitant dans ses gestes quotidiens vit chez lui puis déambule dans les rues de la ville afin de pourvoir à ses activités. L'interaction de ses deux « mondes » est essentielle à appréhender dans l'aménagement du quartier qui sera fait puisque mettre en œuvre un quartier durable signifie offrir à l'habitant un cadre de vie agréable dans **toutes les situations** et de manière continue.

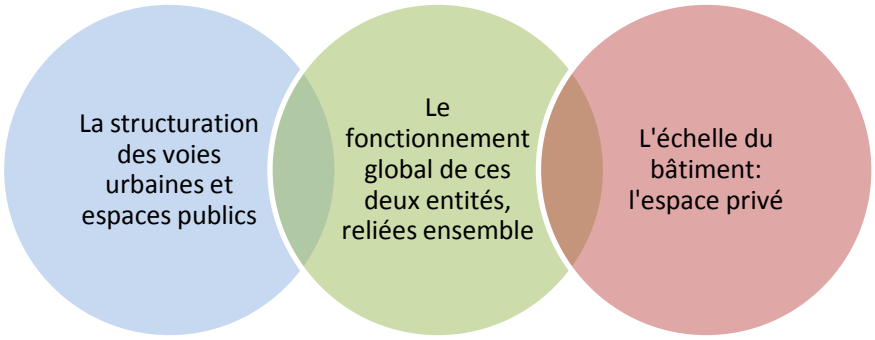


Figure 149 (DIAGRAMME RELATIONNEL): 3 entités d'actions considérées dans la constitution d'un quartier.

Observons plus attentivement les principes permettant de créer des liaisons plus fluides entre espace privé et espace public dans un contexte tropical.

3 *AGIR SUR L'ORGANISATION DE L'ESPACE POUR CREER DE NOUVEAUX MODES DE VIE*

La présence durant un an en cabinet d'architecture et laboratoire d'écologie urbaine m'a permis de voir émerger certaines pistes de conception urbaine favorisant le mieux vivre en ville sous climat tropical. Cette conception, complète et enrichit la vision de confort thermique présentée précédemment et reste plus axée sur la qualité de vie.

Proposer un cadre de vie favorisant la rencontre, les déplacements à pied, l'accès à l'épanouissement des habitants dans un cadre diversifié **est possible**. Aménager ce cadre afin qu'il se régule de manière bioclimatique malgré un rayonnement solaire rude **est faisable** à travers des solutions passives. Il permet de construire et de vivre au quotidien son rapport à l'autre et au climat et **est déjà vécu par certains habitants**.

Voici la présentation d'éléments permettant d'aller vers un mieux construire en climat tropical et de concevoir différents espaces de vie dans les bâtis. Il s'agit de quelques solutions déjà expérimentées sur le territoire réunionnais notamment. La liste est non exhaustive. Il s'agit de certains principes de construction, plus adaptés aux modes de vie, aux enjeux et au climat tropical. **Les nouvelles innovations passives à mettre en œuvre** sont grandes et **ne demandent qu'à être imaginées** et matérialisées.

3.1 La délimitation entre espaces publics et privés

Espaces publics et espaces privés sont généralement dans la ville actuelle deux espaces frontiérisés. La transition se fait de l'un à l'autre brusquement, sans « sas de décompression ». Il convient de repenser ces frontières pour leur redonner de la souplesse, pour ne plus se heurter à des murs clos depuis la rue et pour ne plus plonger brusquement dans l'activité de la rue sans préalable.

Des clôtures poreuses, pour créer le lien espace privé/espace public

Les clôtures font souvent office d'éléments de protection contre la criminalité, et permettant de gagner en intimité. Elles favorisent l'indépendance des habitations et accentuent le côté personnel voir autarcique des habitants dans leur propriété.

Rappelons les modes de vie que la case créole permettait d'offrir.
La case créole se structure souvent d'une cour avant ouverte sur la rue, mais également d'une cour arrière plus privée.
Un jardin à l'avant de la maison créole, rend possible depuis la maison, la vue sur la route ou le chemin. Les rapports sont facilités entre voisins, passants, habitants par cette perméabilité visuelle. Visiteurs et habitants peuvent en effet s'interpeller de manière aisée depuis la route et depuis l'avant de la maison. Les habitants peuvent voir si des visiteurs sont à l'entrée de leur jardin.

Les passants eux, depuis le chemin se voient offrir une vue agréable sur l'avant des maisons créoles. Ils accèdent ainsi visuellement et par l'odorat à l'ambiance du jardin créole et de la flore tropicale colorée et pleine de senteurs. Les passants ont également une vue très agréable sur l'architecture de la maison lorsqu'ils passent devant ces constructions. Les maisons ou cases créoles sont des habitations généralement très charismatiques, présentant des couleurs parfois très colorées, décorées par des lambrequins le long de leur toiture.

Afin de favoriser cette communication entre espace privé et public, il parait important de conserver une porosité dans les délimitations des opérations : **visuelle, olfactive, hydraulique, faunistique.**

Les clôtures de la case créole sont en effet généralement perméables au regard et permettent une vue partielle sur l'ambiance des jardins et des habitats. Elles sont généralement en arbres plantés (de goyavier, d'hibiscus, en alamandas) et coupés à hauteur 1, 40 – 0,70m ; mais parmi lesquels on voit en transparence, ou faites à partir de matériaux de récupération.

A travers des délimitations poreuses, les habitants peuvent **communiquer facilement** avec les passants dans la rue.

Figure 150 (PHOTOS) : Exemple de délimitation poreuse (Opération Jules Joron, Saint-Louis) (LEU REUNION)

Les bâtiments et leurs aménagements participent à la richesse visuelle de l'espace public et à la diversité de ville en donnant la vue sur les opérations. Cela favorise la création d'une identité propre de quartier. Chaque maison et jardin sont personnalisés par les habitants et donnés à vue. Cela crée à l'échelle d'un quartier une myriade d'ambiances.

Nombres d'opérations actuelles, par mesure de sécurité se retrouvent complètement déconnectées de l'espace extérieur. Il ne s'agit pas d'éliminer ces éléments de sécurisation d'opérations, mais de trouver une transition plus souple entre ouverture sur la ville et conservation de l'intimité des opérations. Les habitants des résidences privées doivent pouvoir **conserver le contact avec le reste de la ville**.

Des espaces privés au service de l'espace public

Espace publics et privés se trouvent également souvent déconnectés l'un de l'autre alors qu'ils peuvent s'enrichir mutuellement par des éléments transitionnels. Cependant les espaces privés peuvent permettre d'améliorer l'espace public et inversement.

Une mutualisation des fonctionnalités de la délimitation des opérations

A titre d'exemple, l'outil Clôture peut être **mutualisé avec l'espace urbain** afin d'enrichir les fonctionnalités urbaines.

Exemple 1: Délimitations de propriétés en murets bas, permettant aux passants de se poser quelques instants et de discuter par exemple en fin de journée lorsque le soleil commence à baisser, ou de s'y reposer quelques instants la journée si ce banc improvisé est à l'ombre.
Exemple 2 envisageable : Utilisation d'une façade de bâtiment pour l'expression d'artistes locaux.

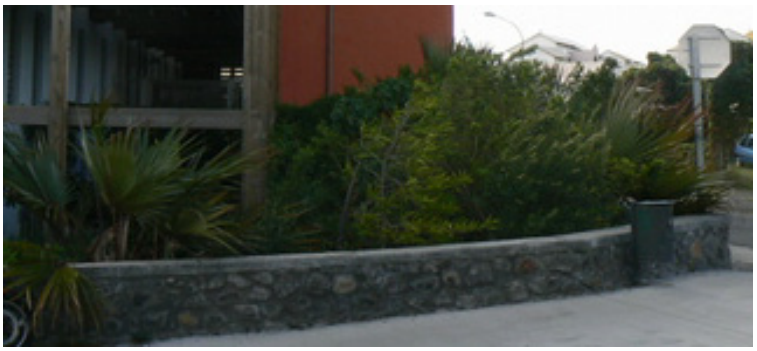


Figure 151 (PHOTO) : Des murets et un jardin permettant de délimiter l'opération Ilet du centre. Ils permettent d'offrir à la rue un jardin et des sièges ombragés aux passants la journée ou pour s'asseoir le soir et discuter (Opération Ilet du centre)

Figure 152 (PHOTO) : Délimitation douce des espaces privés à l'intérieur des opérations. Les murets sont mutualisés (Opération Ilet du Centre)

Les murets, matérialisent ici le changement de propriété. Une certaine retenue limite spontanément l'avancée dans cette zone, cependant il est possible de la découvrir par la vue.

Des espaces privés perméables pour les piétons

Les espaces privés créent généralement des espaces clos, empêchant le passage des piétons. Il est pourtant intéressant que le quartier dans sa structuration soit adapté à la marche à pied et permette de maximiser la **perméabilité piétonne**, y compris à travers les opérations :

1) Les opérations doivent pouvoir offrir des sorties piétonnes à leurs habitants sur les différentes rues qui l'avoisinent, pour favoriser la déambulation piétonne. *Exemple : Opération localisée à l'angle de deux rues*.

2) L'opération, si elle coupe un flux piéton, doit permettre de le restaurer ou de créer un espace ouvert au public perméable en vue de favoriser l'efficience du quartier.

Cette notion de perméabilité piétonne est particulièrement importante en milieu tropical, dans lequel un grand nombre d'activités peut potentiellement se dérouler toute l'année en extérieur. Il convient de maximiser l'utilisation de l'extérieur. Les opérations peuvent favoriser des transitions piétonnes ombragées et dégagées de risques automobiles.

Figure 153 (PHOTO): A l'intérieur même de l'opération, l'espace dédié au voiture est séparé de l'espace dédié aux piétons : une voie piétonne permet de longer les maisonnettes. Il s'agit d'un endroit adéquat pour les jeux des enfants et les échanges entre adultes. Cette voie à ses deux extrémités permet d'accéder aux différentes voies publiques bordant l'opération (Opération Aldabra)

3.2 Des espaces intermédiaires entre la rue et le bâti

Les jardins créoles à l'avant des maisons, sont généralement très bien fleuris. Ils bénéficient de quelques arbres créateurs de grands espaces ombragés, offrant un confort thermique agréable par temps très chaud. Ces jardins servent de liens entre l'espace purement privé qu'est la maison et l'espace public représenté par la rue.

Il est intéressant de transposer cette notion de « sas » de transition entre la rue et les logements dans l'urbanisme tropical. De tels espaces de transition peuvent ainsi permettre de tenir à l'écart des bâtiments l'agitation et les nuisances de la ville tout en favorisant la création d'un espace supplémentaire de vie ; un espace intermédiaire, ni-privé, ni-public.

> *La ville tropicale : entre recherche d'intimité et de recréation de liens. Se sentir chez soi, à l'abri du soleil mais ne pas se couper du monde dans des habitats « hermétiques ».*

Certains architectes (exemple : CABINET D'ARCHITECTES 2APMR) proposent sous climat tropical des opérations de logements séparés de la rue par ces « sas ». Dans ces espaces de transition intermédiaires peuvent apparaitre les fonctions de coursives, ascenseurs et escaliers et s'y voir disposer les espaces communs, quelques espaces végétalisés, éventuellement les parkings.

Ces sas combinent plusieurs fonctions. Ils permettent de :

- séparer de quelques mètres le bâtiment de la rue pour éloigner le bâti des nuisances
- décharger le bâtiment de certains éléments structurels afin qu'il reste fin et ventilé
- protéger les façades du bâtiment du rayonnement solaire direct.
  En effet, dans l'architecture proposée le sas présente l'avantage de s'élever sur toute la hauteur du bâtiment à l'aide d'une structure en bois qui alimente sous forme de cheminement aérien l'entrée des logements. Cette structure joue le rôle de protection solaire. Elle est parfois complétée par des pare-soleil supplémentaires, par la favorisation du développement de la végétation. *Exemple : Câbles tendus pour favoriser les plantes grimpantes de manière verticale ou horizontale en hauteur.* Des arbres, jouent le rôle de filtre visuel et de poussières et d'ombrage au sol.
- créer une vie intérieure supplémentaire.
  Au rez de chaussée des espaces de vie protégés du soleil peuvent se développer et être utilisés par les habitants. Aux étages, des coursives aériennes privatisées mais poreuses visuellement permettant la communication.

Des espaces générateurs d'un microclimat spécifique

Les sas entre la rue et le bâtiment peuvent proposer un environnement végétal et/ou architectural protecteur jouant le rôle de couverture thermique, diminuant l'exposition solaire directe sur les bâtiments et créant un environnement immédiat de qualité.

Figure 154 (PHOTOS) : Exemple d'espace intermédiaire entre la route et le bâtiment, investi par les habitants en rez de chaussée et aux étages. Cet espace permet la création d'une vie intérieure à l'opération (Opération Ilet du centre) (En bas à droite LEU REUNION)

Une protection par des éléments naturels

La faible emprise du bâtiment au sol (puisque aérien et coursives dégagées du bâti) peuvent permettre d'utiliser le foncier pour d'autres fonctions. *Exemple : valoriser la végétation tout autour du bâtiment pour maximiser l'ombrage et améliorer les capacités de régulation de température du microclimat autour du bâti.* Dans le cas de l'opération « Ilet du centre » à Saint-Pierre par exemple, les coursives aériennes dont une partie est individualisée devient un espace supplémentaire à aménager et à végétaliser. **Différentes solutions existent pour introduire la végétation auprès du bâtiment** dans ce projet : *au sol dans le sas intermédiaire, au sol en extérieur (en plein soleil), au sol entre le sas et le bâtiment de manière étagée pour créer un filtre végétal (arbres, arbustes plantés, plantes basses) ; en filtre vertical ou*

horizontal à l'aide de plantes grimpantes et de câbles en acier permettant aux plantes de recouvrir des surfaces entières. Cette végétation permet d'améliorer le pouvoir d'infiltration des eaux pluviales sur la parcelle.

Une protection par une structure enveloppant certaines façades du bâtiment

La couverture protectrice en structure de bois qui constitue l'espace de vie intermédiaire entre la rue et le bâti permet d'ombrager à la fois le rez de chaussée, mais également les étages du bâti. La structure qui accueille les coursives est constituée de pare-soleil verticaux qui protègent à la fois les usagers et le bâti ; favorisent une protection partielle aux fortes averses tout en laissant passer le vent.

Ces solutions permettent de proposer aux habitants des espaces communs protégés de l'ardeur du climat tropical. Ces espaces protégés favorisent aussi le développement d'activités dans l'opération, de manière protégée, la croissance de plantes préférant un rayonnement moins directe du soleil, que cela ne pourrait l'être en extérieur.

Figure 155 (PHOTOS) : Une structure en bois enveloppante abrite les coursives aériennes menant aux logements et le bâti. Des pares-soleil en bois verticaux horizontaux servent en effet de pare-soleil poreux aux vents. Au dernier étage, des panneaux photovoltaïques protègent horizontalement du soleil (Opération Ilet du centre à gauche (LEU REUNION) . En bas à droite (DOURIS POUR LEU REUNION) ; Aldabra à droite)

Un microclimat intermédiaire de qualité naît dans cet espace. La combinaison d'un bâtiment bioclimatique assorti de mesures extérieures d'amélioration de l'environnement thermique immédiat du bâti, de favorisation de la végétation et de création d'ombrage est efficace et tend à créer des espaces bien plus frais que d'ordinaire.

« Lorsque je rentre dans la résidence, il peut faire un soleil intense dehors, la végétation et la coursive intérieure protégée devant le bâtiment, donne immédiatement une sensation de fraîcheur. J'oublie parfois qu'il fait très chaud dehors. Je m'en rappelle lorsque je retourne dans la rue» relate un habitant de la résidence Ilet du Centre.

Des coursives extérieures indépendantes au bâti, pour favoriser la porosité des logements

Les escaliers et les coursives des bâtiments ne nécessitent pas d'être considérés en milieu tropical comme pièces intérieures au bâti et peuvent être disposés en extérieur. Extraire les éléments non indispensables, du cadre intérieur bâti permet d'affiner les bâtiments, leur permettant de développer plus de capacités d'autorégulation des températures.

Les coursives disposées en extérieur peuvent de plus bénéficier de l'éclairage naturel et ainsi diminuer la consommation énergétique lors de l'usage du bâtiment.

Le multiple intérêt des « sas intermédiaires »

Les « sas » intermédiaires entre le bâti et la rue et protégés par des structures **perméables** et du **végétal** présentent de nombreux avantages outre l'aspect thermique :

- Génération de contacts entre les habitants dans les coursives aériennes perméables visuellement, au sol, dans les espaces de vie
- Amélioration des potentialités de végétalisation autour des bâtis
- Augmentation des surfaces dédiées à l'infiltration des eaux pluviales dûe à la faible emprise du bâti sur le sol.
- Augmentation de la diversité des espaces de vie pour les habitants

3.3 La structuration de l'espace privé et semi-privé

La case créole présente dans son lien avec l'extérieur une multifonctionnalité. L'avant de la maison permet une transition entre l'espace-privé et l'espace public : un espace privé ouvert à la vue, aux visiteurs, très soigné. L'arrière-cour offre un espace extérieur très personnel et plus intime.

De même que la case créole ouvre sur une diversité de fonctions et d'ambiances, l'espace urbain peut offrir des fonctions et des ambiances urbaines riches:

Un espace d'échanges entre voisins aux portes du logement

Souvent, à l'avant des maisons créoles sont disposées un petit salon sous une varangue[97] *pour échanger et recevoir les invités, tout en bénéficiant de la vue sur le chemin et de l'ambiance sur un jardin généralement fleuri. Les visiteurs bénéficient ainsi d'un cadre agréable. Par cette varangue avant située avant les parties communes de la maison, ils n'ont pas accès à l'intérieur de la maison,*

sauf s'ils s'y trouvent invités.

De manière pragmatique, pourquoi ne pas créer systématiquement dans ces espaces intermédiaires des espaces privés mais ouverts partiellement à la vue qui favoriseraient les échanges tout en étant ouverts visuellement à ses voisins de palier? Une douce matérialisation de l'espace privé, permettrait l'investissement par les habitants.

Figure 156 (PHOTO) : Vue depuis les étages (Opération Ilet du centre) EMMANUEL DINH

Les habitants qui se verraient attribuer un espace personnel aux portes de leur logement peuvent ainsi l'emménager à leur guise. Les coursives participent ainsi à la vie des opérations.

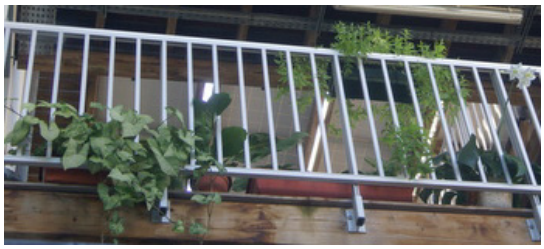


Figure 157 (Photos) : Des coursives individuelles disposées devant chaque appartement permettent aux habitants d'investir ces espaces : de laisser ses vélos ou de disposer des plantes (Opération Ilet du centre)

[97] Terrasses couvertes

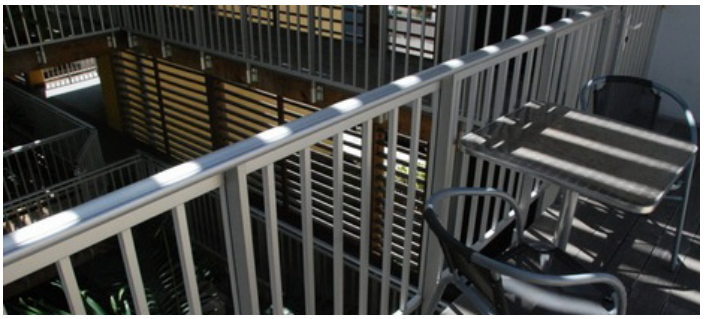


Figure 159 (PHOTO) : Boire son café le matin tout en bénéficiant de la vie dans la résidence et en saluant ses voisins, espace de vie intermédiaire (Opération Ilet du centre)

Figure 158 (PHOTO) : Une terrasse protégée, permettant d'accueillir repas et espaces de discussions (Opération Ilet du centre)

Dans le mode de vie actuel, les habitants restent isolés et échangent de manière rare avec les voisins. Il est nécessaire de créer un espace favorisant les échanges. L'attribution d'espace extérieur aux portes des logement permet de plus de conserver un mode de vie tendant à se rapprocher de celui que l'on peut trouver dans un pavillon individuel avec l'accès à un espace extérieur, particulièrement pour les habitants du rez de chaussée.

Un espace semi-intime, ouvert sur l'extérieur en arrière du logement

Pour compléter les fonctionnalités de la maison, derrière la case créole, apparait souvent une varangue et une cour, plus intime que celle de l'avant de la maison, réservée aux membres de la maison. La varangue permet de prendre ses repas et la cour, elle est agrémentée de divers éléments tels qu'une cuisine au feu de bois, des sanitaires. Elle est le lieu des activités quotidiennes et donne sur la cour. Dans cette arrière-cour on étend le linge, on élève les poulets, on cuisine au feu de bois. On peut profiter de l'espace extérieur à l'abri des regards, avec sa famille proche.

De même que la case créole en montre le besoin ; les membres d'un foyer, ou les habitants d'un immeuble peuvent ressentir le besoin de se déconnecter de la vie publique, tout en bénéficiant d'un espace de retour au calme. Il est intéressant de pouvoir intégrer dans les opérations collectives et dans les maisons individuelle, des jardins et espaces de rencontres intérieurs aux opérations qui soient privés ou semi-privés, orientés différemment que les autres espaces de vie extérieurs pour offrir d'autres ambiances thermiques, visuelles et de vie.

Dans les bâtiments collectifs ou les maisons individuelles cet espace peut être la varangue privée agrémentée éventuellement d'un jardin privatif.

Des espaces communs extérieurs dans les opérations

Ces jardins ou espaces communs dans les opérations collectives peuvent offrir aux membres des immeubles ou à proximité immédiat de groupement d'habitations, des lieux aménagés, des lieux de rencontres, des espaces de partage et de déconnexion. Du mobilier urbain tels que des bancs ou des zones d'assise protégées du soleil peuvent permettre aux habitants de prendre l'air, de réfléchir, de discuter, d'attendre un « parent » venant le chercher pour covoiturer. Les espaces communs peuvent être aménagés d'espace pour les enfants afin de s'amuser à proximité du logement, en sécurité dans un espace sans voiture. Des cheminements piétons intérieurs peuvent favorisent la promenade intérieure et la détente.

Une multitude de typologie d'espaces communs aux opérations ou d'espaces publics aménagés peut être envisagés. Ils sont indispensables et participent à l'accès à « l'extérieur » pour les habitants et le partage. L'accès à un quartier agréable, multifonctionnel, agréable et soudé.

Ces espaces communs peuvent permettre l'accès à proximité des logements d'espaces de partage, adaptés aux habitudes locales des habitants. Exemples :

Figure 160 (PHOTO) : La pratique du jeu de dominos sur une table entre amis, à l'ombre d'un arbre ou d'une terrasse

Figure 161 (PHOTO) : Le 'carry'[98] cuit au feu de bois et partagé en famille ou entre amis en pique-nique le week-end dans des espaces de nature aménagés

A La Réunion le carry cuit au feu de bois et partagé en famille dans un espace végétalisé permet de se rassembler le week-end ou le soir ; des tables aménagées permettent de jouer aux cartes ou aux dominos. Des aménagements favorisant le déploiement de telles activités, en fonction des cultures locales est un véritable atout pour les habitants surtout ceux qui ne peuvent avoir accès aux espaces de natures excentrés et permet de conserver une véritable identité de quartier.

[98] Carry : Plat réunionnais, qui se mange avec du riz, des grains (lentilles, pois) et du rougail (piment).

3.4 Spécificités tropicales

Les spécificités tropicales se résument bien souvent au climat chaud. D'autres facettes liées au climat découlent cependant et nécessitent d'être considérées telles que la nature de la végétation tropicale ; le mode de vie, la culture, les habitudes de vie des habitants.

3.4.1 La re-création d'espaces végétaux riches en cœur des opérations

La végétation en milieu tropical est un élément essentiel à privilégier sous climat tropical pour la diminution de captation de chaleur par les matériaux urbains. Le potentiel solaire, hydrique (sous climat humide), favorise une végétation abondante et à forte croissance qu'il convient de valoriser.

Ainsi, sous climat tropical les jardins et espaces communs intérieurs sont l'occasion idéale de participer à la préservation d'espèces menacées et de biodiversité, enjeu très fort sous climat tropical (La Réunion : hotspot de biodiversité). Les espaces communs et abords des bâtiments, espaces publics sont l'occasion idéale de créer des zones de re-création des forêts primaires tropicales en recul et de réimplanter et de développer des espèces endémiques et indigènes menacées.

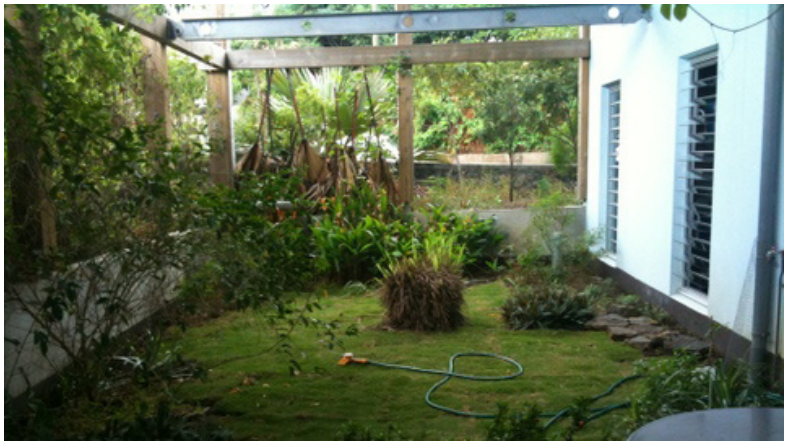


Figure 163 (PHOTO): Entretenir et aménager avec goûts des espaces paysagers en réintroduisant des espèces locales endémiques et indigènes (Opération Ilet du centre)

Figure 162 (PHOTO): Des ruches en milieu urbain, pour recréer un écosystème à part entière

Les espaces au sol dédiés aux bâtis doivent donc être pensés avec de grands espaces pour les plantes, perméables et propices à l'infiltration des eaux pluviales (élément problématique à La Réunion). Cette économie d'espace peut s'imaginer par des parkings situés en rez de chaussée ou souterrain, par des toitures aménagées, par des mutualisations de parkings entre espace public/privé par exemple.

La végétation tropicale participe à la résorption des problématiques essentielles au développement durable urbain (infiltration des fortes pluies tropicales, fortes chaleurs) tout en participant à la qualité de vie des habitants et à une réintroduction de biodiversité.

Dans la résidence Ilet du centre, les habitants des étages bénéficient d'une vue imprenable sur le jardin. Ceux des rez de chaussée peuvent avoir la sensation de vivre en plein cœur de parc et de bénéficier de leur propre jardin, de vivre au milieu des arbres. Cette surface végétalisée centrale, diversifiée diminue fortement l'appropriation de chaleur au centre de la résidence et crée un microclimat très intéressant.

L'insertion de végétalisation aux abords et à l'intérieur des opérations permet de créer des espaces de vie ombragés, d'offrir des espaces de détente, de fournir des fruits aux habitants, de proposer des espaces de protection des espèces endémiques. Les habitants à l'intérieur de l'îlet du centre, située en centre-ville bénéficient d'une petite forêt unique dans leur résidence.

Le climat tropical peut favoriser le développement rapide d'une végétation fournie. Ce peut être un allié essentiel à l'aménagement :

Figure 164 (PHOTO) : Evolution de la croissance de la végétation en l'espace de trois ans : La création d'un véritable espace de régénération d'espèces endémiques de La Réunion (Intérieur de l'opération Ilet du centre) (EMMANUEL DINH)

Des résidences sous climat tropical, uniquement entourés d'herbes, ne sauraient être durables.

C'est oublier toute la richesse que le climat et la nature réunionnaise offrent en termes d'aménagement urbain, ses strates arbustives nombreuses.

Des espèces endémiques se sont adaptées au climat local et sont en mesure de s'acclimater en limitant leur demande en eau. Il est possible et essentiel de créer un environnement végétal riche et de qualité, lors de l'implantation de nouveaux projets urbains.

En dehors de la nature réunionnaise un certain nombre d'éléments demeurent essentiels dans la vie réunionnaise et tropicale. L'implantation architecturale de varangues est l'un de ces exemples :

3.4.2 La varangue, élément central des logements tropicaux

Les maisons créoles sont généralement équipées de deux varangues : l'une en avant de la maison et l'autre donnant sur l'arrière-cour. Elles permettent de pouvoir être en extérieur, tout en étant protégé durant quelques heures de la journée du soleil.

La création d'un espace plus intime dans les logements, situé en extérieur, permettant de manière protégée mais ventilée de réaliser ses activités quotidiennes assure de profiter du doux air chaud des espaces tropicaux, du contact avec les végétaux et de bénéficier de brises thermiques très agréables. **La varangue est en effet un élément central de la vie en zone tropicale en tant qu'espace de vie qu'il convient de ne pas négliger**.

Ces varangues doivent pouvoir rester ouvertes à la ventilation pour le confort des utilisateurs. Les varangues en effet, en plus de leur impact positif fonctionnel, offrent la possibilité de bénéficier d'une prise d'air importante sur l'espace extérieur, nécessaire à la ventilation et au confort thermique avec une douce brise agréable. Il est ainsi important d'offrir aux habitants des logements collectifs, des espaces ouverts sur l'extérieur et **protégés du soleil** par un écran horizontal.

La modulation des conditions de confort : par des varangues avec ouvrants modulables.

L'intérêt des différents espaces de vie de la maison créole ne réside pas uniquement dans leur fonctionnalité. Ils présentent également des intérêts thermiques. En effet, la cour avant et la cour arrière ne sont pas exposées de la même manière au soleil. Lorsque la cour avant est pleinement exposée au soleil, il sera possible de se réfugier à l'arrière-cour et inversement. En fonction des heures de la journée, il est possible de choisir les espaces les plus adaptés en termes de confort thermique.

Figure 165 (PHOTOS) : Varangues équipées de panneaux persiennés coulissants (Opération Ilet du centre)

Il est intéressant d'offrir différentes ambiances thermiques, d'intimité aux habitants dans les bâtiments et les logements individuels. **La varangue est un des éléments fondamental de l'habitat tropical.** Elle présente l'avantage de s'adapter aux différentes conditions climatiques du site pour favoriser le confort des usagers.

Une varangue équipée d'obturations mobiles persiennées, permet de protéger le logement du rayonnement solaire direct ou des vents forts lorsqu'ils deviennent inconfortables ; tout en restant malgré tout perméable aux brises de vent rafraichissantes.

Il est observé assez régulièrement que pour recouvrer une certaine intimité et un confort thermique sur les terrasses, certains ménages choisissent volontairement d'obstruer les varangues. Ces procédés bien qu'efficaces pour jouer le rôle d'écran du rayonnement diminuent cependant les capacités d'auto-régulation des logements puisque ces obturations sont souvent fixes et disposées sur l'intégralité de la surface ouverte de la varangue, elles bloquent totalement les flux. Elles contribuent également à un désaccord architectural du bâtiment.

A partir des observations sur les logements collectifs équipés individuellement de protections sur les varangues ; à partir de la nécessité de conserver une porosité de ventilation et une modulation du confort au cours de la journée et des saisons, la proposition est faite **de tendre vers un équipement initial dans les logements, d'ouvrants de varangues modulables persiennés, permettant d'ouvrir ou d'obturer partiellement ou totalement les varangue**s selon les besoins des occupants. **La varangue par ce procédé offre ainsi une véritable pièce de vie et un outil de ventilation et d'optimisation du confort thermique du logement.**

Figure 166 (PHOTO): Volets persiennés coulissants pour moduler l'ambiance thermique de la terrasse (Opération Ilet du centre) (EMMANUEL DINH)

Dans la case créole les volets permettent de se protéger de l'ardeur du soleil tout en favorisant une ventilation douce à travers les persiennes. Ouverts ils rendent poreuse la terrass, clôs de manière sécurisée ils permettent la ventilation.

Adaptés aux logements d'aujourd'hui, les ouvrants protecteurs des varangues, devraient idéalement présenter les caractéristiques suivantes pour être efficaces thermiquement et être fonctionnels :

- Plus ou moins **Opaques** pour favoriser une intimité visuelle où se protéger du rayonnement solaire, tout en conservant cependant une légère entrée de lumière naturelle dans le logement
- **Persiennés** pour permettre une ventilation continue des logements même lorsque les ouvrants de la terrasse sont fermés.
- **Clos et sécurisés** pour pouvoir favoriser une ventilation du logement et l'aménagement sans risque d'infractions. La varangue devient alors une nouvelle pièce de vie ouverte sur l'extérieur.
- **Ouvert et poreux** aux vents sur toute la hauteur, sur toute la largeur, sur le maximum de facettes pour améliorer le confort thermique. Les murs imperméables aux vents ne sont pas adaptés au climat tropical.

La varangue : profiter de l'extérieur, dans des conditions thermiquement agréables.
Objectifs de volets obturants modulables : Utiliser la varangue à toute heure de la journée en favorisant des conditions thermiques de qualité.

Avec de tels dispositifs les habitants deviennent acteurs de leur propre confort thermique.

L'extérieur support aux activités de vie

Dans la culture créole la cuisine reste un élément de vie installé en extérieur. Elle est ainsi sécurisée par rapport au feu de bois, elle limite les entrées de fumée, l'odeur de cuisine. En effet, la cuisine réunionnaise ou créole est très souvent frite et odorante.

La culture créole s'attache aussi aux fleurs et plantes et se transmet de génération en génération. Elle est non seulement esthétique mais aussi médicinale (présence de plantes et de fruits aux nombreuses vertus. La culture réunionnaise présente un lien certain avec le sol, que l'urbanisation et le prix du foncier vient contrecarrer depuis plusieurs décennies. Il est important de pouvoir conserver ce lien à la terre très fort, qui se perd dans la transition d'un habitat plus « en lèr » si je puis me permettre de nommer les habitats collectifs comme cela.

Dans la transition vers des villes réunionnaises plus denses et dans la création de logements collectifs tropicaux, il est important de veiller à proposer des habitats modulables, avec une varangue large et ouverte, offrant la possibilité d'être aménagée selon leurs modes de vie, les traditions, la culture et les habitudes. Il s'agit pour les architectes de réfléchir à une création alliant une diversité d'utilisation des terrasses.

3.5 Perduration dans le temps et participation des habitants

Les critères de construction du quartier durable tropical : Synthèse des éléments démontrés précédemment

Ainsi, de manière concrète, la ville tropicale pour être efficiente thermiquement, socialement et pour utiliser la végétation comme outil d'aménagement, devrait présenter les caractéristiques suivantes :

Pour être efficace thermiquement

Des espaces publics ouverts minimisés

Des bâtiments décomposés: Les bâtiments d'un seul bloc coupant la ventilation ne sont pas conseillés, il est nécessaire de laisser le passage des brises thermiques.

Des bâtiments peu épais, permettant le passage de l'air de part et d'autre. Une largeur de 12-15 mètres de large pour la structure principale du bâtiment pourrait être adéquate.

Des bâtiments performants thermiquement, bioclimatiques.

La végétation tropicale comme outil majeur d'aménagement

Une végétation avec des espèces choisies (endémiques, dépendants de la couverture arbustive souhaitée, de la hauteur à termes de croissance)?

Une végétalisation nombreuse: nombreux points végétalisés, création d'un écosystème sans coupure, diverses manières de végétaliser (au sol par jardin; plantes grimpantes).

Un entretien fort au début de la croissance pour permettre que la végétation devienne autonome

La non-utilisation de produits d'entretien chimiques, la favorisation de méthodes plus naturelles

L'implantation de végétation intelligente: localisation des plantations, utilisation comme protections solaires, aide à la gestion des pluies et au traitement des eaux usées.

Pour être viable socialement

Des espaces diversifiés à l'intérieur des opérations, proposant différents niveaux de fonctionnalités.

Des espaces perméables pour favoriser les liens entre les personnes et la richesse visuelle, olfactive et architecturale depuis la voie publique.

Des espaces proposants des "sas" de transitions pensées entre espace public et espace privé, pour limiter le choc entre ces deux espaces.

Aménager l'espace pour créer des espaces de rencontre et d'échanges.

Figure 167 (LISTE) : Synthèse de conseils majeurs d'aménagements en milieu tropical selon les trois modèles d'éco-quartiers tropicaux souhaités

Il s'avère dans la pratique, par un retour d'expérimentation que tous ces éléments se retrouvent conditionnés pour leur succès à certains éléments essentiels :

- La bonne compréhension des enjeux du fonctionnement des bâtiments bioclimatiques tropicaux ; la nécessité d'espaces urbains ventilés. La mise en pratique de ces principes

- L'aide durant les premières années de croissance principalement à la création d'espaces végétalisés riches. Les plantes nécessitent durant leurs premières années de vie un apport d'eau et un suivi conséquent.
- Le respect des usagers des installations mises en œuvre.

Il est observé en effet en pratique que des opérations et espaces urbains se donnant les moyens d'aller vers une durabilité urbaine plus forte se voient ralentis sans la participation essentielle et le soutien actif des habitants et des personnes travaillant sur ces espaces.

Figure 168 (PHOTO) : Obturation de certaines terrasses par les habitants, limitant de ce fait la capacité d'auto-régulation de la chaleur (Opération Aldabra)

Figure 169 (PHOTO) : Obturation complète de terrasse par des matériaux de fortune (Opération réhabilitée, Ravine Blanche)

Figure 170 (PHOTO) : Le parc abimé, alors qu'il vient d'être tout juste livré, un arbre incendié (Nouveau parc urbain de Ravine Blanche)

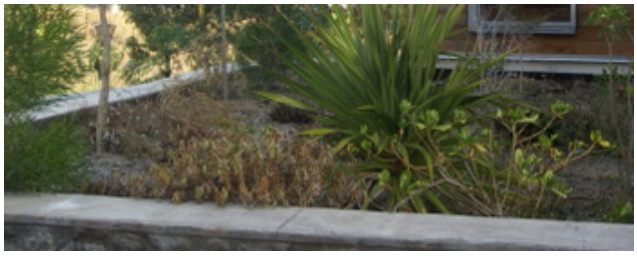


Figure 171 (PHOTO): Difficulté de la végétation plantée à enclencher une croissance autonome sans un arrosage et un suivi durant les premières années de vie (Opération England Forest, ZAC Océan Indien)

Les habitants se doivent ainsi de participer au fonctionnement thermique des logements par une ouverture des persiennes. Les responsables de l'entretien des opérations sont acteurs dans le développement (de manière douce et écologique) au développement des plantations, puisque ce sont des outils participant au confort thermique. Dans les espaces publics, la ville et les partenaires associés doivent de mettre en place des dispositifs efficaces de gestion urbaine pour que la population respecte les infrastructures et soit active dans le développement de la ville.

La mise en place de la durabilité et l'amélioration de l'aspect thermique reste limitées dans les bâtiments collectifs par l'aspect sonore. En effet les ouvertures persiennées nécessaires à la

ventilation urbaine favorisent la diffusion des sons. Il s'agit d'un des inconvénients lié aux mesures de durabilité.

Les principes énoncés peuvent donc être appliqués dans nombre de contextes différents. Ainsi les photos qui ont permis d'illustrer certains des principes précédents sont issues des opérations suivantes, mises en place dans des contextes différents. Les photos permettant d'illustrer quelques principes d'amélioration de l'efficience des espaces bâtis en milieu tropical:

Figure 172 (TABLEAU): Liste des opérations observées et photographiées dans le cadre de la recherche d'opérations permettant d'imager quelques pratiques durables tropicales.

Nom de l'opération	Localisation	Typologie	Destination
Ilet du centre	Haut du centre-ville de Saint-Pierre	2 immeubles et 3 Maisons à étages	Logements privés + Bureaux
Le Lavoir	Haut du centre-ville de Saint-Pierre	Immeubles et maisons individuelles	Logement social
Jules Joron	Saint Louis, Quartier périphérique, Nouveau	Maisons individuelles accolées	Logement social
Aldabra	Carré de Saint-Pierre, Centre-ville, Densification	Immeubles	Logement social
England Forest	Z.AC. Océan Indien, Saint-Pierre	Immeubles	Logement social
Le Belvédère	ZAC Beauséjour à Sainte-Marie	Immeuble + Maison individuelle	Logement privé

Il est possible de noter à travers ces opérations, la diversité des contextes : Centre-ville avec bâtiments en front de rue ou non ; Nouvelle ville (Z.A.C. Beauséjour à Sainte-Marie), quartier de logements collectifs individuels.

Toutes les thématiques de durabilité n'ont pas été présentées, en effet le domaine est trop vaste. Nous avons insisté sur certaines thématiques essentielles selon notre point de vue, en vue d'améliorer le confort et l'efficience des villes à travers une réflexion adaptée et grâce à des solutions simples. Les autres thématiques restent indéniablement intéressantes et pourraient faire l'objet de publications.

A travers les connaissances énoncées et sélectionnées concernant l'habitat vernaculaire et les études de climatologie et de confort thermique urbain, un certain nombre de paramètres propices à un urbanisme plus durable sont énoncés. Ils sont transcrits sous forme d'indicateurs dans la grille créée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3 CRÉATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE DURABILITÉ URBAINE EN MILIEU TROPICAL

La grille d'indicateurs à construire dans le cadre de cette thèse, se propose d'étudier les quartiers durables dans un contexte tropical : celui de l'île de La Réunion, territoire dans lequel l'Université de La Réunion se déploie et qui semble intéressant à notre échelle d'explorer. La Réunion est le territoire sur lequel nous portons un regard précis. C'est un espace accessible en intégralité dans le cadre de l'étude. C'est un lieu que nous pouvons voir vivre et observer avec acuité. C'est la région où nous vivons. La pertinence de l'étude locale du phénomène éco- quartiers se justifie localement. L'île est confrontée à une croissance forte et une transition urbaine. Ces enjeux posent la question de la cohérence entre les modèles urbains proposés et mis en œuvre aujourd'hui dans le domaine de l'aménagement et de leur pertinence. Le choix de la localisation de l'expérimentation se justifie de plus, par le caractère et les enjeux majeurs que l'île de La Réunion revêt à travers le projet G.E.R.R.I[99] auquel elle participe et dans lequel la Région se propose d'être le territoire d'expérimentation des enjeux futurs.

Malgré ce choix d'application très localisé, la grille doit pouvoir être applicable et généralisable à d'autres territoires notamment des lieux géographiquement différents dans la zone tropicale[100], sous réserve de modifications mineures contextuelles de la grille

[99] Projet G.E.R.R.I. : Grenelle de l'Environnement à la Réunion Réussir l'Innovation

[100] Le concept de Durabilité Urbaine dans ses principes majeurs, répond à des problématiques communes à de nombreuses villes .La grille pourrait être utilisée dans d'autres lieux.

(adaptation du concept qui fait d'ailleurs la spécificité du concept d'urbanisme durable[101]). La démarche de grille s'inscrit en tant que comparatif, vis-à-vis des démarches entreprises en Europe notamment, dans des climats tempérés et continentaux[102].

PRESENTATION DE LA GRILLE :

Cette grille doit permettre d'évaluer rappelons-le les quartiers durables en milieu tropical.

Présentation de la structuration générale de la grille

Nous avons fait le choix de structurer la grille de manière simple, autour de trois axes majeurs.

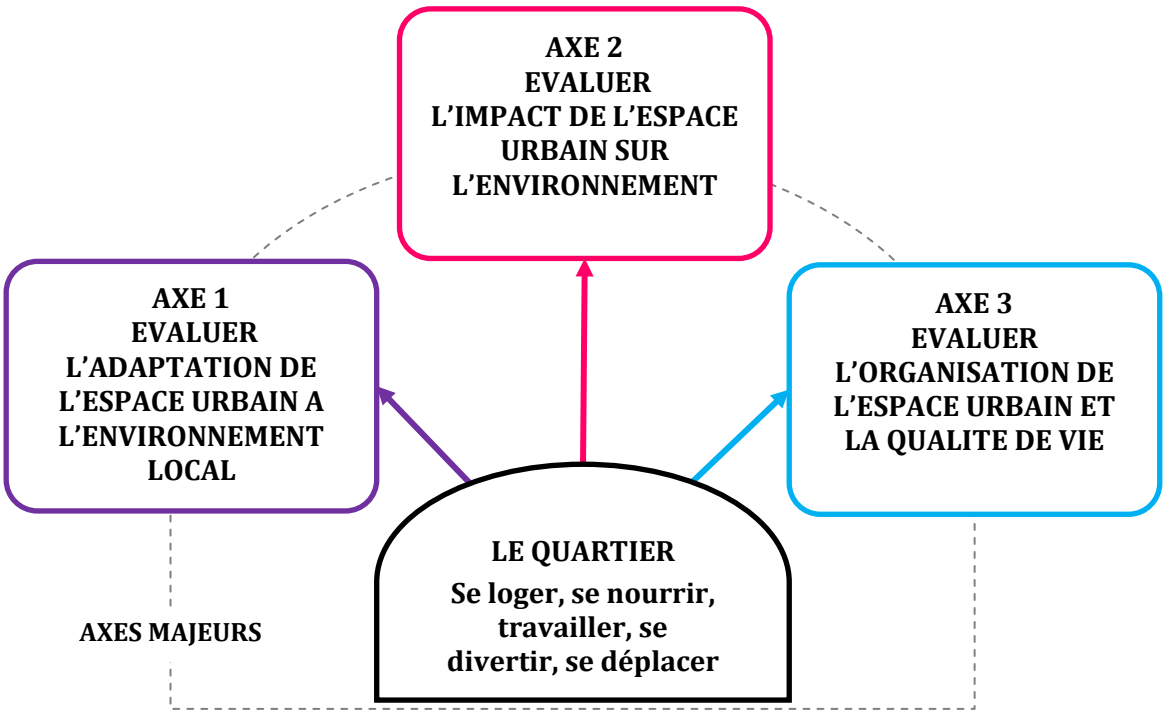


Figure 173 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Une évaluation territoriale structurée autour de trois axes majeurs.

Un **code couleur** a été élaboré pour permettre de repérer plus facilement les axes et toutes les informations afférentes à ceux-ci: Violet pour l'Axe 1 ; Rose pour l'Axe 2 ; Bleu pour l'Axe 3. Cette codification permet de mieux localiser les indicateurs tout au long de la lecture de la grille.

---

[101] Voir dans la Partie 1, Chapitre 2 et 3 la présentation du Concept d'Urbanisme durable, et sa philosophie, notamment la nécessité de prendre en compte dans chaque projet les spécificités locales.

[102] En Europe du Nord et du Sud se sont développées les premières applications du concept d'urbanisme durable, base de nos différentes possibilités d'applications et références de nos comparaisons dans cette étude.

Ces **Axes** se proposent d'examiner très soigneusement le territoire concerné, de l'analyser sous trois angles différents et de faire ressortir des spécificités relatives à la durabilité urbaine.

Chaque axe est subdivisé en deux « **Objectifs** » (6 au total dans la grille). Ils permettent de décrire dans l'Axe, les objectifs prioritaires à atteindre pour les territoires tropicaux (en se basant sur le cas de La Réunion), en termes de développement durable urbain.

Ils se déclinent ensuite eux-mêmes en « **Stratégies** » (15 au total). Elles permettent de proposer des modes d'actions privilégiées, choisis pour leurs impacts positifs sur les territoires. L'axe 1 comporte quatre stratégies ; l'axe 2 lui se structure en cinq stratégies et l'axe 3 en six.

Les **indicateurs** (**50 au total dans la grille**) sont ensuite énumérés à l'intérieur de ces stratégies et permettent de mener à bien l'évaluation des territoires considérés, en suivant les choix de territoires proposés précédemment. L'axe 1 comporte les indicateurs n°1 à 12 (soit 12 indicateurs), l'axe 2 les indicateurs n°13 à 29 (soit 17 indicateurs), l'axe 3 les indicateurs 30 à 50 (soit 2 indicateurs).

Pour synthétiser ces informations, la grille se structure selon le principe d'arborescence suivant et présente 50 indicateurs répartis dans les trois axes:

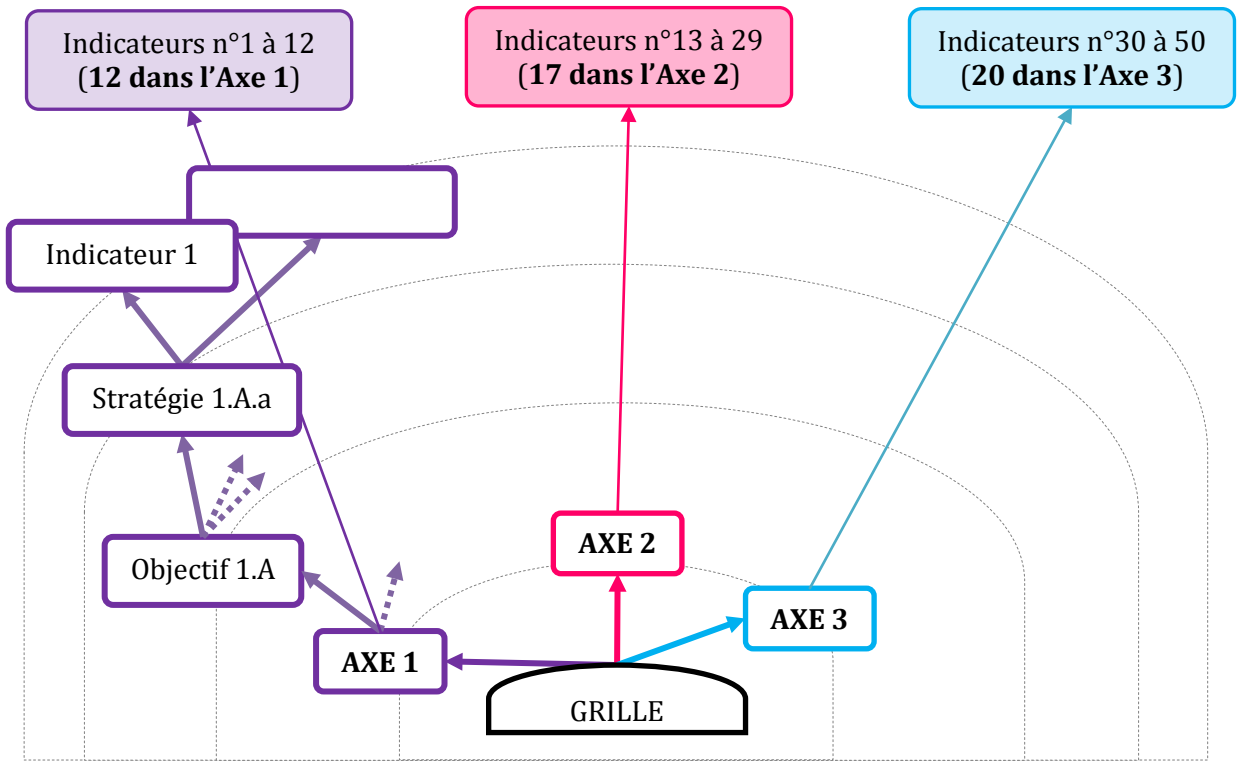


Figure 174 (SCHEMA) : Une structuration de grille en arborescence de type Axes / Objectifs / Stratégies / Indicateurs ; 50 indicateurs permettent d'évaluer le territoire.

Voici les rôles de chaque arborescence de la grille, du niveau 1 au niveau 4, de l'énumération des axes jusqu'aux indicateurs :

Figure 175 (TABLEAU): Principes de structuration hiérarchique de la grille d'indicateurs.

Niveau considéré	*Intitulé du niveau*	*Fonction du niveau*	*Exemple d'intitulé pour chaque niveau d'arborescence*
Niveau 1	AXE	Evalue	**Evaluer …** « *…l'adaptation de l'espace urbain vis-à-vis des conditions environnementales* » (Axe 1)
Niveau 2	OBJECTIF	Définit le résultat théorique souhaité	« ***Adapter** l'espace urbain aux conditions climatiques locales* » (Objectif 1.A)
Niveau 3	STRATEGIE	Précise le type d'actions concrètes qu'il faudra mettre en œuvre sur le terrain	« ***Favoriser** la ventilation naturelle dans l'espace urbain* » (Stratégie 1.A.a)
Niveau 4	INDICATEUR	Evalue ce critère vis à vis des réalités du terrain	« Porosité urbaine » (Indicateur n°1)

A noter que les niveaux de 1 à 3 sont formulés par un verbe d'action attestant d'une volonté d'amélioration du territoire.

La structuration de la grille dans sa synthèse est constituée de:

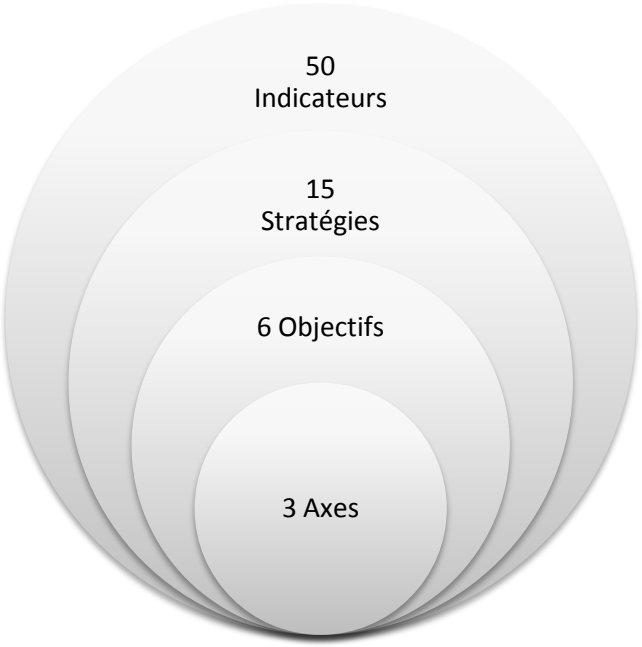


Figure 176(DIAGRAMME HIERARCHIQUE) : Synthèse des niveaux d'arborescence de la grille

Contenu global des 3 axes

Le choix des axes, des objectifs, des stratégies et des indicateurs retenus est issu du compromis de nombreuses problématiques. Il permet de mieux saisir la structure finale proposée dont la grille est la synthèse.

Les axes structurants de la grille d'indicateurs sont les suivants :

- AXE 1 EVALUER L'ADAPTATION DE L'ESPACE URBAIN A L'ENVIRONNEMENT LOCAL

L'axe 1 concerne principalement l'adaptation nécessaire des projets aux caractéristiques climatologiques, hydrologiques et topographiques du site en vue d'adapter au mieux les bâtis vis-à-vis du site dans lequel il s'implante (plutôt que d'adapter le site au projet).

Thèmes abordés : CLIMAT ; ECOULEMENT DES EAUX

- AXE 2 EVALUER L'IMPACT DE L'ESPACE URBAIN SUR L'ENVIRONNEMENT

L'axe 2 considère que les bâtis doivent générer le moins de perturbations possibles sur l'environnement et propose d'évaluer les solutions mises en œuvre dans les projets pour limiter la consommation de ressources et favoriser le développement de la végétalisation en ville notamment.

Systèmes d'idées considérées : De la tombe au berceau, urban greening.

Thèmes abordés : RESSOURCES NATURELLES ; VEGETALISATION DE LA VILLE

- AXE 3 EVALUER L'ORGANISATION DE L'ESPACE URBAIN ET LA QUALITE DE VIE

L'axe 3 considère le fonctionnement de l'espace urbain, les aménités offertes aux habitants et l'amélioration du cadre de vie. Il s'agit d'observer les moyens mis en œuvre en termes d'organisation du territoire pour penser à de nouveaux modes de vie basés sur la proximité, le partage, la mixité.

Thèmes abordés : DEPLACEMENTS DOUX ; MIXITE PROXIMITE ; ESPACES PUBLICS et SEMI-PRIVES ; PARTICIPATION DES HABITANTS

Ces trois aspects réunis permettant d'aborder l'évaluation de la durabilité d'un espace urbain tropical qui nous sont apparus les plus pertinents. Ils permettent de dresser un portrait complet du développement durable urbain en considérant des éléments spécifiques aux territoires tropicaux, notamment l'adaptation vis-à-vis du climat.

Présentation plus détaillée des trois axes : Voici présentés les différents indicateurs des trois axes, ainsi que l'arborescence ayant permis d'y aboutir:

AXE 1 - Evaluer l'adaptation de l'espace urbain vis-à-vis des conditions environnementales du site

12 Indicateurs (n° 1 à 12)

L'axe 1 permet d'« ***Evaluer l'adaptation de l'espace urbain à l'environnement local*** ». Sont considéré que **les aménagements urbains doivent s'adapter au contexte existant** plutôt que ce soit l'environnement qui s'adapte aux bâtis.

Une considération environnementale en vue d'agir au mieux sur les constructions

L'axe 1 aborde l'adaptation aux conditions environnementales. Cet aspect environnemental est privilégié à d'autres thématiques comme par e*xemple : l'adaptation aux conditions sociétales du quartier*. Il aurait été possible afin de créer un projet de quartier le plus respectueux possible de ses habitants de focaliser l'évaluation de durabilité sur la prise en compte de modes de vie caractérisant le quartier existant. *Exemples : Observation des modes de déplacements piétons auquel est soumis le quartier, des habitudes des habitants dans le choix de leurs activités privilégiées.* Toutes ces thématiques sont très intéressantes et doivent être abordées dans les projets d'aménagement, cependant dans la grille d'évaluation nous avons choisi de nous **focaliser sur les aspects « physiques » du territoire existant qui vont permettre d'intervenir sur les choix de structuration de bâtis**.

Le territoire existant sur lequel s'implante un quartier durable, qu'il soit bâti sur du foncier non bâti, ou sur du bâti existant, **n'est pas « vierge »**. Sur ces territoires foisonnent déjà un certain nombre de fonctionnements hydrologiques, humains, faunistiques ou autres. Il convient d'intégrer ces éléments dans la réflexion de projet pour que celui-ci soit plus complet et le plus fin possible.

Les impacts positifs de l'adaptation aux conditions du site

La considération des éléments des régimes climatiques auquel est soumis et bercé quotidiennement le lieu, ainsi que la considération de la géomorphologie initial du site et des fonctionnements qui lui sont associés (écoulement des eaux, corridors écologiques par exemple), vont permettre de **créer de la plus-value** dans le projet de quartier durable en termes techniques et pratiques.

Il s'agit non plus de créer des projets types adaptables a tout lieux, mais de créer les projets les plus affinés possibles et considérant au mieux les paramètres locaux.

L'objectif est également de diminuer la pression sur l'environnement dans lequel il s'implante[103]. Adapter l'espace urbain au plus près de ses conditions environnementales va notamment permettre:

- Des **diminutions notoires de la consommation énergétique** des projets urbains à travers une optimisation des choix de construction vis-à-vis des réalités climatiques
- Une **amélioration du confort thermique** des habitants et amélioration du fonctionnement naturel de l'espace urbain. Il devient naturellement plus agréable à vivre.
- Des **diminutions des risques naturels** par une prise en compte des fonctionnements naturels en termes d'écoulement des eaux (diminution du risque inondations), par une Minimisation des modifications de structuration des sols pour les projets. En perturbant au minimum la faune et la flore, les risques liés à la fragilisation des sols, tels que peuvent l'être par exemple les glissements de terrain, peuvent se trouver diminués.

Ces thématiques de consommation énergétique et de gestion des risques naturels entre autres (puisque d'autres **thématiques** peuvent être améliorées en agissant sur ces points « d'acupuncture urbaine ») sont récurrentes et **particulièrement impactantes** en termes de politique et gestion urbaines, de sécurité et de confort des habitants, de préservation des ressources naturelles mondiales, de qualité de vie. En agissant à la racine des problèmes, en intervenant sur des choix et les implantations de constructions, **les coûts sociétaux futurs sont réduits**.

Deux enjeux primordiaux aux territoires tropicaux ont donc été développés dans cet Axe 1 : le premier qui considère l'adaptation vis à vis du climat et le second qui intègre l'élément sol.

[103] Il s'agit ici de considérer que le projet d'aménagement durable se doit certes d'être respectueux de l'environnement dans lequel il s'implante, mais se doit d'être également pertinent pour les constructeur. Cette transition permettant de concilier le respect écologique tout en assurant la viabilité économique des projet (à travers sa concrétisation), se trouve dans ce levier : celui de construire de manière « adaptée ».

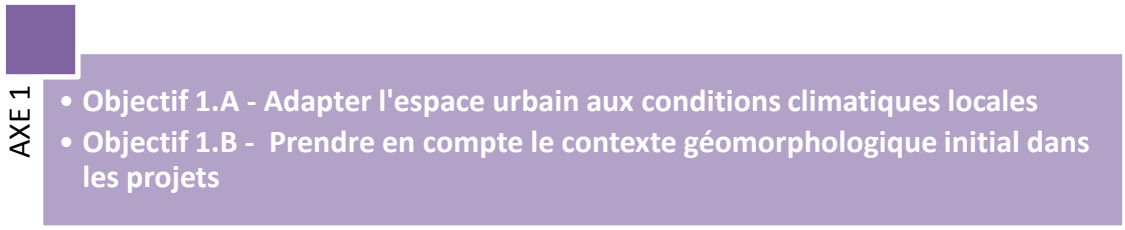


Figure 177 (LISTE): Objectifs de l'Axe 1 de la grille d'indicateurs

Observons la structuration détaillée de l'Axe 1 et de ses indicateurs :

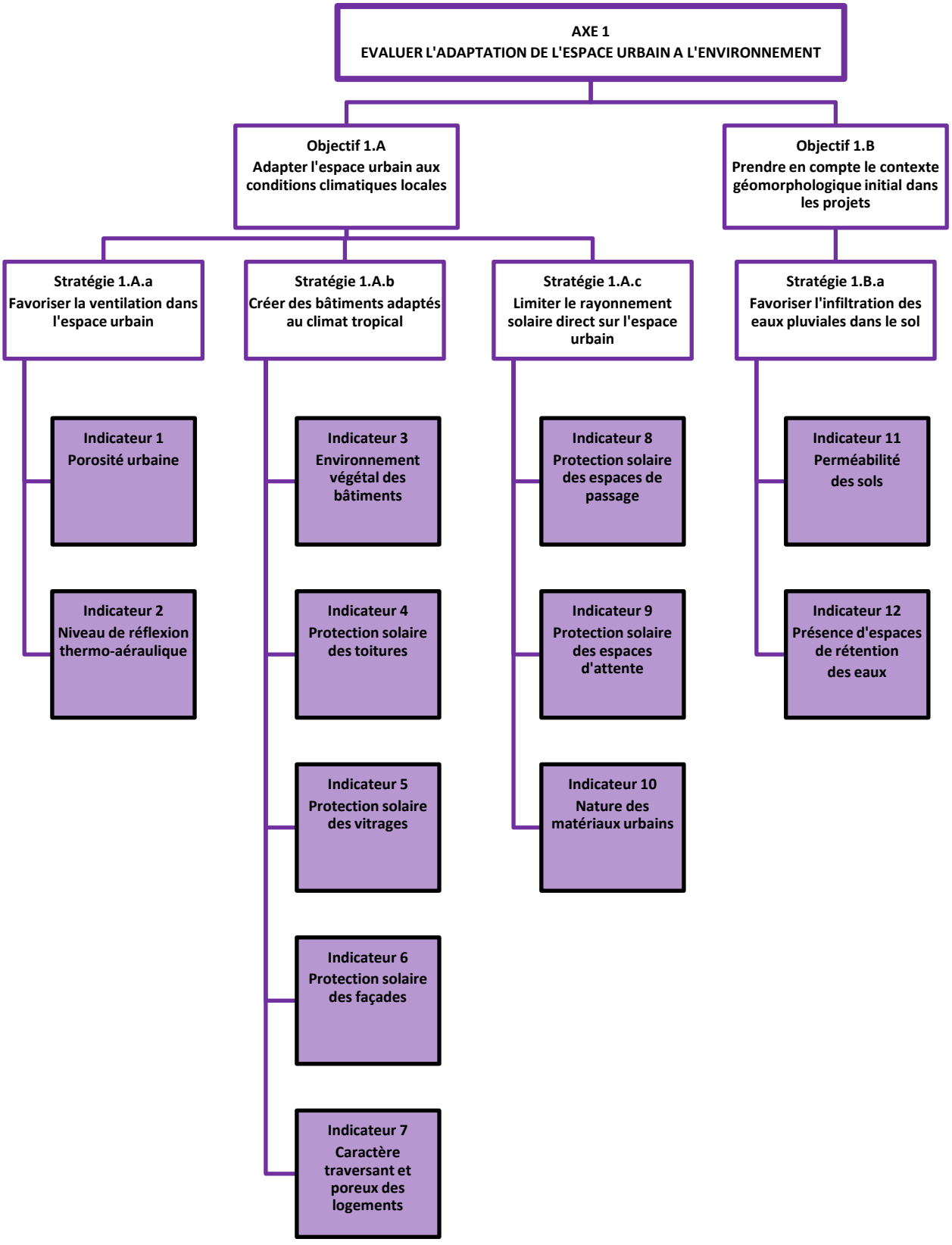


Figure 178 (DIAGRAMME ARBORESCENT) : Structuration organisationnelle de l'AXE 1 de la grille d'indicateurs.

La justification du choix des Objectifs est explicitée au fil du texte ainsi qu'à travers de choix des Stratégies d'aménagements durables privilégiés et des Indicateurs choisis.

Le contexte climatologique en milieu tropical

La spécificité de cette grille d'indicateurs est de s'adapter à un territoire soumis à un climat tropical dont la caractéristique majeure est celle de présenter un fort rayonnement solaire, ceci tout au long de l'année. En milieu tropical, il est nécessaire **de limiter l'introduction de chaleur et de rayonnement solaire dans les espaces bâtis et de favoriser son évacuation** hors de l'espace urbain considéré en vue de tendre vers un confort thermique urbain.

A l'ensoleillement s'ajoutent d'autres caractéristiques comme le régime des vents et l'hygrométrie. Dans le contexte réunionnais, en termes de régime des vents, trois éléments majeurs se distinguent : la présence de douces brises thermiques qui ventilent les littoraux, la présence des alizés assez soutenus à certaines périodes de l'année selon l'exposition et la présence d'épisodes venteux très soutenus et dévastateurs comme les cyclones.

En termes de régime pluviométrique on note une hygrométrie très importante tout au long de l'année et la **présence d'épisodes pluviométriques,** qui s'entrecoupent avec certains épisodes de sécheresse. Ces évènements intenses occasionnent assez régulièrement des inondations car les sols artificialisés et les reliefs de l'île ne retiennent pas les eaux sur les parcelles.

Il conviendra dans la grille d'agir prioritairement sur ces éléments de rayonnement solaire intense, d'évacuation de la chaleur par le vent, de gestion des eaux pluviales.

La houle, la résilience à résister aux tremblements de terre, l'adaptation aux tsunamis auraient pu être évalués également dans l'espace urbain. Seulement nous avons fait le choix de tendre vers un **mode de construction peu consommateur en énergie, peu impactant sur l'environnement et confortable thermiquement compte tenu du contexte climatique local** en considérant les problématiques quotidiennes des habitants. De plus nous avons considéré que les bâtiments intègrent d'ores et déjà les normes sismiques (PARASISMIQUE 92) et relatives aux vents (NEIGE ET VENT 65).

Objectif 1.A - Adapter l'espace urbain aux conditions climatiques locales

L'objectif 1.A tend à créer un espace urbain confortable thermiquement dans son fonctionnement naturel. Cela permet **d'éviter le recours à des solutions de compensation thermiques artificielles** comme la climatisation. Les consommations liées au poste de rafraichissement de l'air dans les bâtiments en milieu tropical sont très importantes et concourent à l'augmentation des charges de demandes électriques sur les réseaux et à des dommages au niveau environnemental. Il est souhaitable de fournir un cadre confortable thermiquement la journée pour favoriser les activités et le bien-être des habitants.

En considérant les réalités de rayonnement solaire, d'orientation et d'intensité de celui-ci ; mais aussi les sources de vent et les régimes de précipitations de la zone, il est possible de mettre en place des **solutions adaptatives passives**. Elles peuvent être de plusieurs ordres (listées selon leur priorisation à mettre en œuvre sur l'espace urbain en termes de respect environnemental):

1. **action sur la structure de l'espace urbain** : localisation des bâtis, orientation, forme ;
2. **action corrective de confort à l'aide de solutions végétales** ;
3. **action corrective de confort à l'aide de solutions artificielle**s (protections solaires)

Ces solutions passives, permettent aux bâtis et aux espaces urbains de **fonctionner de manière autonome, sans apport constant d'énergie**. Conçues lors de la création du projet d'aménagement, ces solutions sont ensuite simplement entretenues suivant l'utilisation des bâtis ou des aménagements. *Exemple : ouverture des nacos pour la ventilation et donc le rafraîchissement de leur logement.*

Trois Stratégies ont été choisies dans la grille pour illustrer en pratique cette adaptation de l'espace urbain au contexte climatique local :

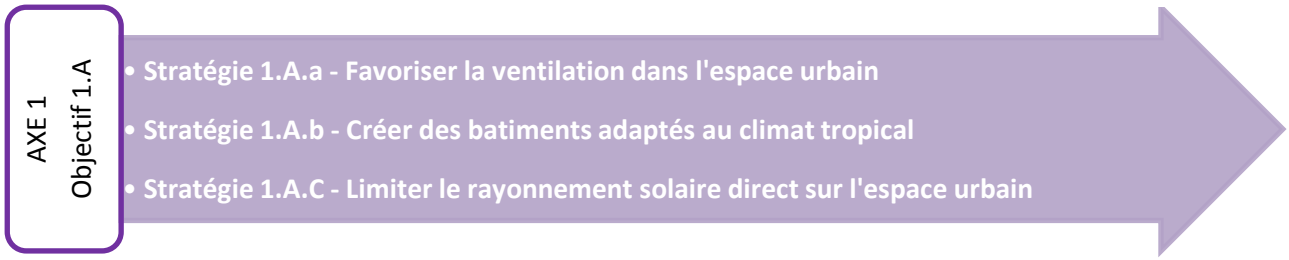


Figure 179 (LISTE): Stratégies de l'Objectif 1.A (de l'Axe 1) de la grille d'indicateur

Les Stratégies choisies permettent de penser la réflexion de l'adaptation au climat tropical, selon 3 échelles :

a. L'échelle de **l'ensemble des bâtiments** les uns par rapport aux autres : les bâtiments dans leurs interactions les uns par rapport aux autres doivent permettre de créer des fonctionnements thermo-hydro-aérauliques agréables.
b. L'échelle du **bâtiment** : chaque bâtiment doit fournir un environnement climatique de qualité, de manière naturelle (bâtiment bioclimatique).
c. L'échelle des **espaces urbains** : l'interaction des espaces bâtis et des espaces publics doit agrémenter la vie des usagers. L'espace tropical est fortement tourné vers l'extérieur. Il convient que l'aménagement de l'espace urbain accompagne cette ouverture sur l'extérieur.

Ainsi les voici présentées avec les indicateurs correspondants qui permettent d'évaluer sur le terrain ces stratégies.

AXE 1 **Stratégie 1.A.a - Favoriser la ventilation naturelle dans l'espace urbain**

Il est considéré comme essentiel dans la Stratégie 1.A.a, de favoriser la ventilation dans l'espace urbain en milieu tropical pour évacuer la chaleur produite par les activités d'origine anthropique et stockées dans les matériaux urbains. Cependant, d'une manière générale le fonctionnement thermo-aéraulique est difficile à estimer dans les espaces urbains avec les très nombreuses variables (volumétrie des bâtiments, matériaux urbain, conditions météorologique etc.) et reste dépendant de chaque contexte.

L'aspect de la ventilation urbaine des espaces urbains tropicaux, essentielle à un bon confort thermique, se retrouve dans **deux indicateurs** qui présentent **l'avantage** d'être génériques, **d'englober le plus de situations possibles**, tout en veillant à **considérer les spécificités de chaque lieu évalué**. Il s'agit de proposer en termes de résultats évaluatifs une situation globale du niveau de confort thermique dans le quartier.

- **Indicateur 1 : Porosité Urbaine**

  Pour obtenir une bonne ventilation urbaine l'espace entre les bâtiments est considéré dans cet indicateur, il doit être suffisamment important pour permettre le passage des brises. En effet, de part des retours d'expériences de confort thermique dans certaines opérations en climat tropical, les îlots fermés ou les bâtiments accolés les uns aux autres ne permettent pas le passage de la ventilation ni de l'évacuation de la chaleur. Il est nécessaire de penser un quartier avec des bâtiments aérés les uns par rapport aux autres. Pour le calcul de cet indicateur, devant la complexité des paramètres intervenant dans

l'écoulement entre bâtis et dans un souci de simplification de ce phénomène, les distances apparaissant entre les bâtiments ainsi que la hauteur de ces bâtis ont été considérés. Ainsi, l'élément « volumétrie » de chaque bâtiment du quartier est intégré.

Pistes d'outils d'aides : Logiciel Sketchup de dessin 3D

- **Indicateur 2 : Niveau de réflexion thermo-aéraulique**

L'indicateur 2 concerne le niveau de réflexion thermo-aéraulique, il permet une appréhension globale de l'espace urbain et vient étayer le travail engagé sur la forme et la juxtaposition des bâtiments de l'indicateur précédent. Il considère que la compilation des éléments volumétriques constitutifs de la zone étudiée et son environnement immédiat, ainsi que l'ensemble des paramètres relatifs au quartier, créent des conditions globales de confort thermo-hygro-aéraulique bien spécifiques. Il convient de concevoir les opérations en intégrant ces données initiales, en s'aidant d'outils de simulations pour proposer des solutions optimisées en termes de formes, de dispositions sur les parcelles. Ils permettent également d'intégrer la notion de masque solaire entre les bâtiments, de ventilation, de flux thermo-aérauliques. L'utilisation de ces moyens disponibles en termes d'aide à la conception est évaluée dans cet indicateur.

Justification du choix des indicateurs :

Pour considérer cette thématique essentielle de structuration urbaine et de disposition des bâtis qui influe sur le confort thermique urbain, plusieurs indicateurs étaient envisagés. Nous aurions pu nous intéresser aux canyons urbains, ou aux Sky View Factor : des indicateurs habituellement proposés pour s'intéresser à la géométrie urbaine. Cependant, dans un contexte de ville peu haute et en considérant le quartier de Ravine Blanche, sujet de notre étude (sur lequel se base la première expérimentation de notre grille), la structure étalée des rues (canyons urbains), ces indicateurs n'étaient pas pertinents. Nous souhaitions envisager l'indicateur de masques solaires entre bâtiments pour favoriser des zones d'ombrages. Ce critère dépendait des facteurs orientation, distance et hauteur des bâtiments très variants et difficiles à considérer sous forme d'un seul indicateur. Nos choix ce sont ensuite portés sur les indicateurs n°1 et 2 précités.

AXE 1 **Stratégie 1.A.b - Créer des bâtiments adaptés au climat tropical**

La stratégie 1.A.b s'intéresse à la performance thermique de chaque bâtiment, en vue d'être le plus efficient possible et de tendre vers des bâtiments bioclimatiques. Baser les

indicateurs sur les prescriptions PERENE 2009[104] semblait assez intéressant. En effet, en choisissant des indicateurs se basant sur les préconisations PERENE, utilisées comme référence thermique en milieu tropical, les indicateurs présentent l'avantage de pouvoir être facilement remplis, car les architectes en font suivant référence dans leurs constructions.

Les préconisations PERENE 2009 considèrent de prendre en compte:

- ⇨ l'environnement immédiat du bâtiment et sa capacité à absorber ou non la chaleur. (L'indicateur 3 de la grille y fera référence);
- ⇨ l'enveloppe du bâtiment et sa capacité à limiter l'entrée de chaleur en intérieur (indicateurs 4, 5, 6);
- ⇨ la capacité du bâtiment à évacuer la chaleur accumulée à l'intérieur du bâti et la capacité à créer des mouvements d'air à l'intérieur des bâtis pour améliorer la sensation de confort pour les usagers (indicateur 7).

Il pourra être utile pour mieux comprendre ces indicateurs de consulter de manière directe le document PERENE (GARDE, 2009). Une description des indicateurs est cependant faite ci-après, pour présenter la manière dont ils sont abordés dans la grille:

- **Indicateur 3 : Environnement végétal des bâtiments**

  La présence végétale disposée en environnement immédiat des bâtis est favorable à leur confort thermique. En effet, en termes de captation de chaleur au sol, la végétation conserve moins de chaleur que ce que peuvent le faire les matériaux minéraux.

  En limitant la captation de chaleur au sol à proximité immédiate des bâtis, il s'agit de limiter l'entrée de chaleur vers l'intérieur des bâtis par rayonnement et par conduction et dans les espaces extérieurs environnants. Les végétaux de moyenne ou de grande taille favorisent la protection solaire du bâtiment en faisant écran au rayonnement direct tout en participant à l'intimité des bâtis.

  Cet indicateur évalue les distances selon lesquelles un environnement immédiat de bâtiment de qualité au sol (en termes thermiques) est respecté.

- **Indicateur 4 : Protection solaire des toitures**

  La toiture est un critère essentiel dans l'isolation du bâtiment et est une grande cause de réchauffement des logements. La surface est directement exposée au rayonnement solaire direct au milieu de la journée. L'exposition solaire des surfaces de bâtis joue un rôle

[104] Les préconisations PERENE (GARDE & AL 2009), permettent d'améliorer les performances thermiques sous climat tropical des bâtiments.

indéniable sur l'augmentation de la consommation énergétique globale de l'ensemble du quartier. Les toitures retransmettent également une partie de leur chaleur dans l'espace urbain en réchauffant l'air.

En vue de limiter l'impact des toitures plusieurs solutions sont proposées (liste non exhaustive) : isolation correcte des bâtiments, installation de toitures végétalisées, installation de doubles toitures espacées par un vide d'air qui favorisent l'évacuation de la chaleur (avant sa transmission dans le bâtiment), choix des couleurs de toiture pour influer sur la capacité de réflexion de chaleur (et diminuer de ce fait le taux d'absorption de celles-ci). Dans cet indicateur, afin de prendre en compte de manière simple l'impact des toitures, nous proposons le respect des préconisations PERENE.

- **Indicateur 5 : Protection solaire des vitrages**

  Les vitrages offrent les entrées de rayonnement direct, contribuent au réchauffement des logements et à l'inconfort visuel de ses occupants (éblouissement lors de rayonnement rasant du soleil le matin ou en fin d'après-midi).

  Dans une démarche de diminution de la consommation énergétique pour le rafraichissement des bâtiments, et pour favoriser le confort visuel des habitants, il est important de faire écran au rayonnement direct solaire sur ces surfaces.

  Certaines dispositions architecturales permettent de créer des sas limitant l'exposition directe des vitrages (varangue, allée protégée). Si les vitrages restent exposés, des protections végétales (arbres, ou lianes passant devant le vitrage) ou artificielles (pare-soleil) peuvent être mises en place. Les vitrages des bâtiments doivent être systématiquement équipés en fonction de l'orientation des façades considérées. Pour évaluer ce critère dans cette grille, les préconisations PERENE sont retenues.

- **Indicateur 6 : Protection solaire des façades**

  Les façades des bâtis exposées au soleil favorisent la transmission de chaleur à l'intérieur des bâtiments, par conduction. La chaleur captée par les murs est également redistribuée en partie par rayonnements sur les espaces extérieurs, augmentant la température de l'air. L'objectif est de protéger les façades des bâtiments, pour éviter qu'elles n'emmagasinent trop de chaleur. Pour cela, différentes solutions peuvent être envisagées :

  ⇨ Des solutions architecturales : Aménagement d'espaces de vie ouverts mais protégés en couverture des façades. *Exemple : des coursives protégées peuvent permettre de créer*

un sas entre le rayonnement direct et les façades du bâti qui limite de ce fait le réchauffement des murs

- ⇨ Des solutions végétales : Utilisation d'écrans végétaux sur la façade ou séparée (arbres plantés, grilles pour faciliter la croissance de plantes grimpantes jouant le rôle de filtres)
- ⇨ Des solutions artificielles : Enveloppes de protection sur les façades très exposées (bardages bois)

L'indicateur retenu pour évaluer chacun des bâtis sur ce thème est celui relatif aux préconisations PERENE.

- **Indicateur 7 : Caractère traversant et poreux des logements**

  Pour améliorer la capacité des bâtiments à évacuer la chaleur interne accumulée et ainsi faciliter un mouvement d'air favorable au confort thermique pour les habitants, deux critères sont essentiels: la capacité des bâtiments à bénéficier d'ouvrants de part et d'autres de ses façades principales et la porosité des bâtiments, c'est-à-dire la surface d'ouvrants disponibles. Dans ce calcul, sont prises en compte les surfaces d'ouvrants réelles (des fenêtres à double battants ne permettent le passage de l'air qu'à 50 % de la surface). Sont calculés dans cet indicateur la proportion de logements respectant un caractère traversant suffisant pour permettre une bonne évacuation de la chaleur.

AXE 1 **Stratégie 1.A.c - Limiter le rayonnement solaire direct sur l'espace urbain**

Une des solutions privilégiées pour créer un espace urbain extérieur confortable thermiquement, consiste à aménager l'espace en conséquence. La stratégie adoptée consiste à favoriser des masques solaires, à travailler sur l'espace public et l'espace environnant les bâtis pour éviter qu'ils ne captent trop de chaleur par rayonnement solaire, puis par rediffusion dans l'air. Dans cette Stratégie 1.A.c : Limiter le rayonnement solaire direct sur l'espace urbain, deux possibilités sont considérées:

- ⇨ Augmenter, **favoriser la protection des espaces publics** du rayonnement solaire en **maximisant la capacité de l'espace urbain à fournir de l'ombre** (Indicateurs 8 et 9).

Pour protéger au mieux les usagers, tout en restant des solutions viables pour les collectivités[105], ces espaces d'ombrages seront localisés en priorité pour satisfaire les personnes se déplaçant par des modes de déplacements doux. Les usagers restent les plus exposés au soleil quand ils circulent en extérieur et de manière prolongée

Deux types d'utilisation de l'espace urbain par les déplacements doux sont différenciés : les **espaces de passage** (trottoirs, pistes cyclables…) et les **espaces d'attente** (arrêts de bus, espaces publics extérieurs tels que les aires de jeux, bancs ou autres espaces de convivialité).

⇨ Limiter l'accumulation de chaleur des espaces publics exposés en **choisissant les matériaux adaptés** (Indicateur 10).

- **Indicateur 8 : Protection solaire des espaces de passage**

L'indicateur 8 s'articule autour du thème de la protection des espaces de passage. Il s'agit d'un élément primordial dans les espaces tropicaux. Il tend à favoriser l'utilisation de l'espace extérieur par les habitants, à augmenter l'attrait de l'utilisation des modes de déplacements doux en proposant un cadre de vie thermiquement agréable grâce à un ombrage.

Cet aspect demande une réflexion sur de nombreux aspects :

- Sur la conception de la structuration globale des bâtis. *Exemples : les bâtis en front des rues peuvent concourir à la création d'ombre à travers les masques solaires que ceux-ci créent naturellement*,
- Sur la végétalisation mise à disposition dans l'espace urbain.
  Le choix des essences plantées est important pour permettre une couverture arbustive à moyen terme.
- Sur la mise en place de solutions spécifiques. *Exemple : Les pare-soleil des devantures des bâtiments peuvent être utilisables pour les passants comme source de protection solaire, certaines collectivités choisissent de s'équiper de toiles tendues*.

Les solutions sont diverses et à trouver et optimiser par les collectivités concernées pour offrir le meilleur cadre de vie de la manière la plus viable possible.

[105] La création d'ombrage dans les espaces urbains représente un coût pour la collectivité (plantation d'arbres, espaces de protection bâtis…)

En vue d'évaluer ce critère, il a été choisi d'évaluer le linéaire de trottoir à l'ombre. Comme l'ombrage évolue en fonction de l'angle d'exposition du soleil, nous considérons ce facteur aux heures les plus chaudes de la journée, à savoir entre 10h et 16h.

- **Indicateur 9 : Protection solaire des espaces d'attente**

  La protection des espaces d'attente (*Exemple : arrêt de transport en commun, bancs*) est primordiale. Les solutions qui garantissent aux usagers des conditions viables lors de phases d'attentes ne sont pas encore systématiques. Le rayonnement solaire tropical entraîne une désertion des espaces publics à certaines heures et rend difficile certaines tâches : Attendre un bus en plein soleil, surtout pour des jeunes enfants ou personnes âgées peu vite devenir assez contraignant. Il convient d'y remédier. L'indicateur 9 favorise l'aménagement de ces espaces en quantifiant la proportion d'espaces clefs protégés aux heures les plus chaudes de la journée.

- **Indicateur 10 : Nature des matériaux urbains**

  La nature et la couleur des matériaux urbains influent largement sur leur capacité à absorber la chaleur et à la diffuser dans l'air, contribuant à modifier le confort thermique. Les surfaces minérales (exemple : béton, bitume foncé) suivant leurs caractéristiques et leurs couleurs sont responsables de réchauffement et contribuent à limiter l'infiltration des eaux dans le sol. Plus les couleurs de surfaces choisies sont foncées, plus elles ont tendance à absorber la chaleur. Dans cet indicateur 10, une synthèse des matériaux utilisés dans l'espace urbain sera réalisée de manière à identifier les sources de réchauffement de l'air extérieur.

Choix de l'indicateur : Le choix des matériaux revêt un caractère important en termes de développement durable suivant l'impact physique du matériau sur l'espace urbain (confort thermique final, perméabilité des matériaux pour l'écoulement des eaux), les aspects environnementaux et humains liés à la provenance, à l'extraction et à la nature de ces matériaux (coût énergétique et environnemental d'extraction et de production, acheminement sur place, coût de santé humain). Le choix des matériaux est un levier important en termes de développement durable urbain.

Objectif 1.B - Prendre en compte le contexte géomorphologique initial dans les aménagements

Les aménagements urbains doivent se faire d'une manière souple et peu impactante selon la morphologie du site et l'écoulement des eaux pluviales. En effet, l'imperméabilisation des sols, la modification du cheminement naturel des eaux pluviales, causés par l'urbanisation, entraînent des impacts néfastes comme l'augmentation du ruissellement des eaux et des risques d'inondation. L'objectif 1.B, évalue la capacité du quartier à réguler les impacts négatifs de l'urbanisation suivant le contexte géomorphologique du site. Une Stratégie est considérée pour remplir cet Objectif sur le terrain :

Figure 180 (STRUCTURATION) : Stratégie de l'Objectif 1.B (de l'Axe 1) de la grille d'indicateurs

De nombreuses questions se sont posées quant aux choix des indicateurs à considérer. L'élément volume de terre déplacé a été envisagé afin de vérifier si les profils de terre du site étaient perturbés par le projet. Cependant cet indicateur n'a pas été retenu puisqu'évaluer des perturbations qui dépendent de nombreux paramètres, n'était pas conciliable avec la mise en place d'un indicateur générique. Il supposait d'utiliser des informations relatives à des premières constructions réalisées mais sans connaître l'état du terrain initial. Il a été choisi d'identifier des indicateurs concrets, évaluables par observations de l'espace urbain à tout moment de la vie du quartier. La Stratégie 1.B.a qui s'intéresse à Evaluer les capacités des sols à favoriser l'infiltration des eaux dans le sol, permettait d'aboutir à de tels indicateurs, elle a donc été choisie pour cette particularité.

AXE 1 Stratégie 1.B.a - Favoriser l'infiltration des eaux pluviales dans le sol

Sont considérés ici, le fonctionnement hydrologique à travers la maximisation des surfaces perméables sur le quartier (Indicateur 11) et la temporisation de l'infiltration des eaux pluviales (Indicateur 12), pour limiter les inondations.

- **Indicateur 11 : Perméabilité des sols**

  Les surfaces minérales couvrant une majorité des sols urbains, limitent la capacité absorbante des sols et d'autorégulation des inondations lors de fortes pluies. Elles limitent de surcroît le réapprovisionnement automatique des nappes phréatiques. Il est nécessaire de réintroduire des surfaces suffisantes perméables sur l'espace urbain pour retrouver une capacité d'absorption des eaux. Les surfaces végétales sont à privilégier pour la perméabilité de la terre. Cependant il s'agit d'enrichir la capacité d'absorption des

eaux à travers la plantation de végétaux, qui grâce à leur déploiement racinaire, rajoutent de l'efficience au phénomène. Les surfaces plantées assurent donc de manière plus efficace l'infiltration des eaux pluviales que de simples étendues d'herbes. L'objectif escompté à travers cet indicateur est d'évaluer les surfaces de sols perméables dans l'espace urbain par rapport aux surfaces imperméables.

- **Indicateurs 12 : Présence d'espaces de rétention des eaux**
  Les territoires tropicaux chauds et humides et le territoire réunionnais de manière plus particulière sont soumis à de forts épisodes pluvieux. Il convient dans les espaces urbains de temporiser ces épisodes à travers des aménagements intégrés à la ville, comme des noues par exemple, mais aussi de réfléchir globalement à l'écoulement des eaux. Pour limiter les phénomènes groupés d'inondations et de report des excédents de pluie d'une parcelle à l'autre, chaque parcelle doit détenir sur son territoire la capacité d'absorber les pluies qui y tombent et favoriser leur infiltration sur zone. Ce critère est quantifié ici.

Rappelons d'une manière générale que le **microclimat** et le contexte existant de chaque espace font de chaque lieu d'implantation de quartiers durables des espaces spécifiques qu'il convient d'optimiser au mieux vis-à-vis des objectifs souhaités des projets d'aménagement.

*Ainsi près de dix indicateurs sur cinquante (soit **20 % des indicateurs**) **sont consacrés à l'impact du rayonnement solaire sur le bâti** et à ses solutions d'adaptations*. La thématique importante tient compte de la localisation des bâtiments les uns par rapport aux autres, de leurs formes, de leur exposition, du choix des matériaux utilisés et créé en partie **l'ambiance thermique** sur **l'ensemble quartier**.

La **structuration géomorphologique** de chaque lieu d'implantation est spécifique. Afin que l'écoulement des eaux soit le moins perturbé possible il convient de veiller à mettre en œuvre les solutions les plus appropriées. 2 indicateurs contribuent à intégrer la facette géomorphologique dans la grille, cependant ces indicateurs trouveront écho dans d'autres axes à travers des thématiques liées. *Exemples :*

- *Indicateur 19 : Récupération des eaux pluviales (Tend à limiter le volume d'eau dans les espaces urbains en les traitant sur place),*

- *Indicateur 23 et 24 liés à l'utilisation des sols (Veillent à assurer plus de sols perméables dans l'espace urbain)*
- *Indicateurs 25 à 29 liés à l'introduction de l'élément végétal dans la ville et à la phytoremédiation (Contribuent à améliorer la capacité des sols à absorber les eaux)*
- *Indicateur 46 lié au développement des espaces végétalisés publics (Contribue à améliorer les surfaces permettant d'absorber les eaux).*

Ainsi, ce sont au total deux indicateurs, complétés par neuf autres qui contribuent à améliorer la nature des sols de l'espace urbain, soit **environ 20% des indicateurs de la grille consacrés à cette thématique de la favorisation de l'infiltration des eaux pluviales dans le sol.**

AXE 2 - Evaluer l'impact de l'espace urbain sur l'environnement

17 Indicateurs (n° 13 à 29)

Cet axe 2 **évalue l'impact de l'espace urbain sur l'environnement**. L'urbanisation d'un site est génératrice de perturbations à l'échelle mondiale (Utilisation de ressources naturelles, pollutions) mais aussi à l'échelle locale (Modifications environnementales du site). Pour tendre vers cela, il est **nécessaire de tendre à la diminution des ponctions faites sur les espaces naturels** ainsi que la pression faite sur l'environnement (Objectif 2.A) et de **réintroduire des ressources naturelles en ville** et des aménités, par le biais de la végétation (Objectif 2.B). Ce sont les éléments sur lesquels la grille s'intéresse :

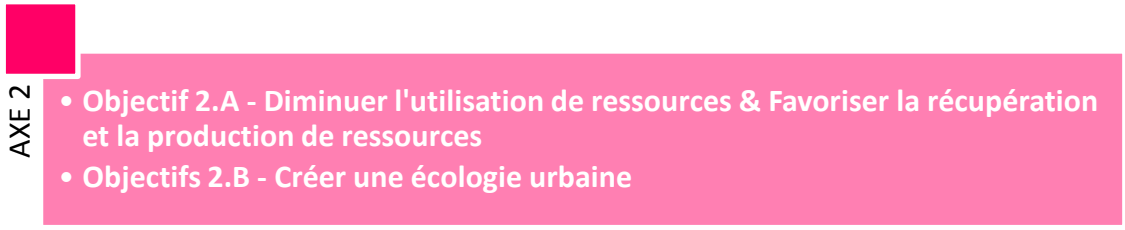


Figure 181 (LISTE): Objectifs de l'Axe 2 de la grille d'indicateurs

Les actions de diminutions de consommation des ressources ou d'impacts environnementaux sont en effet priorisées avant toute production de nouvelles ressources, même « bio » et « écologiques ». En effet, les ressources qui ne sont consommées ne sont pas à produire. Cela est valable pour les ressources telles que l'eau, l'énergie, les matières premières par exemple.

Figure 182 (DIAGRAMME) : Priorités d'actions en vue de diminuer l'impact urbain sur l'environnement

Ce principe est transposable à la préservation de l'environnement local, au recul des espaces naturels. La priorité est celle de limiter l'utilisation des sols et les actions de ponctions ou de destruction des lieux existants ; 2) de penser à une optimisation des sols, des infrastructures ou solutions existants déjà sur le territoire ; 3) de recréer des aménités urbaines sur le territoires.

Voici les détails de la structuration des indicateurs pour cet Axe 2.

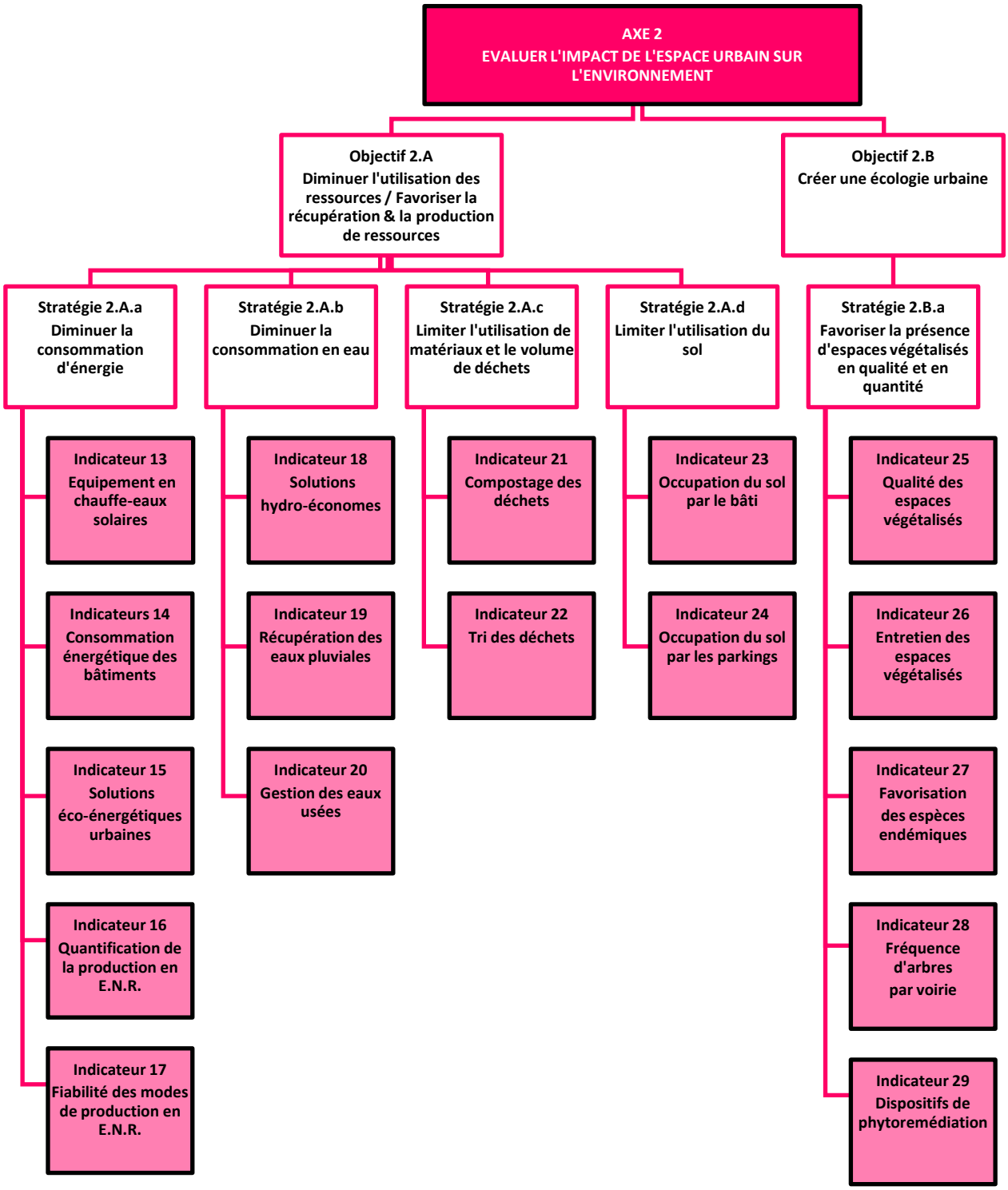


Figure 183 (DIAGRAMME ARBORESCENT): Structuration organisationnelle de l'AXE 2 de la grille d'indicateurs.

Objectif 2.A - Diminuer l'utilisation des ressources - Favoriser la récupération & la production de ressources

L'espace urbain considéré comme un écosystème est traversé par des flux de ressources. Les flux « entrants » peuvent être les ressources naturelles insérées sur le territoire pour participer à la construction de l'espace urbain (matériaux) ou au fonctionnement de celui-ci (ressources énergétiques, en eau par exemple). Ces flux sont ensuite généralement éjectés du système urbain et deviennent des flux « sortants », le plus souvent des ressources consommées ou « usées ». Le principe proposé par l'urbanisme durable améliore ce système de gestion de ressources en limitant l'utilisation de flux entrants et la quantité de flux sortants. Il permet de **favoriser la réutilisation des flux sortants pour les réinjecter dans le système urbain** et de **limiter l'utilisation de ressources naturelles entrantes**.

Ce principe est appelé « *From the cradle to the cradle*»[106] (voir Partie 1 – Chapitre 1, Figure 30).

Les Stratégies suivantes permettent d'atteindre cet Objectif.

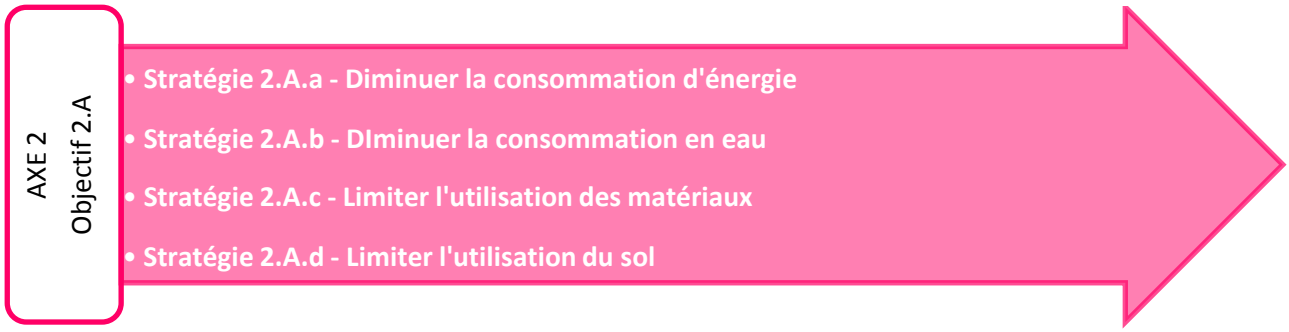


Figure 184 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 2.A (de l'Axe 2) de la grille d'indicateurs

Les indicateurs évaluent la gestion de l'énergie, de l'eau, des déchets, du sol.

AXE 2 Stratégie 2.A.a - Diminuer la consommation d'énergie

La diminution des ressources disponibles sur l'espace Terre interroge sur la viabilité du mode de fonctionnement sociétal basé sur la consommation énergétique, remet en cause son usage abusif et propose des solutions de productions plus vertueuses. En effet, les énergies fossiles présentent des impacts négatifs forts, le nucléaire soulève un certain risque pour les habitants. Il s'agit d'évaluer les capacités du quartier à valoriser d'autres modes de

[106] Signifiant « du berceau jusqu'au berceau » et décrivant des cycles infinis de (re)valorisation des ressources

productions énergétiques. Les espaces tropicaux présentent des ressources naturelles efficientes inégalables, tels que le rayonnement solaire, les sources d'eau importantes (en climat humide).

La stratégie consiste : (i) à limiter la consommation de l'espace urbain, (ii) à favoriser la production d'énergie grâce aux ressources disponibles sur site. Sont distinguées dans la grille les consommations des logements, de la consommation énergétique des espaces publics. La consommation énergétique liée aux déplacements sera considérée dans l'axe 3.

- **Indicateur 13 : Equipement en chauffe-eau solaire**

  L'équipement des bâtis en chauffe-eau solaire permet d'alléger la facture énergétique.

  Nous proposons de favoriser cette solution fonctionnelle en milieu tropical. Elle permet aux ménages, une fois l'équipement rentabilisé, de chauffer leur eau sanitaire à moindre coût, sans consommation électrique supplémentaire. Sur le territoire réunionnais, cette mesure est largement portée par les acteurs publics à travers de nombreuses aides accordées à l'installation de chauffe-eaux solaires. Nous pensons nécessaire de favoriser, à travers l'insertion d'un indicateur à ce sujet, cette démarche pertinente et vertueuse.

- **Indicateur 14 : Consommation énergétique des bâtiments**

  Dans une optique de réduction de la demande énergétique des bâtis, une démarche constructive réfléchie est essentielle pour créer des bâtiments faiblement consommateurs, elle s'assortit de mesures réelles et d'accompagnement des habitants pour sensibiliser à la consommation énergétique. Il est nécessaire d'évaluer les résultats de l'ensemble de ces actions à travers une estimation des ratios de consommation par logement. Au niveau thermique et énergétique, réglementaire, les labels et prescriptions ont fixé des repères de consommation, permettant de se situer dans des ratios de consommation vis-à-vis des exigences souhaitées. La consommation énergétique des logements du quartier devrait se situer dans ces repères. Elle est généralement exprimée en kWh/m^2 de Surface Utile/an.

- **Indicateur 15: Solutions éco-énergétiques urbaines**

  En vue de diminuer la consommation énergétique des bâtis, est examiné dans cet indicateur, la consommation liée à l'utilisation (et non à la conception) de l'espace urbain et des bâtis. Cet indicateur intitulé « Solutions éco-énergétiques urbaines » s'intéresse à la mise en place de solutions minimisant la consommation énergétique dans les bâtis et les espaces publics. Nous aurions souhaité évaluer ce critère à partir de réflexions sur

l'énergie non consommée, par exemple sur les possibilités de limiter les postes d'éclairage. Nous avons fait le choix de nous limiter aux politiques d'éclairage et de quantifier et qualifier les équipements mis en œuvre sur l'espace urbain à travers l'évaluation des équipements de basse-consommation et des politiques de réduction de temps de consommation.

La thématique éclairage représente une forte part de la consommation énergétique en milieu urbain et influe également sur la pollution lumineuse. Il est possible de voir évoluer l'indicateur, en considérant par exemple un autre poste de consommation qui pourrait paraître essentiel au fonctionnement urbain, ou alors en évaluant la consommation énergétique de manière plus globale, sous réserve de trouver les données adéquates.

Dans les indicateurs précédents (13, 14, 15), nous proposons d'évaluer la diminution de la consommation énergétique. Les indicateurs 16 et 17, interrogent la production énergétique.

- **Indicateur 16: Quantification de la production en Énergie Renouvelable (E.N.R.)**

  La production énergétique par des E.N.R. est proposée par le développement durable en alternative ou remplacement des énergies fossiles polluantes. Nous proposons d'évaluer la capacité d'un quartier à s'alimenter au niveau énergétique en produisant sur son périmètre des ressources électriques nécessaires à son fonctionnement. Dans cet indicateur ce n'est pas la quantité d'énergie produite qui est considérée, mais plutôt la proportion des propres besoins du quartier, compensés par de la production énergétique in situ. L'objectif à travers cet indicateur est de responsabiliser les consommateurs d'énergie, en rappelant que l'énergie consommée même si pour les consommateurs cette phase est « transparente », qu'elle nécessite d'être produite avant tout. L'énergie non consommée ne nécessite pas d'être produite. Nous restons, dans une logique de : 1) diminution de consommation énergétique, ensuite en 2) de production d'énergie d'origine propre.

- **Indicateur 17: Fiabilité des modes de production d'Energies Renouvelables**

  Nous nous interrogeons ici sur la nature des modes de production énergétique et des solutions envisageables. Derrière l'aspect renouvelable et vertueux des E.N.R., un certain nombre de réflexions permettent d'approfondir la thématique à partir des réalités de production. Les E.N.R. en fonction de leur nature et de leur mode de valorisation, ne présentent par le même impact global en termes de cycle de vie. Leur intermittence de production pour certaines d'entre elles nécessitent soit un stockage d'énergie soit celle

d'être couplées à d'autres sources pour permettre un approvisionnement constant, à la demande (réalités du réseau). Ainsi, les producteurs énergétiques se limitent dans leur mix énergétique à certains taux de production de sources d'énergie intermittentes, limitant de ce fait l'essor des E.N.R. Suite à cette réflexion, nous proposons de favoriser si possible les sources énergétiques renouvelables non intermittentes, pour assurer un certain confort d'utilisation de l'énergie ou le couplage d'énergies entre elles.

AXE 2 **Stratégie 2.A.b - Diminuer la consommation d'eau**

La thématique de l'eau reste un sujet délicat pour grand nombre de territoires. La stratégie présentée ici consiste à minimiser la consommation d'eau, à favoriser l'utilisation des eaux grises ou pluviales en vue de limiter le volume d'eau sortant et de privilégier la réutilisation d'eau sur site.

- **Indicateur 18: Solutions hydro-économes**

  Cet indicateur évalue la propension du quartier et des bâtis à diminuer la consommation d'eau à travers la mise en place d'équipements hydro-économes. Nous aurions souhaité évaluer « l'eau non consommée », cependant ce critère dépendant de comportements citoyens nous paraissait difficile à prendre en compte. L'indicateur choisi au final considère donc le choix d'installation de mesures de réduction de la consommation actuelle du quartier.

- **Indicateur 19: Récupération des eaux pluviales**

  La récupération des eaux pluviales présente des avantages non négligeables comme la réutilisation pour divers usages. Elle limite la consommation issue du réseau d'eau classique, elle constitue une réserve lors des périodes de sécheresse, elle allège les charges d'eau à assimiler par les sols en cas de fortes pluies tropicales. Nous choisissons donc d'évaluer, pour prendre en compte ce critère, la surface des bâtis qui favorise la réutilisation des eaux de pluies. *Exemple : Proportion de surfaces de toitures sur lesquelles est associé un système de récupération des eaux*.

- **Indicateur 20: Gestion des eaux usées**

  Habituellement la gestion des eaux usées se fait par le biais de traitements autonomes, ou collectifs. Parfois même, les eaux usées sont directement rejetées dans les espaces naturels, sans traitements spécifiques. Nous proposons ici de diminuer la pression sur les systèmes de traitement collectif des eaux en limitant le volume d'eau à traiter. Nous favorisons le traitement du maximum de volume d'eau sur le site en lui-même. Les processus de phytoremédiation installés sur les parcelles permettent cela. Ces solutions alternatives réduisent les coûts énergétiques et financiers de traitement des eaux en stations. Elles proposent des solutions de gestion différentes qui demeurent plus vertueuses pour les eaux grises. D'autres manières d'aborder cet indicateur, ne sont pas à exclure, en fonction des solutions de gestion des eaux et apparaissant les plus efficientes.

AXE 2

Stratégie 2.A.c - Limiter l'utilisation de matériaux et le volume de déchets

Dans une démarche de limitation de la consommation de ressources naturelles, la gestion des matériaux pour la construction des bâtis et des déchets est essentielle. Au niveau urbain, les flux de matières sont nombreux et quotidiens. La gestion des déchets pose de grandes problématiques dans sa phase de traitement et fait ressortir la question de pollution et de stockage de ces éléments que nous considérons comme usés.

Il était possible d'intervenir au niveau de plusieurs phases dans cette question du cycle de vie des matériaux et ceci pour différents acteurs : les usagers et leurs modes de consommation ; le cycle de construction (depuis les choix architecturaux jusqu'à la gestion des déchets sur chantier). La gestion des quantités de déchets consommés par les habitants est dépendante des choix d'emballages proposés dans les commerces, assortis à des engagements personnels dans des alternatives au système classique. Or cela ne concerne pas la grille.

Concernant la thématique du volume de matériaux utilisés pour les chantiers et leur gestion, d'une part nous ne bénéficions pas de références pour analyser ces éléments, d'autre part la phase chantier intervient à un moment déterminé, or un des principes de cette grille est d'évaluer le quartier en proposant des solutions qui impactent sur les modes de vie dans le temps.

Nous nous sommes intéressés plus spécifiquement au retraitement des déchets (compostage et tri, indicateurs 21 et 22), qui permet de proposer des solutions pratiques pour diminuer le volume de déchets à retraiter. Solutions qui peuvent trouver une large application après explications des enjeux aux habitants et avec la mise en place de systèmes efficaces de valorisation des déchets.

Un indicateur aurait éventuellement pu trouver sa place, il s'agit de quantifier les ménages mettant en œuvre des solutions d'approvisionnement végétal ou animal pour leur propre consommation. Il aurait pu être mis en œuvre en quantifiant éventuellement le nombre de ménages ayant potentiellement accès à des jardins partagés, à des terrasses aménagées pour la culture, à des jardins personnels ou en réalisant une étude sur les personnes mettant en œuvre de manière réelle certaines mesures pour être partiellement ou totalement autonome en termes alimentaire. Cet indicateur ne nous est pas apparu au moment de la création de la grille, c'est pourquoi il n'est pas présenté ici.

- **Indicateur 21: Compostage des déchets**

  La solution du compostage des déchets présente un intérêt indéniable en vue de limiter le volume des déchets et permettre aux habitants de bénéficier sur place, de compost pour les plantes. Ces solutions peuvent être collectives, à travers des composteurs situés dans les parties communes des opérations, ou bien être individuelles et disposées dans les maisons disposant de jardins ou dans les appartements avec des dispositifs plus spécifiques. Ils sont assez simples d'utilisation, mais nécessitent cependant de petites connaissances du système et nécessitent de modifier les habitudes des utilisateurs. Une fois l'adaptation faite, c'est un dispositif vertueux indispensable à terme dans les modes de vie futurs. Dans cet indicateur 21, le nombre de logements collectifs équipés de bio-composteurs sera évalué.

- **Indicateur 22: Tri des déchets**

  La question du tri et de l'acheminement global des déchets jusqu'aux systèmes de traitements nécessite une grande organisation pour les gestionnaires et une participation notoire des habitants pour leur réussite. Nous considérons que le dispositif doit être encore amélioré à travers une multiplication des points de tri et à travers des encouragements des habitants. Cet indicateur interroge l'état des lieux sur les dispositifs mis en place pour optimiser la récupération et la gestion des déchets. Il concerne principalement les gestionnaires de déchets, alliés essentiels dans les projets de développement durable urbain puisqu'il est possible en concertation avec eux de voir émerger des solutions innovantes et vertueuses en termes de modification des modes de vie.

AXE 2 **Stratégie 2.A.d - Limiter l'utilisation du sol**

Le foncier attribué aux espaces urbains est un bien rare à se partager pour permettre de voir se développer les espaces agricoles, se conserver et se développer les espaces naturels. C'est une ressources convoitée par de nombreux acteurs et présentant des enjeux multiples. Par exemple, la gestion du foncier influence grandement sur l'imperméabilisation des sols et la modification de la présence de la nature des villes.

Il convient de resituer la place du minéral dans l'espace urbain en restituant la place du sol perméable et en réinterrogeant la fonction des sols dans la ville : sont-ils exclusivement à dédier aux espaces privés ? Des espaces publics de qualité peuvent-ils encore se développer ? Qu'en est-il du développement d'espaces semi-privés ? Pour voir se développer un certain

nombre d'aménités qui avaient disparu de l'espace urbain, poussées par une croissance exacerbée des surfaces bétonnées, il convient de libérer de l'espace au sol :

- **Indicateur 23: Occupation du sol par le bâti**

  Nous considérons que sur les parcelles, les bâtis doivent utiliser le moins d'espace au sol possible afin de pouvoir le redistribuer pour des espaces végétalisés ou des espaces communs d'activités. Il s'agit donc de réfléchir différemment l'espace urbain en vue d'octroyer aux habitants des espaces de vie, de rencontre et de détente en extérieur.

- **Indicateur 24: Occupation du sol par les parkings**

  De même, nous considérons que le foncier utilisé par les parkings doit être libéré en ville et redistribué pour d'autres fonctionnalités tels que des logements mais également espaces communs ou végétalisés. Des solutions peuvent être envisagées pour ce faire : mutualisation de parkings de logements, avec des commerces. Il ne s'agit pas d'évaluer le nombre de places dédiées par logement, cela sera entrepris dans l'axe 3. Ici, la fonctionnalité de l'indicateur 24 est tout autre : il s'agit plutôt d'évaluer la présence de nappes de parkings qui occupent des espaces et qui pourraient être dédiés à d'autres fonctionnalités. En effet, des solutions innovantes peuvent apparaitre bien plus fonctionnelles et utilitaires. Certains espaces sont parfois occupés à 50 % seulement et demeurent pourtant bien dispendieux en termes d'espace.

Objectif 2.B - Créer une écologie urbaine

Eléments naturels et espace urbain ont longtemps été considérés comme deux concepts opposés. La vision de durabilité estime que ces deux espaces peuvent se concilier à travers le terme d'Ecologie Urbaine. La reconquête du végétal à l'intérieur de l'espace urbain est prônée. Pour atteindre cet objectif ambitieux qui permet de réensemencer l'espace urbain plutôt que de départir la nature de paysage contemporain, la Stratégie suivante est proposée dans la grille:

Figure 185 (LISTE) : Stratégie de l'Objectif 2.B (Axe 2) de la grille d'indicateurs

AXE 2

Stratégie 2.B.a - Favoriser la présence d'espaces végétalisés en quantité et en qualité

Les enjeux en termes d'aménagement de l'introduction d'éléments naturels sont larges :

- ⇨ Amélioration du confort thermique urbain : création d'ombrage, de protection solaire des enveloppes de bâti.
- ⇨ Amélioration de la qualité de l'air et des sols, phytoremédiation des eaux.
- ⇨ Diminution des risques naturels : augmentation du pouvoir d'absorption de l'eau par le sol, fixation des sols.
- ⇨ Protection de la biodiversité / Développement d'écosystèmes.
- ⇨ Elément de structuration du paysage urbain: délimitation des parcelles et des voies
- ⇨ Amélioration de la qualité de vie des habitants : création d'espaces calmes et naturels,; réapprentissage de gestes simples ; outil pédagogique ; banque de senteurs et d'ambiances.
- ⇨ Ressource alimentaire.

Il s'agit d'un outil d'aménagement performant, trouvant une utilité concrète et efficiente dans de nombreuses fonctionnalités urbaines. Il s'agit de l'allié essentiel de l'aménageur.

L'apport végétal est selon nous, un des piliers du développement durable en milieu tropical. Sous les climats tropicaux humides, la végétation se développe avec une forte croissance et il est donc essentiel de pouvoir valoriser ces ressources naturelles.

Six indicateurs dans la grille permettent de s'intéresser à cet aspect, qui est d'ailleurs également énuméré à d'autres emplacements dans la grille (*exemple : indicateur 3 sur l'environnement végétal des logements*). Cela représente plus de 10 % des indicateurs de la grille, ce qui n'est pas négligeable. Nous estimons que la qualité de création de cette écologie urbaine doit être évaluée en termes quantitatif, qualitatif mais également en termes de cohérence globale, c'est-à-dire en évaluant les liens entre les espaces végétalisés sur l'ensemble de l'espace urbain.

Les indicateurs suivants ont été choisis:

- **Indicateur 25: Qualité des espaces végétalisés**

  De la qualité des espaces végétalisés va dépendre la capacité d'absorption d'eau des sols, la possibilité d'ombrage et de couvertures végétales, la réintroduction d'endémisme. Nous considérons que les simples étendues vertes ne sont pas suffisantes pour faire d'un espace un espace végétal riche. Celui-ci doit pouvoir être constitué d'une certaine

diversité de plantes, avec l'apparition de diverses strates. Cet indicateur qualitatif évalue la propension du quartier à voir apparaitre certaines caractéristiques en ce sens.

- **Indicateur 26: Entretien des espaces végétalisés**

  L'entretien des espaces végétalisés a souvent utilisé des procédés mécaniques et chimiques en vue de domestiquer les espaces plantés. Désormais, les objectifs sont différents et la recherche tend plutôt vers la mise en place d'un écosystème équilibré pouvant se maintenir lui-même dans le temps, avec un entretien moindre à terme. L'objectif consiste à installer l'écosystème de base, à le guider durant les premières années de vie, avant de le laisser se développer de manière autonome. Les outils utilisés ne sont plus les mêmes, la recherche de techniques douces et respectueuses de l'environnement sont plus recherchées (AGGERRI, 2010). C'est à travers cet indicateur qu'est évalué le mode de gestion des espaces plantés.

- **Indicateur 27: Favorisation des espèces endémiques**

  En vue de favoriser la sauvegarde des espèces faunistiques et floristiques endémiques, l'espace urbain est un support idéal. Le quartier se doit d'être pensé comme support de réintroduction d'espèces locales, adaptées au climat. Les espèces endémiques, lorsqu'il a été vérifié qu'elles s'adaptent bien au climat local, présentent l'avantage de nécessiter très peu d'apport d'eau d'arrosage une fois qu'elles sont rentrées dans une phase de croissance adéquates. Le développement des espèces endémiques permet de favoriser un apport végétal conséquent et de qualité dans la ville. L'insertion de végétaux locaux permet de tendre vers la mise en place d'une véritable identité de l'espace urbain régional puisque ces espèces ne se retrouveront pas forcément dans d'autres lieux. L'espace urbain participe à la préservation d'espèces en disparition et uniques parfois dans le monde. Il s'agit d'un indicateur quantitatif.

- **Indicateur 28: Fréquence d'arbres par voiries**

  Les arbres sur la voirie participe à la création d'ombrage. De manière concomitante, elle contribue au développement de l'utilisation des transports doux car elle offre un cadre propice au déplacement piétonnier ou cycliste. Cet indicateur s'attache à quantifier les fréquences d'arbres disponibles le long des linéaires de voies piétonnes et cyclables.

- **Indicateur 29: Dispositifs de phytoremédiation**

  Les eaux pluviales se déversent sur les parkings et transportent avec elles des particules toxiques qu'il convient de dépolluer avant leur retour dans des espaces naturels. Cet

indicateur permet donc d'évaluer la présence de dispositif permettant de répondre à cet fonction tels que l'introduction *de bassins de phytoremédiation en amont des parkings, directement sur les parcelles*. Ils ont pour fonction de traiter sur place les particules polluantes et de diminuer les volumes d'eau à traiter dans les stations d'épuration. Un certain nombre de pratiques qui s'étaient trouvées globalisées par souci de gestion (stations d'épuration, gestion des déchets), regagnent en indépendance. Le soucis est de favoriser au maximum la gestion sur la parcelle même des flux de matières. Chaque parcelle participe au bon fonctionnement de l'ensemble du système urbain et se responsabilise.

AXE 3 - Évaluer l'organisation de l'espace urbain et la qualité de vie qui en ressort

20 Indicateurs (n° 30 à 50)

L'Axe 3 s'intéresse à **évaluer l'organisation de l'espace urbain et la qualité de vie** qui en ressort. Le premier et le second axe ont permis d'évaluer la capacité des projets à mettre en œuvre des bâtis, des modes de consommations et des aménagements conçus pour être les moins consommateurs possibles de ressources et les moins impactants possibles sur l'environnement. Ce dernier axe boucle le portrait du quartier en revenant au fonctionnement global du quartier, aux modes de fonctionnement et de vie que le projet de quartier permet de voir émerger.

Il s'agit dans le concept des quartiers durables rappelons-le de créer des espaces mixtes en fonctionnalités, pour diminuer les déplacements des habitants, mais aussi dans une volonté de recréer du lien entres habitants. Le quartier se doit être un lieu favorisant la rencontre et l'émergence d'innovations. Deux Objectifs structurent cet Axe 3 :

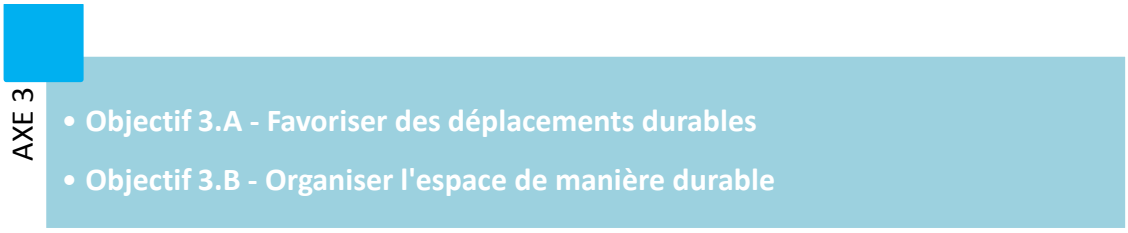


Figure 186 (LISTE) : Objectifs de l'Axe 3 de la grille d'indicateurs

L'Objectif 3.A est en effet un élément extrêmement important en termes de développement durable urbain et s'intéresse à proposer des modes de déplacements plus durables, en vue de favoriser l'accessibilité aux fonctions à travers des équipements de qualité, mais également à diminuer les sources de pollutions, de consommation d'énergie, les risques liés à l'utilisation des véhicules personnels. Il évalue la propension du quartier à proposer de nouveaux modes de déplacements.

L'Objectif 3.B s'intéresse lui à aborder les aspects selon lesquels un habitant dans son quartier pourra mettre en place de manière quotidienne des activités près de chez lui. Il est nécessaire que les individus se sentent bien dans cet espace de vie, à travers l'accès à des lieux publics de qualité qui soient variés et adaptés à des modes de vie plus basés sur la marche à pied. Il s'agit également d'intégrer les habitants dans les choix du quartier et de leur transmettre cette culture de nouvelles manières de « vivre la ville ».

L'Axe 3 se structure de la manière suivante :

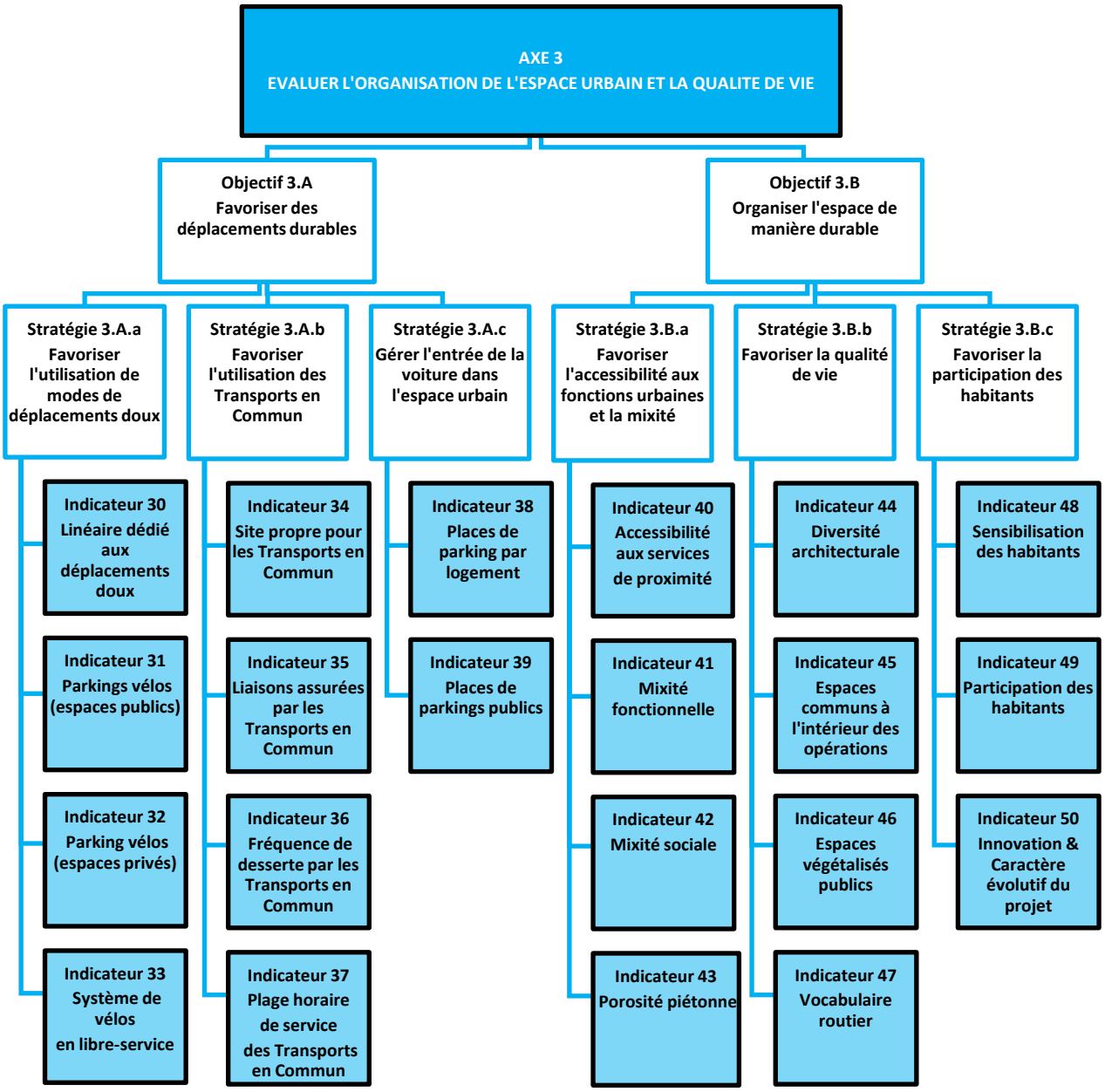


Figure 187 (DIAGRAMME ARBORESCENT) : Structuration organisationnelle de l'AXE 3 de la grille d'indicateurs.

Objectif 3.A - Favoriser des déplacements durables

Les déplacements représentent une large part de la consommation énergétique. Ils sont de plus une source importante de pollution et de production de chaleur d'origine anthropique. Cet enjeu est donc fondamental au niveau de la réduction de la consommation énergétique urbaine. La Stratégie est triple pour favoriser des déplacements plus durables :

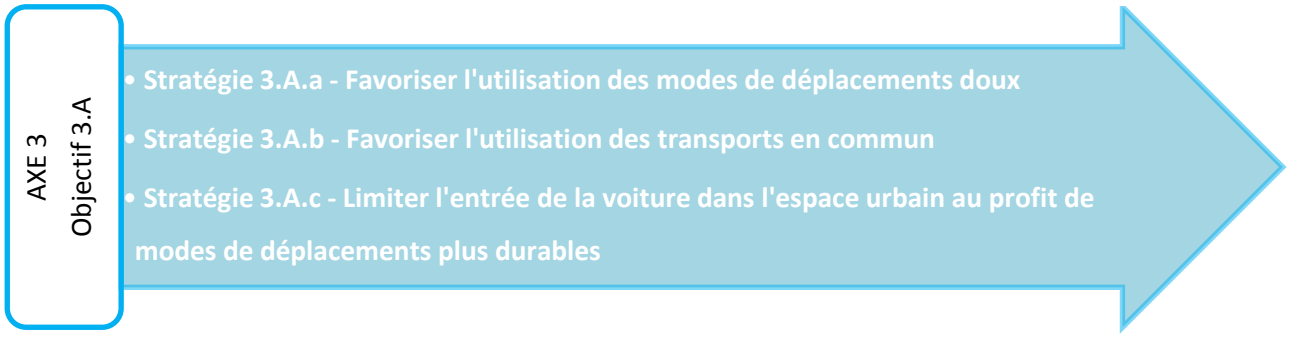


Figure 188 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 3.A (Axe 3) de la grille d'indicateurs

Ces stratégies se déclinent de la manière suivante pour (a.) offrir des infrastructures de qualité permettant de développer les déplacements doux, (b.) faire de même pour les transports en commun. Une fois ces solutions mises en place, il est possible alors (c.) de susciter la diminution de l'utilisation de la voiture et des modes d'accompagnement (Indicateur 41) car d'autres infrastructures de remplacement de qualité sont disponibles.

Ces différents modes de déplacements permettent de créer une certaine complémentarité entre eux : à pied pour les déplacements courts, à vélo pour les déplacements moyens, en transports en commun pour relier d'autres villes ou quartiers, en voiture pour des déplacements exceptionnels non desservis par des lignes ou à certaines heures spécifiques.

AXE 3 Stratégie 3.A.a - Favoriser l'utilisation des modes de déplacements doux

La favorisation de l'utilisation des modes de déplacements doux passe par la mise à disposition d'infrastructures alternatives à la voiture, qui soient efficaces et de qualité, en vue de jouer un rôle incitatif sur les comportements pour se déplacer à pied ou en vélo par exemple. Ces modes de déplacements présentent un certain nombre d'avantages pour les habitants et la société en général: diminution de la pollution, de la consommation énergétique et de matière, des bruits ; activités sportives pour les habitants (atout santé), ouverture sur l'extérieur, avantages financiers, inexistence des aléas de la congestion urbaine pour ce type d'usagers.

Il s'agit de proposer aux habitants des solutions de déplacements principalement sur des distances courtes et favoriser les rencontres entre voisins et les activités de proximité.

- **Indicateur 30: Linéaire dédié aux déplacements doux**

  Pour se déplacer à pied ou utiliser d'autres modes de déplacements doux, des infrastructures de qualité doivent être disponibles. Dans cet indicateur est évalué le linéaire d'infrastructures piétonnes ou cyclables, comparé au linéaire des voiries classiques. Il s'agit ainsi d'évaluer l'importance dédiée à ce type de déplacements par rapport aux voitures classiques et d'observer si réellement des chances sont laissées au développement de ces modes de déplacements, très adaptés à l'échelle intra-quartier.

- **Indicateur 31: Parkings vélos (Espaces publics)**

  L'utilisation des vélos dépend des infrastructures de déplacements, comme les voies cyclables, mais aussi des dispositifs d'arrêts tels que les parkings vélo dans les espaces publics. Cet indicateur évalue ici le nombre de places de stationnement réservées aux vélos dans les espaces publics, en comparaison avec les places réservées aux voitures.

- **Indicateur 32: Parkings vélos (Espaces privés)**

  Lorsque l'on est détenteur d'un vélo, après chaque déplacement, il s'agit de pouvoir ranger son matériel. Les résidences ou logements ne sont pas forcément adaptés car ce mode de déplacement n'est pas toujours courant. Il s'agit d'attribuer des emplacements spécifiques à ces modes de déplacements pour pouvoir les généraliser et faciliter l'organisation des usagers. Au même titre que les résidences sont équipées de garages ou de places de stationnements, il est important de pouvoir voir émerger des endroits dédiés et perspicaces pour les vélos. Inciter les habitants à utiliser les vélos dans des endroits sécurisés, pratiques, près à l'emploi, ne sera que bénéfique pour leur déploiement.

- **Indicateur 33 : Système de vélos en libre-service**

  Lorsque l'achat de vélo s'avère onéreux, lors de déplacements ponctuels hors de son domicile, lorsque l'entretien de vélo semble compliqué, ou lorsque le vol est redouté, des systèmes alternatifs à l'achat d'un vélo individuel peuvent permettre de se déplacer de manière durable. Il s'agit de systèmes tels que les vélos en libre-service. A travers cet indicateur sont évalués ici la mise en place de solutions politiques claires en termes de stratégie vélo pour inciter à son utilisation.

AXE 3 **Stratégie 3.A.b - Favoriser l'utilisation des Transports en Commun**

Les transports en commun permettent d'éviter d'utiliser des voitures personnelles pour des déplacements moyens et longs. Leur utilisation régulière dépend de critères comme la fiabilité des réseaux, des dessertes suffisantes et multiples, la qualité des éléments de transports en communs. Autant d'éléments qui permettront d'accepter pour des publics *non contraints*[107] de laisser leur voiture au garage et qui assureront aux publics *contraints* des solutions de déplacements efficientes, de surcroit à moindre coût environnemental.

- **Indicateur 34: Sites réservés aux transports en commun**

  La rapidité des transports et leur régularité est un élément entrant dans le choix du mode de déplacement. La voiture personnelle représente la possibilité de se déplacer au moment souhaité. La congestion urbaine vient cependant parfois déstabiliser cet équilibre de décision en étirant les temps de transport. Les Transports en Commun en Site Propre (T.C.S.P.) proposent un élément que la voiture personnelle n'offre pas : celui d'éviter les embouteillages car la ligne passe sur une voie propre. Les transports en commun, gagnent dès lors en fiabilité et offre des avantages que la voiture personnelle ne peut se permettre. Il s'agit d'un avantage incitatif non négligeable en faveur des transports en commun. Cet indicateur évalue l'offre des dispositifs de transport en commun dans le quartier et sa capacité à bénéficier de lignes propres.

- **Indicateur 35: Liaisons assurées par les transports en commun**

  La diversité des liaisons assurées par les transports en commun, la facilité pour utiliser les services proposés et pour accéder aux arrêts de transports en commun, tendent à favoriser l'usage des transports en commun. Il semblait difficile d'évaluer suivant les différentes situations et lieux relatifs à tous ces éléments en un seul indicateur. L'hypothèse considérée pour adapter cet indicateur à plusieurs situations, est celle qui considère les différentes destinations pouvant être atteintes depuis les gares routières centrales, situées généralement en centre-ville. Il s'agit donc alors d'évaluer l'accession à la gare centrale du centre-ville depuis le quartier par les transports en commun. Il s'agit d'évaluer le nombre de ménages concernés par l'accès à un arrêt situé à moins de 350 mètres de son domicile.

[107] Les notions de publics contraints et non contraint fait référence à la possibilité pour ces personnes d'acquérir des modes de déplacements individuels. L'utilisation des modes de transports en communs ou en vélos, n'est pas une obligation, mais un choix de vie. Cette notion de contrainte pour l'utilisation des transports est importante puisqu'elle modifie les critères de décisions d'utilisation des transports.

- **Indicateur 36 : Fréquence de desserte des transports en commun**

  L'assurance de pouvoir bénéficier de fréquences multiples et constantes dans les transports en commun permet de se rapprocher de la fiabilité apportée par la voiture en termes d'autonomie d'horaires, en diminuant les contraintes d'horaires fixes pour les transports en commun. Il s'agit d'évaluer à travers cet indicateur la fréquence garantie par le réseau des transports en commun en termes de fréquence. Les fréquences de passage des transports en commun du quartier sont évaluées en moyenne.

- **Indicateur 37 : Plage horaire de services des transports en commun**

  L'étendue des horaires de transports en commun va permettre de favoriser l'utilisation constante des transports en commun par les usagers en fonction de leurs souhaits et obligations de déplacements. Cela peut de ce fait inciter à une fidélisation de la part de la personne concernée au réseau si celui-ci convient à ses habitudes de déplacements. Ce critère est ici évalué à travers l'étendue des horaires de service. Est ici quantifié le nombre d'heures durant lesquelles le réseau est disponible.

Stratégie 3.A.c - Limiter l'entrée de la voiture dans l'espace urbain au profit de modes de déplacements plus durables

La voiture est très souvent privilégiée au dépend de modes de déplacements doux et des transports en commun. Elle détient une place difficilement détrônable mais pourtant très impactante négativement. La place qui lui est laissée dans l'espace urbain est importante : voies urbaines structurantes, parkings dans les espaces publics, parkings personnels dans les espaces privés. Autant d'éléments de confort qui favorisent son règne. La Stratégie 3.A.c repense la place accordée automatiquement aux voitures en termes de stationnements.

- **Indicateur 38: Places de parking par logement**

  Pour chaque construction de logement, un certain ratio de places de parking est attribué. Il arrive pourtant que ces parkings ne soient pas occupés, ce qui contribue à la présence de nappes de parkings inoccupés ou de parkings souterrains vides. Cet espace autorisé pour la voiture, cette place qui lui est laissée, incite de manière indirecte à une justification de la présence des voitures et à leur utilisation. Nous proposons donc de réduire ici le ratio de voitures par logement (le taux d'équipement des ménages) et de laisser place à d'autres modes de déplacements, au covoiturage ou à l'auto partage de voitures entre habitants.

- **Indicateur 39: Places de parkings publics**

Il s'agit de considérer dans cet indicateur la politique mise en place vis-à-vis des parkings. Les places mises à disposition ne sont pas abordées sous un angle quantitatif. Sont plutôt observées la mise en place ou non de solutions permettant de modifier les comportements liés à l'utilisation de la voiture en termes de stationnements. *Exemple: des solutions globales de mutualisation des divers parcs de parkings publics et privés sont-ils mis en place ? Des politiques spécifiques de stationnement permettant de limiter les places de parking sont-elles mises en place pour les véhicules personnels.*

Objectif 3.B - Organiser l'espace urbain de manière durable

La fonctionnalité de l'espace, les services offerts aux habitants (services de proximité, l'accès aux espaces verts et de loisirs, la présence d'espaces communs), l'ambiance du quartier, la communication autour des aménagements de l'espace, la parole donnée aux habitants, sont autant de critères urbains permettant potentiellement de :

- Favoriser un mieux vivre dans le quartier,
- Favoriser une pérennité des rapports entre habitants
- Proposer des modes de vie basés sur la mixité et la proximité

L'objectif évalue le « potentiel » de développement du quartier vers un « mieux vivre » et vers un mode de vie plus agréable, dans lequel les limites entre espaces publics et espaces privés sont moins rigides. Plusieurs Stratégies sont proposées pour cela:

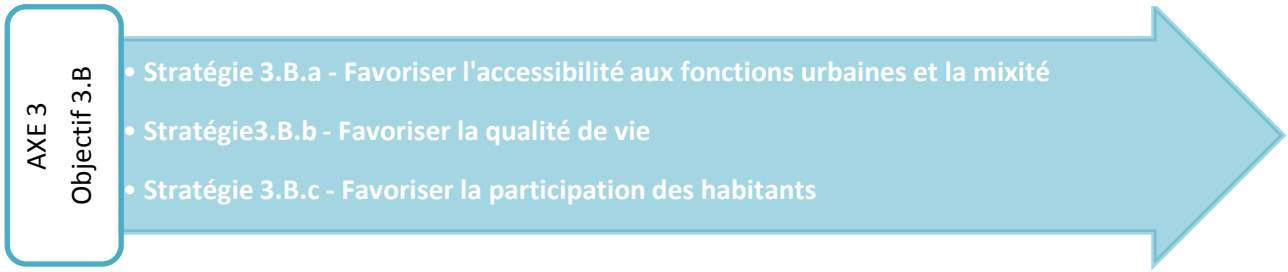


Figure 189 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 3.B (Axe 3) de la grille d'indicateurs

AXE 3 Stratégie 3.B.a - Favoriser l'accessibilité aux fonctions urbaines et la mixité

Selon le concept de quartiers durables, les habitants doivent pouvoir disposer d'une mixité fonctionnelle sur leur lieu de vie, permettant de vivre, travailler, se nourrir, se divertir sur des espaces à proximité en limitant les déplacements urbains.

Il s'agit de proposer une mixité de fonctions, mais également sociale et de faire se côtoyer des ménages aux conditions différentes. La mixité peut également être considérée comme générationnelle. Il s'agit en somme de récréer de la rencontre et de la proximité, de recréer un espace urbain riche en potentialités et en fonctionnalités, de redonner du dynamisme à des espaces qui auraient pu se sédentariser.

- **Indicateur 40 : Accessibilité aux services de proximité**

  Cet indicateur permet d'évaluer la diversité et la proximité des fonctionnalités urbaines et notamment des services de proximité. Il s'agit d'évaluer pour n'importe quel habitant du quartier sa facilité à trouver aux alentours proches de son logement l'accès à au moins six services majeurs. La distance de confort pour se déplacer à pied sera un rayon de 350 mètres autour des logements. Cependant, cette distance pourra également être calculée en temps, par exemple, à travers l'utilisation de transport en commun.

- **Indicateur 41: Mixité fonctionnelle**

  Cet indicateur permet d'évaluer l'offre globale de services disponibles sur le quartier et notamment la diversification des offres. Il s'agit d'observer si les habitants ont accès à une certains nombre de services diversifiés près de chez eux.

- **Indicateur 42: Mixité sociale**

  Il s'agit à travers cet indicateur d'apprécier la mixité qui apparait dans le quartier. Dans la littérature cette mixité s'apprécie en considérant simplement le pourcentage de logements sociaux présents sur le site (et non la diversité des catégories sociales), car généralement les taux de logements sociaux sont insuffisants dans nombre communes de France. La mixité sociale est donc généralement assimilée au taux de logements sociaux.

- **Indicateur 43: Porosité piétonne**

  En tant que piéton, pouvoir traverser le quartier par différentes voies permet de varier les déplacements et de « couper » à travers certains petits chemins. Pour le permettre et faire de la ville et du quartier un lieu de découverte, il est nécessaire de pouvoir passer à travers les îlots. Il s'agit d'évaluer ici la capacité des opérations, à offrir malgré le cadre privatisé des résidences, des espaces semi-publics permettant de conserver une perméabilité piétonne. Cette perméabilité offre également les avantages de pouvoir profiter de différentes ambiances à travers la ville. Le cadre privé des résidences peut déborder sur le cadre public et ainsi venir nourrir le piéton de passage de senteurs et de découvertes visuelles. Il s'agit également pour les résidents de nourrir leur bulle privée de stimuli extérieurs, favorisant la cohabitation entre voisins.

AXE 3 **Stratégie 3.B.b - Favoriser la qualité de vie**

Le cadre architectural et la mise à disposition d'espaces publics agréables permet d'influer sur la qualité de vie des habitants et sur l'émergence de solutions urbaines fédératrices pour les habitants. Il est important de recréer à l'intérieur de la ville un cadre accueillant et épanouissant en proposant des espaces d'activités, d'échange et de détente et des lieux de déplacements plus dédiés aux piétons.

- **Indicateur 44: Diversité architecturale**

  Cet indicateur a pour objectif de rappeler la notion de diversité des typologies architecturales, pour faire de l'espace urbain un espace de découvertes, et ouvert à toutes les demandes. Ce cadre évolutif doit être surprenant et doté d'une réelle identité. Cet indicateur permet d'évaluer le cadre architectural et la diversité des solutions offertes pour se loger et se déplacer.

- **Indicateur 45 : Espaces communs à l'intérieur des opérations**

  Il est indispensable de proposer un cadre de vie propice aux échanges entre habitants. Cela débute par des espaces communs à l'intérieur même des opérations. Les logements qui sont des lieux privés, demandent à ne pas être des espaces hermétiques à la socialisation. Il s'agit pour les architectes d'identifier et de laisser des espaces libérés en cœur d'opérations pour favoriser des liens durables entre habitants.

- **Indicateur 46 : Espaces végétalisés publics**

  Les habitants doivent pouvoir trouver à proximité de chez eux, des lieux de détente, végétalisés, animés, avec une vie artistique. En effet, les balades dans les lieux urbains permettent le partage, la rencontre, le retour au calme. Ces espaces renforcent l'identité d'un lieu, d'un quartier et permettent aux habitants d'y puiser les ressources nécessaires à leur épanouissement.

- **Indicateur 47 : Vocabulaire routier**

  L'environnement de vie reflète l'ensemble des idées propres à l'époque considérée, à la société. Il influence de même les comportements individuels. Les paysages urbains actuels sont pour nombre d'entre eux fortement déployés autour du vocabulaire routier (parking, routes, trottoirs). Il convient d'estomper visuellement parlant certains principes, afin d'offrir plus de place aux habitants et à leur épanouissement. Il convient de reconsidérer les espaces publics de vie en offrant de nouvelles symboliques.

AXE 3

Stratégie 3.B.c - Favoriser la participation des habitants

La qualité d'un projet dépend de son appropriation par les habitants. Les espaces urbains proposés incitent à diverses utilisations, cependant si le relais n'est pas pris par les habitants, l'espace ne connaîtra pas la valeur qui lui était attribuée. Il s'agit ici de redonner toute la place et de faire émerger toutes les capacités issues de l'humain pour faire fonctionner le quartier.

- **Indicateur 48 : Sensibilisation des habitants**

  L'utilisation des bâtiments et les comportements associés aux ressources mises à disposition nécessitent un certain apprentissage des habitants. En effet, de nouveaux modes de vie, de nouvelles habitudes sont proposées, auxquelles il convient de se familiariser et de saisir toute l'importance. Ce sont des actions de sensibilisation, d'information, des mises en situations qui vont permettre à chacun de mieux s'investir. La sensibilisation des habitants vis-à-vis de l'utilisation des bâtis et de l'environnement est ici évaluée à travers cet indicateur

- **Indicateur 49 : Participation des habitants**

  La construction du projet se doit de s'adapter aux besoins et souhaits d'évolution des habitants. En effet, un projet distant des attentes des habitants trouvera difficilement son approbation par la population. Il s'agit pour trouver un consensus entre les souhaits de développement de territoire des collectivités et les habitants, de donner la parole à chacun. C'est cet élément participatif dans la prise de décision qui est évalué ici.

- **Indicateur 50 : Caractère évolutif et innovateur**

  Le projet créé doit s'adapter aux besoins existants et futurs du quartier et de ses habitants et poursuivre son développement. Des moyens d'entretien et des capacités d'auto-renouvèlement du quartier doivent être anticipés. Cet indicateur évalue le caractère évolutif et innovateur du quartier.

Ces trois axes réunis, permettent de dresser un large portrait d'un quartier selon une vision de durabilité urbaine. Les cinquante indicateurs de la grille présentés, il s'agit désormais de pouvoir les appliquer sur le terrain. Des « seuils » ont été instaurés afin d'évaluer des niveaux de performance. Nous avons fait le choix dans la grille de différencier trois niveaux de performances : niveau de durabilité de Base, Performant, Très Performant ; en vue de caractériser les différents projets.

CONCLUSION DE LA PARTIE 2

Cette Partie 2 a permis de développer la présentation du contexte tropicale en se basant sur le cas de La Réunion (**Chapitre 1**). Il s'avère d'ailleurs que c'est un contexte riche en aménités et atouts, porteurs de certaines limites et contraintes également. Il s'agit d'un contexte sur lequel le modèle d'éco-quartier est potentiellement en mesure d'agir.

Le modèle d'éco-quartier présente un fort potentiel de développement avec une grande marge d'évolution selon trois axes majeurs principaux que sont (i) une adaptation de l'espace urbain à l'environnement et au climat local ; (ii) une action poussée sur le développement de la végétation tropicale dans l'espace urbain, en améliorant le cadre de vie (iii) à travers notamment un meilleur aménagement des bâtis et de l'espace public en rapport avec les conditions climatiques et d'ambiances extérieures de la ville.

Le **Chapitre 2** à permis de proposer, justifiés par des études scientifiques et des expérimentations empiriques issus d'architectes-urbanistes locaux, des exemples de conceptions urbaines et architecturales durables tropicales. Liste non exhaustive et dont une multitude de solutions peuvent être imaginées.

Cette vision du développement urbain durable tropical est formalisée dans le **Chapitre 3** sous forme d'une grille d'indicateurs modélisée sous forme de trois axes majeurs structurants, détaillants 50 indicateurs, qui permettent de parcourir des enjeux essentiels aux quartiers durables.

Les différentes analyses menées dans cette Partie 2 confirment la spécificité d'un modèle de quartier durable tropicale. Le modèle reprend certes la base commune et les principes majeurs des éco-quartier européens. Cependant le contexte local : climatique, culturel et les modes de vie qui en découlent ; favorisent l'émergence d'une adaptation du modèle vers une grande ouverture sur l'« Extérieur ».

Alors que les bâtis de climat tempérés ou continentaux se doivent de se protéger à un moment ou l'autre de l'année des conditions climatiques froides grâce à l'émergence d'espaces clos ; le quartier tropical peut de manière plus régulière, tout au long de l'année (sauf épisodes

climatiques intenses ponctuels : cyclones, pluies tropicales intenses), rester perméable et ouvert vers l'extérieur du bâti.

Il découle de cette structuration un espace urbain beaucoup plus lié dans son intégralité, par les bruits, les ambiances, les conditions thermiques entre les espaces privé et public. Un espace urbain duquel peut apparaître une très grande diversité d'espaces. Des conditions de vie tropicale découle un quartier durable qui bénéficie certes de protections solaires naturelles ou artificielles vis-à-vis de l'ardeur du soleil, qui intègre une adaptation aux périodes de sécheresses ou de crues ; qui sait se prémunir des épisodes venteux ; mais qui développe de larges activités et duquel peut ressortir une réelle identité.

TRANSITION

L'émergence d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine tropicale intégrant certains des enjeux de durabilité de l'espace urbain tropical, **permet la possibilité d'évaluation de projets**. Il est dorénavant possible à travers cette transcription des enjeux de durabilité urbaine sous forme d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs sélectionnés, de procéder à application pragmatique des indicateurs sur le terrain afin de vérifier l'efficacité des mesures et dispositifs mis en œuvre sur un quartier.

La grille permet de déterminer le niveau d'implication en termes de durabilité urbaine et de tester la réelle efficacité des mesures mises en œuvre.

Il convient de tester l'application de cette grille sur un quartier test et d'analyser en réel les mesures de durabilité urbaine sur un quartier tropical. Un quartier du territoire réunionnais va être analysé: celui de Ravine Blanche dans la ville de Saint-Pierre, au sud-ouest de l'île (Climat tropical humide, avec des épisodes de sécheresses).

PARTIE 3 APPLICATION DE LA GRILLE SUR UN QUARTIER RÉUNIONNAIS : RAVINE BLANCHE A SAINT-PIERRE

Cette Partie 3 matérialise l'application de la grille d'indicateurs créée dans la partie précédente. Le quartier de Ravine Blanche est le sujet de l'expérimentation. L'objectif est d'évaluer le gain de durabilité urbaine permis par le projet de rénovation urbaine mis en place depuis 2007 sur le quartier.

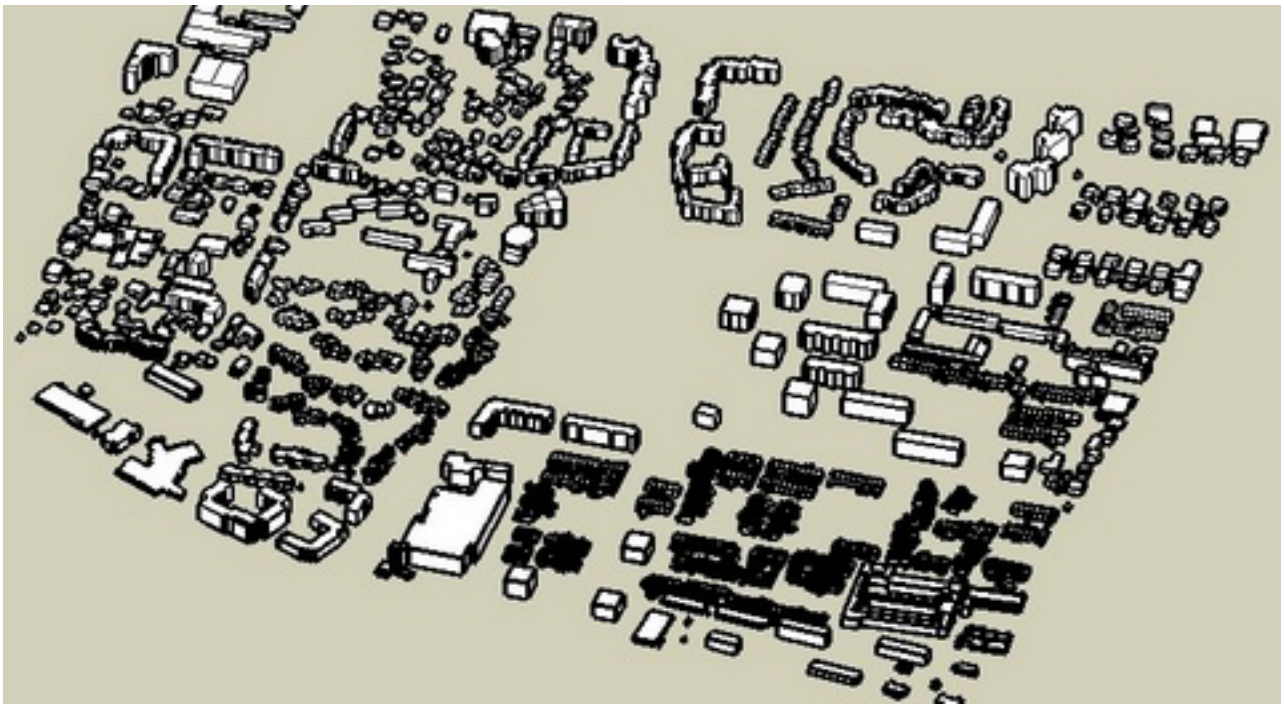


Figure 190 (PLAN 3D) : Modélisation volumétrique des bâtis du quartier de Ravine Blanche avant projet, réalisée dans le cadre de cette thèse

PARTIE 1: RESTITUTION DU DEBAT SUR LA DURABILITE URBAINE ET SUR LES ECO-QUARTIERS

PARTIE 2: CADRE DE CONCEPTION D'UNE GRILLE D'EVALUATION DES ECO-QUARTIERS EN ZONE TROPICALE

PARTIE 3: APPLICATION DE LA GRILLE SUR UN QUARTIER REUNIONNAIS: RAVINE BLANCHE A ST-PIERRE

PLAN DETAILLE DE LA PARTIE 3 : APPLICATION DE LA GRILLE SUR UN QUARTIER REUNIONNAIS, RAVINE BLANCHE A SAINT-PIERRE

INTRODUCTION DE LA PARTIE 3

CHAPITRE 1 : ANALYSE DU TISSU URBAIN EXISTANT

- Contexte du terrritoire d'étude
- Visage du quartier de Ravine Blanche dans les années 2000
- SItuation du quartier avant-projet

CHAPITRE 2: RECUPERATION DES DONNEES DE PROJET

- Le Projet de Renovation Urbaine de Ravine Blanche et ses enjeux en termes de durabilité
- Vers l'application de la grille
- Remplissage de la grille

CHAPITRE 3: RÉSULTATS D'APPLICATION DE LA GRILLE SUR RAVINE BLANCHE

- Synthèse des Résultats
- Commentaires relatifs à l'Axe 1
- Commentaires relatifs à l'Axe 2
- Commentaires relatifs à l'Axe 3
- Synthèse des commentaires

CONCLUSION DE LA PARTIE 2: POTENTIALITES DE GENERALISATION DE LA GRILLE

- La phase de consolidation du travail
- Une phase de diffusion de la grille

INTRODUCTION DE LA PARTIE 3

Dans la Partie 1 le concept global d'urbanisme durable et les problématiques y étant associées ont pu être présentés. La Partie 2 a permis d'introduire les enjeux liés aux territoires tropicaux et a tendu vers la construction d'une grille d'indicateurs de durabilité urbaine relative aux territoires tropicaux. La partie 3 a pour objectif d'appliquer la grille sur le terrain en vue de saisir les spécificités de durabilité qui émergent sur le territoire réunionnais, à travers l'évaluation du quartier de Ravine Blanche sur la commune de Saint-Pierre (Code Postal 97410).

Il a été choisi d'appliquer la grille sur un projet de quartier réunionnais. Cela permet de d'une part de déterminer les modalités selon laquelle le concept de durabilité urbaine est saisi par les acteurs locaux mais également d'apprécier le niveau de durabilité vers lequel tend le quartier.

La partie 3 se structure de la manière suivante :

- ⇨ Chapitre 1 : Récupération des données de terrain du projet de réhabilitation urbaine du quartier de Ravine Blanche en vue du remplissage de la grille d'évaluation créée en Partie 2.
- ⇨ Chapitre 2 : Récupération des données et remplissage des indicateurs
- ⇨ Chapitre 3 :Analyse des résultats obtenus et observation des potentialités de développement durable du quartier de Ravine Blanche

Il est ainsi possible d'observer dans ce chapitre les conditions de rénovation d'un quartier en éco-quartier, en milieu tropical

CHAPITRE 1 ANALYSE DU TISSU URBAIN EXISTANT

Il a été choisi d'appliquer la grille d'indicateur créée sur le quartier de Ravine Blanche. Situé dans la commune de Saint-Pierre, sur l'île de La Réunion. Ce quartier est soumis à un climat tropical et fait l'objet d'un programme de rénovation urbaine. Les travaux ont débuté en 2008.

1 *CONTEXTE DU TERRITOIRE D'ETUDE*

1.1 La ville de Saint-Pierre

Le quartier de Ravine Blanche se situe dans la ville de Saint-Pierre au sud de l'île. Sous-préfecture de l'île, cette ville est considérée comme un pôle urbain structurant. Saint-Pierre centralise les services administratifs majeurs pour la région sud et des commerces. Elle tend à devenir aussi structurante que le pôle urbain du nord : Saint-Denis-Sainte Marie, Sainte-Suzanne.

La commune se développe autour d'un centre urbain et **s'étend du rivage jusqu'à la « ligne des 400 » sur environ 96 km²**. Se répartissent sur cette superficie des quartiers périphériques parmi lesquels Bois d'Olive, Ligne des Bambous, Pierrefonds, Grand Bois, Basse Terre, Ravine des Cabris, Terre Sainte, Ravine Blanche.

En termes de poids de population, Saint-Pierre accueille 79 224 habitants (ESTIMATION INSEE REUNION 2010), ce qui confère à cette commune une densité d'environ 825 hab/km². Saint-Pierre, se localise sur le littoral et en contrebas des reliefs montagneux de l'intérieur de l'île :

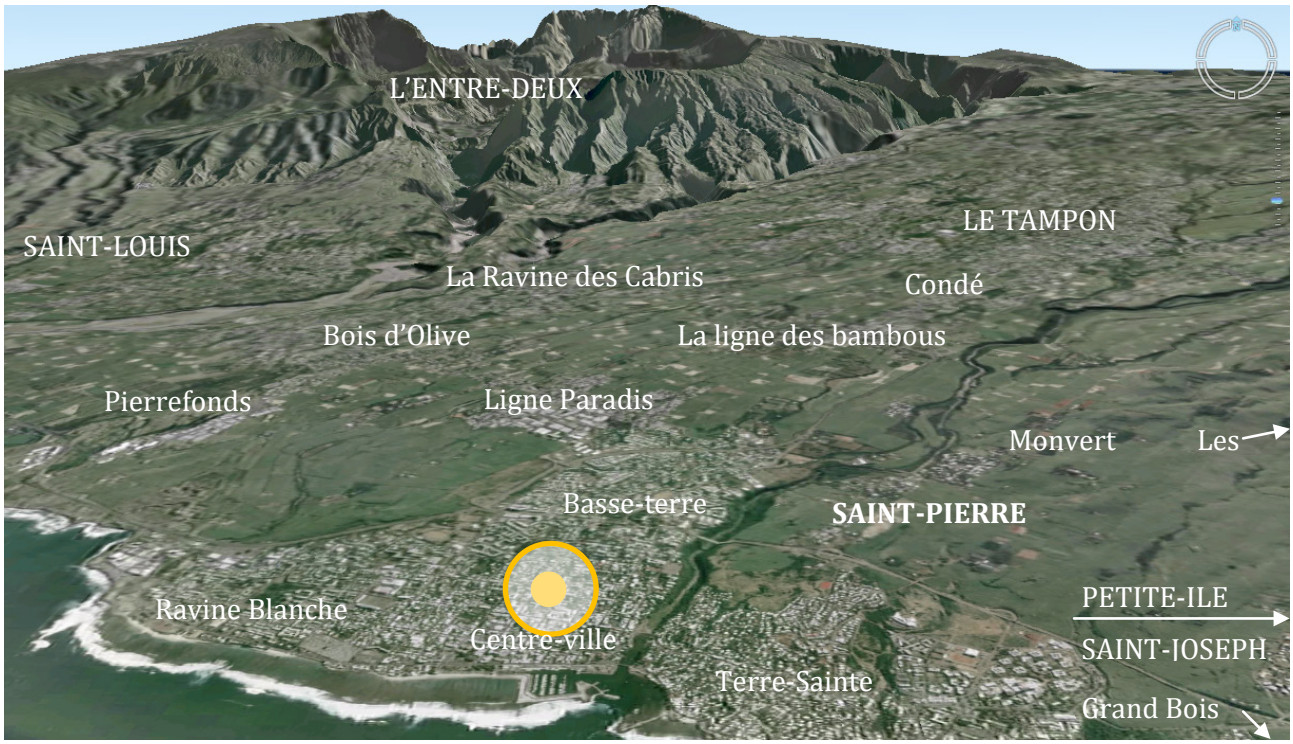


Figure 191 (CARTE 3D) : LA ville de Saint-Pierre dans le sud de l'île de La Réunion, située en zone littorale, en contrebas des reliefs montagneux de l'île. FOND DE CARTE (GEOPORTAIL) CONSULTE EN 2010

La culture de la canne est encore fortement présente dans le sud de l'île et structure grandement les paysages de la commune de Saint-Pierre. D'ailleurs, une balance de canne en haut du centre-ville permet de récupérer la production de toute la zone sud de l'île. Saint-Pierre, est une ville présentant un fort caractère historique. La structuration de la ville sous forme de quadrillage rappelle l'époque de la colonisation.

Ce centre-ville se situe en pente. Son front de mer aménagé est composé d'un port de plaisance, de plages protégées par un lagon, de jeux d'eau aménagés pour les enfants, ainsi que des espaces de promenade et de détente ombragés et accueillants. Des snack-bars bordent tout le rivage et proposent une restauration à moindre prix dans un cadre de détente près de la mer. Les week-ends et jours de fête, le front de mer est très animé. Saint-Pierre, en dehors de Saint-Gilles et de Saint-Denis, est en effet, un des lieux de *night-clubbing* favori des réunionnais.

Deux gares routières assurent les déplacements: l'une les déplacements régionaux, l'autre, l'autre les déplacements inter-quartiers.

Saint-Pierre bénéficie de températures chaudes toute l'année. Durant l'hiver austral les alizés sont plutôt forts. Saint-Pierre de ce fait est souvent exposé à la houle, cependant les lagons permettent la baignade de manière protégée. Le régime pluviométrique est intermédiaire : les

pluies ne sont pas aussi fréquentes que dans l'Est de l'île et le secteur n'est pas soumis à la sécheresse de l'Ouest de l'île.

Le quartier de Ravine Blanche se localise à l'Ouest de l'agglomération de Saint-Pierre, sur la façade maritime de la ville. Ravine Blanche bénéficie en effet d'une situation littorale, comme le centre-ville auquel elle est collée. Ravine Blanche est ainsi le prolongement du front de mer aménagé.

1.2 Premiers éléments d'analyse du quartier de Ravine Blanche

1.2.1 Délimitation globale du quartier de Ravine Blanche

Le quartier de Ravine Blanche se délimite naturellement de la manière suivante :

- Façade Est : par le centre-ville historique de Saint Pierre.
- Façade Sud : Ravine Blanche s'ouvre sur le lagon de Saint-Pierre et des plages de sable blanc sur sa façade littorale, tout comme le front de mer du centre-ville.
- Façade Nord : le quartier s'ouvre sur des montagnes et les pentes de l'île accueillant les quartiers excentrés de Saint-Pierre et la commune du Tampon. La rue Marius et Ary Leblond, et la quatre-voies permettent de relier le Sud vers l'Ouest de l'île et délimitent le quartier sur cette façade.
- Façade Ouest : le cours d'eau de La Ravine délimite géographiquement le site

Figure 192 (PHOTO ANNOTEE): Localisation du quartier de Ravine Blanche à Saint-Pierre FOND PHOTO DE (DOURIS)

Le quartier est peu structuré en termes de trame urbaine, peu équipé en termes de dispositifs socio-économiques. **Ravine Blanche détient une vocation résidentielle** et malgré la continuité de la rue des Bons enfants, de la rue du Four à chaud et du Boulevard Hubert Delisle, présente une certaine discontinuité d'ambiance avec le centre. D'ailleurs dès l'entrée dans le quartier, le nom des rues se modifie. La rue du Four à chaux devient Rue Mahatma Gandhi ; la rue des Bons Enfants devient la Rue du Père Favron, signe d'une rupture également psychologique avec le centre-ville.

Ravine Blanche est un espace urbain beaucoup plus aéré que le centre-ville. L'urbanisation y est en effet moins dense et compacte et le paysage urbain y est différent. **Ravine Blanche présente l'avantage d'être localisé sur une surface assez plane, idéale pour le développement de déplacements doux**. Le centre-ville de Saint-Pierre est ainsi facilement accessible depuis Ravine Blanche.

1.2.2 Fonctionnement du quartier

Les habitants se rendent au centre-ville de Saint-Pierre pour accéder aux principaux services administratifs et commerces diversifiés. Ravine Blanche est équipé d'un centre commercial et d'une quarantaine d'activités économiques, ce qui reste important pour la surface. Le quartier accueille cependant tous les samedis le marché forain (plus grand marché du sud) qui attire nombre de sudistes et de touristes. **Le front de mer de Ravine Blanche** reste ainsi la zone du quartier la plus ouverte sur l'extérieur et qui **exerce une fonction d'attractivité** de manière plus ou moins ponctuelle :

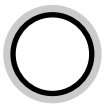
Attractivité annuelle

Sakifo Music festival: festival international de musique en juin ou juillet, durant 3 jours sur le front de mer et accueillant plus de 20 000 personnes à chaque édition.

Le Départ du Grand Raid, sera donné en novembre 2013 depuis Ravine Blanche. Plus grand raid de l'île accueillant des coureurs du monde entier

Attractivité hebdomadaire

Marché forain: légumes et fruits régionaux ;artisanal local et malgache



Attractivité quotidienne

Snacks-bars, kiosques de pique-nique, aires de jeux, boulodrome, skate-park, plage, terrain de beach-volley

Figure 193 (LISTE ET PHOTOS) : Fréquence d'attractivité des aménagements ou évènements, photos : vanille et snack-bar (Front de mer de Ravine Blanche)

Figure 194 (PHOTO) : Opération privée localisée en front de mer, en face terrain de beach-volley. Elle y accueille des commerces en rez de chaussée (Opération Le Patio, Ravine Blanche)

Figure 195 (PHOTO) : Terrain de Beach-Volley localisé devant la mer (Ravine Blanche)

Figure 196 (PHOTO) : Un front de mer aménagé (Accueil du marché sur la route Hubert Delisle le dimanche matin). (Ravine Blanche)

Ravine Blanche se localise à proximité de la Z.A.C. Canabady qui accueille des grandes enseignes à proximité immédiate des voies rapides et du centre-ville. Trois Zones Industrielles se répartissent également à proximité du centre.

1.2.3 Eléments géographiques structurants

SOURCES : ETUDES DE SOL, ETUDES D'EAU PAR EGIS, DIAGNOSTIC LEU REUNION, ANALYSE DU LAGON

Le quartier présente la particularité de se situer **aux abords d'un lagon** et **en amont de la montagne.** Ce lagon présente un fort intérêt écologique et est classé en zone ZNIEFF. Des plages bordent le quartier et offrent un front de mer présentant un intérêt indéniable.

Figure 197 (PHOTO) : Sur le littoral, un lagon protégé par la barrière de corail (Ravine Blanche)

Situé en amont des montagnes, les flux hydrologiques descendant sur les pentes douces, trouvent leurs réceptacles sur le quartier. Un des enjeux majeurs du quartier est de veiller à ce que le fonctionnement naturel des eaux se trouve le moins perturbé possible par les aménagements et que le lagon soit le moins pollué par le déversement des eaux en mer.

En termes de **flux « bleu »**, deux éléments majeurs tendent à structurer le quartier D'une part le quartier voit se déverser sur ses abords le **cours d'eau de la Ravine Blanche**, de laquelle il tient son nom; qui le traverse du nord-est au sud-ouest et qui se jette à la mer. D'autre part, **le**

canal SOREMA traverse le quartier et vient lui aussi se jeter à la mer. Il joue le rôle de talweg[108], permettant de récupérer les eaux du bassin situées en dessous de la Route Nationale, puisque la construction de celle-ci a bousculé l'écoulement des eaux, pour les amener jusqu'à la mer.

La Ravine Blanche reçoit les eaux issues des zones agricoles en amont, mais également les eaux de la Ravine Concession. **Ces deux éléments ont donc un grand rôle régulateur à jouer en termes d'écoulement des eaux pour tous les bassins versants correspondants**. Lors des fortes pluies, la Ravine Blanche tend à déborder et à couper les voies de circulation ; le canal SOREMA se retrouve lui aussi surchargé. La gestion des eaux pluviales passera par des dispositifs d'atténuation des effets des fortes pluies et par une amélioration des capacités d'infiltration des sols.

En termes de **zones « vertes »**, le quartier bénéficie initialement d'un poumon végétal : d'une friche urbaine, espace ayant vu au cours des années le développement d'une végétation poussant de manière aléatoire. Le canal SOREMA trouve son lit en son centre. Les diagnostics réalisés lors du projet urbain montrent la présence dans la friche de nombreuses espèces végétales invasives et de quelques plantes endémiques.

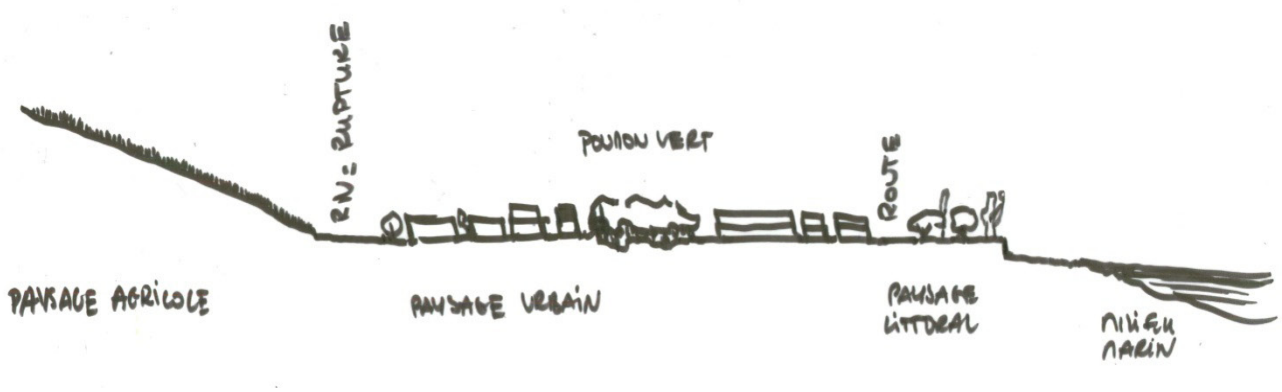


Figure 198 (CROQUIS) : Coupe en profil schématique du quartier de Ravine Blanche. Un quartier localisé en amont de la montagne et de la route nationale ceinturant l'île ; une portée immédiate sur le lagon de St Pierre. (L.E.U. REUNION)

En termes de sol, le quartier se compose :

- D'alluvions marines (sables) : Ravine Blanche est en effet une ancienne lagune[109] créée lors de fortes pluies d'un cordon dunaire qui s'est transformé en cordon littoral et qui a été comblé
- De roches ferralitiques issues d'anciennes coulées volcaniques

[108] Talweg : ligne de collecte des eaux

[109] Etendues d'eau marine retenue derrière un cordon littoral

- De remblais. La friche urbaine observe des profondeurs maximales de 3 mètres de remblai, qui limitent l'infiltration des eaux dans le sol.

En termes de relief, le quartier se situe au niveau de la mer et présente un faible différentiel en termes d'altitude, cependant on observe quelques affleurements rocheux particulièrement au niveau de la friche urbaine (écoulement du canal). Les nappes phréatiques se situent à faible profondeur dans le quartier.

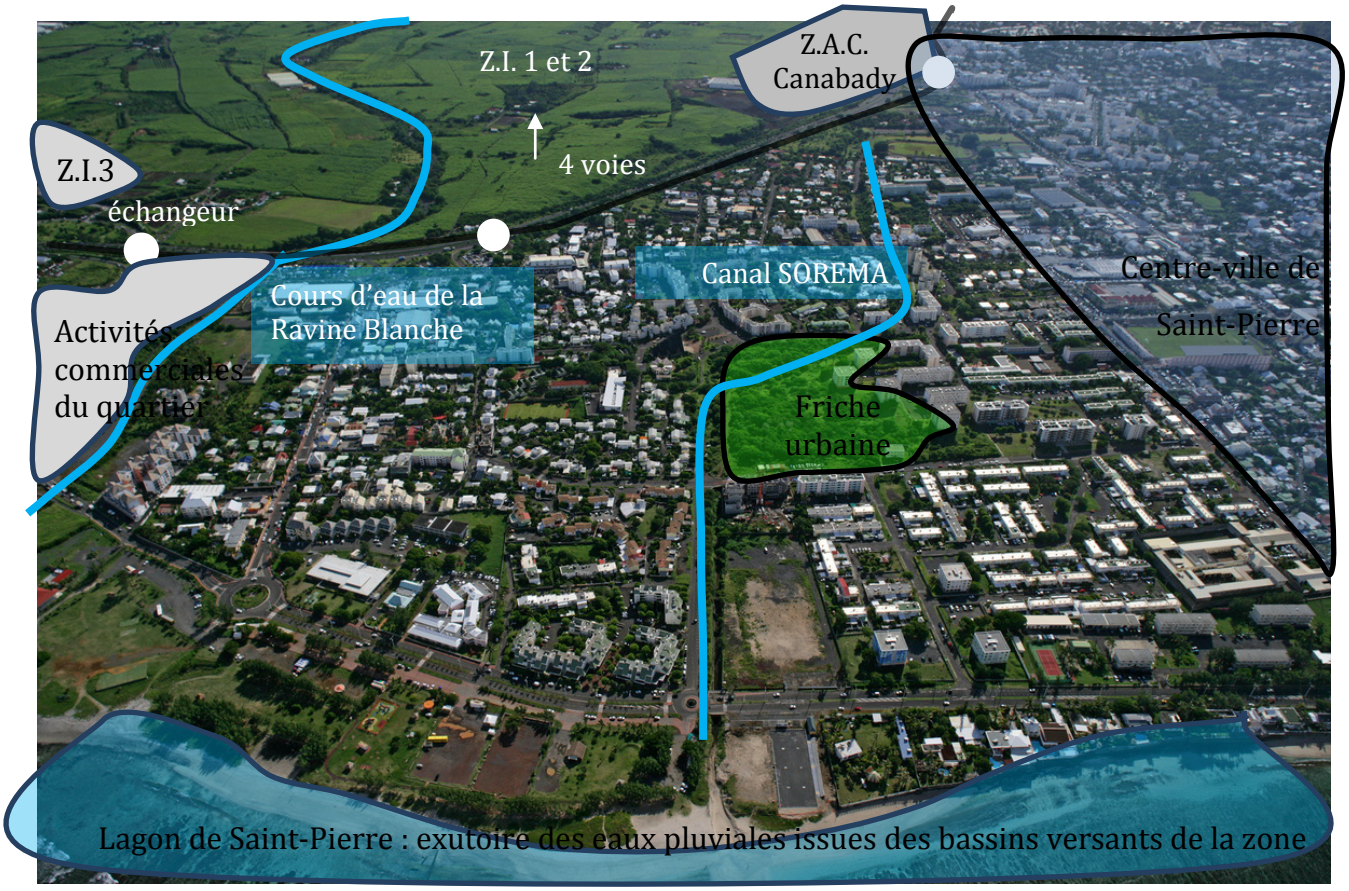


Figure 199 (PHOTO ANNOTEE) : Quartier de Ravine Blanche et ses alentours. Localisation des espaces « bleu » et « verts » ainsi que des activités structurantes autour et dans le quartier (FOND PHOTO : DOURIS)

N.B. : Les travaux du quartier ces dernières années ont permis de mettre en évidence la présence de traces d'anciens chemins de fer sur le quartier qui pouvaient servir à approvisionner Saint-Pierre et les fours à chaux à partir du corail présent dans la zone auparavant (Observations du chef de projet). Cette période actuelle de travaux, tout en métamorphosant le quartier, permet aussi de retracer le passé du quartier. La ligne de chemin de fer qui passait par le front de mer de Saint-Pierre, s'arrêtait auparavant à Ravine Blanche au niveau des anciennes cayennes (qui a donné le nom à la rue). Cette ligne de train a été prolongée jusqu'au port pour permettre le creusement de celui-ci. Une grande partie des

déblais de creusement du port a été déversée dans le centre de Ravine Blanche, dans le talweg du canal.

2 *VISAGE DU QUARTIER DE RAVINE BLANCHE DANS LES ANNEES 2000*

Le visage de Ravine Blanche, et les bas de La Réunion en général était il y a encore un siècle une zone presque vierge d'habitations.

2.1 Différenciation de trois générations de quartier

Le quartier de Ravine Blanche se caractérise en termes d'urbanisation selon trois grandes étapes: Génération 1, 2 et 3.

- **Génération 1 :** Le quartier était tout d'abord constitué de bidonvilles et de grands espaces agricoles.
- **Génération 2 :** Vers 1970, avec la résorption de l'habitat insalubre, des bâtiments d'habitats collectifs, des logements sociaux en bandes ont vu le jour et constituent le quartier de Ravine Blanche que nous connaissons jusqu'à aujourd'hui (avant le début des travaux de réhabilitation).
- **Génération 3 :** Depuis les années 2006, l'étude et la naissance d'un nouveau quartier voit le jour progressivement : Le projet de rénovation, dont c'est le sujet de la thèse.

1950
Ravine Blanche de 1950, un espace agricole faiblement urbanisé

1978
Apparition des premières opérations de logements sociaux

2006
Urbanisation continue de Ravine Blanche : C'est sur ce tissu urbain que s'opère la rénovation

Figure 200 (PHOTOS) : Urbanisation progressive du quartier de Ravine Blanche (COMMUNE DE SAINT-PIERRE)

2.2 Typologie urbaine du quartier de Ravine Blanche avant-projet

Sur cet espace initialement fortement agricole et presque vierge de constructions, les volontés de résorption de l'habitat insalubre ont favorisé la construction de nouveaux logements en dur.

Plus de 1800 logements sociaux ont été bâtis dans les décennies 1970-1985 (Génération 2), selon plusieurs vagues. Il s'agissait en effet de bâtiments commandés en masse par les principaux bailleurs de l'île.

Ils se répartissent majoritairement et en masse sous forme de **bâtiments collectifs jusqu'à un niveau R+4, construits sur le modèle des grands ensembles des années 1970 en France**. Les bâtiments se ressemblent relativement dans leur structuration. Ils ont été construits suivant des « chemins de grue » pour certains. Ils ont été disposés sur ce grand espace vierge qu'était Ravine Blanche à l'époque ; ont été équipés de parkings sur leur périphérie et bordés de grandes étendues vertes. Ces logements sont exclusivement locatifs initialement. Plus d'une vingtaine d'opérations de ce type ont été construites sur le quartier.

Figure 201 (PHOTOS) : Bâtiments collectifs construits initialement sur le quartier, entourés de nappes de parkings et d'étendues vertes, pas de protection solaire, cages d'escalier et coursives intérieures.

Des logements sociaux en bandes d'un niveau R+1 sous forme de maisons individuelles accolées ont également été construits. Proposés sous forme locative tout d'abord, ils ont ensuite été proposés depuis environ 15 ans à la vente. La structuration de base de ces logements est identique. Cependant la personnalisation des logements a été laissée à l'initiative des propriétaires. Ils ont la possibilité, selon les évolutions du foyer et les dispositions financières de procéder des agrandissements aux moments souhaités. Cette typologie de logements se retrouve sur cinq zones distinctes du quartier. Les maisons sont structurées autour de petites ruelles.

Figure 202 (PHOTOS) : Maisons individuelles en bande de niveau R+1

Ces maisons sont personnalisées par chacun de leur propriétaire.

Parallèlement à cela se sont spontanément construites des **maisons à terre individuelles privée** (environ 280) **issus d'une opération de projet de Réhabilitation de l'Habitat Insalubre (R.H.I.)** permettant l'apparition de petits quartiers résidentiels structurés autour de petites ruelles. L'architecture de ces habitations est donc plus éclectique car issue de choix personnels. Ces habitations se trouvent sur la zone Ouest et Nord-Est du quartier. Elles sont généralement accessibles par de petites ruelles.

Le tissu urbain initial au projet (années 2000 environ) est donc **constitué majoritairement de trois typologies de logements** :

- Des bâtiments collectifs locatifs à majorité sociale
- Des maisons en bandes, accolées accessibles à la propriété
- Des maisons individuelles privées

Exemple sur la partie Nord-Est du quartier :

Figure 203 (PHOTO AERIENNE) : Vue arienne de la partie Nord-Est du quartier (FOND DE CARTE DOURIS)

Ravine Blanche est un quartier essentiellement composé de logements sociaux avec des locataires. Peu de propriétaires sont privés. On note ainsi peu d'initiatives économiques privées, peu d'installation de commerces et de services. *« Les bailleurs savent construire des logements sociaux mais ne savent pas faire la ville »* note le chef de projet.

Les typologies de logements se répartissent sur le quartier comme suit :

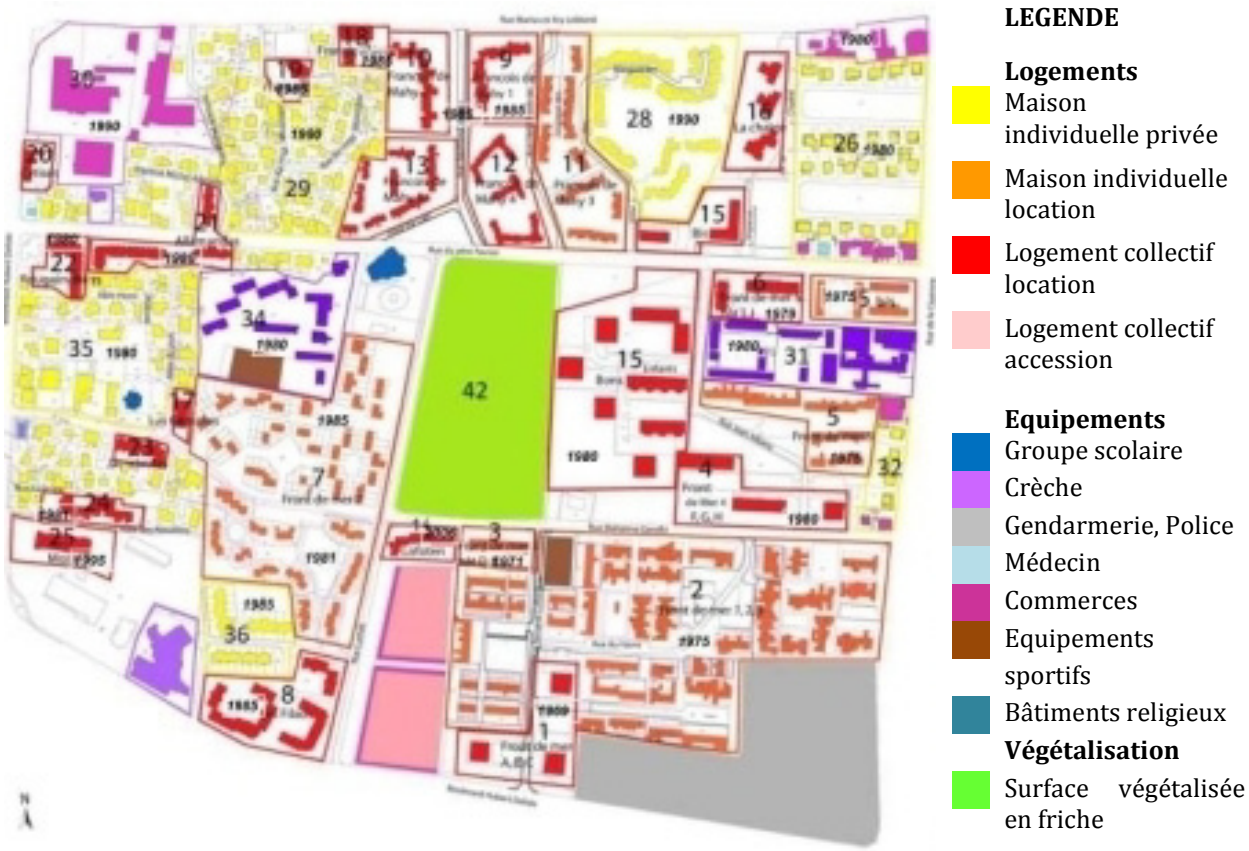


Figure 204 (CARTE) : Cartographie des typologies d'habitats sur le quartier de Ravine Blanche et des différents dispositifs bâtis lors de la construction du quartier il y a plusieurs dizaines d'années (COMMUNE SAINT-PIERRE).

Dans tous ces logements, environ 30% d'entre eux sont des maisons individuelles en bande et 70% des bâtiments collectifs.

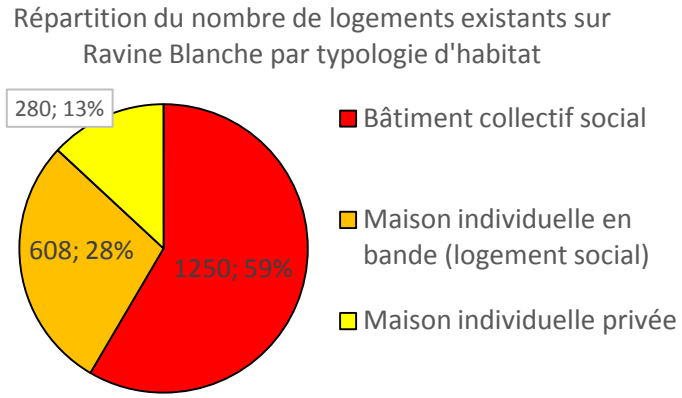


Figure 205 (GRAPHE) : Répartition par type d'habitation des logements existants sur Ravine Blanche avant-projet

Sur les environ 2100 logements que compte le périmètre du Projet de Rénovation Urbaine, avant-projet environ 1850 logements sont des logements locatifs sociaux ou très sociaux. Environ 20 % des logements sociaux ont été acquis par leurs locataires avant-projet (environ 300 logements) : l'opération Front de mer A, B, C (bâtiments collectifs) et une grande partie des maisons en bande du quartier. L'un des enjeux du P.R.U. est donc d'introduire de la mixité, de diversifier les types de logements, de favoriser l'accession à la propriété.

La cartographie et le tableau suivant permettent de mieux localiser, nommer et de donner les caractéristiques majeures des logements sociaux construits à l'époque :

N.B. : Le code couleur utilisé dans la page précédente n'est plus valide sur cette page et la carte suivante, puisque c'est ici une codification vis-à-vis des maîtres d'ouvrage (et non du type de logements) qui est utilisée. La présentation ne considère plus les maisons individuelles construites par des privés, mais se focalise sur les opérations logements sociaux construits par les bailleurs.

Les numéros de parcelles restent les mêmes (sur la cartographie) que la carte précédente.

Figure 206 (TABLEAU): Listing des opérations de logements sociaux du quartier existant (COMMUNE SAINT-PIERRE)

Légende: Maître d'ouvrage :
SIDR
SHLMR
SEMADER
Locations revendues
Locations revendues

N°	Maître d'ouvrage	Année constr.	Nom de l'opération	Nbre logts	Typologie
1	SIDR	1969	Front de mer A,B, C	48	R+4 accession
2	SIDR	1975	Front de mer 1,2	324	R+1, accession, indiv. en bande
			Front de mer 3	49	R+1, accession, indiv. en bande
3	SIDR		Front de mer 3 (DE)	35	R+4 location, collectif
4	SIDR	1980	Front de mer 4 (FGH)	125	R+4 location, collectif
5	SIDR	1975	Front de mer 5 (649-682)	93	R+1, accession, indiv. en bande
5	SIDR	1975	Front de mer 5 (IJ)	74	R+4 location, collectif
6	SIDR		Front de mer 6	70	R+1, accession, indiv. en bande
7	SIDR	1981	Front de mer 7	72	R+1, location, indiv. en bande
8	SIDR	1985	Filaos (ILM)	62	R+3 Locations, collectif
9	SIDR	1985	François de Mahy 1	63	R+2/+3 locations, collectif
10	SIDR	1985	François de Mahy 2	65	R+2/+3 locations, collectif
11	SIDR	1985	François de Mahy 3	50	R+2/+3 locations, collectif
12	SIDR	1985	François de Mahy 4	62	R+2/+3 locations, collectif
13	SIDR	1985	François de Mahy 5	80	R+2/+3 locations, collectif
14	SIDR	2006	Lofoten	43	R+4 locations, collectif
15	SHLMR	1980	Bons Enfants (AB) 26+26	52	R+4 location, collectif
	SHLMR	1980	Bons Enfants (CD)	73	R+4 location, collectif
	SHLMR	1980	Bons Enfants (EF) 16+15	31	R+4 location, collectif
	SHLMR	1980	Bons Enfants (GHIJK)	95	R+3 location, collectif
16	SHLMR		La Chaine	69	R+4 location, collectif
17	SHLMR	2006	Les Gemmes	10	R+1 location collectif
18	SEMADER	1985	Frangipaniers	20	R+2/+3 location, collectif
19	SEMADER	1985	Poinsettias	26	R+1 location collectif
20	SEMADER		Cytises	25	R+1 location collectif
21	SEMADER	1980	Allamandas	64	R+4 location collectif
22	SEMADER	1980	Bougainvilliers	31	R+4 location collectif
23	SEMADER		Glycines	30	R+3 location collectif
24	SEMADER		Moza	40	R+3 location collectif
29	SEMADER		Jacarandas	25	R+1 location collectif
			Total	**1858**	**logements**

NB : Pour faciliter la lecture de la carte, il est à noter que la parcelle n°1 (en bas à droite) concerne la SIDR en orange ; ensuite sont abordées les opérations de la SHLMR en bleu, la SEMADER en vert

Figure 207 (PLAN): Localisation des opérations de logements sociaux, selon les différents bailleurs présents sur le quartier (voir tableau précédent pour le code couleur) (MAIRIE DE SAINTEPIERRE)

En 2012, ce sont environ 6 000 habitants qui se répartissent sur Ravine Blanche sur près de 2 093 lieux d'habitations et qui font de Ravine Blanche en 2012 un quartier **constitué de près de 75% de logements sociaux**, de 25% en logements privés. La diversité sociale est faible sur ce quartier.

La location induit un manque de respect des infrastructures et de civisme. Un habitant du quartier observe cependant une amélioration du respect des infrastructures depuis la mise en ventes des maisons en bande. Les investissements financiers personnels pour l'enjolivement de l'habitat qui entraine une amélioration du respect des infrastructures.

3 *SITUATION DU QUARTIER AVANT-PROJET*

SOURCES : DIAGNOSTIC DU QUARTIER, VISITES SUR SITE, OBSERVATIONS D'ENQUETES DE TERRAIN

Le quartier de Ravine construit il y a près d'une quarantaine d'années, présente depuis des signes de vieillissement et s'essouffle en termes d'activités urbaines. Il ne trouve pas à l'intérieur du tissu urbain existant les capacités d'auto-régénération de par sa structuration propre et un vieillissement non-anticipé. Une intervention extérieure est nécessaire.

3.1 Diagnostic

3.1.1 Un cadre de vie peu épanouissant

Les bâtiments et logements **créés il y a une quarantaine d'années**, sont dégradés et pour certains insalubres et ne présentent plus les caractéristiques nécessaires à l'accueil de population. Ces remarques sont valables pour les espaces privés (logements, bâtiments), semi-privés (coursives des bâtiments) et publics (voies urbaines, extérieurs des opérations[110]).

Des logements dégradés et insalubres, ne répondants plus aux normes soniques, thermiques, sanitaires, d'accès aux Personnes à Mobilité Réduite (P.M.R.).	Des parties communes en mauvais état et peu accueillantes, insalubres et abimées.	Les voiries sont abimées, les trottoirs ne sont pas fonctionnels (trottoirs étroits ou inexistants, trous). Ces espaces ne sont encore moins adaptés aux Personnes à Mobilité Réduite (P.M.R.)

Figure 208 (PHOTO) : Dégradation des structures avec le temps

Figure 209 (PHOTO) : Des logements sociaux devenus insalubres au bout de 30-40 de location

Figure 210 (PHOTO): Des voiries et trottoirs abimés, quand ils ne sont pas inexistants ou très étroits

De plus **leurs modes de constructions ne sont plus adaptés aux normes actuelles, au climat, ne bénéficient pas d'entretien et de gestion quotidienne**.

[110] En effet, l'extérieur des opérations est considéré dans cet exemple comme public, puisqu'il existe une délimitation assez floue entre espaces semi-privés et public. Les opérations présentent la particularités d'être peu délimités vis-à-vis de l'espace public et de favoriser ainsi une porosité urbaine importante.

Des logements non adaptés au climat et mode de vie tropicaux: Formes épaisses, peu d'ouvertures, pas de protection solaire, pas de terrasses et d'espaces de vie extérieurs.

Des logements mal conçus et équipés parfois de climatisations. De ce fait ils sont soit consommateurs énergétiquement soit désagréables en termes de confort thermique.

Les arrêts de bus ne sont pas équipés de protections solaires. Ainsi les personnes attendant leur bus, se voient contraintes pour certaines d'utiliser des moyens de fortune pour se protéger

Figure 211 (PHOTO) : Des logements collectifs non équipés de protections solaires ni de varangues

Figure 212 (PHOTO) : Des logements équipés parfois de climatisations

Les alentours des bâtiments **peu diversifiés** (herbe et parkings). L'espace extérieur est pauvre en termes de structures et d'aménagements

Les **activités et services de proximité** pour les habitants sont **rares**: la structure urbaine ne favorise pas leur implantation (bâtiments entourés de parking, pas de place prévue pour les services)

Peu d'espaces publics sont clairement identifiés. Les espaces publics observés et utilisés sont plutôt des espaces publics spontanés (chaise posée à l'extérieur, discussions à l'ombre d'un arbre)

Figure 213 (PHOTO) : Grands espaces d'herbe peu aménagés

Figure 214 (PHOTO) : Quelques rares commerces en pied d'immeubles

Figure 215 (PHOTO) : Des espaces publics ou communs d'opérations peu aménagés et abimés

Figure 216 (PHOTO) : Des nappes de parkings et étendues d'herbes autour des bâtiments collectifs

Les espaces extérieurs sont peu respectés et souvent jonchés de déchets. Dans la friche urbaine, sur les étendues vertes et les recoins de nombreux dépots sauvages sont observés.

Figure 217(PHOTO) : Nombreux déchets jonchant le sol

Il apparait que l'espace urbain ne fonctionne pas correctement et est un espace figé. Sa structuration pauvre en mixité urbaine et l'inutilisation de certains espaces favorisent cette immobilité. Parfois pourtant certains habitants utilisent parfois l'espace public et cherchent à l'approprier et à l'entretenir, puisque la structuration des bâtiments et espaces publics ne l'a pas intégré spontanément. *Certains ménages choisissent ainsi d'investir les espaces publics devant chez eux, pour y planter des plantes, se créer un petit jardin personnel ou vaquer à des activités quotidiennes en extérieur.*

3.1.2 Des solutions techniques qui trouvent leurs limites

L'organisation des réseaux et des bâtis construits dans les années 70-80 trouvent leurs limites en termes d'entretiens. Leur structuration ne permet pas en effet d'être efficient en termes de gestion:

Réseaux de bâtiments construits en série (réseaux d'eau, électrique), et/ou enterrés sous les bâtis.

Lorsqu'un défaut apparait, c'est l'intégralité des logements reliés qui se trouvent lésés par les pannes.

Des espaces publics appartenant aux bailleurs sociaux.

De ce fait, l'entretien des espaces publics est difficile puisque géré par de multiples acteurs

Figure 218 (Liste) : Difficultés observées sur le quartier de Ravine Blanche

Figure 219 (Plan) : Des bâtiments conçus en termes de groupes (Plans de Bons Enfants ABCD)

3.1.3 Des structures urbaines peu réfléchies

La construction du quartier s'est faite dans la précipitation et dans la juxtaposition de groupes de logements les uns à côté des autres. Elle n'a pas fait pas l'objet d'une concertation, n'est pas adaptée aux besoins locaux et ne permet pas d'intégrer le quartier dans la dynamique de la ville. Le quartier prend l'allure d'une cité dortoir et n'a pas été pensé dans un schéma cohérent de fonctionnement. On pourrait parler de « non-ville ».

Figure 220 (PHOTO) : Opération Bons Enfants

Figure 221 (PHOTO) : (Opération La Chaine)

Des groupes de constructions numérotées. Les opérations construites ont été identifiées sous forme de numérotations: SIDR 1, 2, 3, 4. Il ressort de cela un certain anonymat, qu'il conviendrait de changer.	*Bâtis entourés d'espaces herbeux non aménagés et de nappes de parkings.* On note un certain vide en termes d'aménagements urbains autour des bâtiments. Les enfants se retrouvent contraints de jouer dans les parkings ou dans des espaces de jeux abimés ou inexistants.
De nombreux espaces non exploités La localisation des bâtiments, l'apparition de friches et d'espace aléatoire non-pensés et non-exploités fait apparaitre de nombreux petits espaces de vie non utilisés qui sont laissés à l'abandon.	*Une architecture monotone.* La majorité des logements sont construits sur le même modèle de constructions. Seuls quelques types différents d'architectures s'observent sur le quartier. Cela créer un manque de diversité visuelle et de modes de vie.
Pas de centre ou d'espace de vie clairement défini dans le quartier. On "erre" dans le quartier. On passe en effet d'un groupe d'habitation à une autre sans trouver de point ou se "poser" de manière libre. Le point de repère majeur reste le front de mer ou le parvis de l'église sur lesquel un espace d'attente, de détente, de rencontre.	*Un manque d'identité de quartier.* Globalement en effet le quartier ne bénéficie pas d'un projet de vie, lui permettant de maintenir un caractère dynamique et affirmé. Seules les associations participent à la dynamisation de la vie du quartier. Il semble manquer un petit plus au quartier permettant d'améliorer la qualité de vie de tous.

Figure 222 (LISTE) : Difficultés observées sur le quartier de Ravine Blanche

La lecture de l'étude urbaine, diagnostic du quartier avant le projet, pourra permettre au lecteur de trouver des éléments d'observation et d'analyses complémentaires à la présentation initiale du quartier (SAINT-PIERRE, 2006)°

Outre le vieillissement des infrastructures et du cadre de vie, des difficultés sociales s'observent également pour nombre d'habitants dans ce quartier à dominante sociale.

3.1.4 Une situation sociale difficile pour les habitants

Le quartier de Ravine Blanche, se caractérise par une situation sociale difficile, empreinte des drames quotidiens de l'exclusion. Le fort taux de chômage, la délinquance, l'échec scolaire important et une déscolarisation précoce sont le quotidien de nombreux jeunes du quartier. Le grand nombre de ménages en difficultés sociales et les phénomènes d'exclusion économique, d'insécurité, de poussées de violence, d'échec scolaire confinent le quartier dans une situation de relégation urbaine et sociale. Nombres de jeunes se sentant

exclu du système perdent espoir en l'avenir. L'horizon de leur quartier est parfois le seul qu'ils connaissent.

Le quartier de Ravine Blanche se caractérise par une fort part de jeunes : des adolescents, de nombreux enfants. On observe également un nombre de plus en plus important de familles monoparentales.

Figure 223 (PHOTO) : Une population présentant une fort part de jeunes

Situation sociale de Ravine Blanche en quelques chiffres

Population considérée 6661 ménages, fin 2009

- Revenu par unité de consommation médian 2009: 7821 euros
- Part de la population à bas revenus 2009: 39,8 %
- Part des jeunes adultes sans diplômes de niveau au moins égal au baccalauréat début 2007: 67,2 %
- Part des ménages d'au moins 6 personnes fin 2009: 5,5 %
- Indicateur de monoparentalité avec jeunes enfants fin 2009: 9,5%
- Surface du logement par personne en 2009: 25,5 m²
- Part des ménages locataires fin 2009: 72,6 %
- Part des ménages locataires en HLM fin 2009: 50,7 %
- Part des ménages installés depuis moins de 5 ans fin 2009: 43,3%
- Part des ménages concernés par une allocation chômage fin 2009: 24,2 %
- Part des employés et ouvriers dans la population active occupée début 2007: 75,8%

Figure 224 (LISTE) : Situation sociale de Ravine Blanche en 2009 (INSEE 2009) DANS SIG.VILLE.GOUV.FR

3.2 Potentialités et atouts du quartier de Ravine Blanche

Malgré toutes les difficultés recensées dans le tissu existant, le quartier présente cependant de nombreuses potentialités d'intégration de mesures de développement durable urbain grâce à des atouts initiaux indéniables et sa structuration particulière.

3.2.1 Des atouts initiaux en termes de développement durable

Il apparait que selon des critères de développement durable, le quartier présente déjà un profil intéressant selon certaines caractéristiques :

- **Un large foncier dédié à la végétation**, même si pour l'instant cette végétation est pauvre en diversité. La forte porosité de sol est cependant un atout.
- **Des arbres avec une croissance avancée permettant un ombrage important de l'espace urbain**.
- **Une population utilisant déjà beaucoup les transports en commun**. Cette particularité est subie, cependant il s'agit d'un atout intéressant qu'il convient de

conserver. Certaines habitudes sont prises par les habitants et il convient de leur offrir encore plus de confort en ce sens dans un quartier déjà bien desservi par les bus.

- Une **porosité piétonne forte**, ce qui est un atout fort et qu'un **foncier conséquent est disponible autour des immeubles** permettant l'aménagement d'espaces publics de qualité permettant de diversifier les offres sur le quartier.

Le nombre important de jeunes sur le quartier permet la possibilité d'une grande prise de conscience des enjeux mondiaux de développement durable et l'intégration de nouvelles habitudes de vie dans les pratiques quotidiennes.

Figure 225 (PHOTO) : De nombreux enfants sur le quartier, les futurs jeunes adultes de demain

Un large foncier libre	Un climat agréable et bien ventilé	Un lagon à forte valeur environnementale et paysagère
Une localisation adéquate près du centre.	Une structuration plane, favorable au développement des déplacements doux	Un faible taux initial de déplacements motorisés
De grandes étendues vertes, perméables	Un poumon vert: la friche urbaine	Des arbres à grande envergure permettant un ombrage des espaces urbains
Une dynamique associative forte	Un fort vécu sur le quartier: des habitants ayant vu évoluer le quartier	Une culture réunionnaise conviviale et agréable

Figure 226 (LISTE) : Quelques atouts du quartier de Ravine Blanche

Figure 227 (PHOTO) : De nombreux arbres à forte couverture ombragée

Figure 228 (PHOTO) : Un fort investissement associatif pour tous les publics : enfants, adolescents, personnes âgées

Il est nécessaire d'insister sur tous ces points dans la structuration du projet, puisque ce sont initialement de très grandes avancées en termes de durabilité urbaine qu'il convient d'améliorer encore plus à l'avenir.

3.2.2 Un quartier favorisant l'intégration du développement durable

En termes d'opérationnalité, l'intégration du développement durable urbain et la rénovation urbaine en site occupé est facilitée par les éléments suivants.

Un large foncier libre

La disposition des bâtis sur de larges espaces végétalisés ainsi que de nombreuses parcelles vides, peuvent permettre au centre-ville de trouver une certaine continuité et de voir se dessiner sur Ravine Blanche un quartier plus dense et dynamique, partenaire du centre- ville.

Des propriétaires rares

Les parcelles du quartier sont détenues pour leur majorité par des bailleurs sociaux et la ville. Les intervenants sont donc faibles et il est donc possible en concertation d'élaborer des projets d'aménagements intégrant une grande surface de foncier.

Une localisation idéale

Le quartier se trouve à proximité immédiate du centre et situé près des axes de circulation rapide. De plus il se situe en littoral dans un cadre naturel exceptionnel. Il s'agit d'atouts dont peu de quartiers peuvent se targuer.

Un climat ensoleillé et ventilé

Le climat de Ravine Blanche et de Saint Pierre est ensoleillé toute l'année. Il est parcouru tout au long de l'année par des brises de mer qui permettent de rafraichir l'espace urbain. L'hiver il est plus venteux et houleux avec des alizés forts. **Lors de fortes pluies cependant le quartier est soumis à des inondations.**

Il conviendrait de faire de ces éléments des atouts dans la structuration de l'espace urbain. Le P.R.U.favorise l'*Infiltration par des réseaux drainants de l'eau de pluie pour réalimenter les poches d'eau souterraines.* Le climat du quartier présente un fort potentiel solaire et venteux favorable à la production énergétique d'origine renouvelables (panneaux photovoltaïques, chauffe-eaux-solaires, énergie des vagues, éoliennes sur les bâtis). Le climat tropical de l'île favorise également une croissance forte de la végétation.

De manière globale, le quartier de Ravine Blanche détient initialement des possibilités d'évolution prometteuses en termes d'accueil de population, de vocation urbaine (foncier libre, acteurs concernés), des potentialités de développement durable.

3.3 Les moyens d'actions sur le quartier

3.3.1 Typologie de zone urbaine du quartier de Ravine Blanche

Le quartier de Ravine Blanche ne fait pas l'objet d'un classement particulier en termes de zone urbaine prioritaire[111]tel que le statut de Zone Urbaine Sensible[112] (Z.U.S.) dont bénéficient les quartiers de La Ravine des Cabris-Bois d'Olive et celui de Basse Terre-Jolifond sur la commune de Saint-Pierre (classés en Zone de Redynamisation Urbaine[113] Z.R.U.).

Le quartier de Ravine Blanche fait cependant l'objet d'un Contrat Urbaine de Cohésion Social[114] (C.U.C.S) (VILLE DE SAINT-PIERRE, 2007). Il a pu bénéficier en outre du soutien financier de l'ANRU pour son projet d'aménagement urbain à travers la Loi d'orientation et de programmation pour la ville et la Rénovation Urbaine. Cette dernière matérialise en 2003 cette **volonté nationale de réduction des écarts entre les territoires à travers la mise en place du Plan National de Rénovation Urbaine**[115] (P.N.R.U.).

Le quartier de Ravine Blanche intègre le plan, attestant de la prise en considération des difficultés sociales. Un plan d'amélioration des conditions du quartier est donc engagé en vue

---

[111] Les pouvoirs publics français définissent des classements de quartiers selon leurs spécificités sociales et urbaines, afin qu'ils fassent l'objet de politiques prioritaires en matière d'aménagement et social.

[112] La liste des 751 Z.U.S. a été établie en 1996 (Décret n°96-1156 et n°2000-796). L'objectif des Z.U.S est de diminuer le décrochage du territoire par rapport à son environnement. La Loi n°96-987 relative à la mise en œuvre du pacte de relance pour la ville définit les Z.U.S. comme caractérisés par la présence de grands ensembles ou de quartiers d'habitats dégradés et par un déséquilibre accentué entre l'habitat et l'emploi.

[113] Les Zones de Redynamisation Urbaine (Z.R.U.) et les Zone Franche Urbaines (Z.F.U.) sont des catégories plus spécifiques apparaissant dans les Z.U.S.. Les Z.R.U. présentent des problématiques de territoire bien spécifiques. Le décret n°96-1158 liste les Z.U.S classées en Z.R.U. pour les D.O.M..

[114] Les C.U.C.S. ont été mis en place à partir de 2007. Ils succèdent aux Contrats de Ville (2001-2006). Ils consistent en la mise en place de projet urbain et social assortis d'objectifs opérationnels. Le but est de repositionner les habitants et territoires dans le fonctionnement urbain de l'agglomération ; de clarifier les enjeux et priorités d'actions (O.N.Z.U.S., 2010)

[115] A travers le P.N.R.U. lancé en 2003, 251 quartiers en France et Outre-Mer sont identifiés et classés comme prioritaires, 342 comme supplémentaires en termes de rénovation.

de réduire ses difficultés et son écart de développement. Ravine Blanche **signe en 2007 une convention de Rénovation Urbaine**[116] **pour cinq ans** (ANRU & VILLE DE SAINT-PIERRE, 2007)**.**

Le Projet de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche (P.R.U.R.B.) apparait comme étant un projet prioritaire à soutenir pour l'A.N.R.U..

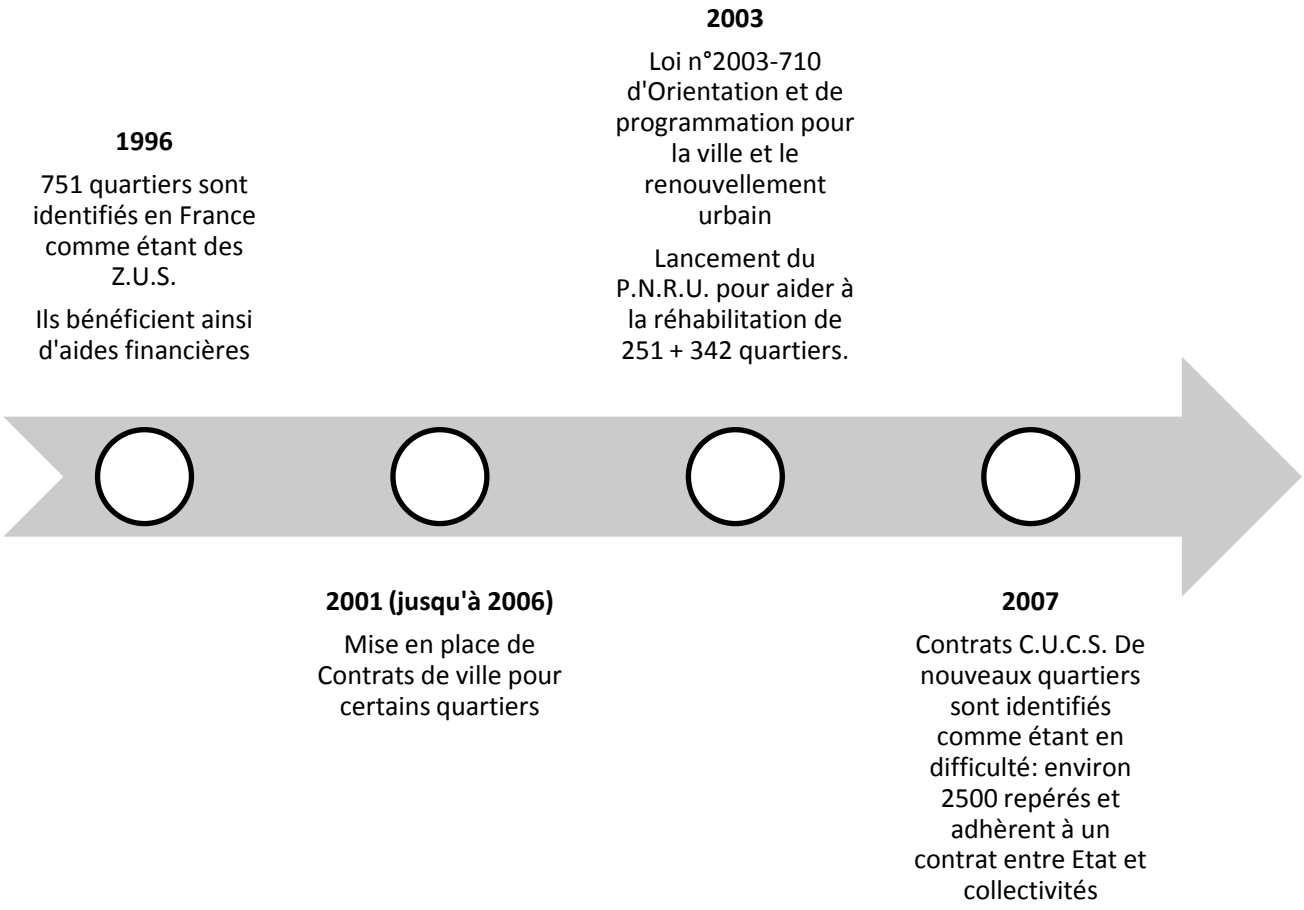


Figure 229 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Synthèse chronologique de mesures phares de recherche de diminution de disparités entre territoires au niveau national

Avec la signature en 2007 du contrat C.U.C.S. le quartier bénéficie de crédits gérés par l'Agence nationale pour la Cohésion Sociale et l'Egalité des chances (A.C.S.E.)[117]. Ils permettent d'intervenir sur le quartier sur des domaines tels que l'accès à l'emploi, le développement économique, la réussite éducative, la santé, la citoyenneté, la prévention de la délinquance.

Avec la Convention de Rénovation Urbaine avec l'A.N.R.U., le quartier bénéficie d'aides au financement pour sa rénovation urbaine. C'est ce deuxième point qui nous intéresse plus particulièrement, puisqu'il concerne les bâtis et les aménagements urbains.

[116] Selon la Loi n°2003-710 du 1er août 2003 d'orientation et de programmation pour la ville et la rénovation urbaine.

[117] Dans les D.O.M., c'est le secrétariat général du C.I.V. qui gère les crédits.

Les deux thématiques sont cependant très liées. D'ailleurs les bureaux du C.U.C.S. et de l'A.N.R.U. Ravine Blanche se situent au même endroit, pour faciliter la concertation.

A travers le P.N.R.U., Ravine Blanche, **se doit d'être restructurée dans un objectif de mixité sociale et de développement durable**.

3.3.2 Les besoins du quartier de Ravine Blanche

Le quartier se présente comme un terreau favorable à la mise en place de mesures d'aménagements à connotation « durable », afin de répondre à de nombreux besoins:

- Remettre en état le parc locatif ancien et le parc revendu par les bailleurs (procédures d'amélioration pour les ménages éligibles) afin de bénéficier d'un cadre d'habitat sain et confortable thermiquement.
- Requalifier le cadre de vie avec plus de services, de commerces, d'équipements publics et par un confort et une sécurité citadine.
- Développer les déplacements doux: Le quartier connaît un faible taux de motorisation des ménages, lié aux difficultés financières des habitants et propice au développement des déplacements doux.
- Intégrer de la mixité sociale afin de permettre à des ménages socialement divers, à des familles et générations multiples d'investir le quartier.
- Poursuivre le programme d'accession à la propriété des ménages à petits revenus, par la revente du parc locatif ancien, afin d'améliorer les conditions patrimoniales des familles.
- Accueillir les personnes âgées dans des programmes résidentiels sécurisés et adaptés aux contraintes de l'âge et des soins à domicile.
- Conférer au parc urbain nouvellement construit un rôle majeur de lieu de détente ombragé, fleuri, calme, reposant pour les familles et pouvant accueillir des manifestations culturelles.

Figure 230 (LISTE) : Enjeux définis pour le P.R.U.R.B. diagnostic

Il semblait nécessaire d'intervenir sur le cadre bâti existant, afin d'offrir aux habitants de Ravine Blanche des espaces de vie plus épanouissants et revalorisés. Travailler sur cet espace urbain permet simultanément de le densifier, de compléter les fonctionnalités urbaines, de donner une continuité plus active du quartier vis-à-vis du centre-ville. Cela permet de contribuer au développement de la politique de la ville en termes d'accueil de

nouvelle population. Il est nécessaire de réintroduire une certaine dynamique urbaine et d'offrir un nouveau souffle aux logements et structures existantes.

CHAPITRE 2 RÉCUPERATION DES DONNÉES DE PROJET

1 *LE PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN DE RAVINE BLANCHE ET SES ENJEUX EN TERMES DE DURABILITE*

Le quartier de Ravine Blanche représente un investissement global de 120 millions d'euros nécessaire à la rénovation urbaine de 60 hectares de surfaces. Le projet concerne 6000 habitants qui vivent déjà sur le quartier et espère accueillir une nouvelle frange de population.

Le projet est un projet de densification urbaine, de restructuration des formes urbaines, de renforcement des équipements et services publics, de rénovation des bâtis et voies urbaines existantes. Il est mis en œuvre par la ville, maître d'ouvrage et financé par l'A.N.R.U., l'Etat, les collectivités, l'Europe, la Caisse des Dépôts et des Consignations (C.D.C.) et les bailleurs sociaux.

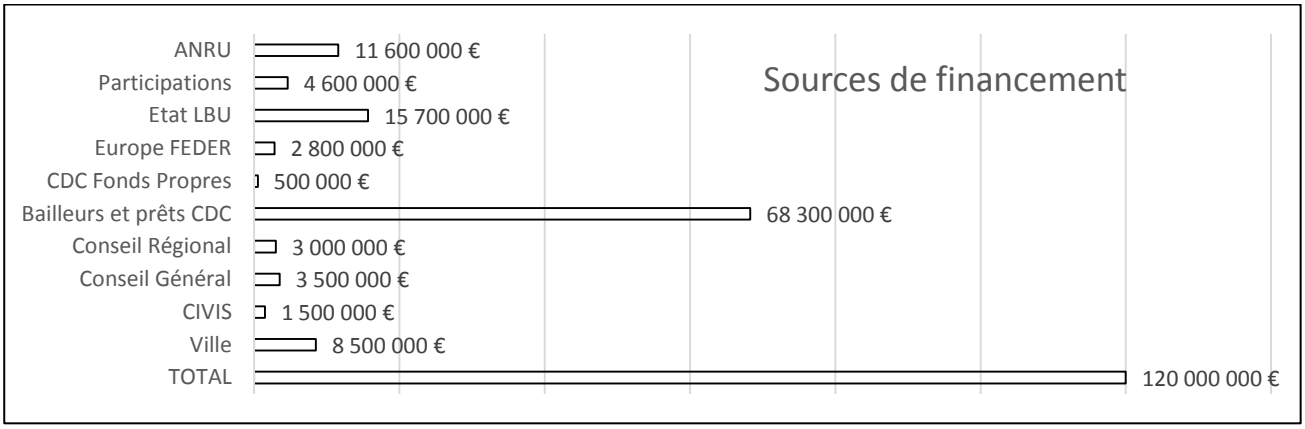
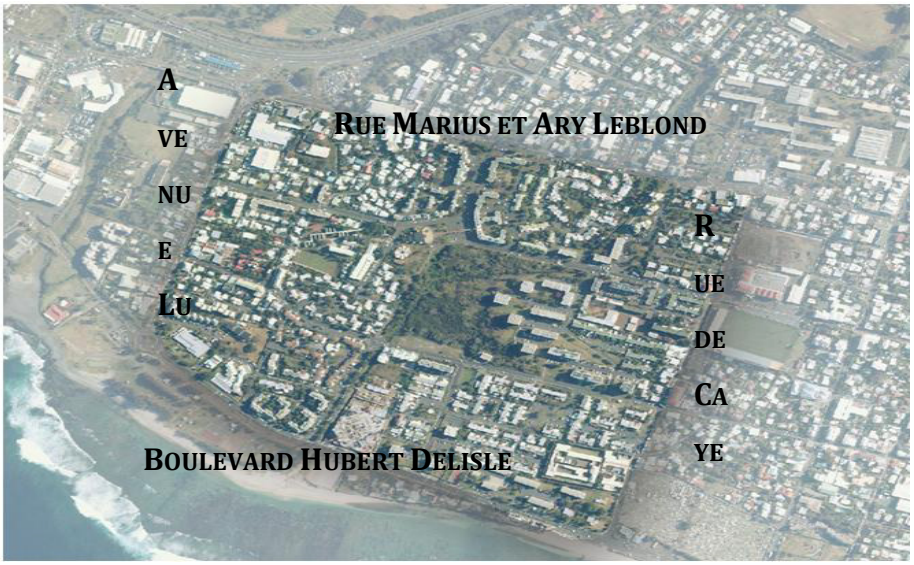


Figure 231 (GRAPHE) : Sources de financements du P.R.U.R.B.

Une équipe de projet dédiée pour piloter le P.R.U. est mis en place dès 2006, autour d'un chef de projet, monsieur Patrice Marcel. Est chapeauté de manière générale par l'A.N.R.U. et réponds à ses exigences de gestion de projets.

La zone d'étude couverte par la rénovation urbaine concerne 60 hectares du quartier de Ravine Blanche. Le périmètre d'intervention est bordé :

- au Nord par la rue Marius et Ary Leblond
- au Sud en façade maritime par le boulevard Hubert Delisle
- à l'Est par la rue Cayenne
- à l'Ouest par l'avenue Hubert Delisle (Avenue Luc Donat).



Zone : périmètre A.N.R.U.

Superficie : 60 hectares

Nombre d'habitants : 9000 habitants

Nombre de logements : 2 093 logements

Le parc de logement : 75% de logements sociaux

25% logements privés

Appareil commercial : 45 commerces et services

Figure 232 (PHOTO ANNOTEE) : Périmètre de la zone A.N.R.U. de Ravine Blanche (FOND DE CARTE DOURIS)

Ce périmètre a été retenu pour appréhender le quartier dans son fonctionnement global en intégrant les accroches possibles sur les quartiers avoisinants.

Il s'avère que dans les premières phases du projet, les surfaces retenues pour le projet n'intégraient pas la zone comportant les constructions individuelles du quartier (vers l'avenue Luc Donat). En vue de mieux intégrer la zone réhabilitée de Ravine Blanche dans le tissu existant, il a été proposé d'élargir l'espace de travail en proposant une continuité de paysage et de fonctionnalité urbaine à travers un travail sur les voies urbaines situées dans les zones de maisons individuelles.

Une des critiques faites aux quartiers durables est habituellement celle de travailler uniquement sur une surface délimitée. Cela tend à créer des ilots de durabilité, accentuant les différences de moyens entre espaces urbains. L'augmentation du périmètre urbain de travaux,

intégrant les voies situées autour des maisons individuelles (qui ne font pas l'objet de travaux), permet de diminuer cette ségrégation en créant une transition plus douce du projet avec les tissus environnants.

Le Projet de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche (P.R.U.R.B.) comprend une action sur les bâtis et est complété par les actions du C.U.C.S. sur le tissu social et les habitants.

1.1 Programme général

Les actions sur le bâti et les infrastructures sont les suivantes :

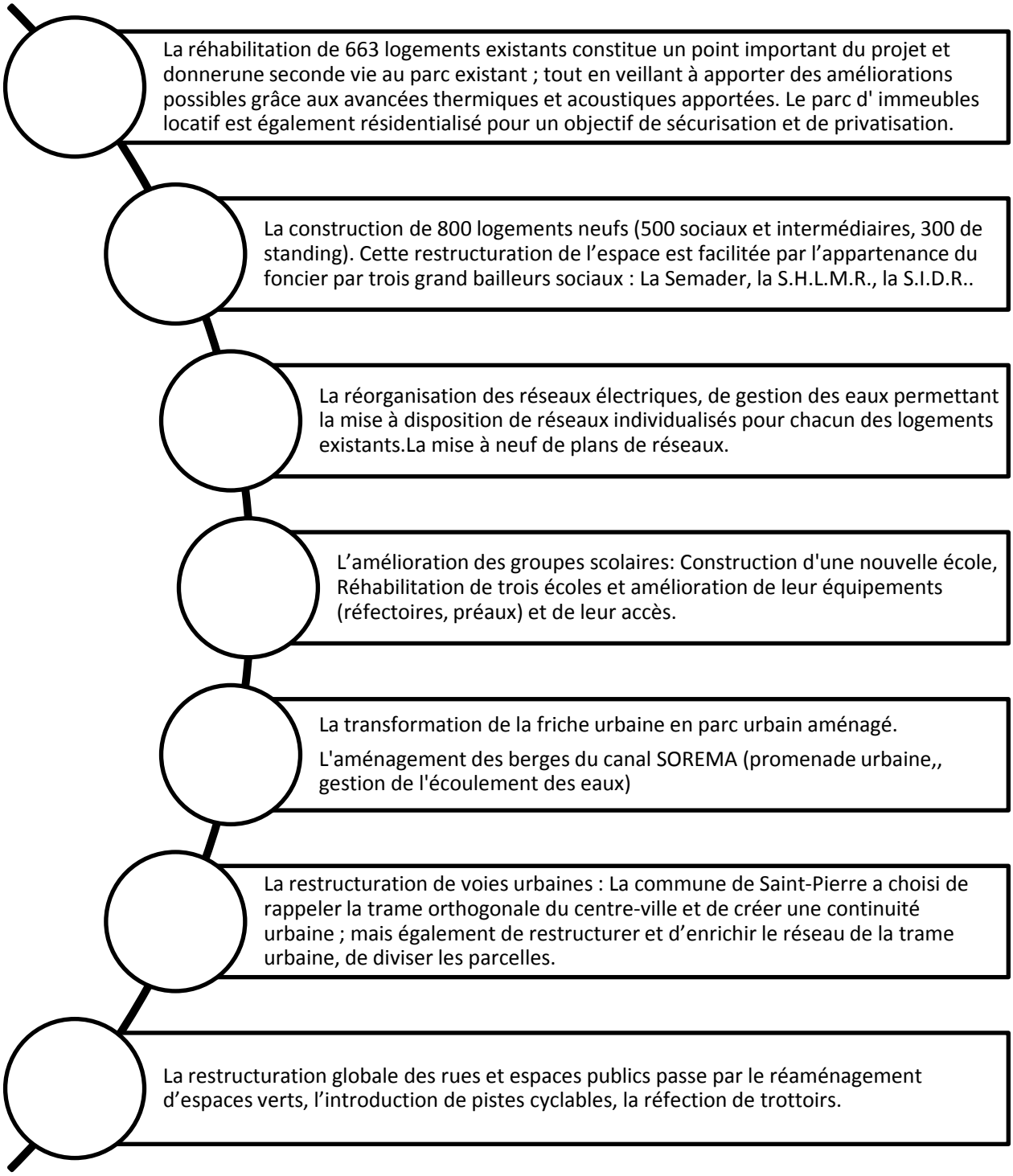


Figure 233 (LISTE) : Le Projet de Rénovation Urbaine du quartier de Ravine Blanche (P.R.U.R.B.)

Le projet est complété par le renforcement des équipements et services publics : établissement d'accueil des personnes âgées, Institut Médicaux Psychologique, point d'écoute Jeunes, lieu d'écoute parents/enfants, régie de quartier, point Info-énergie. Les rez-de chaussée des immeubles en front de rue, sont réservés à des locaux privés pour encourager leur implantation

Les implantations et améliorations de structures bâtis sont complétées par une action forte au niveau social, directement liées au projet ou d'accompagnement social des habitants:

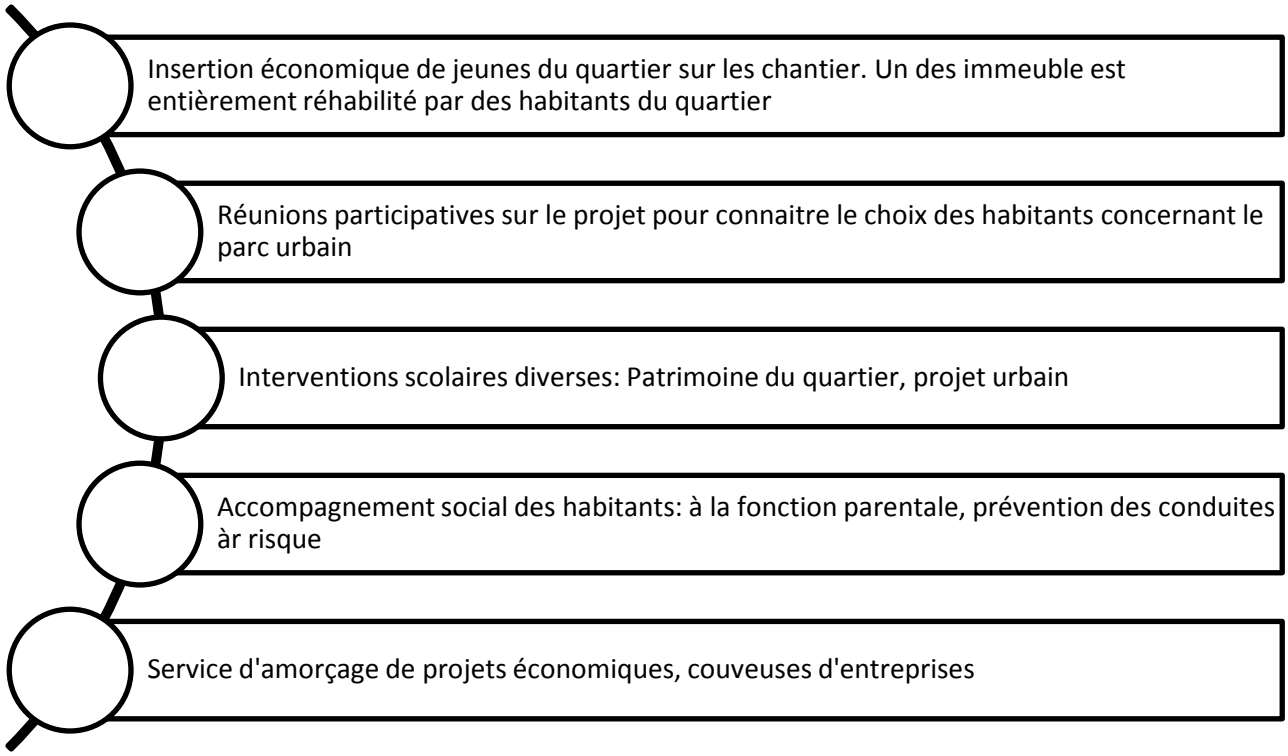


Figure 234 (LISTE) : Exemples d'actions sociaux-économiques menées par le C.U.C.S.

Les 120 millions d'euros du projet se sont répartis globalement de la manière suivante :

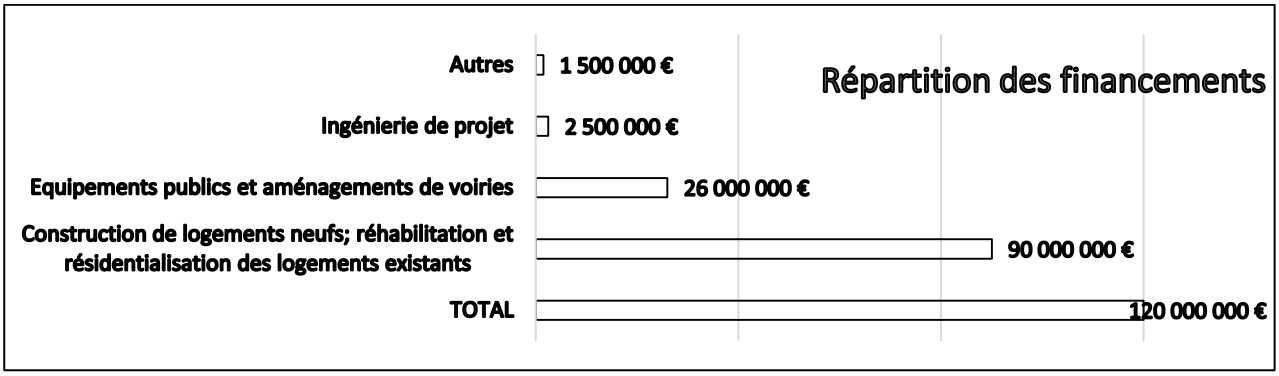


Figure 235 (GRAPHE): Répartition des financements, coût des infrastructures du P.R.U.R.B.

1.2 Interventions structurantes sur les bâtis

On observe donc globalement plusieurs typologies d'interventions sur l'espace bâti :

- La réhabilitation des logements existants et résidentialisation (Voir carte)
- La Construction de nouveaux bâtiments à vocation résidentielle,
- Les Equipements publics, la création de nouvelles voies et restructuration des voies existantes ; l'action sur les établissements scolaires

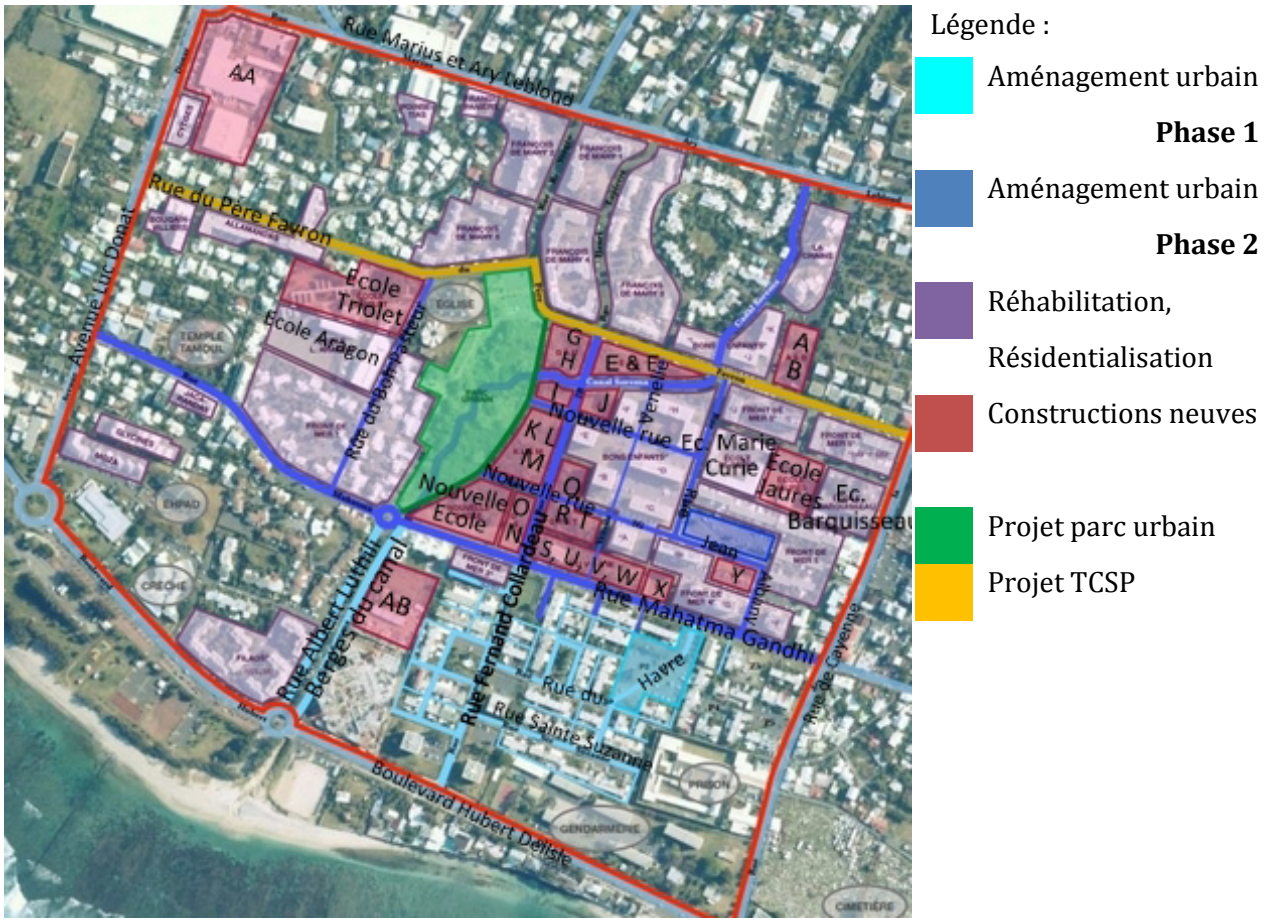


Figure 236 (PLAN) : Présentation du P.R.U.R.B. (DARDEL INGENIERIE)

Réhabilitation de logements

Les opérations de logements sociaux existants (voir un des tableaux précédent), font l'objet de rénovation en site habité et d'équipement en chauffe-eau solaires. Les rez-de-chaussé se voient résidentialisés.

Aménagements urbains (Voies et équipements urbains

Dans le projet, les voies sont restructurées, hiérarchisées. Certaines sont rajoutées pour permettre d'alimenter certains îlots. Les espaces publics existants sont réaménagés et un parc urbain créé à l'emplacement de la friche urbaine en cœur de quartier.

Figure 237 (TABLEAU) : Programme de travaux sur les espaces urbains

Maitre d'ouvrage	*Elément concerné*	Programme	Date de livraison
VILLE	**Parc urbain** (17354 m²)	Création	2013
CIVIS	**T.C.S.P.** / Rue du Père Favron	Création et Requalification	2014
VILLE	**Aménagement urbain Phase 1**	**Rénovation et création**	2012
	Rue Raymond Verges/Luthili	Voie structurante	
	Rue Fernand Collardeau	Requalification de voies et espaces existants	
	Rues et venelles du quartier Front de mer 2		

	Valorisation des berges du canal SOREMA		
	Voies cyclables		
VILLE	**Aménagement urbain Phase 2**	**Rénovation et création**	2014
	Rue Mahatma Gandhi	Voie Structurante	
	Rues de dessertes du groupe scolaire Aragon Triolet		
	Requalification des placettes		
	Création de voies (10 tronçons concernés)		
ARER	**Création d'un point Info Energie**		
VILLE & ASSOS	**Création d'une régie de quartier**		

Constructions neuves

En termes de nouvelles constructions 15-20 opérations sont prévues dans le projet.

Figure 238 (TABLEAU) : Liste des constructions neuves du P.R.U.R.B.

Nom parcelle	Maitre d'ouvrage	Nom de l'opération	Nbre logts	Type	Surface Parcelle	Densité Parcellaire	Fin de travaux
A, B		**Porcelaine**					2013
C							
D							
E, F	SIDR	**Grand case**	**29 Lgts**	R+4, R-1	1466 m²	197,8 log/ha	2014
G, H	SIDR	**Jardin des îles**	**33 Lgts**	R+3, R-2	1864 m²	177,0 log/ha	2014
I	SIDR	**Niama**	**19 Lgts**	R+3, R-1	1009 m²	188,3 log/ha	2014
J	SHLMR	Fouquet gris (Annulé)					
K	Foncière Logement						
L, M	SIDR	Etoile de mer (Annulé)	≈ 72 Lgts		≈1580	456,0 log/ha	
N, O	SIDR	Bengali (Suspendu)	≈ 30 Lgts		1706 m²	175,8 log/ha	
P							
Q	SHLMR	**Salanganes**	**29 Lgts**	R+3, R-1	4035 m²		2014
R, T			**18 Lgts**	R+3, R-1			2014
SU	SHLMR	**Ouette de La Réunion**	**60 Lgts**	R+3, R-1			2013
VW			+comm.				
X	SIDR	**Bénitier** + commerces	**20 Lgts**	R+3, R-2			2013
Y							
AA	PRIVE						
AB	PRIVE		≈70-100 Lgts + 2000 m² commerces				
AC	PRIVE	**Le Patio**	**153 Lgts**				2009
		Total de logements en 2013	**301**				

Actions sur les établissements scolaires

Le projet comprend également sur les structures scolaires les modifications suivantes :

Figure 239 (TABLEAU) : Liste des travaux sur les structures scolaires

Maitre d'ouvrage	*Nom de l'école*	*Date livraison*	*Travaux*
Ville	Ecole Aragon	2008	Réhabilitation et extension
Ville	Ecole Barquisseau	2014	Réaménagement
Ville	Ecole Elsa Triolet	2016	Démolition + Reconstruction

Ville	Ecole Jaures	2014	Démolition
Ville	Ecole Marie Curie	2014	Réhabilitation
Ville	Nouvelle école	2013	Construction (Parcelle de 4960 m²)

Il s'agit en effet de rééquilibrer et d'améliorer le réseau scolaire. Cela passe entre autre par la suppression de l'école Jean Jaurès. Cette école se situe entre l'école Marie Curie et l'école Désiré Barquisssseau ; la circulation aux heures de sortie est difficile. Il a donc été décidé la suppression de l'école du milieu pour y ajouter une voie et restructurer les deux écoles restantes.

En images

Rénovation urbaine des bâtiments collectifs, résidentialisation, équipement en C.E.S.

La majorité des bâtiments collectifs sociaux font l'objet de rénovation intérieure. Certains logements en plus d'un intérieur neuf, bénéficient également de création de terrasses, ou de mise à disposition d'un jardin pour les habitants du rez-de-chaussée.

Figure 240 (PHOTOS) : Des terrasses isolées thermiquement, puis transformées en pièce à vivre lors de la réhabilitation des immeubles existants, création de pare-soleil, résidentialisation du jardin (Ravine Blanche)

Ainsi, une partie de l'espace autour des opérations est donné aux habitants. Ils peuvent bénéficier d'un espace attribué en extérieur, ce qui est essentiel en milieu tropical. La privatisation de cet espace incite les habitants à la végétalisation de la parcelle ; ces derniers participent à l'aménagement de la vie, tout en participant à l'amélioration de leur bien-être.

Figure 241 (PHOTO): Création d'ouvertures supplémentaires sur les bâtiments ; rallongement de façades (Opérations Bons Enfants)

Figure 242 (PHOTO) : Située près des locaux de l'A.N.R.U., la nouvelle résidence Le Bénitier (Ravine Blanche)

Constructions neuves

Les nouvelles opérations permettent d'accueillir de nouveaux habitants en augmentant les infrastructures en logements. Un cahier de recommandations architecturales durables à été proposé aux architectes. Un bureau d'études a été mandaté pour donner son avis sur les opérations et suggérer des points à améliorer en vue de rendre plus durables les opérations.

Figure 243 (PHOTO) : En bordure du parc urbain, la future opération Niama

Figure 244 (PHOTO): Livrée en 2013, l'Opération Porcelaine (Ravine Blanche)

Parc Urbain

Le parc urbain permet d'accueillir les habitants dans un espace de détente ; sert d'espace tampon pour les eaux pluviales et est poreux en termes de déplacements doux.

Figure 245 (PHOTO) : Le parc urbain débute à partir du parvis de l'église (Ravine Blanche)

Figure 246 (PHOTO) : Un parc de jeux en cœur de parc (Ravine Blanche)

Figure 247 (PHOTO) : Une piste cyclable traversant le parc urbain permettant de traverser de part et d'autre le quartier (Ravine Blanche)

Figure 248 (PHOTO) : Gestion des eaux pluviales du canal Sorema (Ravine Blanche)

Requalification de voies

Figure 249 (PHOTO) : Rétrécissement des voies, création de trottoirs (Ravine Blanche)

Figure 250 (PHOTO) : Rue Mahatma Gandhi après rénovation urbaine. (Ravine Blanche)

Elargissement ou création de trottoirs de part et d'autre, rétrécissement de la voie, végétalisation d'une place de parking sur deux.

Rénovation des voies urbaines du groupement d'habitation SIDR (Sud-Est du quartier)

La première phase du projet de voirie réalisée s'est intéressée au groupement d'habitation en bande de la SIDR (Sud-Est) du quartier. Voici un photoreportage pour s'immerger dans le projet à travers les premières opérations du quartier :

Figure 251 (PHOTO) : Insertion de voies routières et de pistes cyclables (Ravine Blanche)

Figure 252 (PHOTO) : Espace végétalisé aménagé par un collectif d'habitants (Ravine Blanche)

Figure 253 (PHOTO) : Des ruelles à faible vitesse favorisant la déambulation à travers les groupements d'habitations (Ravine Blanche)

Figure 254(PHOTO) : Redéfinir des parcs ombragés. Ils sont aménagés par quelques matériaux naturels (Ravine Blanche)

Figure 255 (PHOTO) : Cheminements piétons à travers les maisons individuelles en bandes (Ravine Blanche)

Figure 256(PHOTO) : Favoriser la perméabilité des sols et la végétalisation (Ravine Blanche)

Figure 257 (PHOTO) : Chaque maison en bande individuelle fait l'objet de raccordements individualisés au réseau (Ravine Blanche)

Figure 258 (PHOTO) : Pentes d'écoulement des eaux pluviales (Ravine Blanche)

Figure 259 (PHOTO) : Des maisons individuelles en bandes personnalisées et végétalisées par ses habitants. Un décor offert à la rue (Ravine Blanche)

Figure 260 (PHOTO) : Vue offerte à la rue, côté du patio (Ravine Blanche)

Valorisation des berges du canal SOREMA

Figure 261 (PHOTO) : Canal Sorema au niveau du Patio (Ravine Blanche)

Figure 262 (PHOTO) : Bordures du canal Sorema (Ravine Blanche)

1.3 L'intégration du développement durable dans le projet de Ravine Blanche

Il n'avait pas été prévu au départ du projet que Ravine devienne un éco-quartier primé au niveau national. Il s'agissait de créer un quartier bien construit, intégrant depuis le début du projet des caractéristiques permettant de guider le projet vers une prise en compte environnementale et une considération des habitants, mais sans forcément être pleinement conscient du concept d'éco-quartier. La prise en considération des aspects environnementaux, sociaux, historiques et patrimoniaux du quartier se sont opéré de différentes manières.

- Tout projet A.N.R.U. intègre des prérogatives de développement durable.
- En termes opérationnels, l'intégration de développement durable s'est grandement structurée autour de plusieurs Assistances à Maîtrise d'Ouvrage (A.M.O.) permettant

de s'entourer de professionnels spécialisés dans des domaines spécifiques au projet et créer ainsi une équipe de travail pluridisciplinaire. :

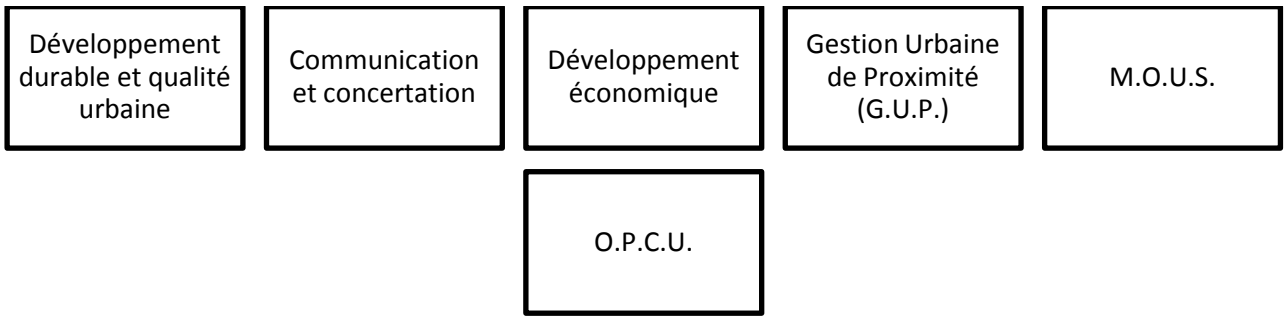


Figure 263 (Diagramme): Les différentes Assistances à Maitrise d'Ouvrage du projet

A travers ces grands axes structurants les acteurs ont pu travailler en concertation et développer leurs axes de travail de manière guidée et concertée en suivant certains documents structurants d'une part tels que :

- ⇨ Cahier de recommandation architecturale, urbaine et paysagère
- ⇨ Evaluation des opérations architecturales par une équipe neutre.
- ⇨ Chartes de Gestion Urbaine de Proximité (G.U.P.) en vue d'assurer sur la durée la tenue de la qualité du projet et son entretien, charte d'insertion par l'économique.

Ces documents ont permis la matérialisation du développement durable sous forme concrète.
NB : Il s'agira de voir une fois le projet réellement concrétisé la concordance entre les projets papiers proposés et la réalité :

Le projet proposé répond aux prérogatives de la charte nationale EcoQuartier, puisqu'il s'est vu **récompensé à travers le concours éco-quartier du ministère en 2011** et tend depuis vers une **labellisation EcoQuartier en 2013** pour faire partie des premiers projets de quartiers durables labélisés en France.

Les résultats d'évaluation de cette grille ont permis de rajouter dans le dossier de candidature une vision scientifique et chiffrée du développement durable sur le projet.

Les aménagements envisagés sont l'occasion d'intégrer des préconisations d'économie d'énergie dans le quartier ainsi que de l'apport de biodiversité dans l'espace urbain. La rénovation urbaine présente un potentiel d'actions en termes de durabilité urbaine.

Nous allons tenter d'évaluer la durabilité que le quartier de Ravine Blanche pourrait atteindre après rénovation urbaine.

2 *VERS L'APPLICATION DE LA GRILLE*

2.1 Choix du site de test de la grille

Nous avons choisi comme terrain d'étude et d'application de notre grille le quartier de Ravine Blanche à Saint Pierre car il fait l'objet d'un **projet de rénovation urbaine** assez conséquent. Il s'agit d'un travail de **restructuration urbaine sur un tissu existant**.

L'intégration de durabilité urbaine sur un tissu urbain existant

Même si les premiers éco-quartiers se sont focalisés majoritairement sur la création de tissu urbain sur des sites relativement vierges de toute infrastructure, un des défis de l'appropriation des éco-quartiers dans la ville passe par son **intégration sur des sites déjà fonctionnels** pour réintroduire de la densité et de la durabilité à l'intérieur de la ville existante. Le quartier de Ravine Blanche se situe dans la continuité du centre-ville, sur un site bâti depuis les années 1970.

Simultanéité thèse/projet urbain

La simultanéité de la naissance du projet avec l'étude a été un critère dans le choix de ce terrain d'étude. La thèse a débuté en 2007, le montage financier du projet date de 2006. Nous avons suivi l'évolution du projet d'urbanisme durable et observé les différentes phases de construction et les modalités d'appropriation par les acteurs locaux. Le site de Ravine Blanche est proche du campus universitaire sud, la proximité géographique était donc un élément facilitant l'étude sur ce projet.

Un projet présentant une diversité de travaux à réaliser

La globalité et la diversité des travaux à réaliser, la spécificité des typologies et des interactions ont été les éléments les plus déterminants dans notre choix d'étude de durabilité. La rénovation urbaine de Ravine Blanche englobe la réhabilitation d'une grande partie de l'habitat collectif existant et la résidentialisation des espaces, le réagencement des cheminements piétons, routiers et des espaces publics. Le projet comprend aussi la construction de nouveaux bâtiments. Il s'agit donc de plusieurs phases de travaux et de différentes modalités d'actions qu'il est possible d'étudier.

Le tissu initial est peu dense et composé majoritairement d'immeubles entourés de nappes de parkings et de pelouses non entretenues et souvent sales et dégradées. Autour de cette surface d'habitats collectifs est implantée une zone d'habitats individuels. La présence de

nombreux espaces végétalisés vierges de bâtis, facilite la concrétisation et la réorganisation de la trame urbaine.

A noter que dans le projet, seuls les logements sociaux font l'objet de réhabilitation ; les pavillons individuels ne sont pas considérés par les réhabilitations. Seules leurs voies urbaines et les espaces publics font l'objet de réorganisation et de mises à neuf afin de participer à une certaine continuité de l'espace urbain en termes de paysage. C'est donc une spécificité de plus que le quartier permet de traiter et d'observer.

Une mutation de l'espace urbain

Il est possible d'étudier deux étapes de vie d'un espace urbain dans l'appropriation de la durabilité: à la fois la « restructuration » d'infrastructures anciennes, mais aussi la construction de nouveaux éléments bâtis. Pour une part importante les habitants de Ravine Blanche y vivent depuis plusieurs années voire deux décennies. Le quartier représente plus qu'un lieu géographique, il témoigne du passé et des souvenirs. La réhabilitation représente pour eux une rupture du quotidien. L'appréhension du projet nécessite d'accepter de rompre avec les habitudes et de s'ouvrir à d'autres possibilités de vie. Le projet propose de créer un nouveau cadre de vie aux habitants actuels et offre un espace adapté aux nouveaux arrivants.

Une réhabilitation en site occupé

La réhabilitation des logements sociaux devenus insalubres se fait en site occupé. Concernant la construction de nouveaux bâtiments, la réhabilitation et réorganisation des trames viaires, le quartier reste également habité. Les habitants et les commerçants vont vivre plusieurs années avec des nuisances sonores et organisationnelles qui viennent perturber la quiétude du lieu de vie. Les premiers exemples d'éco-quartiers nord-européens s'inscrivaient sur des espaces non habités qui consistaient en la création d'un nouveau lieu de vie.

Le défi est double pour le projet : d'une part le projet doit favoriser la création d'un cadre de vie qui plaise aux nouveaux habitants, mais également aux habitants existants ; tout en considérant leurs modes de vie actuels. Les nouveaux habitants doivent appréhender les espaces de vie, s'inscrire dans le tissu ancré du quartier. Les logements étaient à 70% des logements sociaux avec quelques accessions à la propriété, alors que les installations nouvelles s'ouvrent pour certaines opérations à un public plus varié (niveau social, résidents d'autres quartiers ou d'autres origines).

Les communautés doivent apprendre à vivre ensemble dans cet espace restructuré.

Une rénovation urbaine en site occupé

- Rénovation de bâtis existants + Construction de nouveaux bâtiments
- Problématique de gestion de travaux en sites occupés pour la rénovation
- Problématique de la transition pour les habitants du quartier vis à vis de la transformation de leur mode de vie
- Cohabitation des habitants du quartier avec une nouvelle population arrivante

Figure 264 (LISTE) : Spécificités du P.R.U. de Ravine Blanche qui en fait un tissu d'étude particulièrement intéressant.

Une troisième génération de quartier

Nous pouvons parler d'une troisième génération du quartier de Ravine Blanche. Les réhabilitations de certains immeubles restent discrètes et sont uniquement perceptibles par les habitants concernés par ces travaux car ce sont des rénovations intérieures. Des changements paysagers s'opèrent malgré tout avec l'attribution de jardins individuels ponctionnés sur l'espace public pour les logements qui se situent au rez-de-chaussée. Depuis 2012, les travaux et la restructuration des rues et la concrétisation de certains bâtiments matérialise de manière plus perceptible le passage à une autre ère du quartier, puisque les rues se transforment et font l'objet de travaux très visibles.

Le projet de grille s'inscrit dans un contexte spécifique, au niveau architectural, climatique, sociologique, pourvoyeur d'une riche transmission identitaire et culturelle

2.2 Méthodologie de notation

Après avoir structuré la grille d'indicateurs et sélectionné les points à évaluer (les cinquante indicateurs), il est nécessaire de mettre en œuvre un système d'évaluation sur le terrain. La notation choisie permet de donner sens à la grille. Nous avons opté pour un système permettant d'attribuer des points à chaque indicateur de la grille, selon les performances de durabilité atteintes dans le projet par critère. Les enjeux variables de chaque indicateur sont intégrés, dans l'atteinte d'une durabilité urbaine, par des coefficients de pondération en fonction du poids que revêt celui-ci.

2.2.1 Notation de chaque indicateur

Chaque indicateur de la grille obtient un nombre de points en fonction des niveaux de performances définis pour chacun d'entre eux. Ces notes s'étalent de 1 à 3 points par indicateur. Lorsqu'un indicateur n'atteint aucun des niveaux de performance proposé, on le considère comme Non Performant et aucun point n'est comptabilisé dans le total final:

- ⇨ Si niveau Très Performant (TP) l'indicateur obtient 3 Points
- ⇨ Si niveau Performant (P) l'indicateur obtient 2 Points
- ⇨ Si niveau Base (B) l'indicateur obtient 1 Point
- ⇨ Les indicateurs ne respectant pas au minimum le niveau de Base sont considérés comme Non Performants (N.P.) en termes de durabilité.

A chaque niveau de performance a été attribué une codification de couleur, rappelant les normes habituellement mises en œuvre pour la consommation électrique des appareils ménagers. Un quartier très consommateur en énergie et très impactant négativement se verra attribuer la couleur rouge qui tendra progressivement selon un dégradé de couleur vers le vert, quand ses performances s'amélioreront. On obtient donc la codification couleur suivante : Rouge (niveau Non Performant), Orange (niveau de Base), Jaune (niveau Performant), Vert (niveau Très Performant).

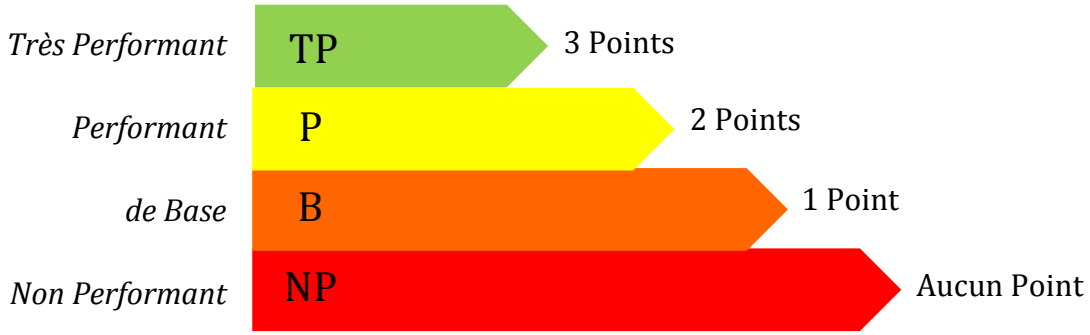


Figure 265 (ECHELLE DE VALEURS) : Nombre de points obtenus par indicateur, selon le niveau de durabilité atteint.

2.2.2 Pondération des indicateurs

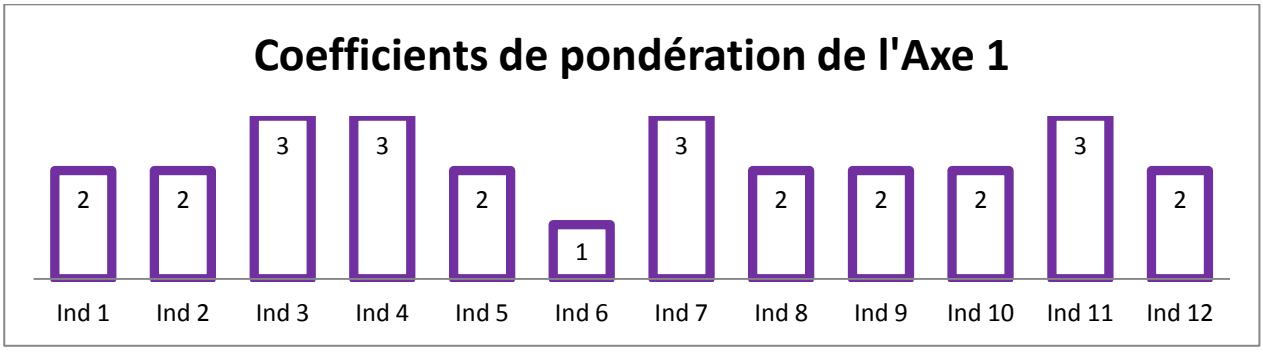
Pour compléter la notation et redonner de l'importance à certains indicateurs par rapport à d'autres, nous avons choisi dans la construction de la grille, de pondérer chaque indicateur par un coefficient allant de 1 à 3. Les coefficients de pondération permettent de doubler ou tripler l'impact de certains indicateurs par rapport aux autres.

Un indicateur obtenant un niveau Très Performant (3 points) et bénéficiant d'un critère de pondération 2, obtient au final 3 points x 2 = 6 points.

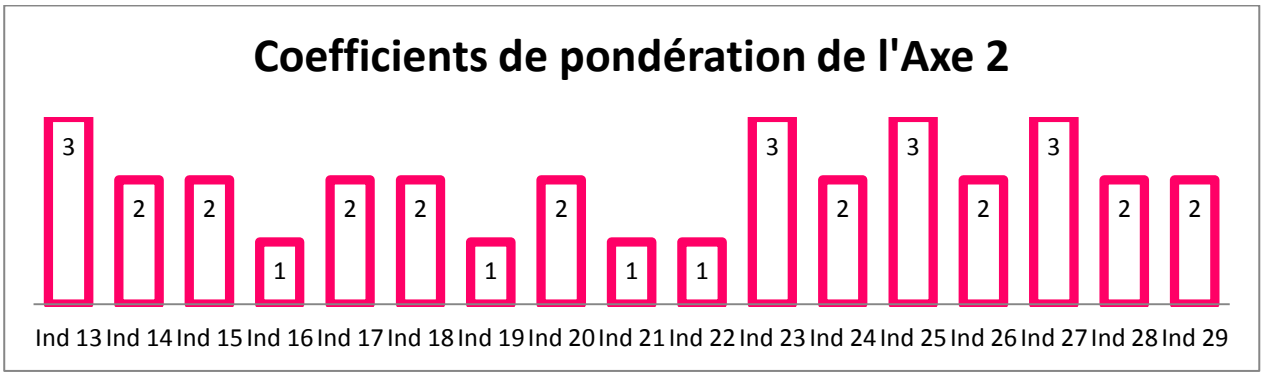
Ces facteurs de pondération permettent de hiérarchiser les indicateurs de la grille vis-à-vis de l'atteinte des enjeux de durabilité fondamentaux. Le poids attribué à chaque indicateur est déterminé par les « constructeurs » de la grille, selon la considération de l'enjeu de durabilité auquel l'indicateur répond. Ainsi, un indicateur de pondération 3 sera considéré comme plus impactant pour le projet ou prioritaire à ce jour dans les choix d'aménagements à mettre en

œuvre ; qu'un indicateur bénéficiant d'un coefficient de pondération 2 ou 1. En effet, certains « leviers » permettent de dynamiser fortement l'espace urbain dans le sens de la durabilité urbaine et d'apporter à la manière de l'acupuncture urbaine, des résultats probants. Cela peut-être par exemple à l'origine une solution simple ou peu coûteuse, qui modifie fortement les modes de vie ou les consommations de ressources ; ou alors un élément majeur de la construction telle que l'architecture du bâtiment et duquel va dépendre le confort thermique de celui-ci. Malgré ces coefficients de pondération, chaque indicateur garde son importance.

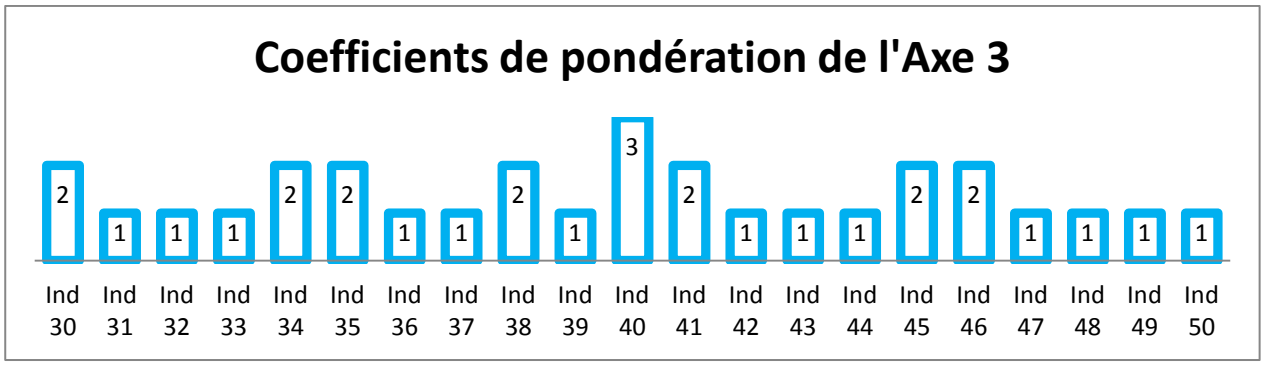
Voici les coefficients de pondération attribués à chaque indicateur et présentés axe par axe.



Ind 1: Porosité urbaine
Ind 2: Niveau de réflexion thermo-aéraulique
Ind 3: Environnement végétal des bâtiments
Ind 4: Protection solaire des toitures
Ind 5: Protection solaire des vitrages
Ind 6: Protection solaire des façades
Ind 7: Caractère traversant & poreux des logements
Ind 8: Protection solaire des espaces de passage
Ind 9: Protection solaire des espaces d'attente
Ind 10: Nature des matériaux urbains
Ind 11: Perméabilité des sols
Ind 12: Présence d'espaces de rétention des eaux



Ind 13: Equipement en chauffe-eau solaires
Ind 14: Consommation énergétique des bâts
Ind 15: Solutions énergético-économes urbaines
Ind 16: Quantification de la production ENR
Ind 17: Fiabilité des modes de production en ENR
Ind 18: Solutions hydro-économes
Ind 19: Récupération des eaux pluviales
Ind 20: Gestion des eaux usées
Ind 21: Compostage des déchets
Ind 22: Tri des déchets
Ind 23: Occupation du sol par le bâti
Ind 24: Occupation du sol par les parkings
Ind 25: Qualité des espaces végétalisés
Ind 26: Entretien des espaces végétalisés
Ind 27: Favorisation des espèces endémiques
Ind 28: Fréquence d'arbres par voirie
Ind 29: Dispositifs de phytoremédiation



Ind 30: Linéaire dédié aux déplacements doux
Ind 31: Parkings vélos (espaces publics)
Ind 32: Parkings vélos (espaces privés)
Ind 33: Systèmes de vélos en libre-service
Ind 34: Sites propres pour les T.C.
Ind 35: Liaisons assurées
Ind 36: Fréquence de desserte
Ind 37: Plage horaire de services des T.C.
Ind 38: Plage de parking par logement
Ind 39: Places de parkings publics
Ind 40: Services de proximité
Ind 41: Mixité fonctionnelle
Ind 42: Mixité sociale
Ind 43: Stratégie de résidentialisation
Ind 44: Diversité architecturale
Ind 45: Espaces communs des opérations
Ind 46: Espaces végétalisés publics
Ind 47: Vocabulaire routier
Ind 48: Sensibilisation des habitants
Ind 49: Participation des habitants
Ind 50: Innovation & caractère évolutif

Figure 266 (GRAPHES ET TABLEAUX DE LEGENDES) : Coefficients de pondération des 3 axes majeurs de la grille

Voici en synthèse les indicateurs auxquels a été attribué un coefficient de pondération 3, indiquant que ces enjeux sont prioritaires dans la grille en termes de durabilité urbaine :

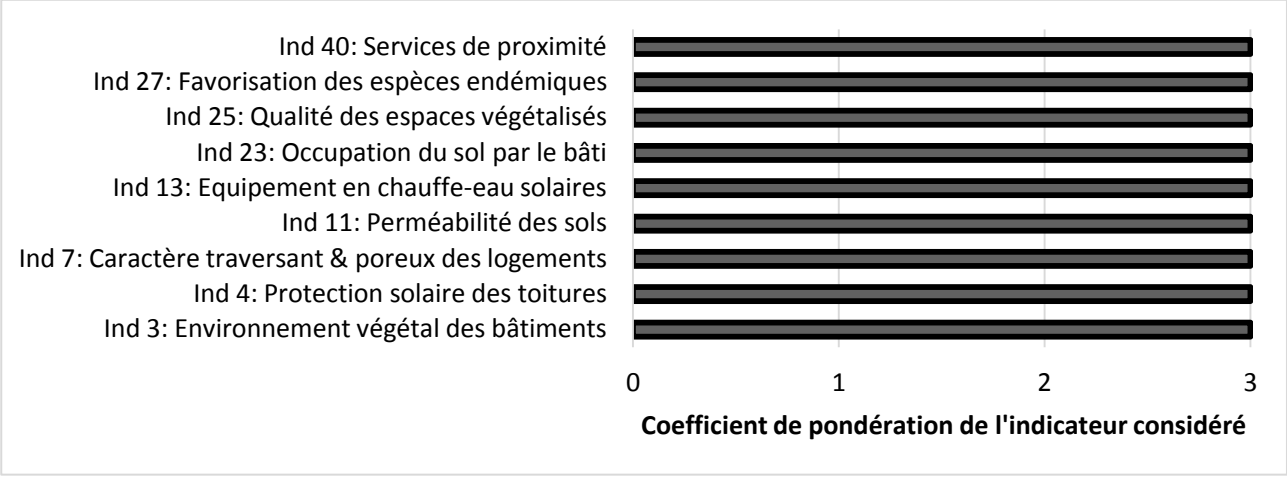


Figure 267 (GRAPHE): Indicateurs bénéficiant d'un coefficient de pondération 3 dans la grille

Cette pondération a été choisie en fonction des priorités sur lesquelles il a été choisi d'insister dans le cadre de cette thèse à savoir : les éléments concernant l'adaptation de l'espace urbain vis-à-vis du confort thermique urbain.

Ainsi l'axe 3 qui est certes très important en termes de développement durable urbain, ou alors par exemple des éléments tels que la concertation entre acteurs et la gouvernance qui peuvent

être des éléments prépondérants dans d'autres grilles, (exemple : la grille national EcoQuartier) sont moint pondérés que les indicateurs de l'axe 1 qui concernent l'adaptation au climat.

La pondération permet d'insister sur certains éléments spécifiques, afin que ces éléments aient un point plus important dans le résultats final de la grille. Ces critères de pondération peuvent être modifiés selon les choix du concepteur de la grille et l'importance des enjeux du territoire de la région considérée par l'évaluation.

2.2.3 Notation globale du quartier

Le nombre total de points accumulés sur le quartier est établi en additionnant les points accumulés par chaque indicateur. L'objectif *in fine* est d'attribuer un niveau de performance de durabilité au quartier. De la même manière que le système de point établi indicateur par indicateur, le niveau global de performance du quartier peut lui aussi varier du niveau Non Performant à Très Performant. Le détail de la signification générale des niveaux de performances du quartier sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Figure 268 (TABLEAU): Définition du niveau de durabilité atteint par un quartier durable à partir de la grille d'indicateurs.

TP Quartier **T**rès **P**erformant	La prise en compte du développement durable du quartier est exemplaire. Les mesures mises en œuvre sur le quartier sont avancées par rapport à de nombreux autres quartiers. Les seuils considérés dans la grille se basent en effet sur des seuils difficiles à atteindre, « idéaux ».
P Quartier **P**erformant	La prise en compte du développement durable dans l'aménagement, permet de limiter grandement l'impact du quartier. Les seuils atteints sont en effet performants et dépassent les mesures classiques qui peuvent être mises en œuvre en termes d'aménagement. Il s'agit d'exemples de durabilité urbaine.
B Quartier de **B**ase	Des efforts de développement durable sont réalisés. Ils montrent des actions positives sur un certain nombre de critères. Ces efforts nécessitent d'être poursuivis afin d'augmenter encore les résultats obtenus. Il s'agit en effet de mesures de durabilité « témoins » qui à courts termes doivent devenir une référence commune à l'ensemble des projets.
NP Quartier **N**on **P**erformant	Le quartier est fonctionnel et permet de loger les habitants, cependant la durabilité est très peu pensée. De nombreux éléments pourraient être améliorés pour diminuer l'impact du quartier

L'obtention d'un niveau de performance de quartier[118] évalué est conditionnée à l'atteinte des seuils suivants:

- ⇨ Inférieur à 66 points : Le quartier est considéré comme « Non Performant » (NP) en termes de durabilité.
- ⇨ Entre 66 et 150 Points : Obtention du niveau de performance de durabilité « Base » (B) pour le quartier
- ⇨ Entre 150 et 197 Points : Obtention du niveau de performance de durabilité « Performant » (P) pour le quartier
- ⇨ Plus de 197 Points : Obtention du niveau de performance de durabilité « Très Performant » (TP) pour le quartier

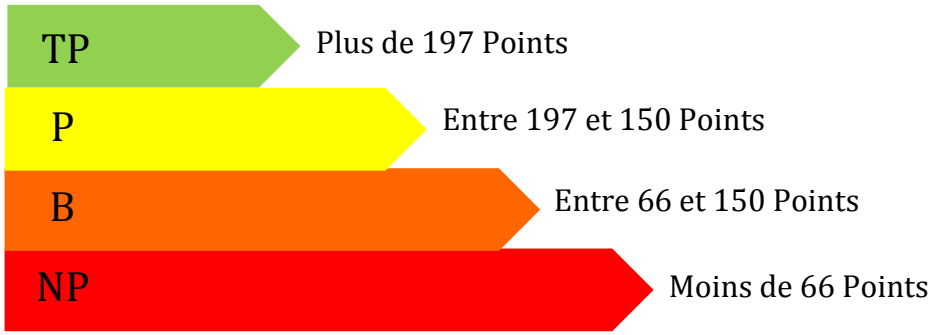


Figure 269 (ECHELLE DE REFERENCE): Nombre de points à cumuler lors de l'évaluation pour atteindre les niveaux de performance de durabilité urbaine.

Les seuils de points suivants ont été définis en considérant les hypothèses suivantes :

- ⇨ Niveau de Base pour le quartier atteint si : au moins 70% des indicateurs sont de niveau Base
- ⇨ Niveau Performant pour le quartier atteint si : au moins 50% des indicateurs atteignent le niveau Base ; 40% le niveau Performant et 10% le niveau Très Performant.
- ⇨ Niveau Très Performant pour le quartier atteint si : au moins 30% des indicateurs atteignent le niveau Base, 30% le niveau Performant et 40% le niveau Très Performant.

Les coefficients de pondération ont été considérés lors de la traduction de ces pourcentages en seuils de points. Avec des facteurs de pondération différents, les seuils de la grille sont à modifier.

[118] N.B. : Ne pas confondre Niveau de Performance pour le quartier et Niveau de performance par indicateurs. Le niveau de performance du quartier est obtenu avec 80% du nombre total de points cumulés en additionnant tous les indicateurs (par rapport au nombre de points cumulables)

3 *REMPLISSAGE DE LA GRILLE*

Le remplissage de la grille s'est faite guidée par le tableur automatisé de la grille présenté à la suite, en suivant les conseils de calcul ou à partir des données disponibles.

3.1 Récupération de données qualitatives et quantitatives

La récupération de données sur le projet s'est opérée de différentes manières, en vue de disposer de données complémentaires et diverses sur le projet. Il s'agissait de faire l'inventaire des données disponibles. La récupération des données s'est faite de trois manières :

- De manière intuitive : à travers des visites dans le quartier.
- De manière pratique : à travers des récupérations de données visuelles, nécessitant une présence sur site.
- De manière formelle : à travers la récupération d'informations issues de documents papiers.

3.1.1 L'immersion dans le quartier

Ces visites *in situ* ont permis de se représenter le quartier dans son état actuel mais aussi de localiser l'emplacement des futurs aménagements. L'analyse issue de la visite du terrain permet de dépasser les critères quantifiables et physiques, à travers des ressentis en termes d'ambiance selon plusieurs sens. Le visuel, les odeurs, les ambiances thermiques ressenties, les ambiances sonores du quartier permettent de dépasser le cadre d'évaluation de la grille.

Les rencontres et échanges informels avec quelques habitants croisés dans le quartier permet d'obtenir leur avis et vision du projet et leur vécu du quartier et de faire ressortir les problématiques vécues au jour le jour par les habitants selon leur vision personnelle. Ces informations, qui ont parfois été enregistrées par dictaphones, ou ont fait l'objet de notes papiers ne sont pas retranscrites dans la grille. Cependant elles **demeurent très formatrices et enrichissantes pour appréhender et percevoir le quartier et ses réalités**.

Il a été choisi dans le cadre de cette évaluation de se concentrer sur l'évaluation de données physiques de l'espace urbain. Ainsi ce ne sont pas des questionnaires distribués aux habitants ou des entrevues personnalisées qui ont été réalisées, mais des analyses d'espaces. L'avis et le

témoignage des habitants est complémentaire et aide à la compréhension du milieu mais n'est pas ici structurant.

3.1.2 Des analyses directes de terrain

Ces visites interactives ont été suivies et mutualisées par des mesures sur terrain pour répondre à certains indicateurs et à des récupérations d'informations diverses issues de diverses sources :

Des **mesures chiffrées à l'aide de télémètre laser** sur le terrain ont permis de quantifier certains éléments. Cet outil a permis d'obtenir des mesures des largeurs de trottoirs, de voirie ; de distances entre les arbres. Ces arguments physiques permettent d'obtenir une vision chiffrée de la situation du quartier et de quantifier les efforts d'aménagements faits sur le site.

Des **repérages visuels** concernant les façades des bâtiments, leurs équipements (C.E.S., pare-soleils, climatiseurs), leurs types d'ouverture (persiennés, à doubles battants), ont permis de renseigner sur les logements existants. Des repérages visuels et des **prises de notes** ont également été réalisés concernant les voiries, les trottoirs ; la friche urbaine existante (futur parc urbain), afin de renseigner par exemple sur les différentes essences présentes sur le site.

Toutes ces **visites dans les rues** ont été réalisées à différents moments de l'évolution du chantier du quartier et ont permis de mettre en évidence à chaque fois de nouveaux éléments, de rencontrer des habitants différents, d'observer le quartier **selon diverses situations** : en semaine, en week-end ; en période sans ou avec travaux, d'observer l'exposition des logements et la situation solaire à différentes heures de la journée. Elles permettent de dresser un point de vue plus complet sur le projet.

Ces visites ont été faites **dans différents cadres** :

- ⇨ En solitaire à de nombreuses reprises durant toute l'étude pour construire et d'argumenter les choix des éléments de la grille ;
- ⇨ Avec les étudiants en génie urbain pour échanger sur nos différentes visions techniques et enrichir nos visions par la complémentarité des diverses observations ;
- ⇨ Lors de visites organisées pour un public large mais aussi lors de visites pour des publics spécifiques et techniques afin d'obtenir une vision générique du quartier ou d'assister à des questionnements bien spécifiques ;
- ⇨ Soit guidées par le chef de projet, pour laisser libre cours à des questions spécifiques et pour approfondir certains points du projet ;
- ⇨ Guidées par les habitants eux-mêmes parfois, ouvrant les yeux sur des thématiques non plus techniques mais faisant part au vécu pratique ;

- ⇨ Avec des personnes ne connaissant pas le projet et extérieures au domaine de la construction ou de l'urbanisme, pour voir émerger certains questionnements spécifiques.

De ces larges cadres de visites est née une vision particulière et bien plus complète du projet. Elle n'apparait pas entièrement dans ces grilles mais appartient au vécu du chercheur. Nous ne ressortirons de cette grille que notre regard technique, qui prend en compte les visions complémentaires nécessaires au bien être de l'habitant.

Des **mesures thermiques** réalisées par les deux étudiants de la section Génie Urbain, dans un certain nombre **de logements** du quartier et sur certaines surfaces minérales et/ou végétales, ont permis d'obtenir des données sur le confort thermique du quartier (GARDENAT, RIVIERE, 2010). Elles permettent d'enrichir la vision du quartier grâce à des mesures chiffrées sur le confort thermique du quartier. Et montrent clairement l'impact des milieux minéralisés sur l'augmentation de la chaleur.

Des **visites de logements** témoins neufs et logements existants ont également été réalisées, permettant d'obtenir une vision plus précise des conditions de vie des habitants et des **témoignages** non formels.

3.1.3 Des ressources papiers et humaines

Un grand nombre de sources documentaires sont bien évidemment venues assortir l'analyse :

- ⇨ **Plans** de bâtiments existants
- ⇨ **Documents techniques et rapports** issus du projet :
  - Diagnostic du quartier existant, des logements existants assortis de photos (avec vue intérieure des logements) (COMMUNE DE ST PIERRE, 2006),
  - Présentation du projet à venir
  - Documents d'études concernant le projet

Exemples : (CABINET LAC & TECHNE CITE, 2009), (LEU REUNION, 2010), (C.C.I., 2006), (N.D., N.D.)

- ⇨ **Rapports de recherches** faits par des étudiants de l'université sur différentes thématiques associées au P.R.U.R.B. Exemples : (DOULOUMA, 2009), (CAROUPIN & AL, 2010), (VUAGNOUX , 2009), (GAMESS, 2008), (RIVAS-MANZO, 2010), (GAMESS, 2008).

Ces données sont complétées par de nombreux documents visuels :

- ⇨ **Photos** personnelles réalisées lors de visites sur le quartier depuis les voiries
- ⇨ Photos d'autres acteurs ayant visité le quartier

- ⇨ **Photographies aériennes** du quartier réalisées par des photographes et/ou des bureaux d'études
- ⇨ **Plans du projet**
- ⇨ **Cartes** de la zone d'étude récupérées sur certains logiciels

De nombreuses **discussions** et questionnements avec le chef de projet sur le quartier ont permis de récupérer des informations et d'étayer l'analyse. Des rencontres et discussions avec des architectes ayant travaillé sur le projet permet d'étayer l'analyse et la vision selon laquelle est mené le projet.

La présence à des **réunions** techniques et administratives liées directement au projet a permis de mieux comprendre les modalités de construction et de réflexions concernant le projet. Elles permettent d'observer les difficultés du projet, ou les points qui fonctionnent plutôt bien ; les questionnements qui se posent lors de l'intégration du développement durable ; les difficultés parfois de l'intégrer. Elles permettent de comprendre en profondeur le projet, dans son opérationnalité. Des réunions liées aux réflexions sur les quartiers durables réunionnais ont également permis d'approfondir le sujet

Figure 270 (TABLEAU): Exemple de réunions ou évènements liés aux réflexions sur les EcoQuartiers à La Réunion. Réunions menées par la D.E.A.L. Réunion (D.E.A.L. REUNION, CETE MEDITERRANEE, 2009)

Date	Intitulé	Lieu
19 février 2013	Réunion Comité technique Dossier de labellisation EcoQuartier.,	Locaux de l'ADEME au Port
13 novembre 2012	Réunion Collège technique	DEAL Saint-Denis
1er juin 2010	Travail sur les Quartiers Durables Réunionnais, Atelier Etudes préalables à l'aménagement	DEAL Saint-Denis
29, 30 octobre 2009	Forum Quels quartiers durables à La Réunion ?	Saint-Denis

Des **discussions avec** certains **architectes et urbanistes du projet** participant à l'étude urbaine ou de parc, et/ou s'étant vu confier la réalisation de certaines opérations, permettent d'étayer largement la vision du quartier, d'un point de vue technique et réalisation. En l'occurrence elles permettent de répondre au questionnement suivant : pourquoi ces choix ont été faits ?

J'ai également eu l'opportunité de participer à la réalisation des **fiches actions du cahier de recommandations architecturales et durables du quartier** menées par le Laboratoire d'Ecologie Urbaine (LEU REUNION, 2009). Cette expérience en milieu professionnel, permet de mieux saisir les différentes étapes d'intégration du développement durable dans les projets.

En l'occurrence ici, le bureau d'études d'aménagement était chargé ici de mettre en place le cahier des charges du projet durable.

Les sources de données sont donc soit de terrain, soit écrites (documents liés au projet, résultats d'études), soit orales (réunions). Le recueil de ces informations a permis de renseigner différents indicateurs après analyse et traitement des données.

3.2 Le traitement des données et l'Affinage des indicateurs

Toutes les informations recueillies ont été compilées: Notes, observations de terrains, tableaux récapitulatifs, analyses diverses et résultats d'études, plans, photos ; dans le but de les transformer en données permettant de témoigner par la suite du niveau de développement durable urbain.

3.2.1 Création d'une base de données

L'outil Système d'Informations Géographiques (S.I.G.) a été mis à contribution en vue de centraliser toutes les informations et de faciliter le traitement des données.

Etat des lieux du quartier initial

Ainsi des informations sur les voies routières, le repérage des bâtis, les espaces végétalisés, typologie des bâtiments caractérisant le quartier ont été insérées dans le logiciel:

- Caractéristiques typologiques des espaces et surfaces et organisation globale: espaces bâtis, surfaces végétalisées, surfaces de voiries et surfaces minérales, commerces, équipements sportifs, surfaces minérales, positionnement des arrêts de bus, bancs, kiosques, linéaire arboré
- Caractéristiques des bâtis : Dimensions, nombre de logements, types de bâtis, équipements du bâtis (Climatiseurs, C.E.S.), facteur solaire des façades, toitures et ouvertures, places de stationnement, commerces intégrés, caractère traversant, porosité, date de création du logement ;
- Caractéristiques des commerces et services : nature, type, localisation ;
- Caractéristiques des voiries : surface, longueur, qualité des trottoirs, dimensions des trottoirs, longueur des pistes cyclables.

Toutes les informations étant localisées spatialement sur la surface du quartier, il était plus aisé de les analyser et d'y avoir accès de manière organisée.

Projections de données du projet de rénovation urbaine

En vue de considérer la phase du projet de Ravine Blanche, les données suivantes ont été rajoutées dans la base de données :

- Localisation des nouveaux logements : nombre et types de logement, nombre de stationnement prévus, surface des parcelles
- Localisation, surface des nouveaux commerces, services, équipements sportifs, scolaires
- Localisation des nouvelles voies : dimension, modification des anciennes voies, pistes cyclables, nombre et localisation des stationnements urbains.
- Localisation des projets de mobilité : localisation et desserte du TCSP, arrêts, lignes.

Les données du programme du projet permettent donc de se projeter **spatialement** dans le futur et d'observer et d'analyser le quartier selon des données chiffrées ou de typologie.

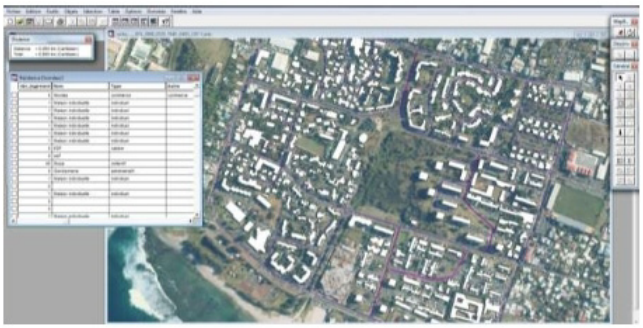


Figure 271 (COPIE D'ECRAN) : Base de données S.I.G. réalisée pour le quartier en son état initial

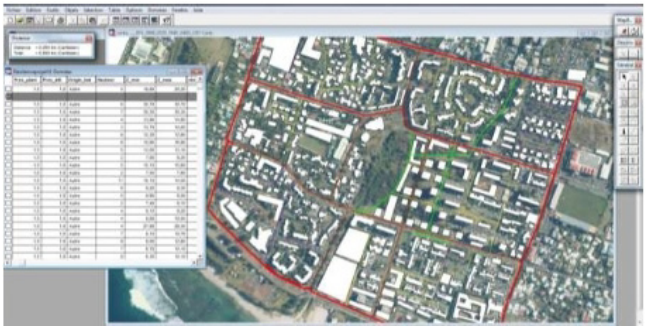


Figure 272 (COPIE D'ECRAN) : Base de données S.I.G. du quartier après-projets, d'après les données disponibles en 2010

3.2.2 Analyse des données, recoupage d'informations

Ces différentes données apportent une vision systémique du territoire et facilitent le calcul de certains résultats d'indicateurs. En effet, après avoir construit la base de données, **le calcul des indicateurs se fait par requêtes simples ou complexes**. Les résultats recueillis, **recroisés parfois avec d'autres informations complémentaires** (photos de terrain, croisement avec des données Auto-Cad et Sketchup), permettent d'aboutir au remplissage de la grille.

Les résultats considèrent parfois l'intégralité des logements du quartier, parfois, selon les données disponibles, uniquement les bâtiments concernés par les travaux.

3.2.3 Phase de test des méthodes de récupération et des données

Cette récupération, traitement de données et remplissage de grille, dans le cadre d'une première application réelle, a nécessité l'adaptation des indicateurs et des réflexions pour sélectionner les méthodes de recueil les plus efficientes et les plus pratiques lors d'une évaluation de quartier. Pour un seul et même indicateur, plusieurs méthodes de récupération de données ont été testées en fonction des données disponibles. Et lorsque les informations ne pouvaient pas être trouvés, d'autres méthodes de recueil ont été pensées.

3.2.4 Modélisation 3D du quartier

En parallèle de l'évaluation, j'ai choisi de tester le logiciel Sketchup[119] (logiciel de dessin en 3D, gratuit pour sa version la plus simple) en vue de modéliser le quartier existant en 3D et de voir si son utilisation permettait de faire ressortir des résultats facilement utilisables dans le cadre d'une évaluation. Il apparait que ce plan permet de visualiser nettement et intuitivement la volumétrie du quartier actuel, l'emplacement et la modification sur le foncier du quartier futur. Cette modélisation permet également d'observer les différentes simulations d'ombrage des bâtiments sur le sol selon l'heure et la date choisie, d'appréhender l'impact du facteur solaire sur l'ensemble du quartier.

Il a été envisagé pour continuer cette expertise complémentaire, de préciser l'étude en thermo-aéraulique avec le logiciel SOLENE, à partir de cette même simulation en 3D du quartier. Cette expertise, n'a pas abouti dû à la taille de quartier étudié et suite à des difficultés de reconnaissance du fichier par le logiciel de par la complexité et la superficie du terrain modélisé en 3D. N.B. : Il s'agit d'une simulation après-projet prévisionnelle, les données finales n'étant à l'époque pas fixés

[119] Le logiciel Sketchup de Google, présente l'avantage d'être un logiciel d'accès libre à ce jour.

Figure 273 (PLANS 3D) : Modélisation 3D du centre du quartier de Ravine Blanche dans le cadre de la thèse. A gauche : avant-projet ; à droite : après-projet (localisation simulée des futurs bâtiments, modifications de trame urbaine)

3.3 Détails de récupération des données indicateurs par indicateurs

Voici quelques exemples de récupération des données, en vue de remplir la grille :

Indicateur 1 : Porosité urbaine

Figure 274 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 1 Porosité urbaine

La disposition des bâtiments les uns par rapport aux autres et leur forme globale permet-elle une ventilation suffisante de l'espace urbain en général?		
Jugement de la disposition des bâtiments les uns aux autres en termes de ventilation générale (vis-à-vis des critères d'espaces entre bâts…): Calcul du rapport H/L pour chaque bâtiment *(H : hauteur du bâtiment, L : distance le séparant des autres bâtiments).*	B	50% des bâtiments respectent au moins le rapport 2<H/L<3
	P	50% des bâtiments respectent au moins le rapport 3<H/L<5
	TP	50% des bâtiments respectent au moins le rapport H/L> 6

Pour le calcul de cet indicateur, les relations entre les bâtiments adjacents ont été considérées. Les données nécessaires à l'établissement de cet indicateur ont été un plan de masse et la hauteur des bâtiments du quartier. Les maisons individuelles n'ont pas été prises en compte dans le calcul. Il s'agit pour chaque paire de bâtiment d'établir le ratio Hauteur du bâtiment / Longueur le séparant de l'autre bâtiment afin de juger de la porosité de l'espace urbain. Est déterminée une proportion de bâtiments respectant les ratios suggérés.

Indicateur 2 : Niveau de réflexion thermo-aéraulique

Figure 275 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 2 Niveau de réflexion thermo-aéraulique

Les bâtiments et voies urbaines ont-ils fait l'objet de simulations de rayonnement solaire et d'aéraulique avant leur implantation afin d'optimiser le confort thermique de l'ensemble urbain?		
Prise en compte de l'aéraulique et du rayonnement solaire lors de la conception urbaine: Existence de réflexions ou non à l'échelle du quartier?	B	Pas de simulations, mais prise en compte de retours d'expériences pour au moins 50% du parc de logements
	P	Simulations sommaires (schémas de principe, simulations des ombres sous Sketchup…) ou prise en compte de PERENE pour au moins 50% du parc de logements
	TP	Simulations poussées: Maquettes à échelle réduite en labo et/ou simulations C.F.D. pour au moins 50% du parc de logements

Pour cet indicateur il s'agit en ce qui concerne logements nouveaux ou réhabilités de s'informer sur les réflexions menées lors de l'étude sur ces derniers. Ces informations se

récupèrent auprès des urbanistes responsables du plan du quartier, des architectes responsables d'opération et/ou du chef de projet.

Indicateur 4,5, 6 : Protection solaire des toitures, vitrages et façades (respectivement)

Figure 276 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 4 Protection solaire des toitures

Les toitures absorbent-elles peu la chaleur? Sont-elles correctement isolées afin de limiter l'entrée de chaleur dans le bâti?		
% de bâtis respectant les prescriptions PERENE concernant le Facteur solaire des toitures	B	30% au moins des bâtiments respectent les prescriptions PERENE à ce sujet
	P	60% au moins des bâtiments respectent les prescriptions PERENE à ce sujet
	TP	90% au moins des bâtiments respectent les prescriptions PERENE à ce sujet

A travers des photos, des observations sur terrain, les couleurs de toitures, les types et les surfaces d'ouvrants et de façades protégées sont déterminées. Un pourcentage de logements concernés par les critères cités sont déterminés. Concernant le calcul pour la période après-projet, des prévisions sont estimées en fonction des engagements faits par les architectes. En l'occurrence, tous les nouveaux projets doivent respecter la RTAADOM. Les données, associés à un pourcentage de logement ou un nombre d'habitants concernés par ce critère permettent de déterminer le seuil de performance de durabilité du quartier.

Figure 277 (TABLEAU): Facteur solaire minimum à atteindre selon Perene 2009

Toitures	0,02			
Vitrages	*Façade Nord*	*Façade Sud*	*Façade Est*	*Façade Ouest*
	0,3	0,4	0,3	0,25
Parois	0,05			

Indicateur 8 : Protection solaire des espaces de passage

Figure 278 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 8 Protection solaire des espaces de passage

Les piétons bénéficient-ils de protections solaires dans les zones exposées de transit (Exemple les trottoirs) durant les heures chaudes de la journée?		
% de linéaire de trottoir protégé entre 10h et 16h durant les jours les plus chauds de l'année	B	Entre 30% et 50%
	P	Entre 50 et 70%
	TP	Plus de 70%

La modélisation 3D du quartier permet d'obtenir des simulations d'ombrage des bâtiments sur les rues aux heures les plus chaudes de la journée. Des captures d'écran permettent d'estimer l'ombrage. Ces données sont complétées par des prises de photos sur site et des estimations d'ombrage grâce aux données de projet disponibles.

3.4 La grille, un outil automatisé

Il s'est avéré tout naturellement lors de la création de cette grille, qu'afin qu'elle puisse être opérationnelle ;'il était essentiel de commencer à réfléchir à la possible mise en place d'un outil qui soit automatisé permettant d'évaluer de manière, rapide, efficace un quartier durable.

L'objectif est de penser à la mise en place d'un outil qui soit facilement opérationnel pour des acteurs qui souhaiteraient mettre en place une évaluation de quartiers durables.

Une analyse complémentaire et l'assortiment de photos et de commentaires et observations peuvent permettre de parfaire cette analyse et de proposer un outil à termes efficaces pour permettre d'informations les maîtres d'œuvre sur une vision globale des mesures qu'ils souhaitent ou qu'ils ont déjà mis en place.

Les premiers essais réalisés nécessitent certes d'être combinés à l'expertise d'un développeur d'applications, afin de gagner en efficacité et en interface graphique agréable et plus adaptable. Cependant une première trame permet de poser cependant un cadre d'application automatisé et correctement utilisable. La grille gagne en repères de localisation.

Il s'agit rappelons-le de gérer une base de données de 50 indicateurs, avec de phases de résultats (avant et après-projet) ; d'en préciser le cadre et les données de calcul un à un. Sans une organisation évidente, cette gestion peut vite devenir génante et lente.

L'outil se présente sous forme d'un tableur automatisé permettant la présentation de la grille d'indicateurs et le remplissage immédiat des indicateurs.

Deux utilisations ont été pensées pour ce tableur :

- Une consultation et remplissage directement sur une version informatique, tel un logiciel. *L'intégralité du classeur a été optimisée pour être lue sur un ordinateur 15 pouces avec un zoom de 75%. Il convient d'optimiser l'affichage avec une lecture sur un autre ordinateur en variant le zoom sachant que le tableau a été pensé pour voir apparaître sur l'écran une fiche indicateur en intégralité.*
- Une impression de la grille vierge ou remplie (suite à l'analyse d'un quartier). Les fiches ont été pensées pour être imprimées sur du papier A4, en imprimant onglet par onglet.

L'outil informatique a été structuré de la manière suivante : A partir de l'onglet MENU, il est possible d'accéder, grâce à des boutons automatisés à une dénomination des 3 axes structurants la grille d'indicateurs et aux 50 fiches d'indicateurs triées axe par axe.

Figure 279 (COPIE D'ECRAN) : Onglet MENU qui permet d'accéder directement aux 3 axes majeurs structurants la grille.

Un récapitulatif de la liste de chaque indicateur des 3 axes et des coefficients de pondération associés, permet de résumer l'ensemble du contenu de la grille. Il est possible ainsi de différentes manière d'accéder à chaque indicateur individuellement et automatique.

Il est également possible de revenir au sommaire de l'axe, au sommaire général ou de passer à l'indicateur suivant dès que souhaité. Depuis le dernier indicateur de chaque axe, il est possible d'accéder directement au premier indicateur de l'axe suivant.

Chacune des 50 Fiches indicateurs, se structure de la manière suivante :

- Une partie évaluative en haut permettant d'évaluer le quartier et d'attribuer une note.
- Une partie explicative en dessous qui aide à la lecture et au remplissage de la grille.

N.B. : L'axe et la Stratégie relatifs à l'indicateur considérés, sont systématiquement précisées sur chaque fiche pour permettre de mieux situer l'indicateur dans la grille.

Dans la partie évaluation, une question est posée. Trois seuils sont proposés correspondants à chacun de niveaux de performances. Il est possible ainsi pour l'évaluation de remplir les résultats et les points obtenus (de 0 à 3 points) pour l'indicateur avant-projet et un après-projet.

1.A.a STRATEGIE: FAVORISER LA VENTILATION DANS L'ESPACE URBAIN							
AXE 1	INDICATEUR N° y POROSITE URBAINE			Coeff. Pondération: 2			
Questions:				*Résultats:*			
Question à laquelle l'indicateur tente de répondre				Etat Actuel	Pts	Après projet	Pts
Intitulé de l'indicateur / Critère qu'il évalue	B	Seuil minimal pour atteindre le niveau de durabilité de Base		Insertion des résultats par la personne évaluant le projet	ex: 1pt	Insertion des résultats par la personne évaluant le projet	ex: 3pt
	P	Seuil minimal pour atteindre le niveau de durabilité Performant					
	TP	Seuil minimal pour atteindre le niveau de durabilité Très Performant					

Figure 280 (COPIE D'ECRAN) : Fiche type des seuils d'un indicateur

Pour faciliter la prise en main des utilisateurs, une partie des cellules est bloquée. L'utilisateur rempli alors les cases manquantes à l'aide des informations qualitatives et quantitatives recueillies sur le terrain et des ratios calculées.

Une partie explicative permet de guider l'évaluateur dans les calculs et le remplissage de la grille ; à l'aide d'un détail de l'indicateur et d'une méthodologie de calcul. La personne chargée de l'évaluation doit également remplir les hypothèses de travail qu'elle a choisies et l'analyse des résultats obtenus, vis-à-vis des observations qu'elle a pu faire dans cette même zone.

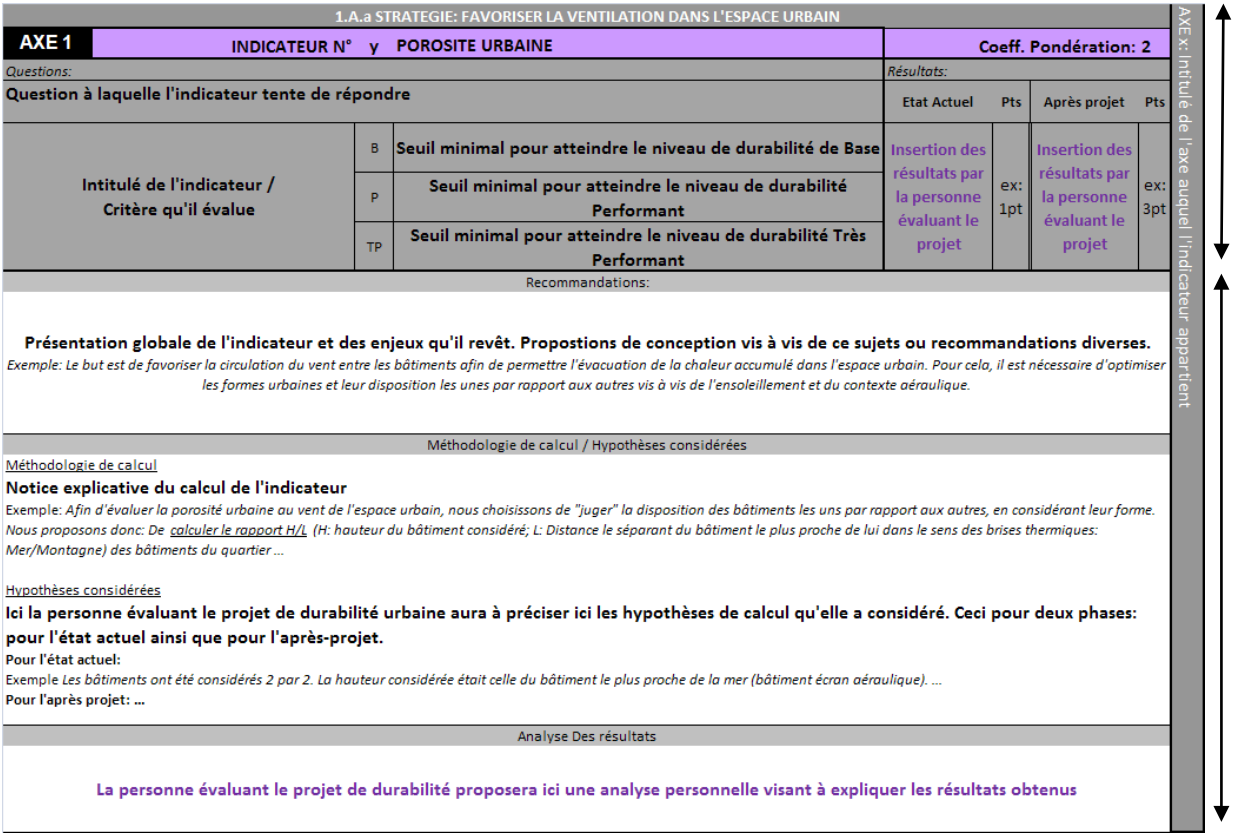


Figure 281 (COPIE D'ECRAN) : Fiche type d'un indicateur

Dans un Onglet synthétique, le fichier répertorie les résultats obtenus par chacun des 50 indicateurs de manière pondéré et permet ainsi de synthétiser les résultats obtenus par le quartier et de déterminer le niveau de durabilité atteint.

CHAPITRE 3 RÉSULTATS D'APPLICATION DE LA GRILLE SUR RAVINE BLANCHE

L'application de la grille d'indicateurs sur le quartier de Ravine Blanche se fait en deux étapes : Une évaluation considérant le quartier initial et une évaluation considérant les données du projet afin de permettre d'évaluer l'avancée permise par le projet de rénovation urbaine.

L'évaluation du quartier de Ravine Blanche, se fait à partir de la grille pré-élaborée dans la partie 2. Cette thèse a été menée en concomitance avec l'appel à projet de recherche mené pour le Plan Urbanisme Construction et Architecture (P.U.C.A.) (DIMOU ET AL, 2010).

Déroulement de l'évaluation : Une comparaison avant et après renouvellement urbain :

Deux étapes sont considérées lors de l'application de la grille d'indicateurs de développement durable urbain au quartier de Ravine Blanche:

- ⇨ **Phase 1 : L'analyse de l'état initial du site**, qui représente l'état du quartier avant les travaux réalisés dans le cadre du projet A.N.R.U. (Observation en 2010)
- ⇨ **Phase 2 : L'analyse du site suite au Projet de Rénovation Urbaine** du quartier. Cette analyse est donc prévisionnelle[120] car le projet est en cours, mais pas finalisé. L'analyse du projet a été réalisée à partir des données de projet papiers disponibles en 2010, issues du programme de travaux établi en 2009 au lancement et suite aux

[120]La prise en compte des données du projet se base sur le programme de rénovation urbaine ainsi que sur les prescriptions architecturales des architectes et urbanistes concernant les réhabilitations de bâtiments et les constructions neuves.

premières données plus précises de terrain qui étaient disponibles par les esquisses disponibles des architectes et des premiers résultats d'études.

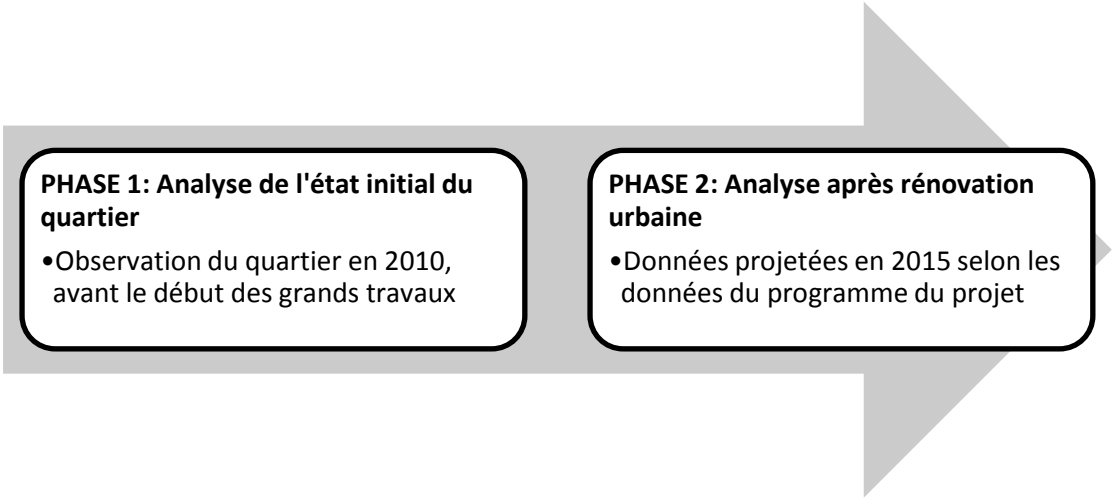


Figure 282 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Etapes de l'évaluation, Comparaison de la durabilité du quartier de Ravine Blanche Avant et Après rénovation urbaine

Ces deux phases d'évaluation permettent d'estimer les avancées en termes de durabilité urbaine apportées par le quartier de Ravine Blanche grâce à la Rénovation Urbaine.

Notons pour la création de la base et le traitement des données, l'aide de deux étudiants[121] de Génie Urbain. N.B. : Ces regards nouveaux portés sur la grille permettent en tant que concepteur de celle-ci, de pouvoir prendre du recul sur la grille, d'observer certaines facettes de l'outil d'une autre manière, de l'enrichir. C'est un enrichissement technique, mais également relationnel que de pouvoir travailler sur le terrain à plusieurs et d'encadrer des personnes sur le sujet de travail qu'était le mien.

Le **traitement et la récupération des informations** a été réalisée **concernant les 50 indicateurs**, à la fois pour la période avant-projet mais également avec les données du projet ; **soit 100 résultats**, qui permettent de renseigner sur la durabilité urbaine du quartier.Il s'agit désormais d'analyser les résultats obtenus dans la grille d'évaluation.

L'évaluation à travers la grille de durabilité urbaine du quartier de Ravine Blanche Avant et Après-projet donne les résultats globaux suivants:

[121] J'ai eu l'occasion d'encadre Fabien Gardenat et Pierre Rivière, étudiants en Master 2 Génie Urbain et Environnement, qui se sont associés à cette recherche le temps de leur stage de trois mois en situation professionnelle pour aider à l'analyse des données et à la récupération des données spécifiques.

Figure 283 (TABLEAU) : Résultats de l'évaluation du quartier de Ravine Blanche, axe par axe

	Non pondéré		**Pondéré par les coefficients**	
	Avant-projet	Après-projet	Avant-projet	Après-projet
Axe 1	5 points / 36 points	14 points / 36 points	13 points / 81 points	31 points / 81 points
Axe 2	6 points / 51 points	20 points / 51 points	15 points / 102 points	47 points / 102 points
Axe 3	16 points / 63 points	29 points / 63 points	27 points / 90 points	42 points / 90 points
Total	**27 points / 150 points**	**63 points / 150 points**	**56 points / 273 points**	**120 points / 273 points**
			Non Performant	**niveau de durabilité de Base**

Le quartier de Ravine Blanche atteint selon la grille d'évaluation :

⇨ **un niveau Non Performant pour l'état actuel :**

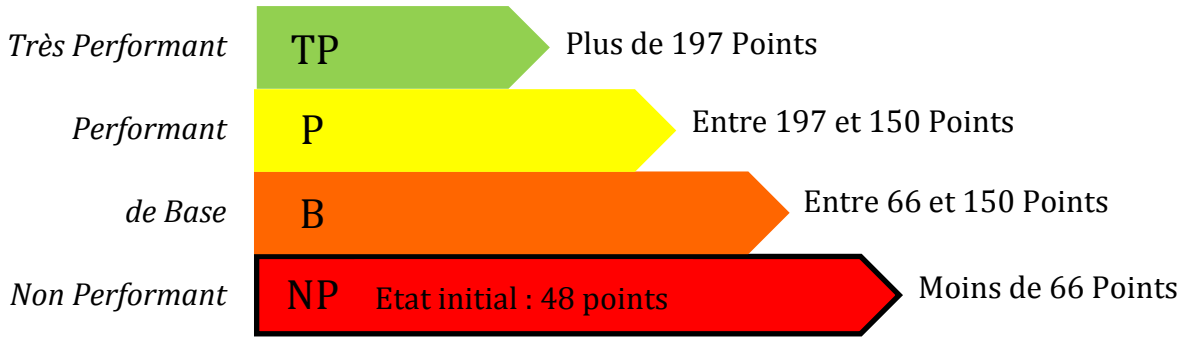


Figure 284 (ECHELLE DE RESULTATS) : Résultats d'analyse du quartier de Ravine Blanche dans son état initial par rapport à l'échelle de points

⇨ **un niveau de Base après rénovation urbaine :**

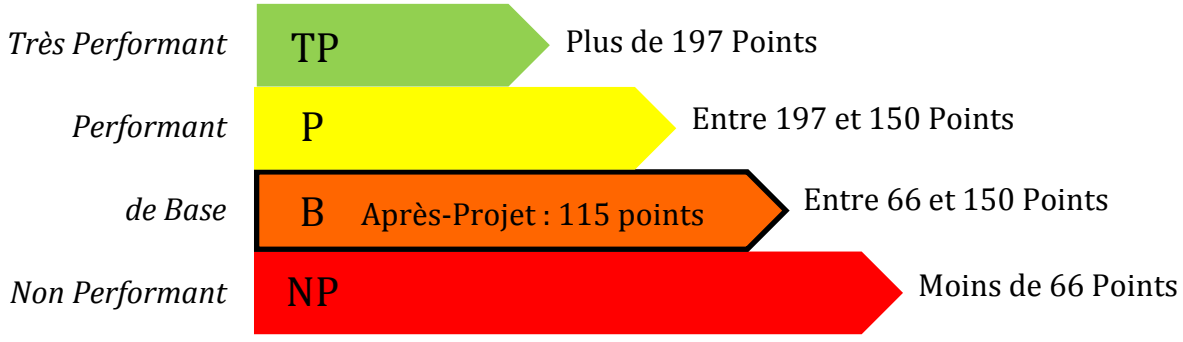


Figure 285 (ECHELLE DE RESULTATS) : Résultats d'analyse du quartier de Ravine Blanche après-projet par rapport à l'échelle de points

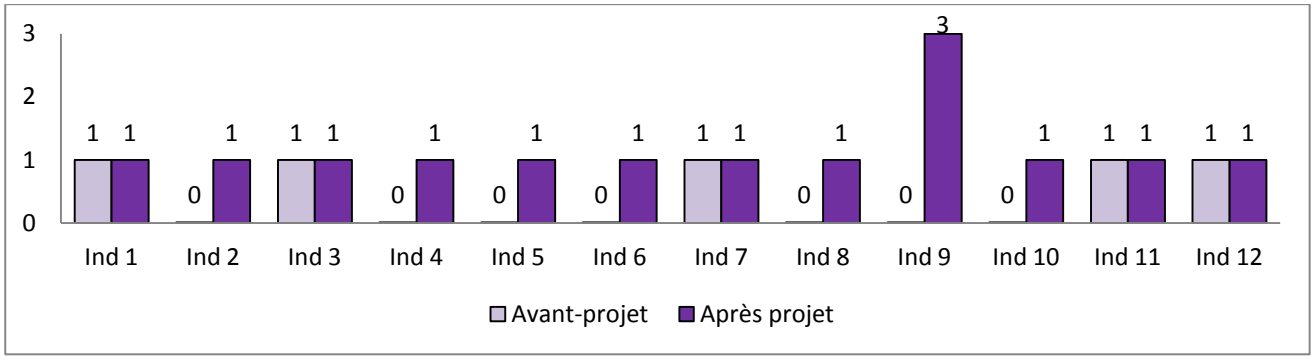
Nous proposons d'analyser les résultats obtenus axe par axe afin d'analyser les actions de durabilité mises en place sur le quartier de Ravine Blanche.

1 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 1 : EVALUER L'ADAPTATION DE L'ESPACE URBAIN A L'ENVIRONNEMENT LOCAL

Axe 1	Axe 2	Axe 3
Avant-projet : 16 points	Avant-projet : 15 points	Avant-projet 16 points
Après projet : 41 points	Après projet : 46 points	Après-projet : 29 points
12 indicateurs	***17 indicateurs***	***21 indicateurs***

L'axe 1 s'attache à évaluer l'adaptation de l'espace urbain à son environnement local. Il obtient un total de 16 points à l'état initial. Il atteint grâce au projet un total de 41 points. Cet axe est constitué de 12 indicateurs.

Figure 286 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 1 avant et après projet



Ind 1: Porosité urbaine
Ind 2: Niveau de réflexion thermo-aéraulique
Ind 3: Environnement végétal des bâtiments
Ind 4: Protection solaire des toitures
Ind 5: Protection solaire des vitrages
Ind 6: Protection solaire des façades
Ind 7: Caractère traversant & poreux des logements
Ind 8: Protection solaire des espaces de passage
Ind 9: Protection solaire des espaces d'attente
Ind 10: Nature des matériaux urbains
Ind 11: Perméabilité des sols
Ind 12: Présence d'espaces de rétention des eaux

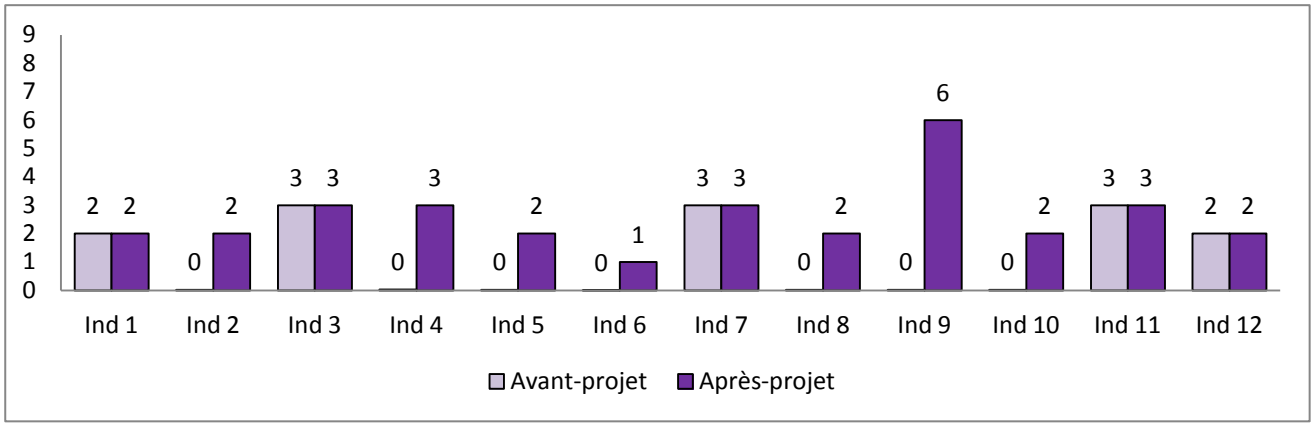


Figure 287 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur (pondérés) pour l'axe 1 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs)

Le quartier obtient ainsi pour l'axe 1 :

Figure 288 (TABLEAU) : Résultats obtenus pour l'axe 1

Résultats **Axe 1**	Non-pondéré	Pondéré par les coefficients
Avant-projet	5 points / 36 points	13 points / 81 points
Après-projet	14 points / 36 points	31 points / 81 points

1.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet.

Le quartier de Ravine Blanche d'après la grille n'était pas performant en termes de durabilité urbaine, concernant son adaptation vis-à-vis de l'environnement local.

Facteur d'évolution du nombre de points obtenus

Il est noté une augmentation des points obtenus dans cet axe 1, multipliés par un facteur 2,4 et 2,8 entre le quartier initial et les aménagements faits par le projet pour améliorer le quartier (données non pondérées et pondérées respectivement).Cette amélioration indique que le projet de Ravine Blanche considère de manière plus importante l'environnement local et en particulier les données climatiques locales dans les constructions de bâtis et les aménagements mis en place.

Comparaison des indicateurs de l'axe selon leurs niveaux de performance

7 indicateurs de l'axe 1 ne présentaient pas de performances suffisantes sur le quartier avant le projet selon le regard de la durabilité urbaine. Les 5 autres indicateurs obtenaient un niveau de Base en termes de durabilité. Après le projet, 11 indicateurs sur 12 obtiennent un niveau de performance Base et 1 indicateur parvient à un niveau « très performant ». Tous les indicateurs détiennent donc après projet des capacités de durabilité urbaine. Sur les 12 indicateurs, 7 sont ainsi en amélioration plus que significative.

Observons plus précisément indicateur par indicateurs, selon les résultats obtenus, les évolutions apportées et les facteurs qui permettent de juger de cela :

1.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet

Voici la présentation détaillée des résultats des indicateurs pour le quartier de Ravine Blanche :

Indicateurs 1 et 2 concernant le respect des conditions aérauliques et de disposition des bâtiments sur le quartier.

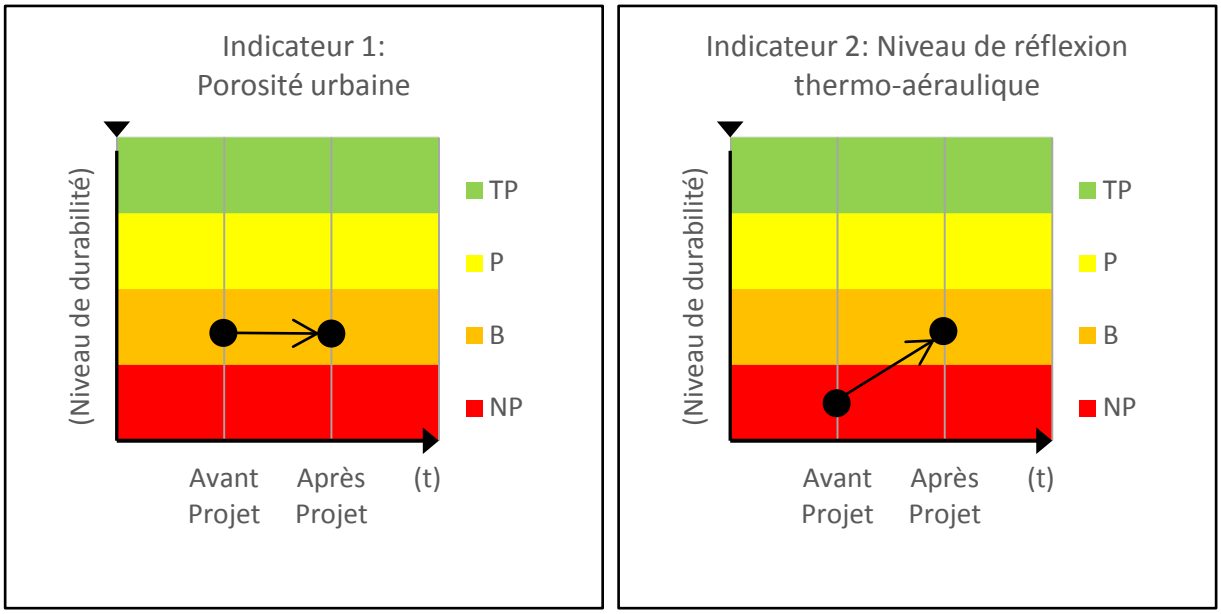


Figure 289 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 1 et 2 liés au comportement aéraulique de l'espace urbain

Les constructions qui étaient construites sur le quartier de Ravine Blanche avant-projet, n'avaient pas fait dans les années 1980 l'objet de concertations spécifiques par rapport à l'adaptation au climat. Les bâtiments étaient apposés sur le quartier sur un modèle de construction principalement métropolitain.

Il apparaît que le Projet de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche (P.R.U.R.B.) prend en compte dans la construction des nouveaux bâtiments l'orientation de ces derniers vis-à-vis du rayonnement solaire. Nous notons la favorisation de bonnes conditions aérauliques avec des bâtiments sous formes fragmentées plutôt que des îlots fermés. Les nouvelles opérations parviennent ainsi à un niveau de base concernant ces indicateurs. L'indicateur 2 passe au niveau de base. L'indicateur 1 reste similaire.

Cependant la grande porosité urbaine permise avant-projet par des opérations entourées de verdure est peu modifiée par les opérations. Cet indicateur n'a pas été quantitativement testé car les plans des architectes n'étaient pas fournis à la date de l'évaluation. Nous pouvons cependant anticiper que les nouvelles constructions modifieront le passage de l'air et diminueront légèrement la valeur de l'indicateur 1.

Indicateur 3 concernant l'environnement végétal des bâtiments

Figure 290 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 3 Environnement végétal des bâtiments

Le bâtiment est-il environné de bandes végétalisées sur tout son périmètre afin de réduire l'accumulation de chaleur au sol et éviter qu'elle soit retransmise en intérieur du bâti?		
Présence ou non de bande végétalisée autour du bâtiment.	B	Au moins 50% des bâtis sont entourés de bandes végétalisées sur au moins 3 m de largeur
	P	Au moins 50% des bâtis sont entourés de bandes végétalisées de 5 à 10 m de largeur
	TP	Au moins 50% des bâtis sont entourés de bandes végétalisées de plus de 10 m de largeur

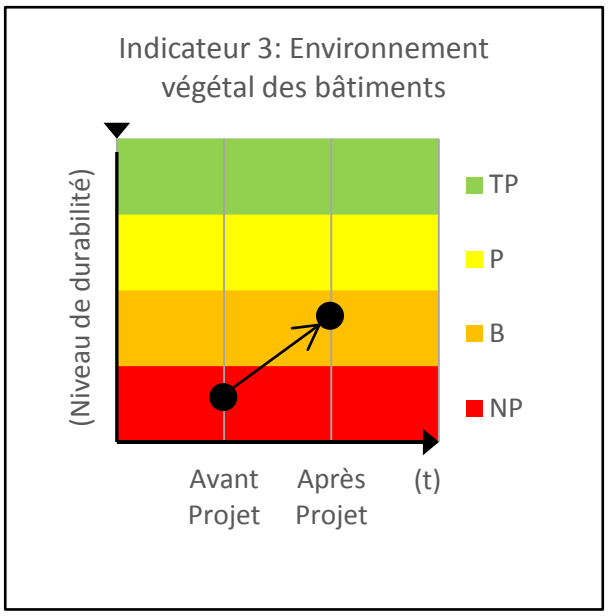


Figure 291 (PHOTO) : La résidentialisation des bâtiments qui permet d'améliorer la richesse végétale au pied des bâtis

Figure 292 (GRAPHE): Résultats obtenus pour l'Indicateur 3 lié à l'environnement végétal des bâtiments

Nous remarquons globalement que le quartier présente une surface extrêmement végétalisée. En effet, une majorité des immeubles existants sont entourés de nappes vertes herbeuses. Ces étendues vertes si elles sont nombreuses pourraient cependant être plus riches en termes de strates arbustives pour être efficaces thermiquement de manière optimale. Certains habitants se sont attribués spontanément les espaces publics devant chez eux, la démarche n'est pas généralisée cependant. Globalement le quartier présente initialement de bonnes caractéristiques thermiques dû à cet environnement vert des bâtis. Ces caractéristiques sont entretenues avec le projet et se trouvent même renforcées : (i) Des préconisations d'environnement végétal des habitats sont faites pour les nouvelles opérations construites. (ii) La richesse végétalisée autour des bâtiments existants est améliorée par l'attribution d'espaces de terrain aux habitants des rez-de chaussée. Elle incite à l'appropriation de l'espace. Les habitants sont indirectement invités à participer à l'enrichissement végétal de l'espace public (devenu privé) tout en concourant à l'amélioration du contexte thermique de leur logement et de l'espace urbain du quartier.

Indicateurs 4 à 7 concernant l'adaptation structurelle de bâtiments au climat local

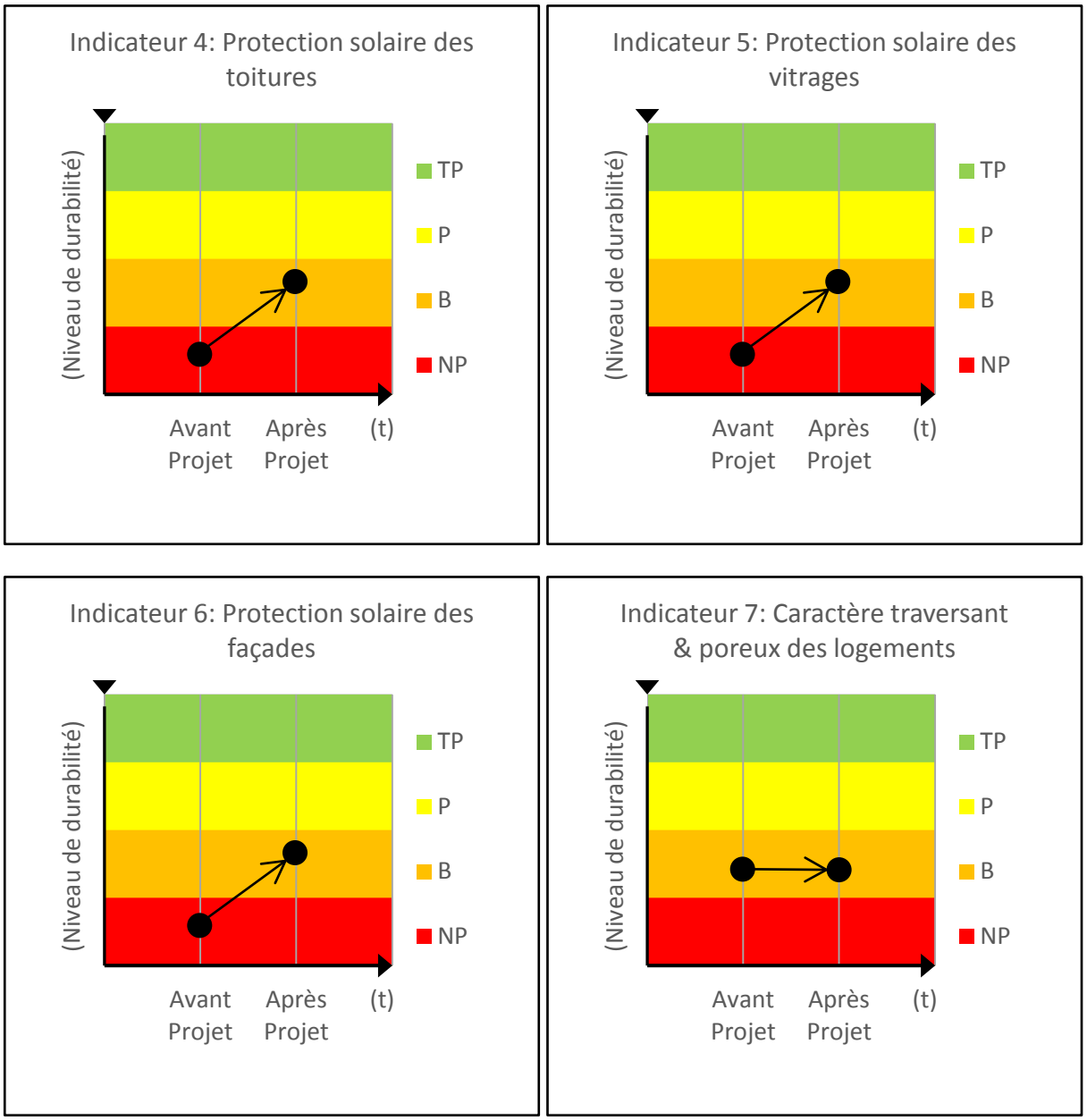


Figure 293 (GRAPHES) : Résultats des indicateurs 4, 5 ,6 et 7 relatifs à l'adaptation structurelle des bâtiments au climat

Les modèles de bâtiments initialement proposés sur le quartier n'étaient pas conçus en fonction du contexte très ensoleillé du quartier. Des éléments comme la construction de bâtiments avec des cages d'ascenseur centrales, ne favorisent pas la ventilation des logements, la présence d'ouvrants clos, l'inexistence de pare-soleil sur les logements ou de volets protecteurs de soleil sur les bâtiments, l'inexistence de varangues permettent d'affirmer cela. Les nouvelles opérations respectent les prescriptions PERENE, la rénovation de certains logements comprend des mesures en faveur d'un meilleur confort climatique. Il sera cependant nécessaire de vérifier après travaux grâce à des mesures dans les logements.

Indicateurs 8 et 9 concernant la protection solaire des espaces publics

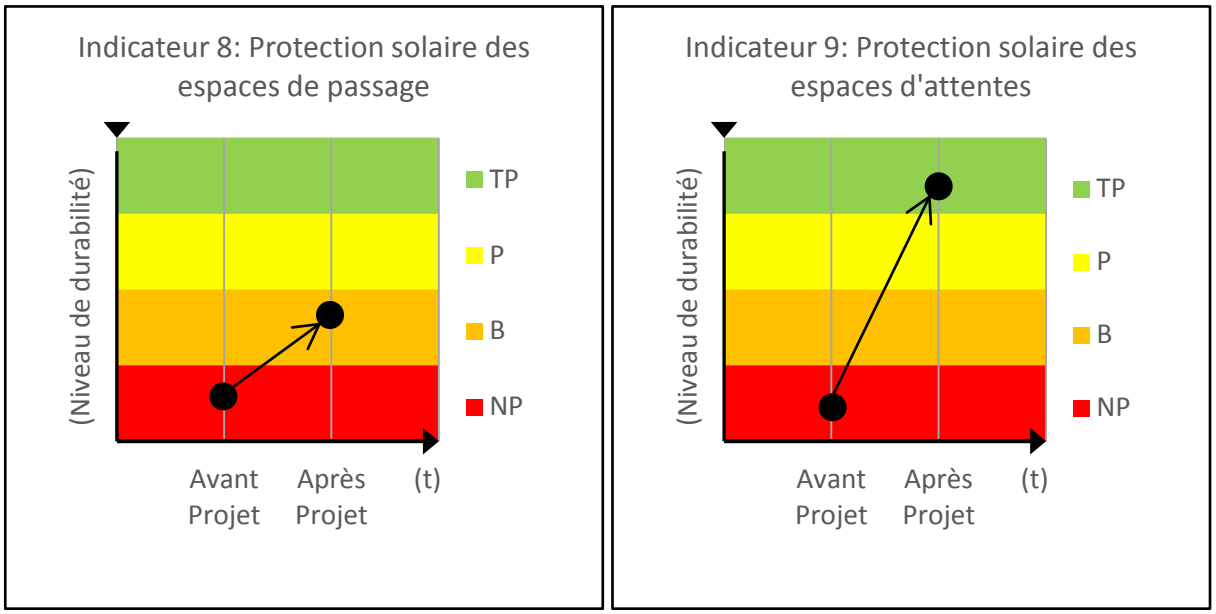


Figure 294 (GRAPHE) : Résultats des Indicateurs 8 et 9 liés à la protection solaire des espaces publics

Avant le projet le quartier ne proposait que de rares espaces ombragés. Sur ce territoire où une majorité des déplacements se fait à pied ou en transport en commun, il était nécessaire d'offrir un confort aux piétons. Des plantations d'arbres et d'espaces ombragés doivent permettre d'améliorer les conditions de confort dans les rues et sur les pistes cyclables.

Les arrêts de bus et espaces d'attentes sont prévus d'être couverts, ou de faire l'objet de plantations attenantes. Ainsi, grâce à ces mesures, l'indicateur de la protection solaire des espaces d'attentes (ind 8) atteint le niveau « très performant » ce qui est excellent.

L'impact de la protection solaire des espaces urbains demeure très significatif positivement sur la vie des habitants, sur leur mode de vie et leurs déplacements. Cet indicateur est l'exemple d'une action simple et peu coûteuse qui peut être mise en place dans le cadre d'un éco-quartier.

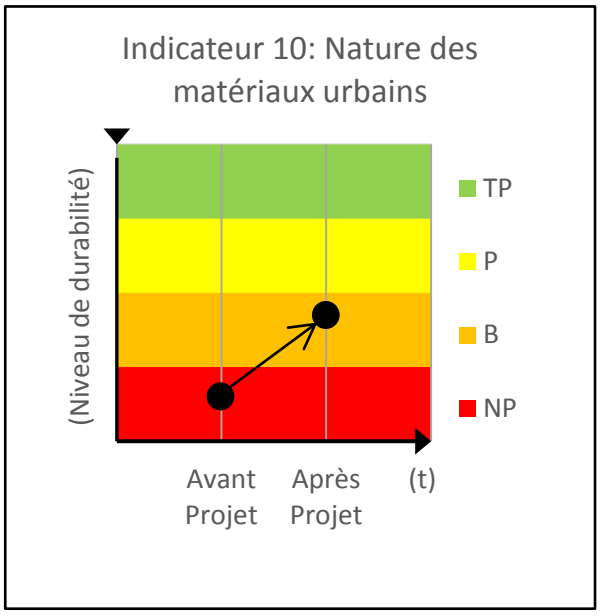
Figure 295 (PHOTO) : Espace d'attente ombragé au Patio

Figure 296 (PHOTO) : Trottoir ombragé, le long du canal Sorema

Indicateur 10 concernant le choix des matériaux vis-à-vis de la captation de chaleur

Figure 297 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 10 Nature des matériaux urbains

L'albédo (Fraction d'énergie réfléchie par le matériau) des matériaux urbains est-il important? Les matériaux captent-ils peu la chaleur?		
Caractère absorbant (en terme de chaleur) des matériaux utilisés pour les stationnements, trottoirs, voies urbaines…	B	Entre 0 et 20% de voiries et parkings constitués de matériaux absorbants peu la chaleur
	P	Entre 20 et 30% de voiries et parkings constitués de matériaux absorbants peu la chaleur
	TP	Plus de 30 et 40% de voiries et parkings constitués de matériaux absorbants peu la chaleur



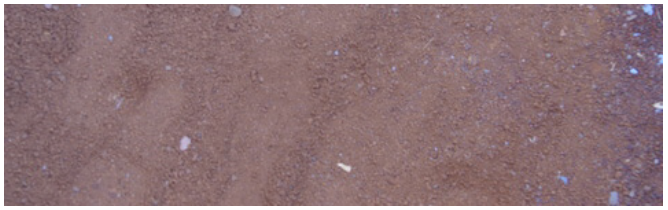


Figure 298 (PHOTO) : Terre compactée pour les cheminements piétons

Figure 299 (PHOTO): Copeaux agglomérés autour des arbres

Figure 300 (GRAPHE): Résultats de l'Indicateur 10 lié au choix des matériaux urbains vis-à-vis de la captation de chaleur

Le quartier est fortement constitué initialement de surfaces minéralisées, malgré le fort taux d'étendues vertes. En effet, les voies urbaines assez larges, ainsi que les parkings du quartier constituées de bitume, ne sont pas favorables au contexte thermique en milieu tropical.

Le projet prévoit d'introduire des préconisations en termes de choix des matériaux urbains afin de proposer de nouvelles solutions autres que l'emploi de bitume. Ces solutions permettent d'améliorer le contexte du quartier selon ce critère.

Indicateur 11 et 12 concernant la perméabilité du sol vis-à-vis de l'écoulement des eaux

Figure 301 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 11 Perméabilité des sols

Les sols sont-ils perméables?		
Perméabilité urbaine	B	> 30%
	P	> 40%
	TP	> 50%

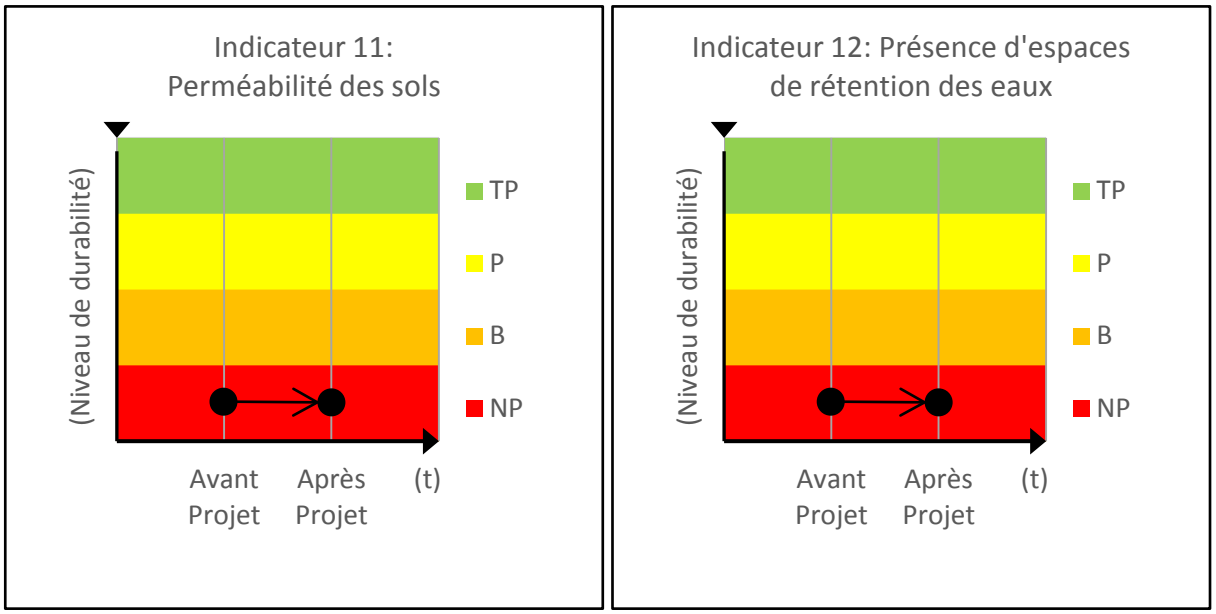


Figure 302(GRAPHES): Résultats des Indicateurs 11 et 12 liés à l'infiltration des eaux pluviales dans le sol

Au niveau de la perméabilité des sols, la présence de nappes de parkings bitumés empêche l'infiltration de l'eau dans les sols et ne respecte pas l'écoulement naturel des eaux. Globalement sur le quartier la proportion de surfaces minérales par rapport aux surfaces végétalisées varie peu, voire diminue avec les nouvelles constructions sur le site. Le quartier avec un pourcentage de perméabilité d'environ 35% reste exemplaire vis-à-vis de sa gestion du foncier car la surface offerte est grande. Ce taux peut être amélioré avec une gestion différente des parkings et des voiries. Le quartier n'est initialement pas ou très peu équipé d'espaces de rationalisation des eaux, tels que des noues ou bassins de rétention.

L'aménagement du parc urbain, présente en son cœur un bassin d'écrêtage qui favorise cet écoulement.

Figure 303 (PHOTO) : Dispositifs de gestion des eaux dans le parc

De plus, des drains présents sous les chaussées perméables dans les rues, permettent d'améliorer la situation.

1.3 Synthèse de l'axe

Les résultats peuvent paraître légers. Cependant ils s'expliquent par différents éléments :

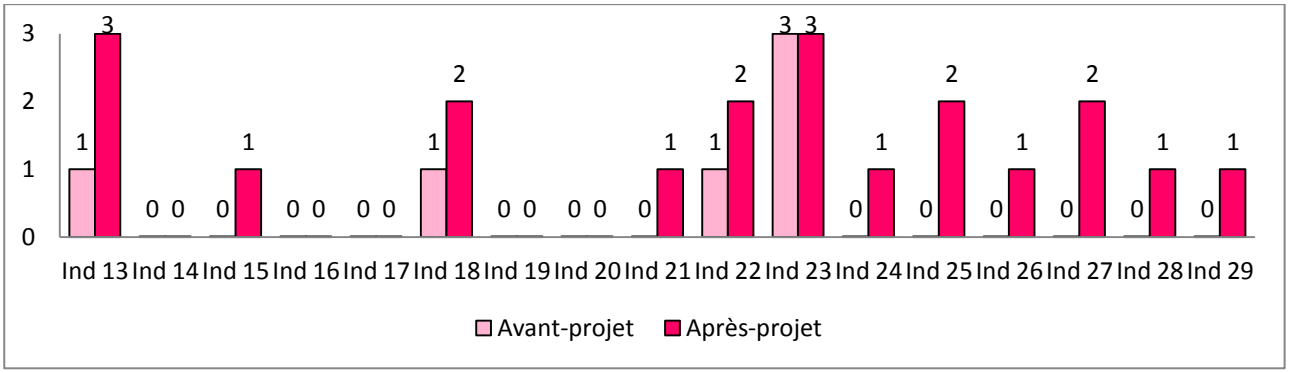
- ⇨ Une faible évolution entre la situation initiale du quartier et la situation projetée car la proportion de bâtiments nouveaux est faible: uniquement 27 parcelles nouvelles comparé au nombre total de bâtis. Dans cet axe est abordée la structuration même de l'espace urbain : l'utilisation du foncier, la structuration générale des bâtiments. L'état déjà bâti du quartier limite les possibilités de mutation: une grande proportion est figée.
- ⇨ Certains indicateurs apparaissent à la limite des seuils fixés :
    - o l'indicateur 7 sur le caractère traversant des logements atteint après-projet un score de 48%, avec 2% de plus de logements concernés, il pouvait prétendre au niveau Performant.
    - o L'indicateur 8 obtient un score de 48% et reste très proche du niveau supérieur fixé à 50%.
    - o L'indicateur 11 avant-projet atteint 37% de perméabilité du sol alors que le seuil supérieur est fixé à 40%.
    - o L'indicateur 12 après-projet relatif aux installations d'infiltration des eaux concerne 15% de la surface du quartier.
    - o Le seuil pour accéder au niveau supérieur est à 20%. La limite est aussi proche pour accéder au niveau supérieur.
- ⇨ Deux indicateurs sont en baisse : celui relatif à la porosité urbaine (ind 1) et celui qui s'intéresse à la perméabilité des sols (ind 11). Le résultat obtenu s'explique par l'implantation de constructions nouvelles liées au projet qui agissent de façon directe sur les facteurs considérés.

2 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 2 : EVALUER L'IMPACT DE L'ESPACE URBAIN SUR L'ENVIRONNEMENT :

Axe 1	Axe 2	Axe 3
Avant-projet : 16 points	Avant-projet : 15 points	Avant-projet 16 points
Après projet : 41 points	Après projet : 46 points	Après-projet : 29 points
12 indicateurs	***17 indicateurs***	*21 indicateurs*

L'axe 2 qui cherche à évaluer l'impact de l'espace urbain, accumule un total de 15 points à l'état initial et atteint avec le projet un total de 46 points. Cet axe est constitué de 17 indicateurs.

Figure 304 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 2 avant et après projet



Ind 13: Equipement en chauffe-eau solaires
Ind 14: Consommation énergétique des bâts
Ind 15: Solutions énergético-économes urbaines
Ind 16: Quantification de la production ENR
Ind 17: Fiabilité des modes de production en ENR
Ind 18: Solutions hydro-économes
Ind 19: Récupération des eaux pluviales
Ind 20: Gestion des eaux usées
Ind 21: Compostage des déchets
Ind 22: Tri des déchets
Ind 23: Occupation du sol par le bâti
Ind 24: Occupation du sol par les parkings
Ind 25: Qualité des espaces végétalisés
Ind 26: Entretien des espaces végétalisés
Ind 27: Favorisation des espèces endémiques
Ind 28: Fréquence d'arbres par voirie
Ind 29: Dispositifs de phytoremédiation

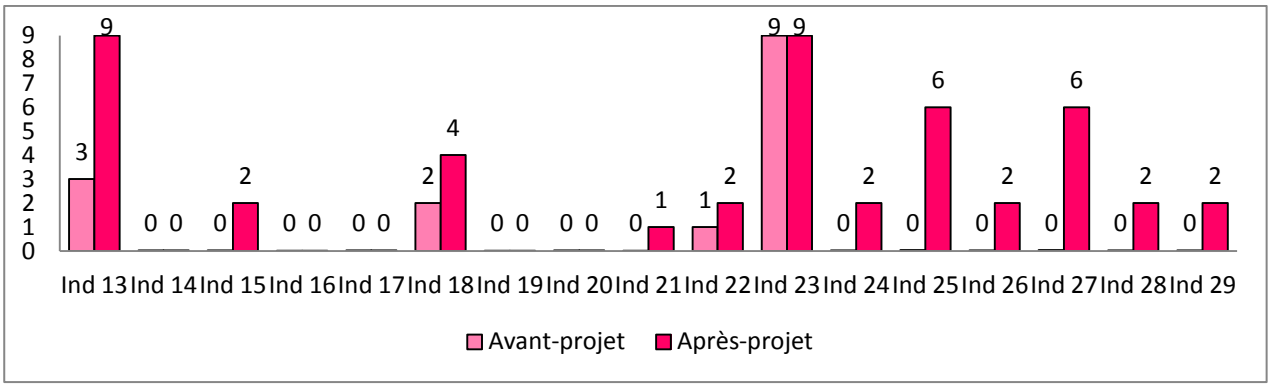


Figure 305 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur (pondérés) pour l'axe 2 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs)

Le quartier obtient ainsi pour l'axe 2 :

Figure 306 (TABLEAU): Résultats obtenus par l'axe 2

Résultats **Axe 2**	Non-pondéré	Pondéré par les coefficients
Avant-projet	6 points / 51 points	15 points / 102 points
Après-projet	20 points / 51 points	47 points / 102 points

2.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet.

Facteur d'évolution du nombre de points obtenus

Le nombre de points accumulés est triplé grâce au projet de rénovation urbaine.

Comparaison des indicateurs de l'axe selon leurs niveaux de performance

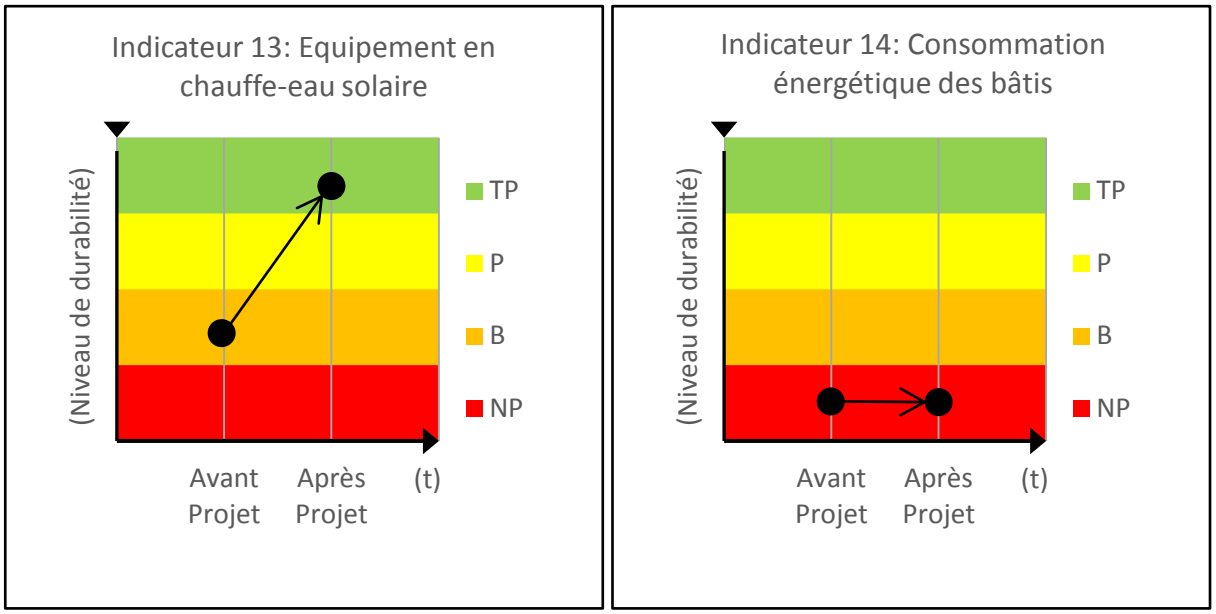
Avant-projet, sur 17 indicateurs, 13 d'entre eux sont non performants en termes de durabilité, ce qui représente 75% des indicateurs non performants. Le quartier dans sa construction initiale ne bénéficiait pas de mesures d'utilisation économe des ressources (à part les chauffe-eau solaires), ni de processus spécifiques (à part le tri des déchets) de valorisation des ressources, ni d'actions spécifiques sur la végétation. Le cadre était globalement vert certes, avec la présence de pelouses autour des bâtiments, cependant ces espaces désertiques restaient peu utilisés et peu aménagés. Les actions de rééquilibrage des processus de consommation et de valorisation amorcent un retour vers un cycle de ressources plus vertueux.

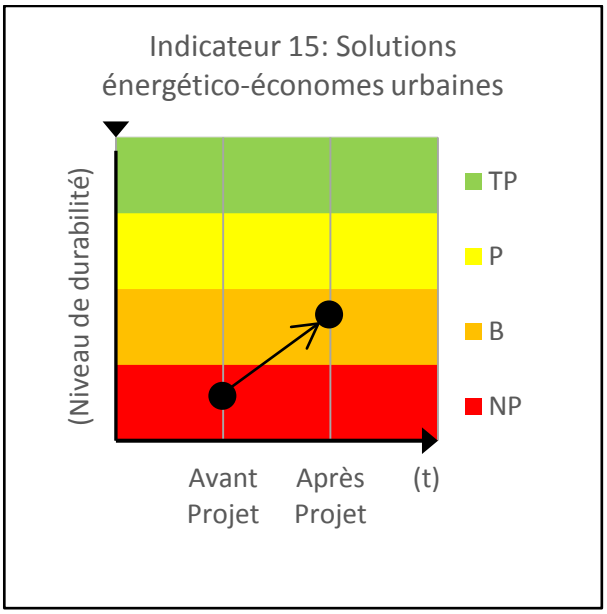
Après-projet, les mesures permettent de limiter le nombre d'indicateurs non performants au nombre de 5. Sur les 17 indicateurs 2 d'entre eux atteignent un niveau « Très performant.», 4

un niveau « performant », 6 un niveau de performance « base ». Les résultats obtenus révèlent des efforts de diminution de la consommation d'énergie, d'eau, de foncier dédiés aux bâtis et voiries. Le P.R.U.R.B. n'a pas misé sur la production énergétique locale, ni sur la valorisation des eaux usées et pluviales. Les 4 indicateurs de la grille concernant ces thématiques ne peuvent s'appliquer et restent non performants (Indicateurs 16, 17, 19, 20). Les autres indicateurs sont globalement en progression, même si les améliorations apportées pour l'indicateur 14 ne lui permettent pas d'atteindre un niveau supérieur. Les indicateurs montrent un réel investissement du P.R.U.R.B. pour la réintroduction de végétalisation dans le quartier.

2.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet

Indicateurs 13 à 15 concernant la diminution de la consommation énergétique du quartier





On note un très bon taux d'équipement en chauffe-eau solaire dans le quartier, particulièrement après le projet. Cet indicateur qui obtenait déjà un niveau de Base avant-projet améliore encore ses résultats avec un niveau très performant suite à l'équipement systématique des logements. La pratique de tels équipements est courante sur l'île de La Réunion, ces mesures permettent de diminuer la consommation énergétique globale.

Figure 307 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 13 à 15 liés aux économies d'énergie

Au niveau de la consommation plus générale des logements, il y a moins de possibilités d'actions sur l'existant. Malgré les réhabilitations, les améliorations apportées par le projet ne permettent pas d'atteindre le niveau de base. Au niveau de la consommation des espaces urbains, la remise à neuf du réseau urbain permet la mise en place de solutions urbaines plus économes en énergie. Le quartier améliore ainsi ses résultats sur ce critère.

Indicateurs 16 et 17 concernant la production énergétique renouvelable sur le quartier

Figure 308 (TABLEAU): Seuils de l'indicateur 16 Quantification de la production E.N.R.

La production électrique réalisée avec des énergies renouvelables permet-elle de compenser les dépenses énergétiques du quartier? (Quantification de la production énergétique)		
Consommation énergétique globale du quartier, comparée à la production globale locale	B	Au moins 30% des besoins compensés
	P	Au moins 60% des besoins compensés
	TP	Au moins 90% des besoins compensés voire production électrique supplémentaire.

Figure 309 (TABLEAU): Seuils de l'indicateur 17 Fiabilité des modes de production E.N.R.

Le quartier, la commune, l'intercommunalité produisent ils de l'électricité à partir d'énergie renouvelable? Si oui, ces sources sont-elle non intermittentes?		
Le quartier permet-il de fournir au réseau électrique des énergies renouvelables non intermittentes?	B	Production électrique exclusivement réalisée à partir de PV et/ou d'éoliennes ou autre source d'ENR intermittentes
	P	Au moins 40% de la production énergétique se fait à partir de sources d'ENR non intermittentes
	TP	Production électrique issue à plus de 80% d'énergies durables non intermittentes (Exemple: Biogaz, ETM)

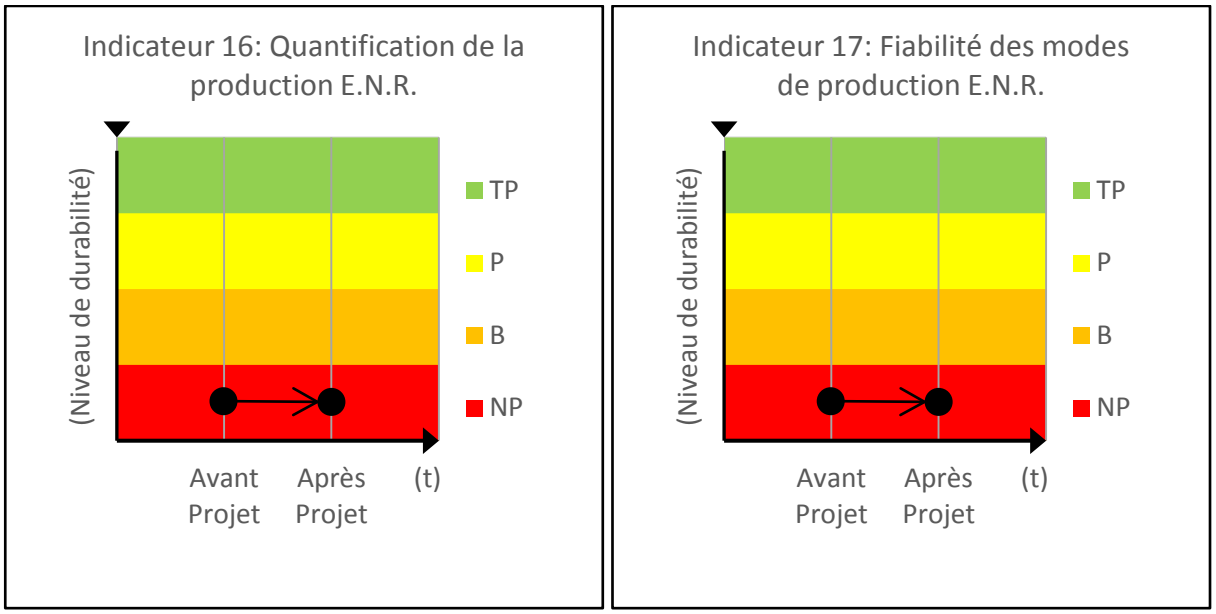


Figure 310 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 16 et 17 liés à la production énergétique renouvelable

Le quartier de Ravine Blanche n'a pas choisi de miser sa durabilité sur la production énergétique renouvelable.

Indicateurs 18 à 20 concernant des solutions de diminution de consommation de l'eau sur le quartier

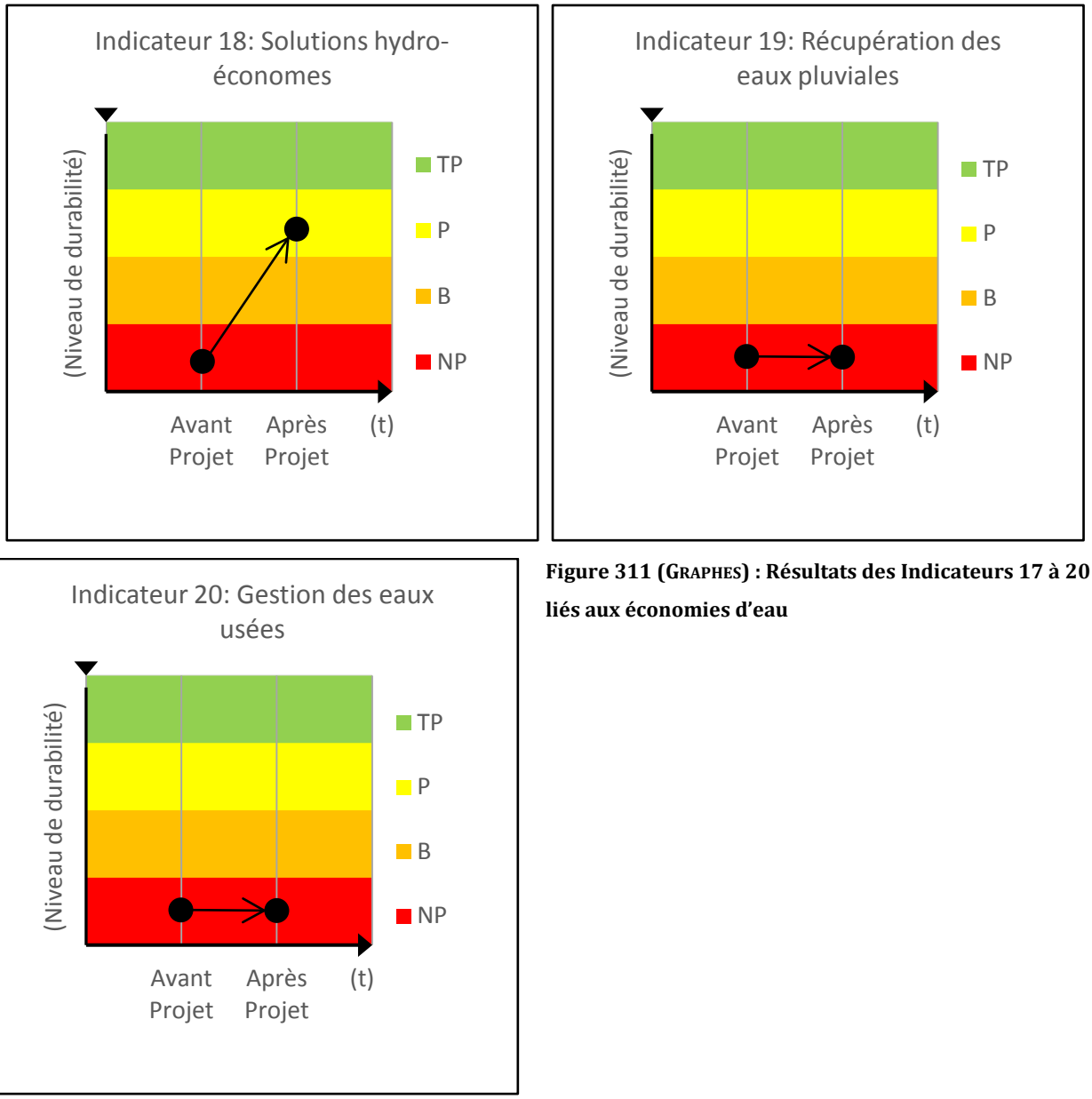


Figure 311 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 17 à 20 liés aux économies d'eau

Le quartier ne bénéficie initialement d'aucune mesure permettant de diminuer la consommation d'eau. La mise en place de solutions de diminution de la consommation dans les ménages (Indicateur 18), permet d'atteindre un niveau Performant sur cette thématique. Concernant les solutions de revalorisation des eaux pluviales (Indicateur 19) et d'eaux grises (Indicateurs 20) à l'usage des jardins ou de postes d'eaux non consommables, elles n'ont pas été mises en place dans le quartier. Les indicateurs restent ainsi non performants avant et après-projet.

Indicateurs 21 et 22 concernant la gestion des déchets

Figure 312 (TABLEAU) : Seuils de l'indicateur 21 Compostage des déchets

Le compostage est-il possible dans les foyers? Des seaux de bio compostage sont-ils mis à disposition des habitants?		
Ratio de logements équipés de bio composteurs par rapport au nombre total de logements sur le quartier	B	Entre 10 et 40% de logements équipés en bio composteurs
	P	Entre 40 et 70% des logements équipés en bio composteurs
	TP	Plus de 90% des logements équipés en bio composteurs

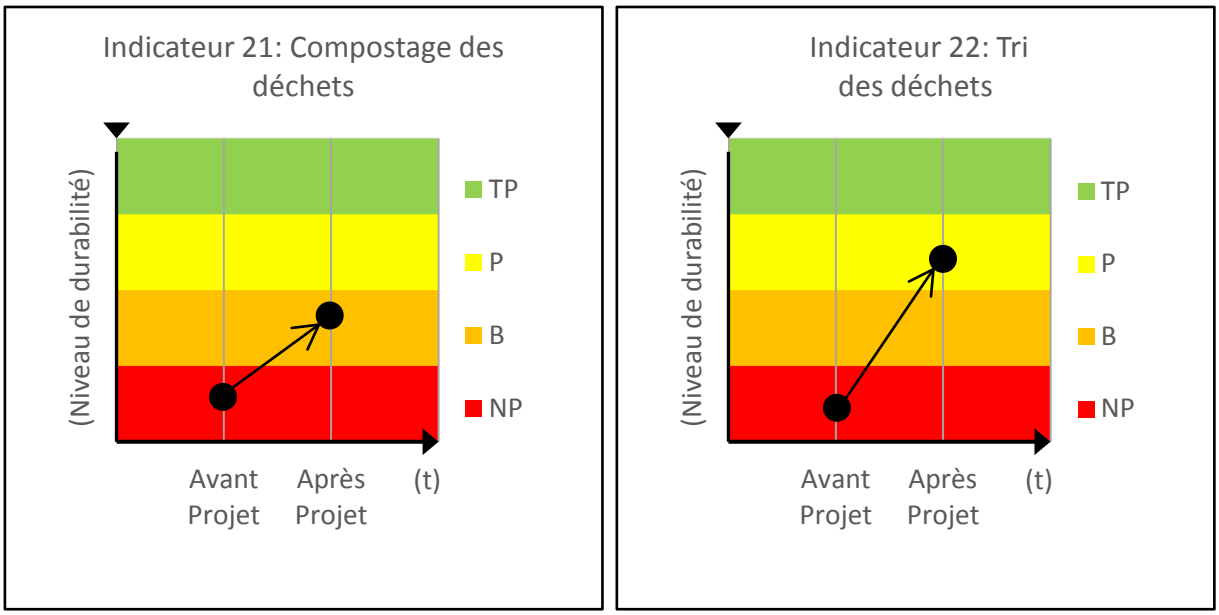


Figure 313 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 21 et 22 liés au recyclage des déchets

Concernant la revalorisation des déchets, des améliorations s'observent sur le quartier avec l'équipement systématique de composteurs pour les nouvelles et les opérations existantes. Cette solution permet aux habitants de valoriser les espaces végétalisés de leur espace de vie et des espaces publics. Pour les postes de tri sur le quartier, la situation est améliorée à travers un dispositif des zones de récupération des déchets.

Figure 314 (PHOTO) : Des espaces dédiés à la récupération des déchets verts et encombrants, disposés de manière régulière dans le quartier

Figure 315 (PHOTO): Espace de poubelles ombragé dans une opération réhabilitée

Indicateurs 23 et 24 concernant l 'économie de foncier pour les bâtis, voiries et parkings au profit d'espaces communs

Figure 316 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 23 Occupation du sol par le bâti

Les bâtis occupent-ils l'espace de manière économe?		
% de surface d'occupation du sol par le bâti	B	Entre 50 et 60%
	P	Entre 40 et 50%
	TP	Entre 20 et 40%

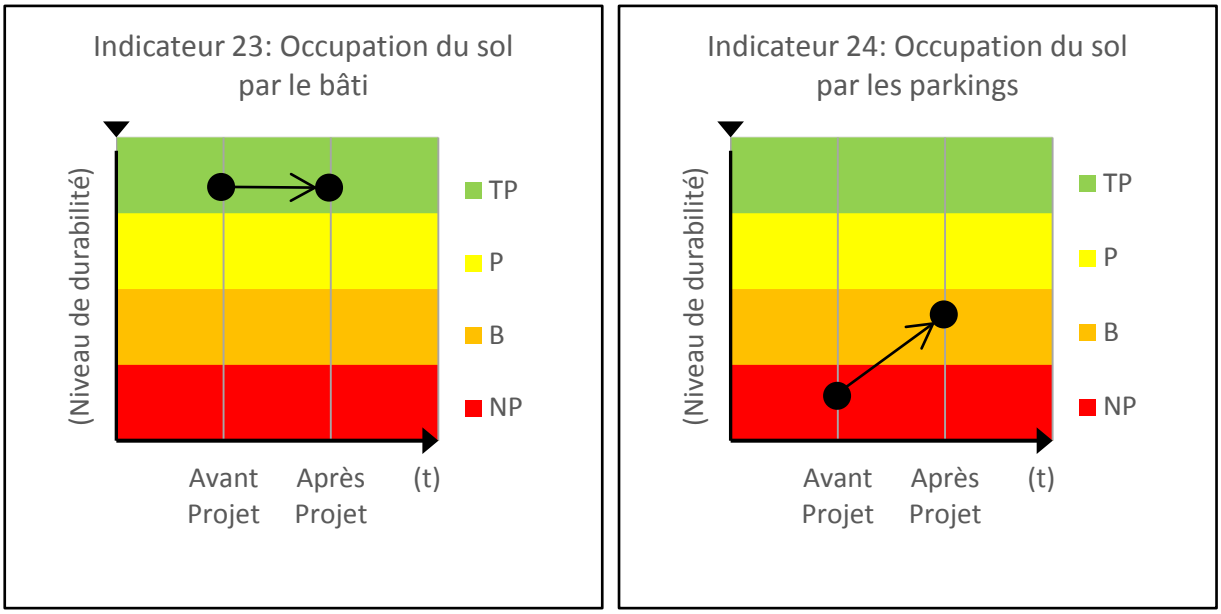


Figure 317 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 23 et 24 liés à l'économie de sol au profit des espaces pour les activités et la végétalisation

Le quartier présente initialement un faible taux de foncier dédié aux bâtis et aux voiries (Indicateur 23) qui permet potentiellement une valorisation pour d'autres activités au bénéfice des habitants ou de l'environnement. Le projet conserve cette caractéristique. Les indicateurs relatifs à la gestion du sol sont des indicateurs que nous qualifions de base pour un éco-quartier. Le projet est donc totalement en phase avec une démarche de quartier durable.

Des efforts sont également réalisés pour la gestion des parkings et pour limiter leur impact. Initialement le quartier est Non performant sur ce point: tous les parkings des bâtiments étaient surdimensionnés et étalés en nappes autour des bâtis. Les nouvelles opérations proposent des parkings en souterrain. De plus le ratio de places attribué est diminué afin de limiter la place de la voiture dans l'espace urbain et de l'attribuer plus aux piétons. Ces actions permettent d'obtenir un niveau de base de durabilité.

Indicateurs 25 à 29 concernant la favorisation de la végétalisation sur le quartier

Figure 318 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 25 Qualité des espaces végétalisés

Les espaces verts sont-ils de simples étendues d'herbes peu intéressantes du point de vue floristique et de l'absorption de l'eau par le sol; ou permettent-ils de recréer un écosystème à l'intérieur de la ville? Observe-t-on une diversité d'espèces et de strates arbustives?		
Nature des espaces végétalisés - Appréciation paysagère de la densité des espèces dans l'espace et de la présence de différentes strates (verticales). Des écosystèmes sont-ils récréés dans la ville?	B	Les espaces végétalisés sont des étendues d'herbes sur lesquelles apparaissent quelques espèces plantées de façon fragmentée.
	P	Les étendues d'herbes sont plantées de nombreuses espèces.
	TP	Les espaces végétalisés sont denses, présentent différentes hauteurs de végétation (strate herbacée, arbustive et arborée), permettent le développement d'un écosystème dense, le développement de zones d'ombres, la mise en place grâce à une stratégie végétale d'un véritable parcours récréatif de verdure et de détente.

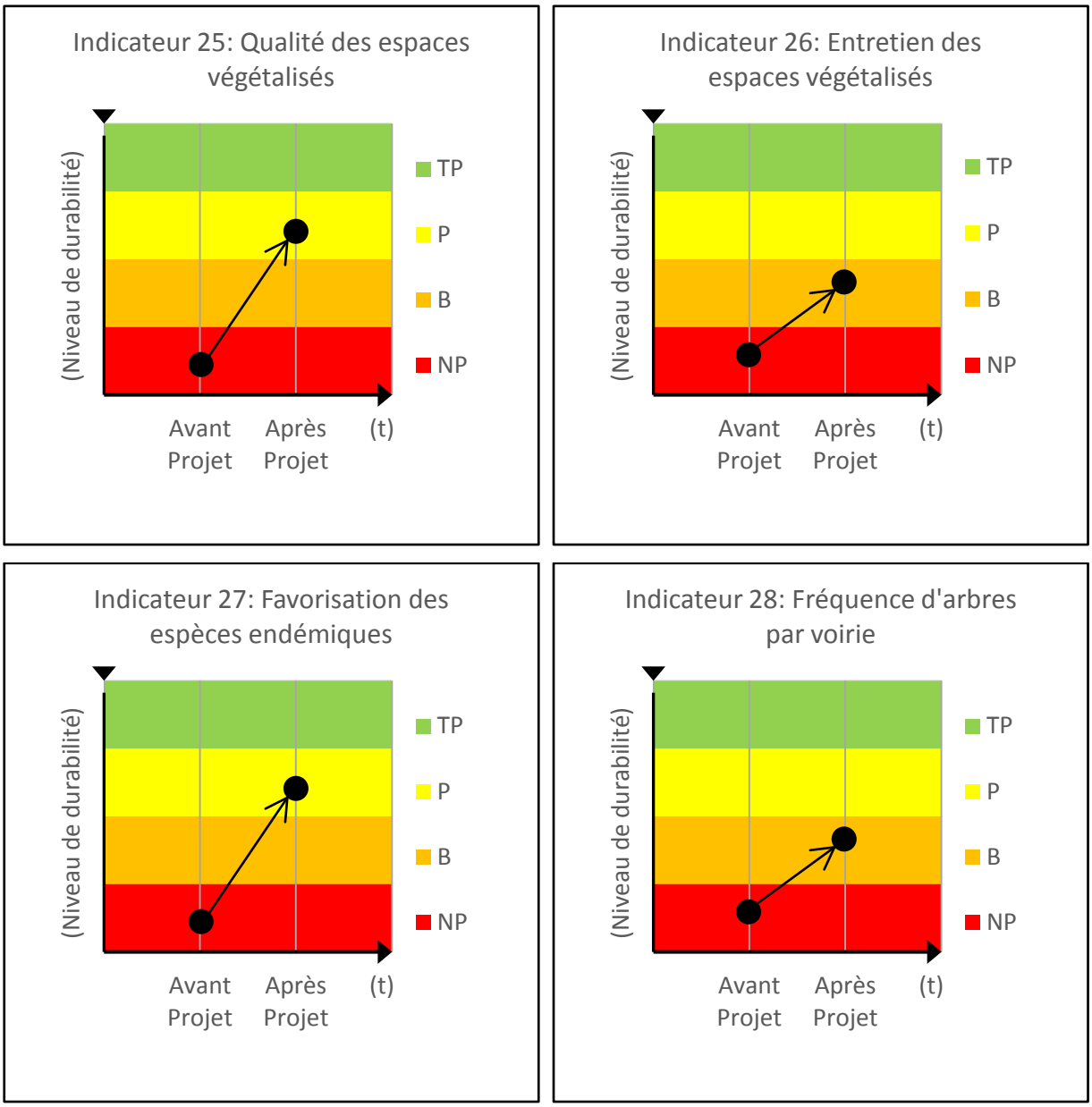
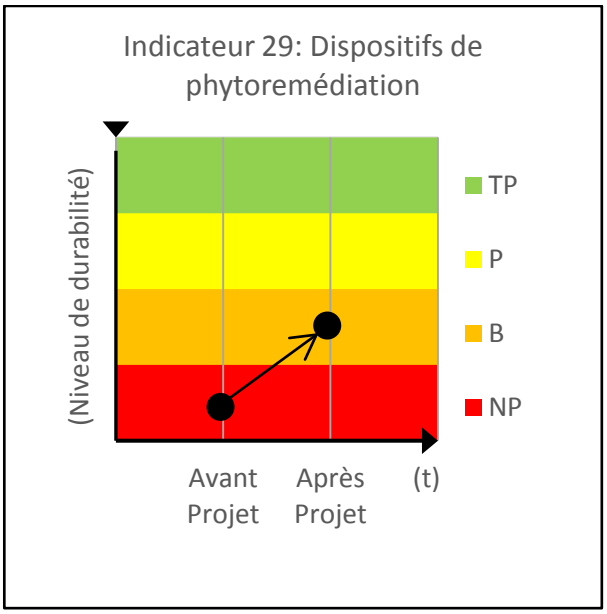


Figure 319 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 25, 26, 27 et 28 liés à la mise en place d'espaces végétalisés riches



Les 5 indicateurs liés à la végétalisation sont en évolution. Ils traduisent l'attention portée à ces espaces végétalisés, à leur gestion, leur entretien et leur maintien. 2 d'entre eux d'ailleurs deviennent Performants.

Le quartier initialement comprend de nombreux espaces verts. Cependant ces espaces restaient pauvres: des pelouses autour des bâtiments et une friche située au milieu du quartier, non utilisable.

Figure 320 (GRAPHE) : Résultats de l'Indicateur 29 liés à la dépollution des sols et eaux par les végétaux

Le P.R.U.R.B. réinvestit cet espace en friche en la valorisant comme espace de nature et de détente, fournissant ainsi un poumon vert pour les habitants. Les pourtours des bâtiments sont réattribués aux habitants de rez-de-chaussée afin de leur offrir un espace extérieur dont ils ne disposaient pas auparavant. Au niveau des voiries et des espaces publics, le projet prévoit l'implantation de végétalisation le long des voiries (Indicateur 28) en favorisant les espèces endémiques (Indicateur 27). Cet indicateur atteint un niveau Performant.

Figure 321 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 27 Espèces endémiques

Les espèces endémiques sont-elles présentes sur le quartier?		
% d'espèces endémiques par rapport au % d'espèces totales implantées	B	30% à 50%
	P	50 à 70%
	TP	70 à 90%

Initialement le taux d'espèces endémiques sur le quartier était proche de 0%. Durant le projet, près de 50% des espèces plantées sont endémiques. Notons ici les efforts réalisés par la collectivité pour atteindre un tel résultat. Il sera nécessaire de vérifier après projet si les mesures projetées sont réellement mises en place. Le projet propose dans l'espace urbain des espaces plus riches en structures arbustives et plus diversifiés (Indicateur 25) participant ainsi à la création d'écosystèmes en ville, il prévoit aussi de favoriser l'ombrage pour les habitants. L'entretien des espaces végétalisés est pensé de manière différente qu'avant-projet en favorisant une gestion plus souple (Indicateur 26).

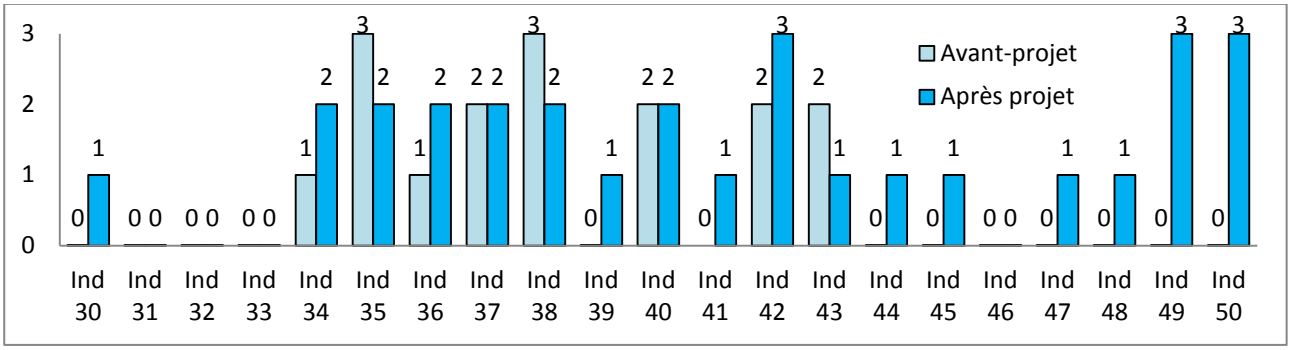
Concernant l'indicateur 29, certains espaces de phytoremédiation sont proposés et permettent d'obtenir un niveau de base.

3 COMMENTAIRES RELATIFS A L'AXE 3 : EVALUER L'ORGANISATION DE L'ESPACE URBAIN ET LA QUALITE DE VIE

Axe 1	Axe 2	Axe 3
Avant-projet : 16 points	Avant-projet : 15 points	Avant-projet 16 points
Après projet : 41 points	Après projet : 46 points	Après-projet : 29 points
12 indicateurs	***17 indicateurs***	***21 indicateurs***

L'axe 3 évalue l'organisation de l'espace urbain et de la qualité de vie. Il accumule un total de 17 points à l'état initial et 28 points avec le projet. Il est constitué de 21 indicateurs.

Figure 322 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 3 avant et après projet



Ind 30: Linéaire dédié aux déplacements doux
Ind 31: Parkings vélos (espaces publics)
Ind 32: Parkings vélos (espaces privés)
Ind 33: Systèmes de vélos en libre-service
Ind 34: Sites propres pour les T.C.
Ind 35: Liaisons assurées
Ind 36: Fréquence de desserte
Ind 37: Plage horaire de services des T.C.
Ind 38: Plage de parking par logement
Ind 39: Places de parkings publics
Ind 40: Services de proximité
Ind 41: Mixité fonctionnelle
Ind 42: Mixité sociale
Ind 43: Stratégie de résidentialisation
Ind 44: Diversité architecturale
Ind 45: Espaces communs des opérations
Ind 46: Espaces végétalisés publics
Ind 47: Vocabulaire routier
Ind 48: Sensibilisation des habitants
Ind 49: Participation des habitants
Ind 50: Innovation & caractère évolutif

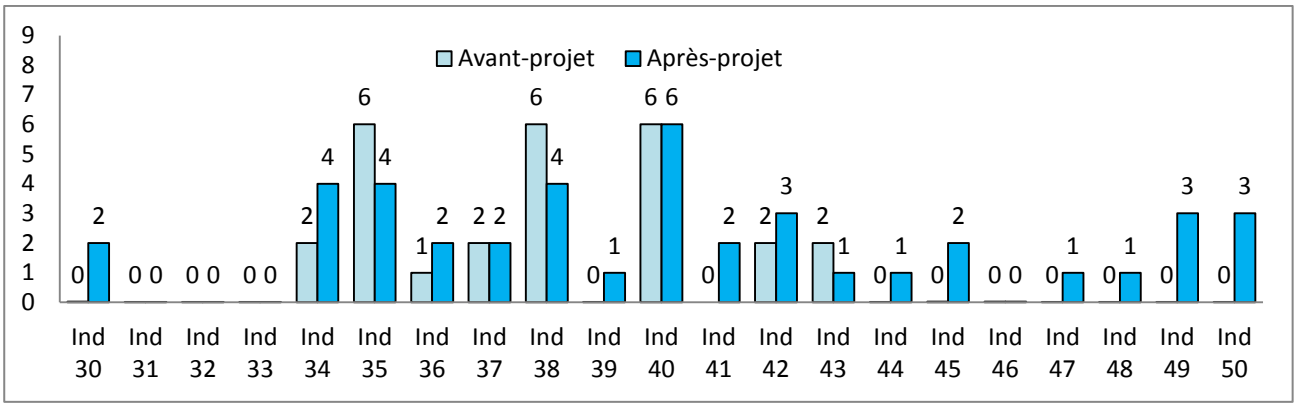


Figure 323 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateur par indicateur (pondérés) pour l'axe 3 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs)

Le quartier obtient ainsi pour l'axe 3 :

Figure 324 (TABLEAU) : Résultats obtenus par l'axe 3

Résultats **Axe 3**	Non-pondéré	Pondéré par les coefficients
Avant-projet	16 points / 63 points	29 points / 90 points
Après-projet	27 points / 63 points	42 points / 90 points

3.1 Analyse générale des résultats de l'axe Avant et Après-projet.

Facteur d'évolution du nombre de points obtenus

Entre la situation avant et après projet, le nombre de points augmente d'un facteur de 1,6 pour les résultats non-pondérés et de 1,4 pour les résultats pondérés. On note donc une amélioration de la situation du quartier concernant les performances de durabilité urbaine en termes d'organisation de l'espace urbain et de qualité de vie.

Comparaison des indicateurs de l'axe selon leurs niveaux de performance

Initialement, 13 des 21 indicateurs n'étaient pas performants. 2 d'entre eux étaient de base ; 4 Performants, et 2 Très Performants. Après projet, seuls 4 d'entre eux sont encore non performants ; 8 sont de niveau de base, 6 sont performants, 3 sont Très Performants. 2 indicateurs étaient très performants avant-projet. Is diminuent, mais parallèlement à cela, 3 autres indicateurs s'élèvent au niveau très performant.

On observe 6 indicateurs qui stagnent, 12 qui s'améliorent, 3 qui baissent de performance.

De manière globale, ce sont les indicateurs n°34, 35, 38 et 40 qui apportent des nombres de points importants.

3.2 Analyse spécifique des résultats indicateur par indicateur ; comparaison avant et après-projet

Voici la présentation détaillée des résultats des indicateurs pour le quartier de Ravine Blanche :

Indicateurs 30 à 33 concernant la favorisation des déplacements doux

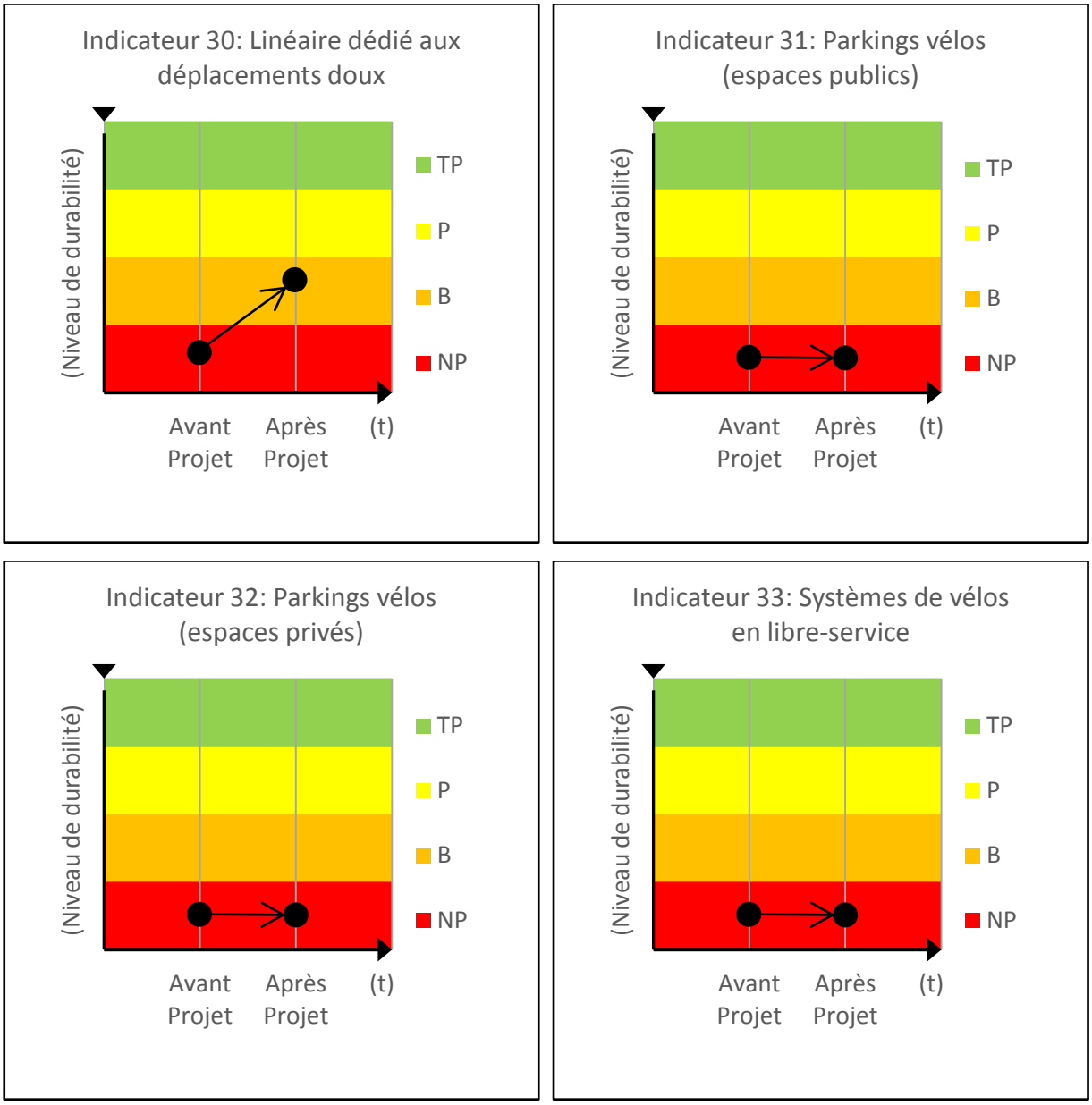


Figure 325 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 30, 31, 32,33 liés à la favorisation des déplacements doux

Au niveau des déplacements doux, l'offre n'était pas performante sur le site en termes de dispositifs de déplacements doux ; les 4 indicateurs le montrent. Pourtant la demande est forte ; les ménages non équipés de véhicules particuliers sont nombreux et le relief plat du quartier est incitatif. Après-projet la situation a peu évolué, sauf en ce qui concerne les linéaires dédiés aux déplacements doux (Indicateur 30) qui ont été améliorés tant en ce qui concerne les piétons que les pistes cyclables et atteignent un niveau de Base de durabilité. Les équipements dans l'espace public et les résidences valorisent peu la démarche vélo (indicateurs 31, 32, 33).

Indicateurs 34 à 37 concernant la favorisation de l'utilisation des transports en communs

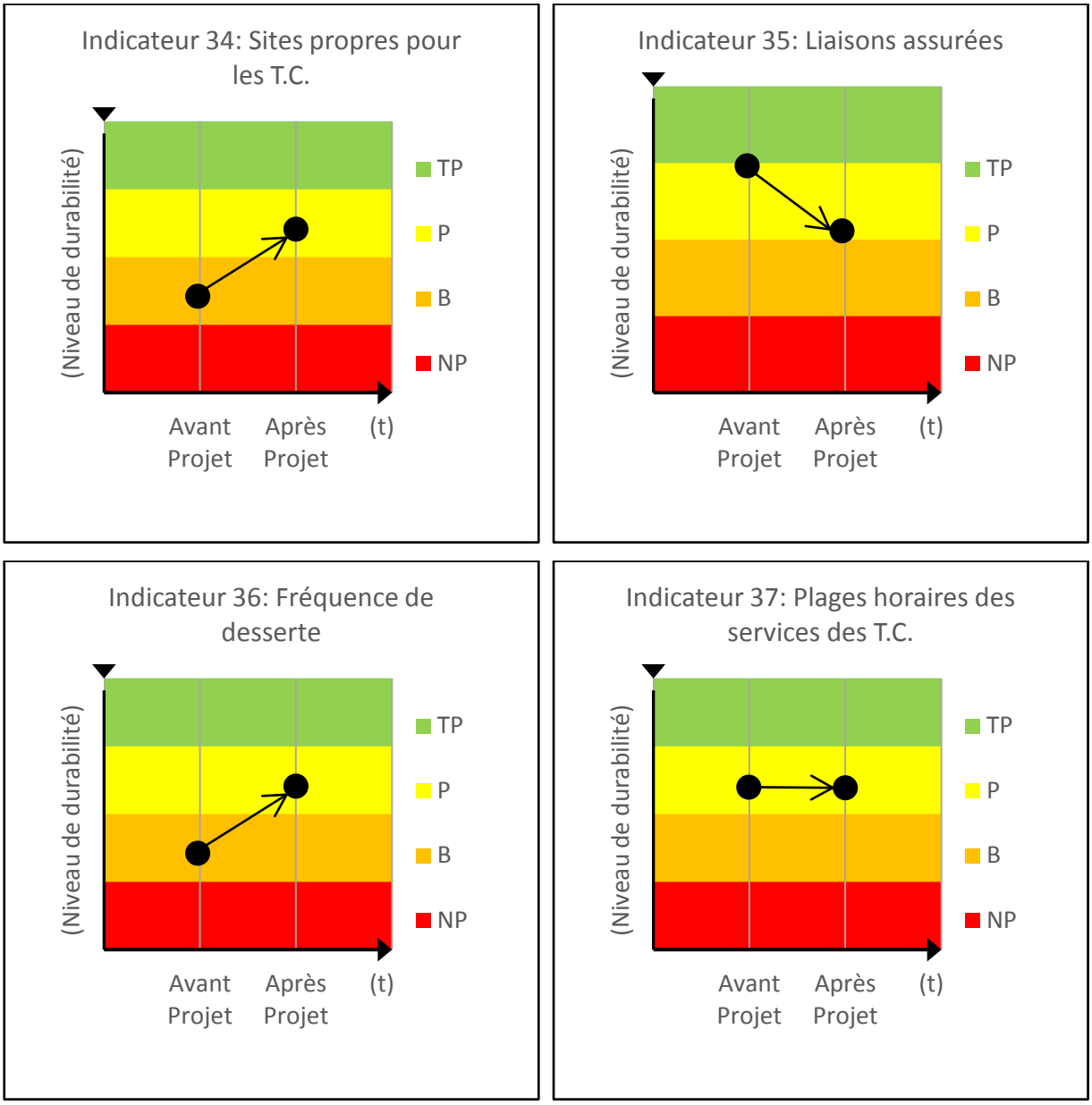


Figure 326 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 34, 35, 36 et 37 liés à la favorisation de l'utilisation des transports en communs

L'offre en transport en commun était initialement bonne sur le quartier. Deux indicateurs avant-projet atteignent un niveau de base, un est performant et l'indicateur 35 concernant les liaisons assurées par les transports en commun est très performant. Le projet propose la mise en place d'un T.C.S.P. qui va améliorer le service proposé aux habitants. Certaines liaisons seront diminuées mais la fréquence des dessertes est améliorée, les plages horaires de services sont correctes. Tous les indicateurs concernant les transports en communs s'alignent au niveau performant grâce au projet.

Indicateurs 38 et 39 concernant la politique de stationnement de voitures individuelles dans l'espace urbain et l'habitat collectif

Figure 327 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 38 Places de parking par logement

Le nombre de places de parking par logement est-il limité afin d''inciter l'utilisation des modes de déplacements doux?		
Ratio de place de stationnements par logement	B	Entre 0,7 et 0,8 places par logement
	P	Entre 0,5 et 0,7 places par logement
	TP	Moins de 0,3 places par logements

Figure 328 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 39 Places de parking publics

Les places de parkings limitent elles l'utilisation de consommation d'espaces au sol (parking souterrain, mutualisation des places…)? Des mesures de tarification ou autres politiques de stationnement permettent-elles de réguler l'utilisation de véhicules personnels? (augmentation de loyer en fonction du nombre de place de stationnement...)		
Evaluation des mesures de diminution des places de parking	B	Une politique de stationnement est mise en place sur l'ensemble du quartier et vise un nombre de places de parking limité.
	P	Une politique de stationnement sommaire est mise en place sur au moins 50% du quartier. *Ex: Les places de parking des logements sont payantes et séparées du loyer (ou solution équivalente)*
	TP	Une politique de stationnement importante est mise en place sur au moins 50% du quartier. *Ex: Les places de parking sont louées deux fois (ex: pour les logements la nuit, pour les commerces la journée) (Ou solution équivalente)*

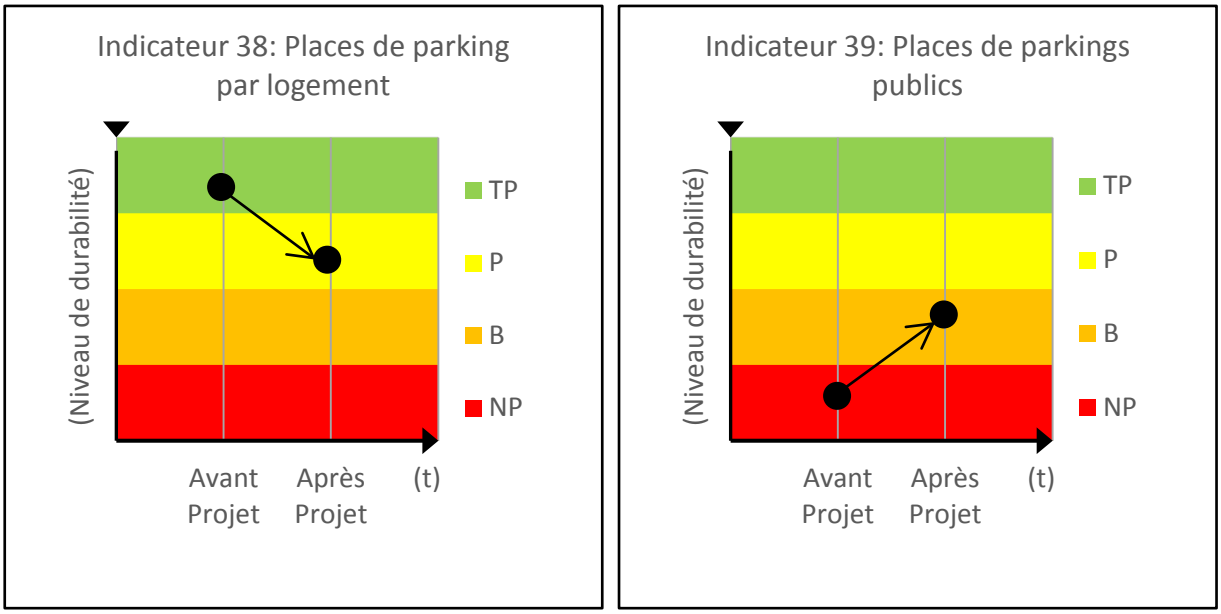


Figure 329 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 38 et 39 liés aux politiques de véhicules personnels

Malgré la prédominance visuelle des parkings dans le quartier initial, celui-ci possède un faible taux d'équipement qui explique la situation très performante atteinte par l'indicateur 38 avant-projet. Cette politique est suivie et des efforts sont faits pour conserver au mieux des ratios de stationnements limités. L'indicateur 38 reste ainsi globalement performant et la gestion des stationnements publics est globalement améliorée (indicateur 39), à travers une diminution des places attribuées aux voitures comparé au nombre d'habitants.

Indicateurs 40 et 41 concernant l'accès aux services de proximité pour les habitants

Figure 330 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 40 Services de proximité

Les équipements urbains sont-ils accessibles en termes de temps de déplacement et/ou de distances pour tous les habitants du quartier, à partir de leur logement?		
Moyenne d'accessibilité à 6 services de proximité dans un rayon de 350 m autour des logements.	B	Entre 50 et 70%des logements concernés par l'accessibilité aux services
	P	Entre 70 et 90% des logements concernés par l'accessibilité aux services
	TP	Plus de 90% des logements concernés par l'accessibilité aux services

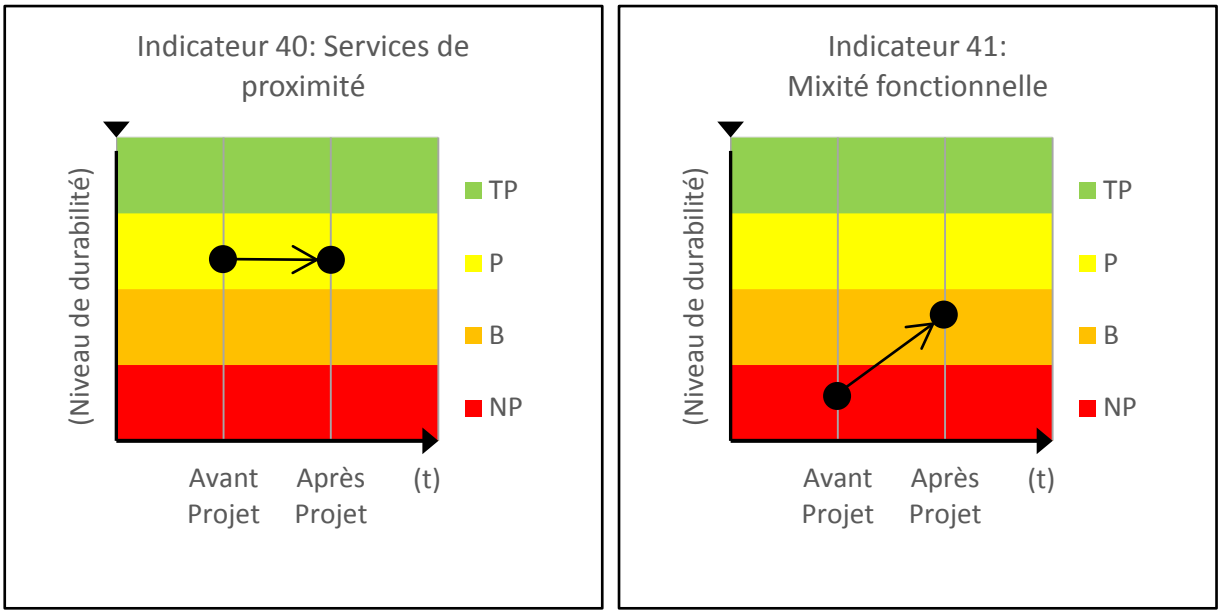


Figure 331 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 40 et 41 liés à l'accès aux services de proximité

Malgré le faible taux d'équipements commerciaux et de services dans le quartier, l'évaluation montre que ¾ des logements du quartier ont accès à 6 services de proximité à 350 mètres autour de leur logement (Indicateur 40). Malgré tout, le projet cherche à améliorer l'offre de diversification du quartier afin qu'il devienne plus performant (Indicateur 41).

Figure 332 (PHOTOS): Nouveaux commerces et activités implantées en rez de chaussée d'opérations (Opération Porcelaine) : Snack, marchand de légumes ; pharmacie de l'autre côté de la rue

Indicateurs 42 et 43 concernant les stratégies globales liées à l'habitat

Figure 333 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 42 Mixité sociale

Existe-t-il une mixité de logements à l'échelle des opérations?		
Pourcentage de logements sociaux	B	Moins de 20%
	P	Plus de 20%
	TP	Plus de 20% avec des logements intermédiaires, et/ou d'autres types de logements (étudiants, haut standing personnes âgées.)

Figure 334 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 43 Perméabilité piétonne

Les espaces semi-publics, sont-ils imperméables en termes de passages piétons permettent ils le passage des piétons et l'accès aux espaces publics? , ou permettent-ils la communication entre les espaces publics ?		
Ratio d'espaces semi-publics perméables aux piétons par rapport à la quantité totale	B	Entre 30 et 50%
	P	Entre 50 et 70%
	TP	Plus de 70%

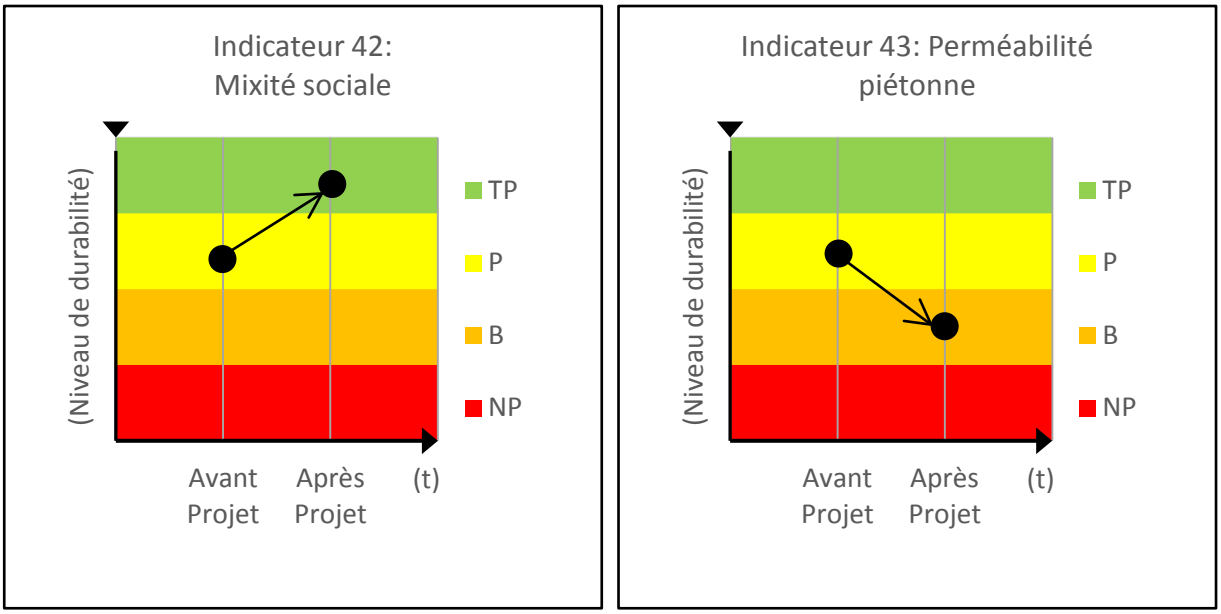


Figure 335 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 42 et 43 liées aux stratégies d'habitats

Le P.R.U.R.B. propose d'améliorer la mixité sociale. Elle est évaluée en général par le taux de logements locatifs sociaux qui sont dans nombres d'espaces en déficit. Le quartier obtient dès l'état initial un niveau performant avec 75% de logements sociaux (Indicateur 42). L'offre est augmentée après projet. Le P.R.U.R.B. ajoute des possibilités d'accès aux logements sociaux tout en permettant l'accès à une population issue de niveaux sociaux plus diversifiés.

Pour l'indicateur 43, la structuration initiale du quartier permettait le passage des piétons dans de nombreuses opérations atteignant ainsi le niveau performant pour l'indicateur 43. Les habitants ont formulé une demande résidentialisation de leur logement pour gagner en sécurité et intimité dans leurs bâtiments. Aussi, l'indicateur descend ainsi à un niveau de base puisque certaines porosités piétonnes ne sont plus permises, cela dû aux clôtures.

Indicateurs 43 et 44 relatifs à la structuration des opérations

Figure 336(TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 45 Espaces communs des opérations

Des espaces communs permettent-ils à l'intérieur des opérations la rencontre des habitants? Les îlots d'habitations sont-ils aménagés avec des parcours piétons, des espaces de détente, de loisirs et de repos?		
Pourcentage d'opérations bénéficiant d'espaces communs aménagés	B	Entre 15 et 50%
	P	Entre 50 et 80%
	TP	Plus de 80%

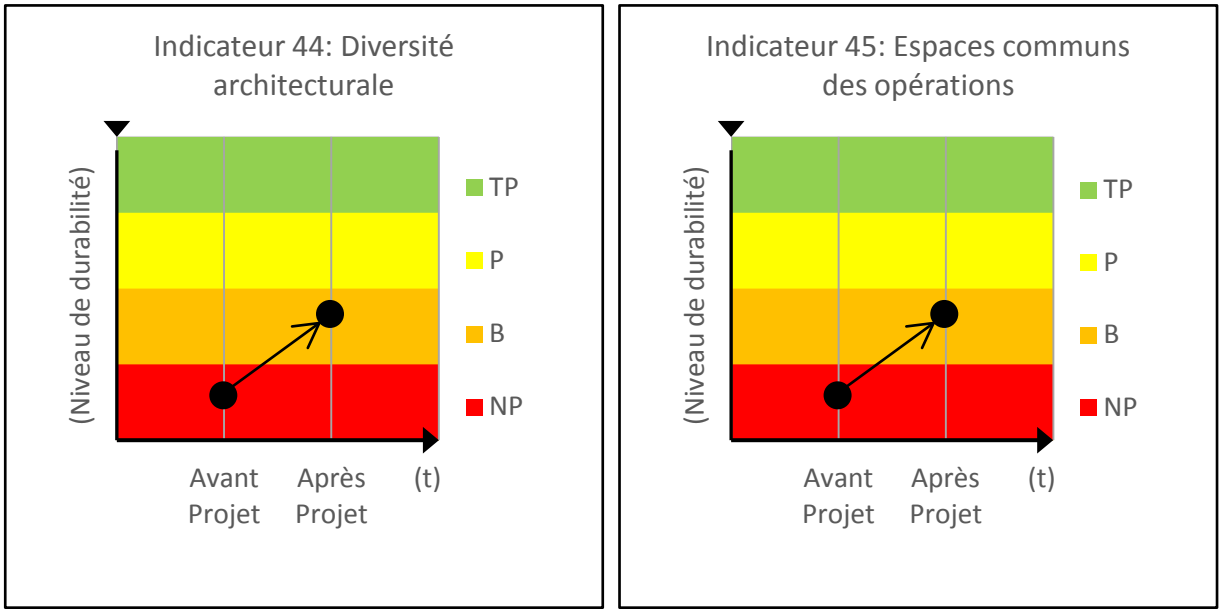


Figure 337 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 44 et 45 liés à la structuration des opérations

Au niveau de la diversité du cadre de vie, l'indicateur 44 était initialement non performant et seuls 3 typologies de bâtis étaient proposés sur le site : les immeubles, les maisons en bande, les maisons individuelles. Le projet propose de nouvelles structurations de bâtiments et la contribution de plusieurs architectes permettant de faire passer cet indicateur à un niveau de base. Le PRURB permet ainsi de modifier le caractère architectural du quartier.

Concernant l'indicateur 45, les habitants initialement avaient peu d'accès à des espaces communs et de rencontres dans les opérations, ils investissaient les abords des bâtiments dès qu'un peu d'ombre se formait ou si un rebord permettait de s'asseoir. En termes d'infrastructures de rencontre, l'offre était non performante. Il est prévu dans les projets d'intégrer des espaces de rencontre au sein des opérations. L'indicateur passerait ainsi après projet à un niveau de base avec environ 20% des opérations qui intègreraient des espaces communs aménagés. Il serait intéressant dans une prochaine évaluation la qualité de ces espaces et leur mise en œuvre réelle (Evaluation faite à partir des éléments de programmation).

Indicateurs 46 et 47 concernant les espaces publics

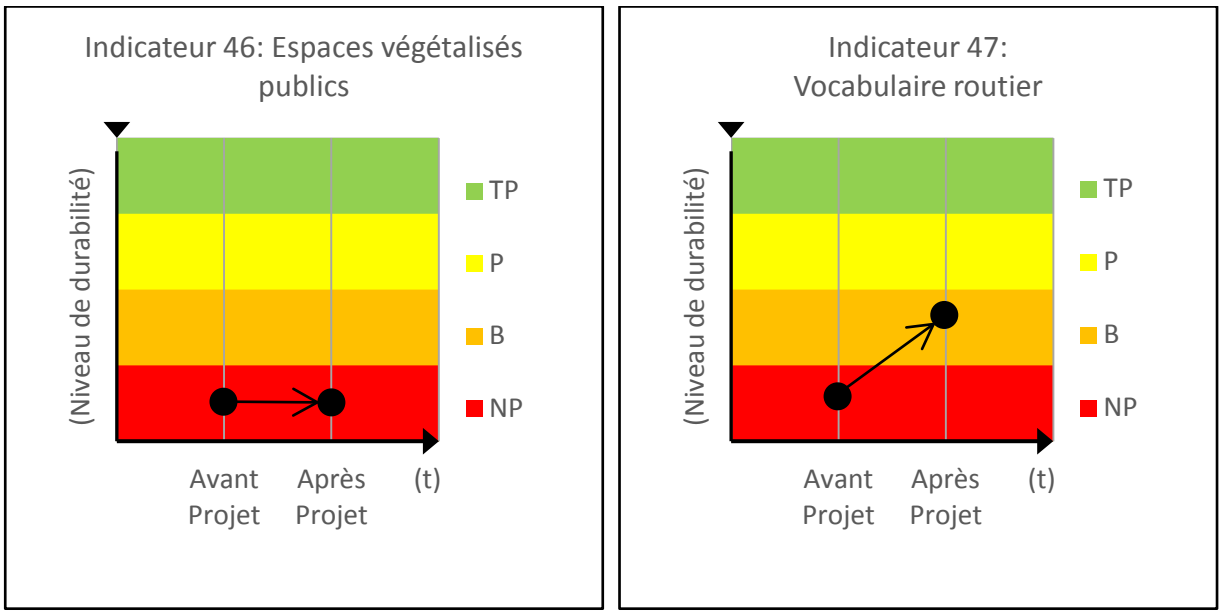


Figure 338 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 46 et 47 liés aux espaces publics

Les espaces publics végétalisés proposés dans l'espace public par le projet (Indicateur 46) modifient peu la donne par rapport à l'état avant-projet. En effet les espaces sont certes remaniés mais en termes de surfaces restent globalement similaires, et représentent environ 15% de la surface du quartier. La grille estime qu'un niveau de base est atteint à partir de 40%. Cet indicateur reste donc considéré comme non performants par la grille.

Des améliorations sont apportées concernant le vocabulaire routier (Indicateur 47). Des modifications sont apportées permettant d'apporter plus de places aux piétons, de créer des emplacements de parkings de manière plus fluide. Le quartier atteint pour cet indicateur un niveau de Base, mais n'atteint pas le niveau Performant, car malgré les efforts mis en œuvre, c'est une place forte qui est encore donnée à la voiture (nombreuses voies routière qui structurent le paysage).

Figure 339 (PHOTOS): Une friche urbaine remplacée par un parc urbain aménagé, des espaces verts supports à de nouvelles constructions

Indicateurs 48 et 49 concernant l'intégration des habitants dans le projet

Figure 340 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 48 Sensibilisation des habitants

Les habitants ont-ils été sensibilisés à toutes les mesures environnementales mises en place dans le quartier (ouverture des fenêtres des bâtis, utilisation des composteurs, limitation de la consommation de ressources, utilisation de transports en communs...)?		
Sensibilisation des habitants	B	Les services de communication et les actions de sensibilisation sont assez présents sur le quartier, avec un nombre d'interventions significatif.
	P	Le quartier connaît un très grand nombre d'actions de sensibilisation, de manuels de bonne utilisation dans différents domaines liés à l'environnement. La population a saisi les enjeux et les différentes solutions disponibles
	TP	La population grâce aux actions de sensibilisation excellentes mises en place sur le quartier devient actrice de l'application de mesures de développement durable et propose des actions fortes au jour le jour sur le quartier.

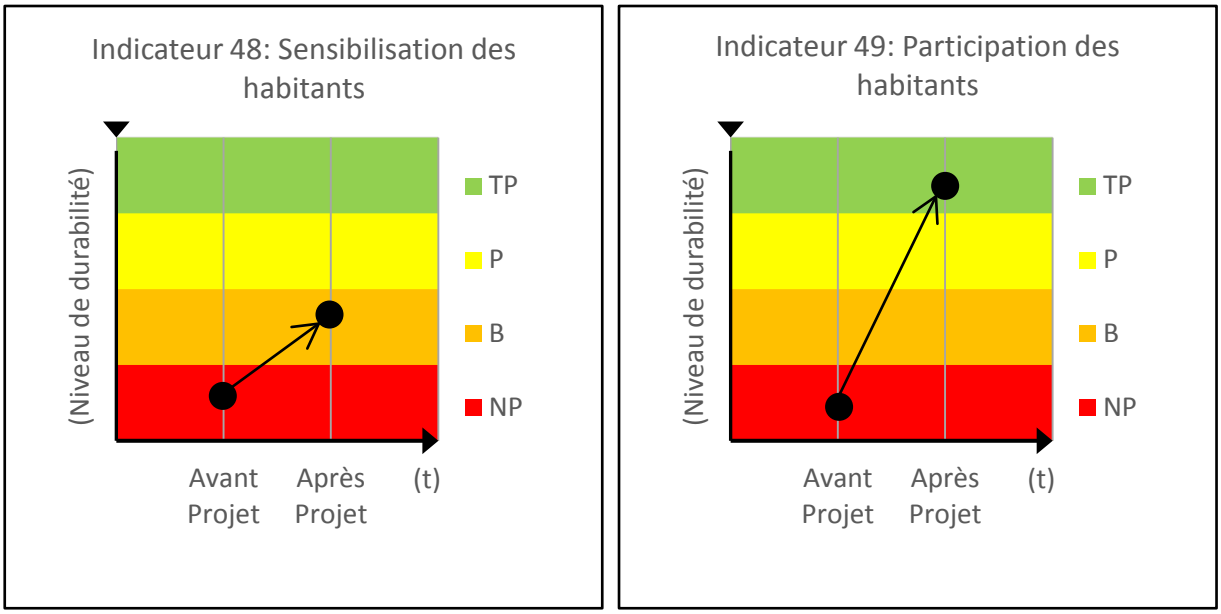


Figure 341 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 48 et 49 liés à la sensibilisation des habitants au projet

La participation des habitants dans le processus de vie du quartier est primordiale en termes de durabilité urbaine tout comme leur sensibilisation. Les indicateurs 49 et 48 sont non performants avant-projet. Ils augmentent tous deux avec le projet. Les mesures de sensibilisation des habitants aux actes et aux comportements environnementaux permettent d'atteindre le niveau de base. Concernant la participation des habitants, de multiples réunions participatives ont convié les habitants à donner leur avis et faire part de leurs attentes sur le parc urbain. C'est un niveau Très performant qu'atteint cet indicateur 49. De nombreux efforts ont été faits sur le quartier pour intégrer la population dans les décisions et les travaux. Exemple : l'opération Poinsettias qui a été rénovée par de jeunes travailleurs du quartier.

Indicateur 50 concernant l'innovation & le caractère évolutif du quartier

Figure 342 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 50 Innovation et caractère évolutif

Le projet permet-il d'obtenir une évolution significative du contexte du quartier? Des risques ont-ils été pris pour innover et "avancer" en termes d'aménagement? Des efforts significatifs ont-ils été réalisés pour créer un projet urbain de qualité?		
Potentiel d'innovation	B	Les démarches d'innovation sont ponctuelles mais présentes
	P	Les démarches sont plus fréquentes et plus nombreuses avec des résultats satisfaisants.
	TP	Un grand nombre de démarches d'innovation sont mises en place avec beaucoup de bons résultats. Le quartier est un laboratoire où fourmillent de multiples projets avec la population.

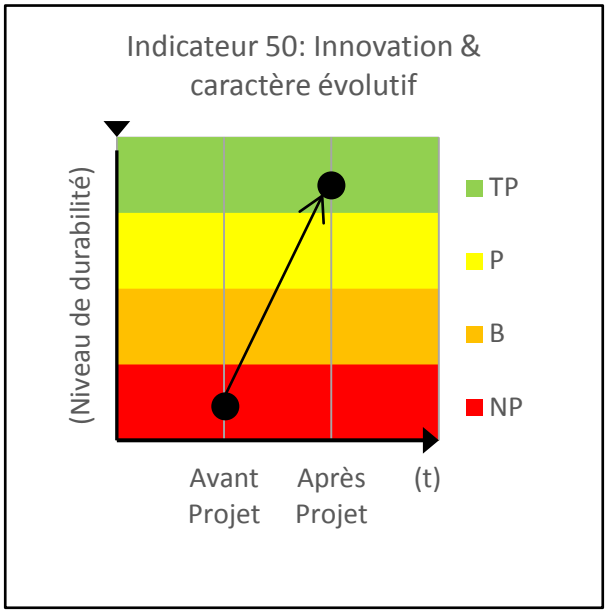


Figure 343 (PHOTO) : Des parcelles vides, supports à une évolution du quartier

Figure 344 (GRAPHE) : Résultats de l'Indicateur 50 lié au potentiel évolutif du quartier

Dans la démarche de projet du quartier, une stratégie a été mise en place pour réfléchir à l'évolution dans le temps et à l'amélioration des situations existantes. En cela le quartier atteint ainsi un niveau très performant.

4 *SYNTHESE DES COMMENTAIRES DE LA GRILLE*

Commentaires des résultats de l'évaluation du quartier de Ravine Blanche

L'analyse des résultats de durabilité du quartier, à partir de notre grille d'indicateurs, laisse apparaître de nombreuses améliorations entre l'état initial et l'état final projeté. Le quartier de Ravine Blanche avant le projet de rénovation urbaine n'était pas considéré comme durable, après-projet obtient un niveau de base en termes de durabilité urbaine. Ces résultats témoignent d'une **évolution certaine du quartier**. Le processus engagé de valorisation du territoire a été entrepris, permettant d'améliorer les conditions initiales du territoire.

Le projet se développe dans un contexte de transformation difficile, car agissant sur un tissu urbain existant et donc grandement figé. Les modalités d'actions sont faibles et pourtant des résultats apparaissent et le quartier prend au fur et à mesure un nouveau visage, mieux structuré et entretenu ; accueillant également plus d'habitants et valorisant plus certains de ces atouts tels que l'ancienne friche devenue parc urbain. Dans la grille les résultats n'apparaissent pas forcément de la même manière. Le nombre de parcelles et de logements sur lesquelles des travaux sont entrepris ne concerne pas la totalité des logements du quartier, ce qui limite l'évolution flagrante des indicateurs qui reste mitigée en termes de proportion.

On observe sur le quartier de Ravine Blanche des choix affirmés sur certaines thématiques de durabilité plus que d'autres. Ainsi les thématiques de la gouvernance de projet et de participation des habitants ont été fortement développées. D'autres tels que l'insertion d'énergies renouvelables ont été écartés par choix. Nous retenons également que des actions peu coûteuses ont un impact significatif sur la vie des habitants comme la protection solaire des espaces d'attentes.

La grille offre l'avantage de soulever les points primordiaux à développer en fonction du contexte local. Ces points ne sont pas soumis aux mêmes exigences architecturales, financières et n'engendrent pas des résultats quantifiables sur le court terme. Ainsi les espaces de rencontre peuvent prendre un certain temps pour être fréquentés. Le quartier durable provoque une évolution des modes de vie progressive dans le temps. A l'usage, cette grille nous est apparue comme un outil facilitant et riche.

L'utilisation de la grille montre qu'il est difficile de dégager certains items. En effet, des résultats probants et des améliorations sont pointées sur le quartier au niveau de la durabilité urbaine. Cependant ces actions ne ressortent pas nécessairement dans la grille. Faut-il remettre en cause le caractère trop idéalisant des quartiers durables selon notre vision et revoir à la baisse les seuils de notre grille ? Faut-il trouver un moyen de considérer plus les améliorations du quartier, plutôt que des mesures quantitatives ? Nous sommes cependant dans une démarche scientifique, cherchant à rationaliser les mesures perceptibles sur le quartier ainsi que dans une démarche de comparaison de la grille à d'autres quartiers. Nous devons donc en ce sens, conserver une trame fixe, permettant la comparaison. C'est ici toute la difficulté de l'exercice que nous avons cherché à mettre en œuvre.

CONCLUSION DE LA PARTIE 3 : POTENTIALITES DE GENERALISATION DE L'OUTIL

L'outil d'évaluation créé, a permis de mener à bien une analyse des préconisations de durabilité sur le quartier de Ravine Blanche. Structuré sous forme d'un outil automatisé et autour de fiches définissants des indicateurs quantifiables auxquels sont associés des seuils, il est envisageable de voir cet outil évoluer et être applicable sur différents quartiers réunionnais et tropicaux.

1 *LA PHASE DE CONSOLIDATION DU TRAVAIL*

La thèse actuelle a permis la création d'une grille d'indicateurs dont les principes de durabilité sont adaptés à l'espace tropical. Ce travail demande d'autres phases de recherches actives pour évoluer, s'adapter et s'enrichir autour de cette thématique passionnante et ambitieuse. Il s'agit dans la phase de consolidation de veiller à tester et asseoir les indicateurs proposés, ainsi que l'outil d'évaluation en lui-même (la grille automatisée, la lecture des indicateurs, le système de notation, la sévérité des seuils proposés dans les indicateurs).

Une phase de tests multiples à mener

La grille nécessite d'être testée sur d'autres quartiers dans les bas de l'île dans un premier temps ou dans d'autres quartiers soumis à un climat tropical chaud et humide. Dans l'idéal, cette grille pourrait être proposée aux acteurs de l'aménagement, afin de valider ou non la facilité d'appropriation de la grille, par des tiers-personnes. Les seuils d'indicateurs peuvent évoluer dans le futur en fonction des premiers essais et résultats.

Selon notre grille d'indicateurs, le projet atteint le niveau de Base (Niveau 1/3 de performance). Ces résultats indiquent bien le caractère exigeant de notre grille selon certains critères. Nous avons souhaité envisager dans notre structuration des valeurs

idéales à atteindre dans les projets en référence aux objectifs que le concept se propose d'atteindre.

Le ministère selon la grille qu'il a pu mettre en place et à travers il a lui aussi évaluer le quartier de Ravine Blanche rejoint nos résultats sur les efforts de durabilité urbaine, puisque le quartier de Ravine Blanche a été lauréat en janvier 2012 du deuxième appel à projet[122] national EcoQuartiers à Paris, dans la catégorie Ville moyenne parmi 393 candidats. Il est en phase d'obtenir la labellisation EcoQuartier au niveau national.

En tant que concepteurs de la grille, les retours du terrain sont nécessaires concernant la pratique, l'accessibilité et la pertinence de l'outil et permet d'offrir des possibilités d'améliorations. Des évaluations identiques au quartier de Ravine Blanche complèteront l'évaluation formative et justifieront peut être des changements.

La grille proposée est un outil créé durant la thèse de doctorat et à l'occasion du projet de recherche PUCA. Elle est l'aboutissement de notre vision à un moment donné des possibles applications du concept de durabilité urbain en milieu tropical. L'outil suggéré n'est pas une fin en soi et nécessite bien entendu des réactualisations et améliorations du contenu.

Nous sommes conscients que dans un processus de recherche, la validation d'un outil se doit d'être testé et affiné afin de gagner au fur et à mesure, de plus en plus de pertinence vis-à-vis du contexte réel. Nous restons en ce sens ouverts à cette démarche et savons d'ores et déjà que cet outil doit être l'objet d'améliorations futures.

Une nécessité d'adaptation de l'outil

L'outil est amené à évoluer en fonction des retours et de l'évolution des connaissances, sujet que nous avions abordé dans la présentation du concept (Partie 1). La trame proposée de structuration de la grille est à valider. Elle a été travaillée en partenariat et concertation avec différents acteurs. Il est nécessaire d'observer son évolution au travers de sa pratique par des acteurs extérieurs à la conception. Le monde de la recherche sur l'expérimentation d'outils d'évaluation de durabilité urbaine est actif.

[122] Appel à projet 2011

Des processus de validation de grilles se testent régulièrement au niveau européen et mondial, permettant à des réseaux entiers de collectivités d'être évalués. Nous pouvons espérer pouvoir améliorer notre grille, l'actualiser, l'enrichir des dernières validations de mesures et conceptions urbaines durables proposées par les architectes et urbanistes. Les recherches sur le confort thermique urbain en milieu tropical se poursuivent.

Les espaces tropicaux se doivent eux aussi de pouvoir présenter des modèles et des solutions de conception urbaines adaptés à leur contexte afin de développer les pratiques réelles en ce sens. La problématique tropicale en termes de conception urbaine, doit proposer de nouvelles solutions conceptuelles et évaluatives pour s'imposer en tant que modèle adapté à son contexte local.

Validations des principes de conception de l'espace urbain adaptés au climat local

Les aspects conception urbaine en milieu tropical proposés dans la thèse se sont construits sur des données empiriques issues du terrain mais aussi sur des savoirs scientifiques issus de la bibliographie. Il s'agit de valider ces mesures par plus d'expérimentations, de sondages et d'enquêtes de confort thermique sur les espaces urbains déjà réalisés. L'objectif est d'enrichir les connaissances sur le fonctionnement et la régulation de l'écosystème urbain tropical pour proposer des indicateurs plus affinés, notamment pour l'axe 1 de la grille.

Notons que l'aspect climatique est essentiel dans notre démarche. La grille présente des spécificités communes à l'ensemble des éco-quartiers et un volet plus local prenant en compte l'environnement climatologique spécifique. Il est donc envisageable de pouvoir voir émerger une grille de base, présentant un volet spécifiques adapté à différentes caractéristiques climatiques. La grille serait dotée d'une structuration invariante de base, à laquelle s'ajouteraient des volets évaluatifs variantes en fonction des contextes.

Cependant de nombreuses thématiques demandent à être approfondies dans les quartiers durables tropicaux, pour adapter par exemple l'espace aux conditions de vie.De certaines enquêtes réalisées sur le confort thermique des bâtiments bioclimatiques ressort une difficulté à gérer l'aspect sonore en milieu tropical. La proposition d'espaces de vie ouverts sur l'extérieur, pour des nécessités de ventilation, posent la question de l'intimité des ménages. Certains aspects nécessitent d'être améliorés.

Les simulations thermo-hygro-aérauliques nécessitent d'être généralisées dans les projets de quartiers durables en vue d'optimiser leur conception. Il est important que nous puissions doter la grille de « packs d'outils » d'aides à la conception, qui permettent à partir de faibles moyens financiers, humains et temporels d'évaluer la pertinence de projets thermiquement parlant. Ces outils pourraient proposer des solutions plus adaptées au projet afin de les rendre moins consommateurs en ressources énergétiques par exemple.

Des recherches sont nécessaires pour mettre en place une méthodologie de conception de la structure urbaine afin de guider les monteurs de projets dans une direction durable. Un guide de conception sur les conditions locales d'ensoleillement, d'aéraulique et d'hygrométrie permettrait de suggérer des outils à utiliser. Des étapes de conception rendraient possible la création d'un projet adapté, pertinent et qui réponde aux critères de confort thermique, de gestion des eaux pluviales et du relief.

Nous avons à ce titre commencé à modéliser le quartier sous forme 3D, à partir d'un logiciel libre de dessin, pour proposer des conceptions urbaines soumises aux conditions d'ensoleillement du site et aux conditions aérauliques. Notre démarche n'a pu aboutir. Nous savons cependant que cet axe d'étude est extrêmement porteur et pourrait proposer des solutions constructives scientifiquement validées.

Il serait également nécessaire de poursuivre nos investigations au niveau sociologique, particulièrement sur les conditions de vie en milieu tropical et plus particulièrement à La Réunion en ce qui concerne notre thèse. Pour pouvoir améliorer et adapter les cadres de vie, il est nécessaire de comprendre les fonctionnements sociaux et les habitudes de vie afin d'amorcer une transition douce vers le développement durable.

2 *UNE PHASE DE DIFFUSION DE LA GRILLE*

Après cette phase de consolidation, il est envisageable d'extrapoler la grille à d'autres typologies de territoire.

Une extrapolation de l'outil à d'autres zones climatiques tropicales

La transposition de l'outil à d'autres espaces climatiques tropicaux, autres que les espaces humides, peut s'envisager après validation et amélioration de la grille actuelle.

Les projets d'éco-quartiers se multiplient sur le territoire de La Réunion. La démarche locale en ce sens a d'ailleurs été formalisée sous la terminologie Quartiers Durables Réunionnais (Q.D.R.) au niveau de la D.E.A.L. Les quartiers durables locaux, ne s'inscrivent pas dans des démarches de conception similaires d'un quartier à l'autre. Nous observons notamment des différenciations climatiques et de localisation. Les diversités climatiques et géographiques sur l'île offre un panel large d'expérimentations de quartiers durables sous différentes conditions : fort ensoleillement près du littoral, fortes pluies selon les régions, température tempérée et humide dans les hauts de l'île.

Des quelques Q.D.R. déjà recensés, nous voyons apparaître des distinctions typologiques liées à la localisation et à l'altitude[123] dans laquelle ils s'inscrivent : Certains voient leur émergence dans les hauts de l'île, d'autres dans des mi pentes au climat intermédiaire, d'autres enfin dans les bas dans un contexte extrêmement chaud et ce sont ces derniers qui ont été concernés par l'évaluation de cette grille. La D.E.A.L. Réunion, propose au niveau théorique sa propre distinction des quartiers durables réunionnais.

Une recherche d'optimisation de l'outil et de diminution du temps de traitement des informations recueillies.

La grille d'indicateurs est un outil qui se veut simple d'utilisation pour répondre aux besoins des professionnels. Elle offre l'avantage de cerner les points majeurs à appréhender pour un éco-quartier. Cet outil se révèle complexe de par la multitude d'informations à récolter sur un quartier, en vue de mener à bien une évaluation et nécessite un certain investissement en termes de temps. Cette problématique de recherche de simplicité et de temps d'évaluation est récurrente pour les monteurs de grilles. Ce travail d'évaluation a nécessité un temps conséquent pour la récupération des données sur le quartier et le traitement de celles-ci.

[123] Différenciation des mesures dans les projets, liés aux altitudes auxquels les éco-quartiers sont installés

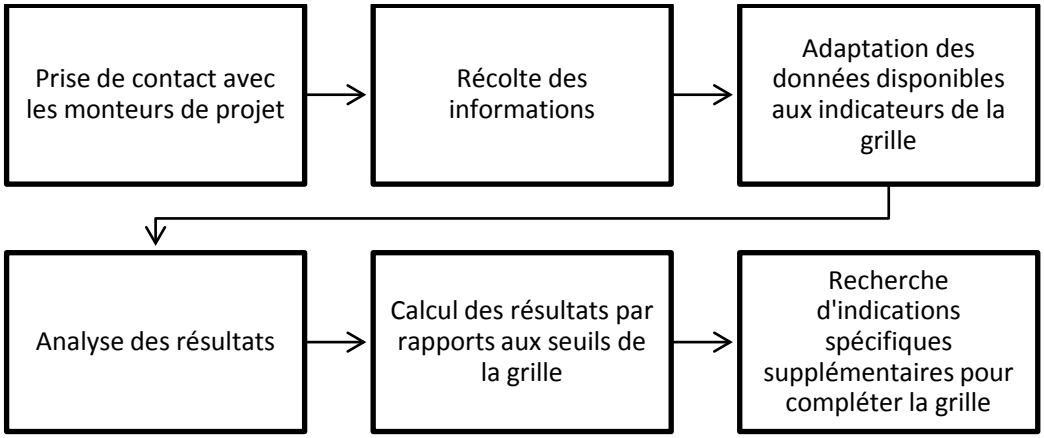


Figure 345 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Etapes évaluatives

L'outil nécessite une simplification et une recherche d'amélioration au niveau de la récupération, de l'entrée des données, de leur traitement. Il s'agit de réussir à monter une analyse évaluative exhaustive, pertinente et incitative du quartier qui ne soit pas une démarche trop lourde pour les monteurs de projets concernés par l'évaluation et qui soit en même temps rapide et efficace.

Présentation de l'outil, fonctionnalités

Notre grille d'évaluation est à ce jour un outil présenté sous forme de tableur automatisé. Des améliorations donneraient la possibilité de faciliter l'entrée des données et de remplir de manière prédéterminée les indicateurs. Des graphiques automatiques pourraient apparaitre et enrichir un « Dossier de Potentiel de durabilité » directement à partir des données.

Son évolution sous forme d'outils utilisables sur le terrain est nécessaire et serait fortement appréciée par les acteurs de l'aménagement cherchant à évaluer leur projet. Des structures de questionnaires élaborés pourraient tout en récoltant des informations remplir directement la grille d'indicateurs, et/ou de proposer des rapports évaluatifs du quartier.

Les supports de récupération de données peuvent être multiples, comme pour une évaluation de territoire, et s'adapter aux visites à pied du quartier, à l'accès aux documents techniques concernant un projet urbain, au contact avec les monteurs de projets. Les modalités de retranscription peuvent varier : écrits descriptifs, récupération de données spécifiques nécessaires à l'évaluation, retranscription vocale d'entretien ou d'interview, support photo ou vidéo, captation de mesures techniques diverses. Les

évaluations de quartiers durables peuvent dépasser le cadre écrit proposé habituellement.

En termes de présentation d'outils, la récolte des données sur le terrain serait facilitée par un outil adapté tel que la tablette numérique. La captation facile d'informations techniques, visuelles faciliterait le remplissage de la grille. L'accès et la modification de documents sous forme de tableurs et traitements de texte sont possibles sur une tablette numérique et permettent d'envisager une évaluation de territoires plus simultanée. Un kit théorique d'évaluation réunirait toutes les informations nécessaires à l'évaluation et présenterait une liste de logiciels à utiliser, l'outil d'évaluation et le traitement automatisé des données pour les chargés d'évaluation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les éléments clefs, de manière synthétique

L'exploration du concept de durabilité urbaine s'est appliquée dans cette thèse à la prospective de solutions spécifiques urbaines envisageables dans le contexte climatique tropical. Les recherches menées montrent **l'existence de solutions adaptatives spécifiques et efficaces en vue de concilier au mieux le cadre de vie urbain au climat chaud**. Des outils spécifiques de durabilité pour les basses latitudes mis en place respectent aussi les habitudes et le mode de vie locaux. **Les indicateurs tropicaux tiennent compte de certaines spécificités liées au climat chaud, à partir de mesures sur le terrain. Ces indicateurs sont différents de ceux adoptés sous le climat des pays européens.**

Le modèle d'éco-quartier en milieu tropical se rattache bien évidemment **dans son expression globale au concept nord-européen et lui emprunte de nombreuses facettes**. **Cependant certaines spécificités permettent de parler d'un modèle d'éco-quartier tropical**.

La création de la grille d'indicateurs a permis de formaliser des enjeux majeurs soutenus par la durabilité urbaine. Cet outil a pour vocation de servir de support de travail et/ou de corrélation pour respecter les enjeux majeurs du concept de durabilité urbaine. Il peut servir d'outil de guidage pour les monteurs de projets d'un éco-quartier**.** Il peut également servir à l'évaluation des projets de durabilité urbaine mis en œuvre. Il s'agit d'un premier outil à notre connaissance pour cibler le sujet et le cadrer.

L'application de cette grille sur le quartier de Ravine Blanche laisse apparaitre une amélioration certaine de la durabilité urbaine du quartier, suite au projet de rénovation. En effet, **le quartier de Ravine Blanche atteint le niveau 1 sur 3 (Niveau de Base)** lors de cette première application de la grille. Or, les mesures actuellement mises en œuvre sur site ne sont encore à ce jour pas atteintes. Nous voulions démontrer les possibilités de durabilité réalisables sur terrain. Atteindre des hauts niveaux de performances dans tous les domaines est également peu réel. Les projets favorisent globalement des objectifs précis, au dépend d'autres.

Le déroulement du manuscrit

Le travail mené au cours de cette recherche nous permet de répondre à nos hypothèses de départ. Nous pouvons ainsi affirmer que le concept de durabilité urbaine nécessite d'être resitué dans son intégralité pour mieux en saisir toutes les nuances.

La Partie 1 permet de poser le cadre général de la thèse en présentant le concept de durabilité urbaine et le modèle d'éco-quartier. Il apparait que le modèle a pour ambition de s'adapter au cadre dans lequel il se pose et de proposer des solutions alternatives en milieu urbain.

Le modèle d'éco-quartier peut s'adapter dans différents contextes géographiques, socio-économiques et culturels, même si à ce jour, les solutions s'alignent aux moyens et les éco-quartiers restent des propositions pour les milieux industrialisés. Il semblerait que plus qu'un modèle fixe, les éco-quartiers et la durabilité urbaine s'assimilent plus à un mode gestion de projet avec des objectifs à atteindre et une méthodologie pour y parvenir, les moyens réels restant au choix des monteurs de projets.

Pour suivre ce paradigme, nous avons choisi d'aborder dans la **Partie 2** des objectifs à atteindre sous les climats tropicaux : l'atteinte du confort thermo-aéraulique, la gestion des sols intrinsèquement liée à l'infiltration des eaux de pluies tropicales et à la maintenance d'une biodiversité de qualité.

Les recherches menées durant ce travail de thèse ont permis l'émergence d'une grille d'indicateurs permettant d'évaluer le niveau de durabilité urbaine des quartiers durables sous climat tropical. Cette grille présente le potentiel de pouvoir être utilisée sur le terrain, développée et adaptée à de nouveaux projets en vue de la rendre plus efficiente.

La grille d'indicateurs de durabilité urbaine adaptée aux quartiers que nous avons créée permet d'évaluer les principes majeurs des quartiers durables, avec un axe 1 dédié à ces enjeux, un axe 2 s'intéressant à la végétalisation et à la gestion des ressources naturelles. L'axe 3 qui reprend des principes de déplacement et de mixité sociale et fonctionnelle.

Appliquée sur le quartier de Ravine Blanche en **Partie 3**, la grille d'indicateur met en évidence la difficulté de l'évaluation des territoires de par le caractère restrictif que des indicateurs imposent, et la diversité d'un tissu urbain. La grille permet cependant d'avoir un regard différent sur le projet en améliorant sa lisibilité sur des facettes

considérées comme essentielles. Les résultats de l'évaluation de cette grille laissent penser qu'il est nécessaire soit, d'être moins sévère au niveau de la cotation de la performance, soit, de modifier les constructions et aménagements pour tendre vers l'atteinte du confort thermique urbain. Une réflexion est à mener à ce sujet à travers des évaluations futures de quartiers.

Contexte tropical et éco-quartier réunionnais

Le contexte tropical présente une nature « intense » qu'il convient de valoriser au mieux et de préserver. Le contexte insulaire de l'île de La Réunion, de par son caractère limité, incite de plus à trouver des solutions extrêmement pertinentes, pour assurer une pérennité de l'île la plus douce possible, pour calmer cette urbanisation insouciante des dernières décennies. Nos recherches nous permettent aussi de répondre à notre seconde hypothèse et de penser que le modèle de quartier durable nécessite de trouver une appropriation spécifique sous les climats tropicaux.

Il apparait que le rôle des éco-quartiers tropicaux est indéniable. La généralisation d'un tel modèle d'éco-quartier permettrait au niveau de l'île de La Réunion permet potentiellement de contribuer à améliorer la perméabilité des sols et l'infiltration des eaux pluviales, d'améliorer la thématique des déplacements sur l'île encore largement problématique, de diminuer la charge de consommation énergétique pour les producteurs d'énergie, de proposer des logements plus agréables thermiquement, d'améliorer l'autonomie alimentaire etc. Le développement du modèle est largement prometteur sur l'île de La Réunion.

Généraliser un certain nombre de ses outils et la philosophie qu'il porte vers l'intégralité du territoire; ceci dans le cadre de « touches de durabilité urbaine » ou lors de projets plus complets d'amélioration du cadre existants semble opportun. Les réelles mesures efficaces doivent être sélectionnées afin d'obtenir des résultats d'amélioration de situation réellement pertinents. L'équilibre Efficacité / Coût financier doit être estimé. Les mesures les plus logiques et simples, tout comme les mesures les plus affinées sont les bienvenues pour améliorer les réflexions.

De nombreuses démarches sont en œuvre à La Réunion, notamment suite à l'appel à projet quartier durable réunionnais (DEAL) (VAN ISEGHEM, 2012). Les efforts au niveau national de reconnaissance de ces projets à travers les démarches éco-quartiers

risquent de multiplier les démarches en ce sens. Il nécessaire de gagner en pertinence et d'adapter les outils d'analyse et de travail car le développement durable urbain suppose d'aborder initialement les projets de manière fine et optimisée. Il est aussi nécessaire de transmettre la « philosophie développement durable » et ses méthodes de travail à l'ensemble des acteurs.

En effet, le développement durable, urbain, est certes diffusé en termes de communication. Mais les acteurs savent-ils exactement ce qu'il se cache derrière cette « bannière ». Comment le comprendre ? Quelles en sont ses nuances ? Comment l'appliquer ? …Cela est moins sûr. Derrière ce large potentiel de nouveaux outils réactualisés, ciblés et adaptés vis-à-vis des besoins de notre société actuelle, un certain nombre de démarches actives sont à mener quant au repérage de solutions architecturales, techniques, sociales, économiques efficaces.

L'expertise visant à l'amélioration de l'efficience des mesures de durabilité en milieu tropical est à mener et pourrait s'intéresser à (liste non exhaustive) :

- Améliorer les solutions et recherches de confort thermique de l'espace urbain à l'échelle d'un ensemble de bâtiments pour mieux comprendre les modifications de microclimats. Favoriser l'utilisation des outils de simulations.
- Concernant le développement du végétal dans la ville : Lister les espèces endémiques selon leur pouvoir couvrant, leur hauteur à termes … pour optimiser les espaces urbains et la végétalisation.
- Continuer à mettre en œuvre de nouvelles solutions d'aménagement des espaces urbains tropicaux, afin qu'ils gagnent en fonctionnalité et confort toute la journée.

Il nous apparait que le modèle tropical durable, présente les potentialités d'être exporté dans d'autres espaces tropicaux partiellement ou totalement. Il permet de répondre à certaines problématiques locales et d'améliorer des contextes énergivores et des utilisations excessives de climatisations par exemple. Il est nécessaire de continuer les démarches d'optimisation du modèle afin de pouvoir à l'échelle mondiale tendre vers un réseau efficace de partage d'expériences, tout en conservant des recherches sensibles aux spécificités locales et de sites.

Ouverture

Les problèmes de nos sociétés actuelles ont été pointés à travers le développement durable depuis des dizaines d'années. Des solutions se généralisent et se mettent doucement en place. Elles permettent de cibler les efforts.

La pertinence du modèle d'éco-quartier tropical est indéniable. Le tournant mondial urbanistique actuel modifie les raisonnement de conception des espaces urbains. A quoi ressembleront les villes tropicales résilientes aux effets du réchauffement climatique ou les villes qui veilleront à ralentir les conséquences d'origine anthropique ?

Quels seront les nouveaux outils qui permettront de s'adapter aux nouveaux besoins sociétaux?. La ville de New-York s'attelle à développer un réseau intelligent pour attirer les investisseurs ; certains mises sur les réseaux Internet ; d'autres sur des facettes économiques ou un retour aux villages traditionnels. QuelS visageS prendront les villes et les quartiers tropicaux de demain ?

Il est indéniable que de nombreuses actions sont à mener dans les villes tropicales puisqu'il subsiste de nombreux leviers non utilisés pour amorcer une mutation.

POUR ME CONTACTER : lise.savidan@gmail.com

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie du manuscrit **se classe par thèmes** (et ordre alphabétique) afin de synthétiser les références bibliographiques identifiées dans l'ensemble du manuscrit.

La distinction de différents thèmes est apparue naturellement au fil du document selon les sujets abordés et les différentes parties définies.
Dans un souci d'éviter les doublons, il est à noter, que les références bibliographiques qui appartiennent à plusieurs thématiques seront notées uniquement dans le thème correspondant à leur première apparition dans le manuscrit.

1 *METHODES DE RECHERCHE (BIBLIOGRAPHIE DU PREAMBULE)*

BIBLIOGRAPHIE DU PREAMBULE

Dépelteau, F. (2000). La démarche d'une recherche en sciences humaines, de la question de départ à la communication des résultats. (Ouvrage) Bruxelles, Ed. De Boeck. 417 p.

2 *REFLEXIONS SUR UN NOUVEAU MODE DE DEVELOPPEMENT URBAIN DURABLE (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1)*

BIBLIOGRAPHIE DES CHAPITRES 1 ET 2 DE LA PARTIE 1

Aggeri, G. (2010). *Inventer les villes-natures de demain : gestion différenciée, gestion durable des espaces verts*. Dijon, Ed. Educagri. 199 p. (Ouvrage)

Allaire, J. (2007). *Forme urbaine et mobilité soutenable: Enjeux pour les villes chinoises*. Thèse de doctorat en Sciences économiques, Université Pierre Mendes France - Grenoble 2, UFR Economie Stratégies entreprises - Ecole doctorale de sciences économiques. Sous la direction de Criqui, M. P., 328 p. (Thèse)

Auffret, P.-Y., Gatina, J.-C., & Herve, P. (1984). *Habitat et climat à La Réunion - Construire en pays tropical humide*. Collection Documents et recherches 11. Saint-Denis, Ed. Université française de l'Océan Indien. (Ouvrage)

Berdoulay, V., & Soubeyran, O. (2002). *L'écologie urbaine et l'urbanisme: Aux fondements des enjeux actuels*. Collection Recherches. Paris, Ed. La découverte. 272 p. (Ouvrage)

Bonard, Y., & Matthey, L. (2010). Les éco-quartiers: laboratoires de la ville durable - Changement de paradigme ou éternel retour du même? *Cybergéo : European journal of geography* (En ligne). www.cybergeo.revues.org (Article scientifique)

Boutaud, B. (2009). Quartier durable ou éco-quartier? *Cybergéo: European journal of geography* (En ligne). www.cybergeo.revues.org (Article scientifique)

Charmes, E., & Souami, T. (2009). *Villes rêvées, villes durables ?,* Paris, Ed. Gallimard. 9 p. + 6 pl. (Ouvrage et Exposition)

Charlot Valdieu, C., & Outrequin, P. (2009a). *L'urbanisme durable: Concevoir un écoquartier*. Paris, Ed. Le Moniteur (réédité en 2011), 295 p. (Ouvrage)

Charlot Valdieu, C., & Outrequin, P. (2009b). *Ecoquartier Mode d'emploi*. Paris, Ed. Eyrolles. 243 p. (Ouvrage)

Charlot Valdieu, C., & Outrequin, P. (2011). Une tentative de définition. p. 18-22. *In* Ecoquartiers et urbanisme durable, *Problèmes politiques et sociaux*, (981). Paris, Ed. La documentation française. 111 p. (Article scientifique)

Choay, F. (1965). *L'urbanisme, utopies et réalité – une anthologie*. Paris, Ed. Seuil (Version réimprimée en 2006 par les Ed. Points), 445 p. (Ouvrage)

Choguill, C. L. (2008). Developing sustainable neighborhoods. *Habitat international*, 32 (1), pp. 41-48. (Article scientifique)

Commission des Communautés Européennes (1990). *Livre vert sur l'environnement urbain*. Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européenne, 84 p. (Rapport)

Da Cunha, A., Bochet, B., Bonard, Y., Dind, J.-P., Guinand, S., Mager, C. & Thomann, M. (2007). Dossier: Transformations urbaines et urbanisme durable. *Vues sur la ville*, (17), Lausanne, Observatoire (Revue scientifique)

Universitaire de la Ville et du Développement Durable, 8 p.

Da Cunha, A. (2011). Les écoquartiers, un laboratoire pour la ville durable: entre modernisations écologiques et justice urbaine. *Espaces et sociétés*, 1 (144-145), pp. 193-200. (Article scientifique)

De Myttenaere, K. (2006). Vers une architecture soutenable. Thèse de doctorat en sciences appliquées. UCL (Thèse)

Diamond, J. (2006). *Effondrement: comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*. Paris, Ed. Gallimard, 648 p. (Ouvrage)

Emelianoff, C. (2000). L'écologie urbaine entre science et urbanisme. *Quaderni,* (43), pp. 85-99. (Article scientifique)

Emelianoff, C. (2004). L'urbanisme durable en Europe: à quel prix? *Ecologie & Politique*, (29), pp. 21-36. (Article scientifique)

Emelianoff, C., & Stegassy, R. (2010). *Les pionniers de la ville durable*. Paris, Ed. Lavoisier, 294 p. (Ouvrage)

Emelianoff, C. (2011a). L'attractivité des écoquartiers les rend-elle ségrégatifs?, pp. 23-24. *In* Ecoquartiers et urbanisme durable, *Problèmes politiques et sociaux,* (981), Paris, Ed. La documentation française, 111 p. (Article scientifique)

Emelianoff, C. (2011b). Les écoquartiers dans l'histoire de l'urbanisme durable, pp. 13-18. *In* Ecoquartiers et urbanisme durable, *Problèmes politiques et sociaux*, (981). Paris, Ed. La documentation française. 111 p. (Article scientifique)

Féré, C, (2010). Villes rêvées, villes durables. *Géocarrefour*. (En ligne). 5 p. *www.geocarrefour.revues.org.* (Résumé de livre)

Fort, F., Costedoat, D., Namias, O., Perrault, L. & Al (2006). *Voisins-voisines, nouvelles formes d'habitat individuel en France*. Paris, Ed. Le Moniteur. 272 p. (Ouvrage)

Gaudillière, J.-P. (2005). Pour une ville durable - Entretien avec Cyria Emelianoff. *Mouvements*, (41). pp. 57-63. (Article)

G.I.E.C. (Groupement d'Experts Intergouvernemental sur le Changement du climat) (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques - 4ème rapport de synthèse*. (En ligne). 114 p. *www.ipcc.ch* (Rapport)

Girard, A., & Stoetzel, J. (1947). Désirs de Français en matière d'habitation urbaine. *Institut National d'Etudes Démographiques INED*, (3). (Résultats d'étude)

Haëntjens, J. (2010). *Urbatopies, ces villes qui inventent l'urbanisme du XXIè siècle*. La Tour d'Aigues, Ed. de l'Aube. 128 p. (Ouvrage)

Hazemann, R.-H. (1959). La liberté concrète, condition de la santé physique et morale. Quelques notions de psychologie de l'habitation, de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. *Revue d'hygiène et de médecine sociale*, 7 (1). 12 p. (Article Scientifique)

Jourda, F.-H. (2011). Quelle place pour les architectes ? pp. 24-26.*In* Ecoquartiers et urbanisme durable, *Problèmes politiques et sociaux*, (981). Paris, Ed. La documentation française. 111 p. (Article scientifique)

La revue durable, 2008. L'éco-quartier, pivot d'une politique durable de la ville*.* pp. 52-55. *In* Dossier L'écoquartier brique d'une société durable*. La revue durable*, (28), 70 p. (Revue)

Lebreuil, T. (2009). Les éco-quartiers - De l'utopie à la pratique, en Europe et en France. Observatoire du management alternatif, *Majeure Alternative Management – HEC Paris*, 29 p. (Essai)

Le Corbusier (1957). *La charte d'Athènes*. Paris, Ed. de minuit (Version réimprimée en 2011 par les Ed. Points), 190 p. (Ouvrage)

Lefevre, P. (2008). Voyage dans l'Europe des villes durables. Paris, Editions PUCA/CERTU, (118), 410 p. (Ouvrage)

Lefevre, P., & Sabard, M. (2009). Les éco-quartiers. Rennes, Ed. Apogée. 320 p. (Ouvrage)

Mattheys & Walther (2005). Un « nouvel hygiénisme » ? Le bruit, l'odeur et l'émergence d'une new middle class. *Articulo – Journal of urban research* (en ligne) www.articulo.revues.org (Article scientifique)

McDonough, W., & Braungart, M. (2011*). Cradle to cradle - Créer et recycler à l'infini*. Paris, Ed. Alternatives (Ed. traduite de l'américain). 230 p. (Ouvrage)

MEDDTL Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (2011a). Le financement des EcoQuartiers. 44 p. (Rapport)

MEDDTL Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (2011b). *Démarche EcoQuartier - Rapport d'activité 2011 - Un an d'activité 2011, des perspectives 2012, vers un label...,* 92 p. (Rapport)

Méga, V. P. (2008). Modèles pour les villes d'avenir – Un kaléidoscope de visions et d'actions pour des villes durables. Paris, L'Harmattan, 214 p. (Ouvrage)

Merlin, P. (2010). *Les grands ensembles - Des discours utopiques aux "quartiers sensibles".* Paris, Ed. La documentation française. 216 p. (Ouvrage)

Paquot, T. (2007). En route vers l'éco-urbanisme. (Revue en ligne), www.constructif.fr, (16). (Article)

Observatoire de la ville (2007). Les quartiers durables: Nouvel enjeu de la ville de demain? *Les cahiers de l'observatoire de la ville* (2). 90 p. (Rapport)

Ragon, M. (1986). *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes - Tome 3: De Brasilia au post-modernisme 1940-1991*. Bruxelles, Ed. Casterman (Version réimprimée en 2010 par les Ed. Points), 402 p. (Ouvrage)

Rogers, R., & Gumuchdjian, P. (2000). *Des villes durables pour une petite planète*. Ed. du Moniteur (Ed. traduite de l'anglais "Cities for a small planet" de 1997). 213 p. (Ouvrage)

Schaeffer, V., & Bierens De Haan, C. (2011, Février). La spécificité du cas néerlandais: la participation citoyenne aux "projets innovants". pp. 40-42. *In* Ecoquartiers et urbanisme durable, *Problèmes politiques et sociaux*, (981). Paris, Ed. La documentation française. 111 p. (Article scientifique)

Sénécal, G. (s.d.). Quelles sont les conditions qui favorisent le (Article

développement durable urbain? INRS –Urbanisation, Culture et Société (Revue scientifique)

Souami, T. (2011a). Avant-propos. pp. 5-9. *In* Ecoquartiers et urbanisme durable. *Problèmes politiques et sociaux* (981). Paris, Ed. La documentation française. 111 p. (Revue scientifique)

Souami, T. (2011b). *Eco-quartier, secrets de fabrication - Analyse critique d'exemples européens*. Paris, Ed. Les carnets de l'info, 252 p. (Ouvrage)

Tellier, T. (2007). *Le temps des HLM 1945-1975 - La saga urbaine des Trente Glorieuses*. Paris, Ed. Autrement. 224 p. (Ouvrage)

Theys, J., Emelianoff, C. (2001). Les contradictions de la ville durable. *Le débat*, (113), pp. 122-135. (Article scientifique)

Tribout, S., Manola, T., Castillo, Y., Ardila, A., Charre, S., (2008). Quartiers durables en Europe : Entre génie de l'environnement et développement urbain durable. *Colloque Les défis du développement durable : une réflexion croisée entre Brésil et France*, Sao Paulo, SENAC-IUP, 24 p. (Colloque)

Véron (2007). La moitié de la population mondiale vit en ville. *Population & sociétés*. Bulletin mensuel de l'information de l'Institut National d'Etudes Démographiques, (435). 4 p. (Article)

Véron (2008). Enjeux économiques, sociaux et environnementaux de l'urbanisation du monde. *Monde en développement* (142), pp. 39-52. (Article scientifique)

Veyret, Y., & Le Goix, R.. (2011). *Atlas des villes durables – Ecologie, urbanisme, société : l'Europe est-elle un modèle ?* Ed. Autrement, 87 p. (Ouvrage)

Villes européennes (1994). Charte des villes européennes pour la durabilité – Charte d'Aalborg. 7 p. (Document officiel)

3 *ENJEUX DU CONTEXTE TROPICAL (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1)*

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 3 DE LA PARTIE 1 – SOUS-CHAPITRE 1

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban (Article scientifique)

heat island. *International journal of climatology,* (23), pp. 1-26.

Besancenot, J.-P. (1997). Climat, confort, santé et aménagement des villes tropicales. *Revue de géographie de Lyon*, 72 (4), pp. 323-331. (Article scientifique)

Kottek, M. ; Grieser, J. ; Beck, C. ; Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated Meteorologische Zeitschrift, 15 (3), pp. 259-263 (Article scientifique)

Litynski, J. (1984). *Classification numérique des climats mondiaux. Programme Mondial des Applications Météorologiques*, OMM, p. 44. (Rapport)

P.R.B. Population Reference Bureau (2012). *La Fiche de données sur la population mondiale 2012.* 20 p. , www.prb.org (Rapport)

Roth, M. (2007). Review of urban climate research in (sub) tropical regions. *International journal of climatology*, (27), pp. 1859–1873. (Article scientifique)

Sad de Assis, E., & Barros Frota, A. (1999). Urban bioclimatic design strategies for a tropical city. *Atmospheric environment*, (33), pp. 4135-4142. (Article scientifique)

U. N. United Nations (2009). *Urban and rural areas 2009*. 2 p. (Brochure)

U.N. United Nations (2012). *World population prospect: the 2012 revision* (en ligne). *http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm* (Données en ligne)

U.N.C.T.A.D. (2012). *The least developed countries report 2012: Harnessing Remittances and Diaspora Knowledge to Build Productive Capacities*. New-York & Genève, United Nations editions, 192 p. (Rapport)

U.N.-O.H.R.L.L.S. (2010). List of Least Developped Countries. www.unohrlls.org/en/ldc/. Consulté en 2013 (Données en ligne)

Vigneau, J.-P. (2001). La zone «supra-tropicale» dans le monde et en France. Réflexion sur la classification des climats. *Annales de Géographie,* 110 (619), pp. 227-242. (Article scientifique)

4 *INDICATEURS TERRITORIAUX (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 1)*

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 3 DE LA PARTIE 1 – SOUS-CHAPITRE 2

A.D.U.L.M., Agence Pattou et Associés, Tribu, Mons, D. (2005*).* *Lille Métropole: Pour un renouvellement urbain durable, 2ème étape de la recherche: Guide méthodologique fév. 05*. Publié dans le cadre du Programme de Recherche PUCA Renouvellement Urbain et Environnement RUE. (Rapport)

Ayong Le Kama, A., Lagarenne, C., & Le Lourd, P. (2004). *Indicateurs nationaux du développement durable, lesquels retenir?* Rapport du groupe de travail interministériel, Commissariat général du plan. Paris, La documentation française, Collection réponses environnement, 214 p. (Rapport)

Besancenot, F. (2008). Réalisation d'un diagnostic territorial de développement durable - Expérimentation dans le Bassin Potassique alsacien. *Développement durable et territoires,* (En ligne). www.revues.org (Article scientifique)

Boulanger, P.-M. (2004). Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique. *In* Idées pour le débat, (21), Gouvernance mondiale, *Séminaire Développement durable et économie de l'environnement de l''IDDRI*, 24 p. ,www.iddri.org (Article scientifique)

Cherqui (2005). Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable de quartier – Méthode ADEQUA. Thèse en Génie civil, Université de La Rochelle, sous la direction de Wurtz, E. & Allard, F., 202 p. (Thèse)

Descamps, M., & Vicard, F. (2010). Mesurer le développement durable: jeux d'indicateurs et enjeux locaux. *Revue d'économie régionale et urbaine*, (4), pp. 749-771. (Article scientifique)

Lazzeri, Y., & Planque, B. (2006). *Elaboration d'indicateurs pour un système de suivi-évaluation du développement durable - Tome 1: Principes et méthodologie de construction du référentiel*. Programme de recherches politiques territoriales et développement durable. 82 p. (Rapport)

Saulnier, N. & Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise (2006). De la qualité de la vie au diagnostic urbain : vers une nouvelle méthode d'évaluation – Le cas de la ville de Lyon. Paris, C.E.R.T.U. , 12 p., www.observation-urbaine.certu.equipement.gouv.fr (Rapport)

S.E.E.A. South East England Agency & B.R.E. Building Research Establishments (2008) *Southeast Sustainability Checklist*. Outil en ligne http://southeast.sustainability-checklist.co.uk/page/overview/cover, (Site Internet)

Spangenberg, J. H. (2002). Institutional sustainability indicators: an analysis of agenda 21 and a draft set of sustainable development, 10 (2), pp. 103-115. (Article scientifique)

Ville de Grenoble - direction de l'urbanisme (2006). *Guide de la Qualité Environnementale dans l'Architecture et l'Urbanisme (ou ABC de la QE de la ville de Grenoble)*. 194 p. (Rapport)

5 *TERRITOIRE REUNIONNAIS (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 2 & CONCLUSION)*

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 1 DE LA PARTIE 2 – SOUS-CHAPITRE 2

A.G.O.R.A.H. (2008). Mesure de l'étalement urbain entre 1997, 2003 et 2008, 2 p. (Publication)

A.G.O.R.A.H. (2010). Caractéristiques de la tâche urbaine 2008 et mesure des évolutions depuis 2007, 47 p. (Rapport)

Dimou, M. ; Garde, F. ; Schaffar, A. ; Bénard, F. ; Savidan, L. (2010), Quartiers durables en milieu urbain tropical – Recherches menées pour le PUCA dans le cadre de l'appel à projets de recherches Formes urbaines et dynamiques d'agglomération sur les émissions de gaz à effet de serre et l'efficience énergétique liée aux bâtiments, 76 p. Disponible sur *http://urbamet.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Urbamet/0304/Urbamet-0304662/PUCA1373.pdf* (Rapport de recherche en ligne)

Garde, F., L.P.B.S., Imageen, Région Réunion (2009). *Règles de conception thermique et énergétique des bâtiments tertiaires et résidentiels adaptées aux zones climatiques de l'île de La Réunion – Prescriptions PERENE Réunion*, 119 p. (Rapport)

Géoportail (2013). Réunion en 3D**.** *www.geoportail.gouv.fr* (Site Internet)

I.N.S.E.E. (n.d) *www.insee.fr* (Site Internet)

I.N.S.E.E. (2011). *Tableau Economique de La Réunion (T.E.R.) 2011*. INSEE. 178 p. (Ouvrage)

Météo France (2011). Atlas climatique de La Réunion, 133 p. (Ouvrage)

Parc National de La Réunion (2008). *Dossier de candidature au patrimoine mondial de l'UNESCO – Pitons, criques et remparts de l'île de La Réunion, France – Une grande diversité de formes et de milieux naturels remarquables à évolution rapide,* 558 p. (Dossier de candidature)

Parc National de La Réunion (2013). Le territoire du Parc. *www.reunion-parcnational.fr/Le-territoire-du-Parc.html* (Page web)

Savidan, L. , Schaffar, A. , Dimou, M., Garde, F. (2008). La consommation énergétique des ménages à La Réunion : vers un retour à l'autonomie par le biais des énergies renouvelables », Etudes caribéennes, (31) [En ligne], 11 p. (Article scientifique)

Van Iseghem, A. (2012). *Etude éco-quartiers*, Rapport de stage au C.A.U.E. Réunion, 103 p. (Rapport de stage)

6 *CLIMATOLOGIE URBAINE, CONFORT THERMIQUE, AMENAGEMENT URBAIN TROPICAL (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 2)*

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 1 (SOUS-CHAPITRE 3) DE LA PARTIE 2 ET DU CHAPITRE 2 DE LA MEME PARTIE

Ahmed, K. S. (2003). Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments*. Energy and buildings*, (35), pp.103-110. (Article scientifique)

Ali, Z. F. (2006). Indian influences: Interpretation in Le Corbusier's architecture for the tropical environment. *BRAC University journal*, 3 (2), pp. 1-7. (Article scientifique)

Assimakopoulos, V.D., Chrisomallidou, N., Klitsikas, N., Mangold, D., Michel, P., Santamouris, M., & Tsangrassoulis, A. (2001). *Energy and climate in the urban built environment*. London, James & James science publishers Ltd. 407 p. (Ouvrage)

Changnon, S., Kunkuel, K., & Reinke, B. (1996). Impacts and responses to the 1995 heat wave: a call to action. *Bulletin of the american meteorological society*, 77(7), pp. 1497-1505. (Article scientifique)

Corbella, O., & Magalhaes, M. (2008). Conceptual differences between the bioclimatic urbanism for Europe and for the tropical humid climate. *Renewable energy*, (33), pp. 1019-1023. (Article scientifique)

Emmanuel, R. (2005). Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, (40), pp. 1591-1601. (Article scientifique)

Grosso, M. (1998). Urban form and renewable energy potential. *Renewable energy* (15), pp. 331-336. (Article scientifique)

Jauregui, E. (1999). Tropical urban climatology at the turn of the millenium. 15th International congress of biometeorology & International conference on urban climatology (ICB-ICUC'99). Sydney, Australie. (Article scientifique)

Kikegawa, Y., Genchi, Y., Kondo, H., & Hanaki, K. (2006). Impacts of city-block-scale counter measures against urban heat island phenomena upon a building's energy consumption for air-conditioning. *Applied energy*, 83 (6), pp. 649-668. (Article scientifique)

Konopacki, S., & Akbari, H. (2002). Energy savings for heat island reduction strategies in Chicago and Houston (including updates for Baton Rouge, Sacramento, and Salt Lake City). Fraft Final Report, University of California, Berkeley. 51 p. *www.osti.gov* (Rapport)

Oke, T. R., Johnson, G. T., Steyn, D. G., & Watson, I. D. (1991). Simulation of surface urban heat islands under ideal conditions at night. 2-Diagnosis of causation. *Boundary layer meteorology*, (56), pp. 339-358. (Article scientifique)

Oke (1987). Boundary layer climates – second edition, 435 p. (Ouvrage)

Pignolet-Tardan, F., Depecker, P., Gatina, J.-C. (1997). Modélisation du comportement thermique d'un espace urbain : calcul de la réponse en température des structures et de l'air ambiant. *Revue générale de thermique*, (36), pp. 534-546.

Rizwan, A. M., Dennis, L. Y., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of environmental sciences*, (20), pp. 120-128. (Article scientifique)

Rosenfeld, A. H., Akbari, H., Romm, J. J. & Pomerantz, M. (1998). Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction. *Energy and buildings* (28), pp. 51-62. (Article scientifique)

Santamouris, M., & Assimakopoulos, D. (1997). Passive cooling of buildings. London, James &James science publishers Ltd. 473 p. (Article scientifique)

Spronken-Smith, R.A. & Oke, T.R. (1998). The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *International journal of remote sensing*, 19 (11).

Yannas, S. (2001). Toward more sustainable cities. *Solar energy*, 70 (3), pp. 281-294. (Article scientifique)

7 *LE PROJET DE RENOVATION URBAINE DE RAVINE BLANCHE (BIBLIOGRAPHIE DE LA PARTIE 3)*

BIBLIOGRAPHIE DES CHAPITRES 1 & 2 DE LA PARTIE 3

A.N.R.U., Ville de Saint-Pierre (2007). Convention de Rénovation Urbaine du Quartier de Ravine Blanche, 16 p. (Convention)

Cabinet LAC, Techne cité (2009). Atelier urbain participatif, quartier de Ravine Blanche – Synthèse gobale des 78 prescriptions formalisées (Rapport)

par les membres de l'atelier urbain participatif, 23 p.

Caroupin, P.-Y. ; Clain, M., Souprayen-Cavery, Y. ; Vuagnoux, C. (2009). *Déplacements dans le quartier de Ravine Blanche*, Stage de master, Université de La Réunion, 44 p. (Rapport de stage)

C.C.I. (2006). Programme de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche. Analyse des activités économiques et des services marchands, 64 p.

Commune de Saint-Pierre (2006). Projet de rénovation urbaine, quartier de Ravine Blanche - Etude urbaine, 142 p. (Rapport)

Dardel Ingénierie (2013). Programme de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche – Phasage Général (Plan)

D.D.E. Réunion , C.E.T.E. Méditéranée (2009). Restitution du forum Quels Quartiers Durables à La Réunion – Saint-Denis les 29 et 30 Octobre 2009, 31 p. (Synthèse de forum)

Doulouma, A. (2008). *Convention de Gestion Urbaine de Proximité à Ravine Blanch*e, Stage de master 1, Université de La Réunion 86 p. (Rapport de stage)

Gamess, G. (2008). *La résidentialisation dans le quartier de Ravine Blanche*, Stage de master 1, Université de La Réunion, 68 p. (Rapport de stage)

Gardenat, F. ; Rivière, Pierre-Alexandre (2010). *Campagnes de mesures du confort thermique*, Stage de master 2, Université de La Réunion37 p. (Résultats de mesures)

La voie du sud (2011). Un nouvel élan pour la Ravine Blanche, 6, 24 p. (Revue communale)

L.E.U. Réunion (2010). Mission de suivi architectural, urbanistique et environnemental du projet – Charte architecturale, urbanistique et paysagère. (Rapport)

Rivas-Manzo, E. (2010). *Rénovation urbaine et quartier durable, un projet de rénovation urbaine peut-il aboutir à une reconnaissance durable ? Cas du quartier de Ravine Blanche*, Stage de Master 2, Université de La Réunion, 104 p. (Rapport de stage)

Ville de Saint-Pierre (2007). Contrat Urbain de Cohésion Sociale du quartier de Ravine Blanche, 17 p. (Contrat)

Vuagnoux, C. (2008). *La place du T.C.S.P. dans le projet de rénovation urbaine de Ravine Blanche*, Stage de master 1, Université de La Réunion 111 p. (Rapport de stage)

n.d. (n. d.). Cahier de recommandations de développement durable pour la réhabilitation de Ravine Blanche, 54 p. (Rapport)

O.N.Z.U.S. (2010). Atlas régional des contrats urbains de cohésion social, 16 p (Rapport)

8 *LES URBANISMES PRE-URBANISME DURABLE (BIBLIOGRAPHIE DES ANNEXES)*

Claval, P. (2011). *Ennoblir et embellir – De l'architecture à l'urbanisme*. Paris, Ed. Les carnets de l'info, 294 p. (Ouvrage)

Engels, F. (1945). *La situation de la classe laborieuse en Angleterre. D'après les observations de l'auteur et des sources authentiques.* (Version réimprimée et traduite par Badia, G. & Frédéric, J. en 1960 par les Ed. Sociales), 413 p. (Ouvrage)

Fijalkow, Y. (2004). L'enquête sanitaire urbaine à Paris en 1900, Le casier sanitaire des maisons*. Mil neuf cent Revue d'histoire intellectuelle*, 1 (22), pp. 95-106. (Article scientifique)

Tomas, F. (2003). La place des grands ensembles dans l'histoire de l'habitat social français, 15p. *In* Tomas, F., Blanc, J.-N. & Bonilla, M., *Les grands ensembles. Une histoire qui continue.....* Saint-Etienne, Publications de l'Université de Saint Etienne. 259 p. (Section d'ouvrage)

ACRONYMES, ABBRÉVIATIONS, SIGLES

A.D.U.L.M. :	Agence de Développement et d'Urbanisme de Lille Métropole.
A.C.S.E.	Agence Nationale pour la Cohésion Sociale
A.G.OR.A.H. :	Agence pour l'Observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat
A.M.O :	Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage
A.N.RU. :	Agence National de Rénovation Urbaine
B.B.C. :	Bâtiment Basse Consommation
C.A.U.E.	Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement
C.C.I.	Chambre de Commerce et d'Industrie
C.E.S. :	Chauffe-Eau Solaire
C.E.T.E.	Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement
C.F.D.	Computational Fluid Dynamics ou Mécanique des fluides en français
C.I.V.	Comité Interministériel des Villes
C.U.C.S.	Contrat Urbain de Cohésion Sociale
C.I.A.M. :	Congrès International d'Architecture Moderne
D.D.E.	Direction Départementale de l'Equipement
D.E.A.L.	Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
D.O.M. :	Département d'Outre-Mer
E.C.O.S.O.C. :	Conseil économique et social des Nations Unies
EN.R. :	ENergies Renouvelables
G.E.R.R.I. :	Projet G.E.R.R.I. : Grenelle de l'Environnement à la Réunion Réussir l'Innovation
G.I.E.C :	Groupement d'Experts Intergouvernemental sur le Changement climatique, I.P.C.C. en anglais.
G.U.P. :	Gestion Urbaine de Proximité
H.Q.E. :	Haute Qualité Environnementale
H.R. :	Humidité Relative
I.N.S.E.E. :	Institut National de Statistiques et desEtudes Economiques

I.P.C.C. : Intergovernmental Panel on Climat Change, G.I.E.C. en français.

L.E.U. Réunion: Laboratoire d'Ecologie Urbaine

L.P.B.S. : Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes de l'Université de La Réunion, dorénavant appelé Laboratoire P.I.M.E.N.T.

M.A.B. : Man And Biosphere, programme de l'U.N.E.S.C.O.

N.I.M.B.Y.: Not In My BackYard

O.N.U.: Organisation des Nations-Unies, U.N. en anglais.

0.Q.A.D.D. : Outils de Questionnement et d'Analyse vis-à-vis du Développement Durable

O.N.Z.U.S. Observatoire National des Zones Urbaines Sensibles

PER.ENE. Prescriptions PERformances ENErgétiques des bâtiments (Document d'aide à la conception des bâtiments, mis en place à La Réunion

P.I.B. : Produit Intérieur Brut

P.I.M.E.N.T. : Physique et Ingénierie Mathématique pour l'Energie et l'environnemeNT, laboratoire à l'Université de La Réunion – anciennement appelée L.P.B.S.

P.M.R. Personne à Mobilité Réduite

P.N.R.U. Plan National de Rénovation Urbaine

P.M.D.: Pays Moins Développés.

P.U.C.A.: Plan Urbanisme Construction et Architecture

P.R.B. : Population Reference Bureau

P.R.U.R.B. : Projet de Rénovation Urbaine de Ravine Blanche

Q.D.R.: Quartier Durable Réunionnais

R.S.A.: Revenu de Solidarité Active

S.E.E.A.: System of Environmental Economic Accounting (fourni des statistiques pour l'ONU)

S.E.M.A.D.E.R.: Société d'Economie Mixte d'Aménagement, de Développement et d'Equipement de La Réunion (Promoteur et bailleur social)

S.H.LM.R. Société anonyme d'Habitations à Loyer Modéré de la Réunion

S.I.D.R. Société Immobilière du Département de la Réunion

S.I.G.: Système d'Informations Géographiques

SOLENE: Logiciel de simulation d'ensoleillement, d'éclairement et de

	rayonnement thrmique mis en place par la CERMA de Nantes
S.V.F. :	Sky View Factor
T.C.S.P.:	Transports en Communs en Site Propres
T.V.A.	Taxe sur la Valeur Ajoutée
U.H.I. :	Urban Heat Island (Ilot de chaleur urbain en français)
U.N. :	United Nations, O.N.U. en français
U.N.E.S.C.O. :	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, ou Organisation des Naations Unies pour l'éducation, la science et la culture en français. Elle a pour mission de contribuer au maintien de la paix et de la sécurité.
U.N.C.T.A.D.	United Nations Conference on Trade And Development
U.N.-O.H.R.L.L.S.:	The **U**nited **N**ations **O**ffice of the **H**igh **R**epresentative for the **L**east Developed Countries, **L**andlocked Developing Countries and the **S**mall Island Developing States.
Z.C.I.T.:	Zone de Convergence Inter-Tropicale
Z.F.U.	Zone Franche Urbaine
Z.R.U.	Zone de Redynamisation Urbaine
Z.U.P.	Zone Urbaine Prioritaire

LISTE DES FIGURES

Les figures comprennent schémas, croquis, photos, diagrammes de présentation d'idées ainsi que les tableaux. Les photos, lorsque cela n'est pas précisé sont des clichés réalisés par moi

Figure 1 (TABLEAU) : Structuration du projet de recherche 6

Figure 2 (LISTE): Le modèle d'éco-quartiers, des enjeux transposables du territoire européen vers La Réunion. .. 16

Figure 3 (STRUCTURATION DU DOCUMENT): Description du contenu de la thèse. 19

Figure 4 (TABLEAU): Synthèse de la structuration globale de la thèse 20

Figure 5 (DIAGRAMME DE PROCESSUS): Chronologie des différents courants urbanistiques développés en Europe ces deux derniers siècles. 26

Figure 6 (TABLEAU) : Certains reproches attribués à l'urbanisme moderne. 28

Figure 7 (TABLEAU): Postulats selon lesquels l'aménagement des villes a été pensé et vécu. 35

Figure 8 (TABLEAU) : Enjeux des différentes grandes périodes urbaines du 12ème au 21ème siècle. 37

Figure 9 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Chronologie de quelques dates marquantes concernant l'avènement de la problématique de développement durable urbain en Europe. 40

Figure 10 (TABLEAU): Processus de prise de conscience et d'actions à l'échelle mondiale et européenne, concernant la fragilité de l'environnement. 41

Figure 11 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Phasage de l'apparition du développement durable urbain de manière générale.. 42

Figure 12 (DIAGRAMME) : Synthèse des cinq entrées choisies pour décrire l'urbanisme durable dans cette thèse 43

Figure 13 (PHOTO) : Pistes cyclables (Cœur de Bastille, Bordeaux) 45

Figure 14 (PHOTO) : Vocabulaire piéton (Cœur de Bastille, Bordeaux) 45

Figure 15 (PHOTO) : Des cheminements piétons insérés dans le site (Cœur de Bastille, Bordeaux) 45

Figure 16 (PHOTO) : Ludothèque, espaces pour enfants, salle polyvalente à disposition dans le quartier (Cœur de Bastille) 46

Figure 17 (PHOTO) : Café - Restaurant au cœur du jardin botanique (Cœur de Bastille, Bordeaux) 46

Figure 18 (PHOTO) : Résidence universitaire (Cœur de Bastille, Bordeaux) 46

Figure 19 (Croquis) : La maison associée (Vue en plan) (Reynaud, architecte, 2010) 46

Figure 20 (PHOTO) : La maison sur le toit (Opération Klara Zénith à Stockholm) (REVUE ECOLOGIK) 47

Figure 21 (CROQUIS) : Le logement classique en galette (REYNAUD, ARCHITECTE, 2010) 47

Figure 22 (CROQUIS) : La maison sur la maison 47

Figure 23 (CROQUIS) : Habiter la hauteur (REYNAUD, ARCHITECTE, 2010) 47

Figure 24 (PHOTO) : Un jardin communautaire et éducatif, lieu d'apprentissage et de création de lien social (Cœur de Bastille, Bordeaux) 48

Figure 25 (PHOTO) : Des habitats collectifs avec une réintroduction de la nature en étage (Cœur de Bastille, Bordeaux) *48*
Figure 26 (PHOTO) : Un espace bucolique au cœur des îlots, lieu de détente, de sport et de rencontres (Cœur de Bastille, Bordeaux) *48*
Figure 27 (PHOTO) : Apprendre à cultiver ses légumes de manière bio, au pied de son immeuble (Cœur de Bastille, Bordeaux) *49*
Figure 28 (PHOTO) : Des espaces communautaires près des logements (Cœur de Bastille, Bordeaux) *49*
Figure 29 (PHOTO) : Un bassin aménagé au centre du quartier (Cœur de Bastille, Bordeaux) *49*
Figure 30 (SCHEMA): Principe de gestion des ressources entrant dans le métabolisme urbain (INSPIRE DE ROGERS, 2011) *50*
Figure 31 (CROQUIS) : Consensus entre introduction de bâti et respect du fonctionnement naturel en termes hydrologiques (Opération Z.A.C. de La Saline) (LEU REUNION) *51*
Figure 32 (TABLEAU) : Logique portée par l'urbanisme durable dans le but de résorber les pertes sociales et environnementales provoquées par l'urbanisme moderne *52*
Figure 33 (TABLEAU) : Arguments critiques envers l'urbanisme moderne et critères prônés par l'urbanisme durable. *53*
Figure 34 (DIAGRAMME RELATIONNEL): Enumération de quelques réflexions induites lors de la pratique de l'urbanisme durable. *55*
Figure 35 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Les trois facteurs majeurs influençant la construction d'un projet de développement durable urbain. *57*
Figure 36 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Le passage du Global au Local dans le développement durable. *58*
Figure 37 (LISTE): Les 10 commandements du développement durable. *70*
Figure 38 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Tendances particulières des modèles de quartiers durables européens. *77*
Figure 39 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE): Evolution dans le temps des modèles de quartiers durables en Europe. *80*
Figure 40 (TABLEAU): Proposition de dénomination des types de quartiers durables à partir de leur « trait de caractère" principal *80*
Figure 41 (LISTE) : Classification des quartiers durables européens selon (HELIOT, 2010, P. 27). *81*
Figure 42 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Tendances d'évolution des quartiers durables de 1980 à aujourd'hui. *81*
Figure 43 (TABLEAU) : Tendances des éco-quartiers à travers le temps *82*
Figure 44 (SCHEMA) : Trois opinions concernant le choix des terminologies pour définir les projets de développement durable urbain à l'échelle locale. *83*
Figure 45 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Evolution des éco-quartiers vers les quartiers durables (Traduction schématique de l'Opinion n°1) *83*
Figure 46 (GRAPHE SCHEMATIQUE) : Une diffusion du modèle de quartiers durables dans le temps sous forme de paliers d'évolution *87*
Figure 47 (DIAGRAMME DE RELATIONS D'IDEES) : UN projet de qualité lié à une appropriation du cadre de vie par les habitants, le « cocktail » nécessaire à la réussite dans le temps d'un quartier durable. *89*
Figure 48 (TABLEAU): Mise en évidence de 3 niveaux de performances des projets durables *90*

Figure 49 (GRAPHIQUE SCHEMATIQUE) : Différents niveaux de durabilité envisageables d'un quartier durable 91
Figure 50 (SCHEMA) : Optimum à trouver entre investissements et efficacité du quartier. 92
Figure 51 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Les raisons qui font qu'un éco-quartier demeure un projet unique..... 94
Figure 52 (CARTE) : Localisation de la zone intertropicale 99
Figure 53 (DIAGRAMME HIERARCHIQUE) : Classification des climats de catégorie A issus de la classification de Köppen 101
Figure 54 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Equatorial Af (WIKIPEDIA) 102
Figure 55(CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Tropical de Savane Aw (WIKIPEDIA) 102
Figure 56 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat Tropical – de Mousson Am (WIKIPEDIA) 102
Figure 57 (DIAGRAMMES HIERARCHIQUES) ! Classification des climats de catégorie B et C issus de la classification de Köppen 103
Figure 58 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical de steppes semi-arides BSh (WIKIPEDIA) 103
Figure 59 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical humide avec hiver sec Cwa (WIKIPEDIA) 103
Figure 60 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat subtropical désertique BWh (WIKIPEDIA) ... 103
Figure 61 (CARTE) : Localisation des zones correspondant au Climat méditerranéen Cs (WIKIPEDIA) 103
Figure 62 (CARTE) : Carte du monde de la classification de Kôppen-Geiger, actualisée avec des températures mensuelles et des données de précipitations de la période 1951 à 2000, présentée sur une grille de latitudes et de longitude avec des pas de 0,5° FIGURE 1 DE (KOTTEK & AL, 2006) Traduite + latitudes et longitudes de 23° ajoutées. 104
Figure 63 (TABLEAU): Liste des Pays Les Moins Développés établie par les Nations Unies et révisée en Mars 2010. (UN-OHRLLS, 2010) Traduite et modifiée. 106
Figure 64 (GRAPHIQUE) : Evolution démographique mondiale de 1950 à 2050 selon le niveau de développement des pays (P.R.B., 2012, P. 5). 107
Figure 65 (GRAPHIQUE) : Pourcentage de distribution de la population mondiale vivant en zone urbaine en 2010, selon le niveau de développement, (U.N, 2009) Traduit et détaillé. 107
Figure 66 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Pyramide de Maslow représentant les besoins fondamentaux humains. (MASLOW) 111
Figure 67 (DIAGRAMME PYRAMIDAL) : Essai de transposition de la pyramide de Maslow aux besoins de développement urbain (MASLOW) Modifié et adapté 111
Figure 68 (LISTE): Synthèse du cadre d'étude 113
Figure 69 (DIAGRAMME) : Spécifications du cadre d'étude. 113
Figure 70 (TABLEAU): Exemple de grilles d'indicateurs de durabilité de territoires consultées durant la thèse. .. 116
Figure 71 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Méthodologie globale utilisée pour la création de la grille d'indicateurs de durabilité territoriale. 119
Figure 72 (DIAGRAMME) : Ingrédients nécessaires à la construction de la grille 120

Figure 73 (LISTE) : Quelques exemples de thématiques abordées de manière récurrente pour les évaluations territoriales de développement durable urbain 120
Figure 74 (SCHEMA) : Exemple de liens multiples pouvant apparaitre entre thématiques différentes, supposant une multitude de structuration d'outils d'évaluation..... 121
Figure 75 (LISTE) : Fonctions souhaitées de la grille d'indicateur à créer dans le cadre de cette thèse 123
Figure 76(LISTE ARBORESCENTE) : Distinction de trois familles d'indicateurs, sous climat tropical 126
Figure 77 (TABLEAU): Exemple d'indicateurs pouvant convenir aux différentes familles d'indicateurs distinguées sous climat tropical (cf. : Figure précédente) 126
Figure 78 (DIAGRAMME) : Trois spécificités de modèles d'éco-quartiers tropicaux sélectionnés, en vue de transparaitre dans la grille d'indicateurs créée dans le cadre de cette thèse. Les choix d'actions privilégiés. ... 134
Figure 79 (PHOTO) : Confort thermique souhaité dans un quartier durable tropical, celui ressenti sous un arbre lors d'un fort ensoleillement (Espace ombragé du quartier de Ravine Blanche avant rénovation urbaine)..... 134
Figure 80 (DIAGRAMME) : Exemples de solutions résolues grâce aux modèles de quartiers durables tropicaux proposés 135
Figure 81 (LISTE) : Champs de connaissances majeurs sur lesquels s'appuient la création de la grille et la réflexion sur le modèle d' éco-quartiers tropicaux..... 136
Figure 82 (LISTE) : Bénéfices engendrés par des optimisations de la structuration urbaine au climat local..... 136
Figure 83 (CARTE) : Localisation de La Réunion au sud-ouest de l'Afrique dans l'Océan Indien (PARC NATIONAL, 2008) 138
Figure 84 (CARTE) : Localisation de La Réunion (METEO FRANCE, 2011) 138
Figure 85 (CARTE 3D) : Modélisation de l'île de La Réunion, observée depuis sa façade Est (PARC NATIONAL, 2008) 139
Figure 86 : Les trois grands climats de La Réunion..... 140
Figure 87 (CARTE) : Zonage climatique proposé dans PERENE en vue d'adapter les constructions aux différents contextes climatiques (GARDE & AL, 2009). 140
Figure 88 (CARTE) : Limites du Parc National (Zone non urbanisable) et des espaces naturels de l'île protégés (DEAL DANS INSEE, 2011) 143
Figure 89 (DIAGRAMME) : Répartition des entreprises par secteurs d'activités à La Réunion, toutes tailles confondues. Réalisé à partir des données (INSEE, 2011)..... 144
Figure 90 (LISTE) : Les deux phases majeures d'urbanisation à La Réunion au 20ème siècle 145
Figure 91 (DIAGRAMME) : Répartition altitudinale de la tâche urbaine en 2008 sur le territoire sud (AGORAH, 2008) 145
Figure 92 (LISTE) : Résultats d'étude d'évolution et de typologie de la tâche urbaine entre 1997 et 2008 à La Réunion (AGORAH, 2010) 146
Figure 93 (PHOTOS AERIENNES COMMENTEES) : Différents exemples d'étalement et de mitage urbain à La Réunion, 4 photos (AGORAH, 2010) 147
Figure 94 (CARTE) : Cartographie de la tâche urbaine à La Réunion en 2008 (27 381 ha) permettant de mettre en évidence l'emplacement des espaces urbains de l'île et leur densité (AGORAH, 2010) 148

Figure 95 (LISTE) : Quelques données socio-économiques de La Réunion 149
Figure 96 (TABLEAU) : Quelques atouts et contraintes du territoire réunionnais en matière d'aménagement urbain 150
Figure 97 (LISTE) : Synthèse de caractéristiques climatiques marquantes du zonage 1 et 2 de PERENE correspondants au bas de l'île de La Réunion (GARDE & AL, 2009). 150
Figure 98 (CARTE SCHEMATIQUE) : Un zonage climatique lié à l'exposition aux alizés (METEO FRANCE) + INSERTION ZONAGE CLIMATIQUE PERENE 151
Figure 99 (TABLEAU) : Particularités climatiques globales à La Réunion, selon les mois de l'année 151
Figure 100 (TABLEAU) : Particularités climatiques observées à La Réunion en fonction des côtes de l'île observées 151
Figure 101 (LISTE) : Synthèse des paramètres climatiques majeurs à prendre en compte pour les aménagements urbains dans les bas de La Réunion 152
Figure 102 (CARTE) : Répartition par saison des précipitations annuelles à La Réunion (METEO FRANCE, 2011).... 153
Figure 103 (SCHEMAS): Principes des brises de mer et de terre. (METEO FRANCE) + INSERTION DU SENS PRINCIPAL DES BRISES 154
Figure 104 (CARTE): Cartographie des températures moyennes annuelles à La Réunion (METEO FRANCE, 2011).. 155
Figure 105 (GRAPHE) : Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales à Saint-Denis, La Réunion (METEO FRANCE, 2011) 155
Figure 106 (GRAPHE) : Insolation en fonction du rayonnement à Saint-Denis de La Réunion (METEO FRANCE, 2011) 156
Figure 107 (CARTE) : Moyenne annuelle du rayonnement global quotidien à La Réunion (METEO FRANCE, 2011) 156
Figure 108 (CARTE) : Expositions des différents littoraux de La Réunion vis-à-vis des différents types de houle (METEO FRANCE, 2011, P. 112) 156
Figure 109 (ABAQUE ET GRAPHIQUE) : Indice Humidex horaire moyen à Gillot-Aéroport, La Réunion (METEO FRANCE) 162
Figure 110 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Deux principes majeurs pour améliorer le confort thermique urbain sous climat tropical 163
Figure 111 (SCHEMA) : Méthodologie proposée en vue de favoriser une ville tropicale agréable thermiquement 166
Figure 112 (SCHEMA): Facteurs agissant sur le confort thermique urbain concernant les facteurs de génération de l'îlot de chaleur urbain. INSPIRE ET TRADUIT DU SCHEMA PROPOSE PAR (RIZWAN & AL, 2008, P.121) 166
Figure 113 (SYNTHESE SCHEMATIQUE) : Proposition de mesures d'atténuation, de réduction de températures et de diminution de consommation énergétique vis à vis du phénomène d'îlot de chaleur urbain, TRADUCTION DU SCHEMA DE (RIZWAN & AL, 2008, P. 125) 168
Figure 114 (PHOTOS) : Des formes éclatées pour favoriser la ventilation inter-bâtiments. Une opération sous forme de 5 bâtis séparés (Opération Ilet du centre, Saint-Pierre) (DOURIS) POUR LEU REUNION 169
Figure 115 (TABLEAU) ! Coefficient d'absorptivité solaire de sols et de matériaux 170

Figure 116 (TABLEAU) ! Coefficients de ruissellement. ZAC BEAUSEJOUR (LEU REUNION), TABLEAU MODIFIE DANS SA FORME *171*
Figure 117 (PHOTO) : Utilisation de la végétation et de pavés permettant l'infiltration des eaux dans le sol, au lieu de surfaces totalement imperméables telles que le bitume ou le béton (Opération Aldabra, Saint-Pierre)..... *172*
Figure 118 (PHOTO) : Favoriser l'utilisation de sols plantés pour maximiser le pouvoir d'infiltration d'eau des sols (Opération Ilet du Centre). *172*
Figure 119 (TABLEAU) : Exemples de références bibliographiques montrant l'influence positive de la végétation sur le confort thermique urbain *173*
Figure 120 (PHOTO) : Bancs protégés grâce à la végétation et les masques solaires durant quelques heures de la journée (Placette derrière la mairie, Saint-Pierre)..... *174*
Figure 121 (PHOTO): La rue se trouve protégée du rayonnement à certaines heures de la journée dû au rôle de masques solaires que jouent les bâtiments sur la voie (Saint-Pierre) *174*
Figure 122 (PHOTO) : Protection solaire du bâtiment (Opération Aldabra, Saint-Pierre)..... *175*
Figure 123 (PHOTO) : Protection solaire du bâtiment combinée à la création d'un espace de vie intermédiaire permettant d'abriter coursives, espaces de détente pour les habitants du bâtiment, espaces végétalisés (Opération Ilet du centre)..... *175*
Figure 124 (TABLEAU) : Impacts positifs en termes de confort thermique des 4 facteurs contrôlants proposés par (RIZWAN & AL, 2008)..... *175*
Figure 125 (TABLEAU) : Des facteurs contrôlables agissent à différentes échelles sur le confort thermique urbain *175*
Figure 126 (PHOTO) : Avant d'une ancienne case créole. Un espace végétalisé entre la rue et la bâtisse favorise un environnement de qualité pour la maison (Quartier de Ravine Blanche) *178*
Figure 127 (PHOTO) ; Varangue-avant d'une maison créole (La Maison Orré, Centre-ville de Saint-Pierre)..... *178*
Figure 128 (TABLEAU) : L'adaptation du bâti au climat tropical, une diversité de typologie d'espaces de vie. *179*
Figure 129 (PHOTO) : Exemple de coursives extérieures au bâti (Opération Aldabra) *182*
Figure 130 (PLAN 3D) : Des bâtiments présentant une largeur de structure bâtie imperméable faible (Opération Ilet du centre)(ARCHITECTES 2APMR) *182*
Figure 131 (PHOTO) : Persiennes au-dessus des portes intérieures du logement pour favoriser une ventilation traversante (Opération Le Belvédère, Beau séjour, Sainte-Marie)..... *182*
Figure 132 (PHOTO) : Portes intérieures orientables, intégrants toute la hauteur sous plafond et permettant de ventiler selon le souhait la pièce. (Opération Ilet du centre, bureaux)..... *182*
Figure 133 (PHOTO) : Des logements pré-équipés dès leur livraison de prises en plafond pour brasseurs d'air (Opération Le Belvédère, Sainte-Marie)..... *183*
Figure 134 (PHOTO) : Brasseurs d'air pour maximiser le confort des usagers. (Opération Ilet du centre, Bureaux) *184*
Figure 135 (PHOTO): Nombreux ouvrants favorisant la circulation de l'air. (Opération Le Belvédère) *184*
Figure 136 (PHOTO) : Des ouvertures persiennées modulables disposées sur toute la hauteur sol/plafond permettent de maximiser l'entrée de ventilation (Opération Ilet du centre, Bureaux)..... *184*

Figure 137 (PHOTO): Baies à galandage pouvant s'ouvrir à 100 % ou être régulées en fonction du confort recherché et selon les conditions climatiques (Opération Le Belvédère) 185
Figure 138 (PHOTO) : Ouvertures persiennées réglables et sécurisées pour alimenter constamment le logement en fraîcheur (Opération Le Belvédère) 185
Figure 139 (PHOTO) : Volets persiennés pour ventiler et protéger du rayonnement solaire. Les couleurs claires permettent de diminuer la captation de chaleur par la structure du bâti (Opération Aldabra) 185
Figure 140 (PHOTO) : Pare-soleil verticaux constitués de diverses lames en tissus permettant de protéger les ouvrants du rayonnement direct (Opération Ilet du centre) 187
Figure 141 (PHOTO) : Lame verticale permettant de protéger les fenêtres sur toute la hauteur du bâtiment (Opération Aldabra) 187
Figure 142 (PHOTO) : Casquettes solaires (Opération Aldabra) 187
Figure 143 (PHOTO): Toiture végétalisée (Opération Le Belvédère) 188
Figure 144 (PHOTO) : Sur-toiture (Opération Aldabra) 188
Figure 145 (PHOTO) : Bardage bois (Opération Aldabra) 188
Figure 146 (PHOTOS) : Insérer la végétation au plus près du bâti pour favoriser un environnement climatique de qualité et limiter la captation de chaleur par le sol (Opération Aldabra) 189
Figure 147: Le choix de matériaux réfléchissants et/ou aux couleurs claires en vue de limiter la captation de chaleur sur les éléments exposés. Surfaces horizontales (Opérations Aldabra et Ilet du centre) 190
Figure 148 (Photos) : Insertion de végétation autour des bâtis. A gauche : dispositifs pour plantes grimpantes (Ravine Blanche), au centre et à droite : différentes strates arbustives, la plus haute monte jusqu'au 2ème étage (Ilet du centre) 191
Figure 149 (DIAGRAMME RELATIONNEL): 3 entités d'actions considérées dans la constitution d'un quartier..... 192
Figure 150 (PHOTOS) : Exemple de délimitation poreuse (Opération Jules Joron, Saint-Louis) (LEU REUNION)..... 194
Figure 151 (PHOTO) : Des murets et un jardin permettant de délimiter l'opération Ilet du centre. Ils permettent d'offrir à la rue un jardin et des sièges ombragés aux passants la journée ou pour s'asseoir le soir et discuter (Opération Ilet du centre) 195
Figure 152 (PHOTO) : Délimitation douce des espaces privés à l'intérieur des opérations. Les murets sont mutualisés (Opération Ilet du Centre) 195
Figure 153 (PHOTO): A l'intérieur même de l'opération, l'espace dédié au voiture est séparé de l'espace dédié aux piétons : une voie piétonne permet de longer les maisonnettes. Il s'agit d'un endroit adéquat pour les jeux des enfants et les échanges entre adultes. Cette voie à ses deux extrémités permet d'accéder aux différentes voies publiques bordant l'opération (Opération Aldabra) 196
Figure 154 (PHOTOS) : Exemple d'espace intermédiaire entre la route et le bâtiment, investi par les habitants en rez de chaussée et aux étages. Cet espace permet la création d'une vie intérieure à l'opération (Opération Ilet du centre) (En bas à droite LEU REUNION) 198
Figure 155 (PHOTOS) : Une structure en bois enveloppante abrite les coursives aériennes menant aux logements et le bâti. Des pares-soleil en bois verticaux horizontaux servent en effet de pare-soleil poreux aux vents. Au

dernier étage, des panneaux photovoltaïques protègent horizontalement du soleil (Opération Ilet du centre à gauche (LEU REUNION) . En bas à droite (DOURIS POUR LEU REUNION) ; Aldabra à droite) *200*
Figure 156 (PHOTO) : Vue depuis les étages (Opération Ilet du centre) EMMANUEL DINH *202*
Figure 157 (Photos) : Des coursives individuelles disposées devant chaque appartement permettent aux habitants d'investir ces espaces : de laisser ses vélos ou de disposer des plantes (Opération Ilet du centre) *202*
Figure 158 (PHOTO) : Une terrasse protégée, permettant d'accueillir repas et espaces de discussions (Opération Ilet du centre) *203*
Figure 159 (PHOTO) : Boire son café le matin tout en bénéficiant de la vie dans la résidence et en saluant ses voisins, espace de vie intermédiaire (Opération Ilet du centre) *203*
Figure 160 (PHOTO) : La pratique du jeu de dominos sur une table entre amis, à l'ombre d'un arbre ou d'une terrasse *204*
Figure 161 (PHOTO) : Le 'carry' cuit au feu de bois et partagé en famille ou entre amis en pique-nique le week-end dans des espaces de nature aménagés *204*
Figure 162 (PHOTO): Des ruches en milieu urbain, pour recréer un écosystème à part entière *205*
Figure 163 (PHOTO): Entretenir et aménager avec goûts des espaces paysagers en réintroduisant des espèces locales endémiques et indigènes (Opération Ilet du centre) *205*
Figure 164 (PHOTO) : Evolution de la croissance de la végétation en l'espace de trois ans : La création d'un véritable espace de régénération d'espèces endémiques de La Réunion (Intérieur de l'opération Ilet du centre) (EMMANUEL DINH) *206*
Figure 165 (PHOTOS) : Varangues équipées de panneaux persiennés coulissants (Opération Ilet du centre) *208*
Figure 166 (PHOTO): Volets persiennés coulissants pour moduler l'ambiance thermique de la terrasse (Opération Ilet du centre) (EMMANUEL DINH) *209*
Figure 167 (LISTE) : Synthèse de conseils majeurs d'aménagements en milieu tropical selon les trois modèles d'éco-quartiers tropicaux souhaités *211*
Figure 168 (PHOTO) : Obturation de certaines terrasses par les habitants, limitant de ce fait la capacité d'auto-régulation de la chaleur (Opération Aldabra) *212*
Figure 169 (PHOTO) : Obturation complète de terrasse par des matériaux de fortune (Opération réhabilitée, Ravine Blanche) *212*
Figure 170 (PHOTO) : Le parc abimé, alors qu'il vient d'être tout juste livré, un arbre incendié (Nouveau parc urbain de Ravine Blanche) *212*
Figure 171 (PHOTO): Difficulté de la végétation plantée à enclencher une croissance autonome sans un arrosage et un suivi durant les premières années de vie (Opération England Forest, ZAC Océan Indien) *212*
Figure 172 (TABLEAU): Liste des opérations observées et photographiées dans le cadre de la recherche d'opérations permettant d'imager quelques pratiques durables tropicales. *213*
Figure 173 (DIAGRAMME RELATIONNEL) : Une évaluation territoriale structurée autour de trois axes majeurs. *215*
Figure 174 (SCHEMA) : Une structuration de grille en arborescence de type Axes / Objectifs / Stratégies / Indicateurs ; 50 indicateurs permettent d'évaluer le territoire. *216*
Figure 175 (TABLEAU): Principes de structuration hiérarchique de la grille d'indicateurs. *218*

Figure 176(DIAGRAMME HIERARCHIQUE) : Synthèse des niveaux d'arborescence de la grille 218
Figure 177 (LISTE): Objectifs de l'Axe 1 de la grille d'indicateurs..... 222
Figure 178 (DIAGRAMME ARBORESCENT) : Structuration organisationnelle de l'AXE 1 de la grille d'indicateurs..... 223
Figure 179 (LISTE): Stratégies de l'Objectif 1.A (de l'Axe 1) de la grille d'indicateur 225
Figure 180 (STRUCTURATION) : Stratégie de l'Objectif 1.B (de l'Axe 1) de la grille d'indicateurs 233
Figure 181 (LISTE): Objectifs de l'Axe 2 de la grille d'indicateurs 235
Figure 182 (DIAGRAMME) : Priorités d'actions en vue de diminuer l'impact urbain sur l'environnement 236
Figure 183 (DIAGRAMME ARBORESCENT): Structuration organisationnelle de l'AXE 2 de la grille d'indicateurs..... 237
Figure 184 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 2.A (de l'Axe 2) de la grille d'indicateurs..... 238
Figure 185 (LISTE) : Stratégie de l'Objectif 2.B (Axe 2) de la grille d'indicateurs 245
Figure 186 (LISTE) : Objectifs de l'Axe 3 de la grille d'indicateurs 249
Figure 187 (DIAGRAMME ARBORESCENT) : Structuration organisationnelle de l'AXE 3 de la grille d'indicateurs..... 250
Figure 188 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 3.A (Axe 3) de la grille d'indicateurs 251
Figure 189 (LISTE) : Stratégies de l'Objectif 3.B (Axe 3) de la grille d'indicateurs 255
Figure 190 (PLAN 3D) : Modélisation volumétrique des bâtis du quartier de Ravine Blanche avant projet, réalisée dans le cadre de cette thèse 264
Figure 191 (CARTE 3D) : LA ville de Saint-Pierre dans le sud de l'île de La Réunion, située en zone littorale, en contrebas des reliefs montagneux de l'île. FOND DE CARTE (GEOPORTAIL) CONSULTE EN 2010..... 268
Figure 192 (PHOTO ANNOTEE): Localisation du quartier de Ravine Blanche à Saint-Pierre FOND PHOTO DE (DOURIS) 269
Figure 193 (LISTE ET PHOTOS) : Fréquence d'attractivité des aménagements ou évènements, photos : vanille et snack-bar (Front de mer de Ravine Blanche) 270
Figure 194 (PHOTO) : Opération privée localisée en front de mer, en face terrain de beach-volley. Elle y accueille des commerces en rez de chaussée (Opération Le Patio, Ravine Blanche) 271
Figure 195 (PHOTO) : Terrain de Beach-Volley localisé devant la mer (Ravine Blanche)..... 271
Figure 196 (PHOTO) : Un front de mer aménagé (Accueil du marché sur la route Hubert Delisle le dimanche matin). (Ravine Blanche) 271
Figure 197 (PHOTO) : Sur le littoral, un lagon protégé par la barrière de corail (Ravine Blanche) 271
Figure 198 (CROQUIS) : Coupe en profil schématique du quartier de Ravine Blanche. Un quartier localisé en amont de la montagne et de la route nationale ceinturant l'île ; une portée immédiate sur le lagon de St Pierre. (L.E.U. REUNION)..... 272
Figure 199 (PHOTO ANNOTEE) : Quartier de Ravine Blanche et ses alentours. Localisation des espaces « bleu » et « verts » ainsi que des activités structurantes autour et dans le quartier (FOND PHOTO : DOURIS) 273
Figure 200 (PHOTOS) : Urbanisation progressive du quartier de Ravine Blanche (COMMUNE DE SAINT-PIERRE)..... 275
Figure 201 (PHOTOS) : Bâtiments collectifs construits initialement sur le quartier, entourés de nappes de parkings et d'étendues vertes, pas de protection solaire, cages d'escalier et coursives intérieures. 276
Figure 202 (PHOTOS) : Maisons individuelles en bande de niveau R+1..... 277
Figure 203 (PHOTO AERIENNE) : Vue arienne de la partie Nord-Est du quartier (FOND DE CARTE DOURIS)..... 278

Figure 204 (CARTE) : Cartographie des typologies d'habitats sur le quartier de Ravine Blanche et des différents dispositifs bâtis lors de la construction du quartier il y a plusieurs dizaines d'années (COMMUNE SAINT-PIERRE).. 279
Figure 205 (GRAPHE) : Répartition par type d'habitation des logements existants sur Ravine Blanche avant-projet 279
Figure 206 (TABLEAU): Listing des opérations de logements sociaux du quartier existant (COMMUNE SAINT-PIERRE) 280
Figure 207 (PLAN): Localisation des opérations de logements sociaux, selon les différents bailleurs présents sur le quartier (voir tableau précédent pour le code couleur) (MAIRIE DE SAINTEPIERRE) 281
Figure 208 (PHOTO) : Dégradation des structures avec le temps 282
Figure 209 (PHOTO) : Des logements sociaux devenus insalubres au bout de 30-40 de location 282
Figure 210 (PHOTO): Des voiries et trottoirs abimés, quand ils ne sont pas inexistants ou très étroits 282
Figure 211 (PHOTO) : Des logements collectifs non équipés de protections solaires ni de varangues 283
Figure 212 (PHOTO) : Des logements équipés parfois de climatisations 283
Figure 213 (PHOTO) : Grands espaces d'herbe peu aménagés 283
Figure 214 (PHOTO) : Quelques rares commerces en pied d'immeubles 283
Figure 215 (PHOTO) : Des espaces publics ou communs d'opérations peu aménagés et abimés 283
Figure 216 (PHOTO) : Des nappes de parkings et étendues d'herbes autour des bâtiments collectifs 283
Figure 217(PHOTO) : Nombreux déchets jonchant le sol 284
Figure 218 (Liste) : Difficultés observées sur le quartier de Ravine Blanche 284
Figure 219 (Plan) : Des bâtiments conçus en termes de groupes (Plans de Bons Enfants ABCD) 284
Figure 220 (PHOTO) : Opération Bons Enfants 285
Figure 221 (PHOTO) : (Opération La Chaine) 285
Figure 222 (LISTE) : Difficultés observées sur le quartier de Ravine Blanche 285
Figure 223 (PHOTO) : Une population présentant une fort part de jeunes 286
Figure 224 (LISTE) : Situation sociale de Ravine Blanche en 2009 (INSEE 2009) DANS SIG.VILLE.GOUV.FR 286
Figure 225 (PHOTO) : De nombreux enfants sur le quartier, les futurs jeunes adultes de demain 287
Figure 226 (LISTE) : Quelques atouts du quartier de Ravine Blanche 287
Figure 227 (PHOTO) : De nombreux arbres à forte couverture ombragée 287
Figure 228 (PHOTO) : Un fort investissement associatif pour tous les publics : enfants, adolescents, personnes âgées 287
Figure 229 (DIAGRAMME CHRONOLOGIQUE) : Synthèse chronologique de mesures phares de recherche de diminution de disparités entre territoires au niveau national 290
Figure 230 (LISTE) : Enjeux définis pour le P.R.U.R.B. diagnostic 291
Figure 231 (GRAPHE) : Sources de financements du P.R.U.R.B. 293
Figure 232 (PHOTO ANNOTEE) : Périmètre de la zone A.N.R.U. de Ravine Blanche (FOND DE CARTE DOURIS) 294
Figure 233 (LISTE) : Le Projet de Rénovation Urbaine du quartier de Ravine Blanche (P.R.U.R.B.) 296
Figure 234 (LISTE) : Exemples d'actions sociaux-économiques menées par le C.U.C.S. 297
Figure 235 (GRAPHE): Répartition des financements, coût des infrastructures du P.R.U.R.B. 297

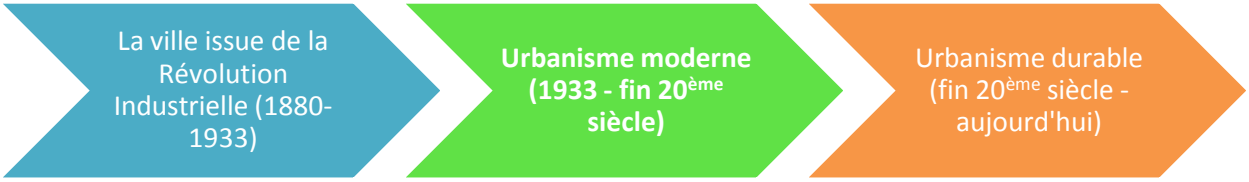
Figure 236 (PLAN) : Présentation du P.R.U.R.B. (DARDEL INGENIERIE)..... 298
Figure 237 (TABLEAU) : Programme de travaux sur les espaces urbains 298
Figure 238 (TABLEAU) : Liste des constructions neuves du P.R.U.R.B. 299
Figure 239 (TABLEAU) : Liste des travaux sur les structures scolaires 299
Figure 240 (PHOTOS) : Des terrasses isolées thermiquement, puis transformées en pièce à vivre lors de la réhabilitation des immeubles existants, création de pare-soleil, résidentialisation du jardin (Ravine Blanche) 300
Figure 241 (PHOTO): Création d'ouvertures supplémentaires sur les bâtiments ; rallongement de façades (Opérations Bons Enfants)..... 301
Figure 242 (PHOTO) : Située près des locaux de l'A.N.R.U., la nouvelle résidence Le Bénitier (Ravine Blanche) .. 301
Figure 243 (PHOTO) : En bordure du parc urbain, la future opération Niama..... 301
Figure 244 (PHOTO): Livrée en 2013, l'Opération Porcelaine (Ravine Blanche)..... 301
Figure 245 (PHOTO) : Le parc urbain débute à partir du parvis de l'église (Ravine Blanche)..... 302
Figure 246 (PHOTO) : Un parc de jeux en cœur de parc (Ravine Blanche) 302
Figure 247 (PHOTO) : Une piste cyclable traversant le parc urbain permettant de traverser de part et d'autre le quartier (Ravine Blanche)..... 302
Figure 248 (PHOTO) : Gestion des eaux pluviales du canal Sorema (Ravine Blanche)..... 302
Figure 249 (PHOTO) : Rétrécissement des voies, création de trottoirs (Ravine Blanche)..... 303
Figure 250 (PHOTO) : Rue Mahatma Gandhi après rénovation urbaine. (Ravine Blanche)..... 303
Figure 251 (PHOTO) : Insertion de voies routières et de pistes cyclables (Ravine Blanche)..... 304
Figure 252 (PHOTO) : Espace végétalisé aménagé par un collectif d'habitants (Ravine Blanche)..... 304
Figure 253 (PHOTO) : Des ruelles à faible vitesse favorisant la déambulation à travers les groupements d'habitations (Ravine Blanche) 304
Figure 254(PHOTO) : Redéfinir des parcs ombragés. Ils sont aménagés par quelques matériaux naturels (Ravine Blanche) 304
Figure 255 (PHOTO) : Cheminements piétons à travers les maisons individuelles en bandes (Ravine Blanche)... 304
Figure 256(PHOTO) : Favoriser la perméabilité des sols et la végétalisation (Ravine Blanche)..... 304
Figure 257 (PHOTO) : Chaque maison en bande individuelle fait l'objet de raccordements individualisés au réseau (Ravine Blanche)..... 304
Figure 258 (PHOTO) : Pentes d'écoulement des eaux pluviales (Ravine Blanche) 304
Figure 259 (PHOTO) : Des maisons individuelles en bandes personnalisées et végétalisées par ses habitants. Un décor offert à la rue (Ravine Blanche)..... 305
Figure 260 (PHOTO) : Vue offerte à la rue, côté du patio (Ravine Blanche)..... 305
Figure 261 (PHOTO) : Canal Sorema au niveau du Patio (Ravine Blanche)..... 305
Figure 262 (PHOTO) : Bordures du canal Sorema (Ravine Blanche)..... 305
Figure 263 (Diagramme): Les différentes Assistances à Maitrise d'Ouvrage du projet 306
Figure 264 (LISTE) : Spécificités du P.R.U. de Ravine Blanche qui en fait un tissu d'étude particulièrement intéressant. 309

Figure 265 (ECHELLE DE VALEURS) : Nombre de points obtenus par indicateur, selon le niveau de durabilité atteint. 310
Figure 266 (GRAPHES ET TABLEAUX DE LEGENDES) : Coefficients de pondération des 3 axes majeurs de la grille 312
Figure 267 (GRAPHE): Indicateurs bénéficiant d'un coefficient de pondération 3 dans la grille 312
Figure 268 (TABLEAU): Définition du niveau de durabilité atteint par un quartier durable à partir de la grille d'indicateurs..... 313
Figure 269 (ECHELLE DE REFERENCE): Nombre de points à cumuler lors de l'évaluation pour atteindre les niveaux de performance de durabilité urbaine. 314
Figure 270 (TABLEAU): Exemple de réunions ou évènements liés aux réflexions sur les EcoQuartiers à La Réunion. Réunions menées par la D.E.A.L. Réunion (D.E.A.L. REUNION, CETE MEDITERRANEE, 2009)..... 319
Figure 271 (COPIE D'ECRAN) : Base de données S.I.G. réalisée pour le quartier en son état initial 321
Figure 272 (COPIE D'ECRAN) : Base de données S.I.G. du quartier après-projets, d'après les données disponibles en 2010 321
Figure 273 (PLANS 3D) : Modélisation 3D du centre du quartier de Ravine Blanche dans le cadre de la thèse. A gauche : avant-projet ; à droite : après-projet (localisation simulée des futurs bâtiments, modifications de trame urbaine)..... 323
Figure 274 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 1 Porosité urbaine 324
Figure 275 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 2 Niveau de réflexion thermo-aéraulique 324
Figure 276 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 4 Protection solaire des toitures 325
Figure 277 (TABLEAU): Facteur solaire minimum à atteindre selon Perene 2009 325
Figure 278 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 8 Protection solaire des espaces de passage 325
Figure 279 (COPIE D'ECRAN) : Onglet MENU qui permet d'accéder directement aux 3 axes majeurs structurants la grille. 327
Figure 280 (COPIE D'ECRAN) : Fiche type des seuils d'un indicateur 328
Figure 281 (COPIE D'ECRAN) : Fiche type d'un indicateur 328
Figure 282 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Etapes de l'évaluation, Comparaison de la durabilité du quartier de Ravine Blanche Avant et Après rénovation urbaine..... 330
Figure 283 (TABLEAU) : Résultats de l'évaluation du quartier de Ravine Blanche, axe par axe 331
Figure 284 (ECHELLE DE RESULTATS) : Résultats d'analyse du quartier de Ravine Blanche dans son état initial par rapport à l'échelle de points..... 331
Figure 285 (ECHELLE DE RESULTATS) : Résultats d'analyse du quartier de Ravine Blanche après-projet par rapport à l'échelle de points..... 331
Figure 286 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 1 avant et après projet..... 332
*Figure 287 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur (pondérés) pour l'axe 1 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs) 332*
Figure 288 (TABLEAU) : Résultats obtenus pour l'axe 1..... 333

Figure 289 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 1 et 2 liés au comportement aéraulique de l'espace urbain... 335
Figure 290 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 3 Environnement végétal des bâtiments 336
Figure 291 (PHOTO) : La résidentialisation des bâtiments qui permet d'améliorer la richesse végétale au pied des bâtis..... 336
Figure 292 (GRAPHE): Résultats obtenus pour l'Indicateur 3 lié à l'environnement végétal des bâtiments..... 336
Figure 293 (GRAPHES) : Résultats des indicateurs 4, 5 ,6 et 7 relatifs à l'adaptation structurelle des bâtiments au climat 337
Figure 294 (GRAPHE) : Résultats des Indicateurs 8 et 9 liés à la protection solaire des espaces publics 338
Figure 295 (PHOTO) : Espace d'attente ombragé au Patio..... 339
Figure 296 (PHOTO) : Trottoir ombragé, le long du canal Sorema 339
Figure 297 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 10 Nature des matériaux urbains 340
Figure 298 (PHOTO) : Terre compactée pour les cheminements piétons..... 340
Figure 299 (PHOTO): Copeaux agglomérés autour des arbres..... 340
Figure 300 (GRAPHE): Résultats de l'Indicateur 10 lié au choix des matériaux urbains vis-à-vis de la captation de chaleur 340
Figure 301 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 11 Perméabilité des sols 341
Figure 302(GRAPHES): Résultats des Indicateurs 11 et 12 liés à l'infiltration des eaux pluviales dans le sol..... 341
Figure 303 (PHOTO) : Dispositifs de gestion des eaux dans le parc 341
Figure 304 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 2 avant et après projet..... 343
*Figure 305 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur (pondérés) pour l'axe 2 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs) 344*
Figure 306 (TABLEAU): Résultats obtenus par l'axe 2..... 344
Figure 307 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 13 à 15 liés aux économies d'énergie 346
Figure 308 (TABLEAU): Seuils de l'indicateur 16 Quantification de la production E.N.R. 346
Figure 309 (TABLEAU): Seuils de l'indicateur 17 Fiabilité des modes de production E.N.R..... 346
Figure 310 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 16 et 17 liés à la production énergétique renouvelable 347
Figure 311 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 17 à 20 liés aux économies d'eau 348
Figure 312 (TABLEAU) : Seuils de l'indicateur 21 Compostage des déchets 349
Figure 313 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 21 et 22 liés au recyclage des déchets..... 349
Figure 314 (PHOTO) : Des espaces dédiés à la récupération des déchets verts et encombrants, disposés de manière régulière dans le quartier..... 350
Figure 315 (PHOTO): Espace de poubelles ombragé dans une opération réhabilitée..... 350
Figure 316 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 23 Occupation du sol par le bâti 351
Figure 317 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 23 et 24 liés à l'économie de sol au profit des espaces pour les activités et la végétalisation 351
Figure 318 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 25 Qualité des espaces végétalisés..... 352

Figure 319 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 25, 26, 27 et 28 liés à la mise en place d'espaces végétalisés riches *352*
Figure 320 (GRAPHE) : Résultats de l'Indicateur 29 liés à la dépollution des sols et eaux par les végétaux *353*
Figure 321 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 27 Espèces endémiques *353*
Figure 322 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateurs par indicateur pour l'axe 3 avant et après projet *354*
*Figure 323 (GRAPHE ET TABLEAU DE LEGENDE) : Points obtenus indicateur par indicateur (pondérés) pour l'axe 3 avant et après projet (Maximum pouvant être obtenu : 3 points * coefficient de pondération 3 = 9 points par indicateurs)* *355*
Figure 324 (TABLEAU) : Résultats obtenus par l'axe 3 ..... *355*
Figure 325 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 30, 31, 32,33 liés à la favorisation des déplacements doux ... *357*
Figure 326 (GRAPHES): Résultats des Indicateurs 34, 35, 36 et 37 liés à la favorisation de l'utilisation des transports en communs *359*
Figure 327 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 38 Places de parking par logement *360*
Figure 328 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 39 Places de parking publics *360*
Figure 329 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 38 et 39 liés aux politiques de véhicules personnels *360*
Figure 330 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 40 Services de proximité *361*
Figure 331 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 40 et 41 liés à l'accès aux services de proximité *361*
Figure 332 (PHOTOS): Nouveaux commerces et activités implantées en rez de chaussée d'opérations (Opération Porcelaine) : Snack, marchand de légumes ; pharmacie de l'autre côté de la rue *361*
Figure 333 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 42 Mixité sociale *362*
Figure 334 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 43 Perméabilité piétonne *362*
Figure 335 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 42 et 43 liées aux stratégies d'habitats *362*
Figure 336(TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 45 Espaces communs des opérations *363*
Figure 337 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 44 et 45 liés à la structuration des opérations *363*
Figure 338 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 46 et 47 liés aux espaces publics *365*
Figure 339 (PHOTOS): Une friche urbaine remplacée par un parc urbain aménagé, des espaces verts supports à de nouvelles constructions *365*
Figure 340 (TABLEAU): Seuils de l'Indicateur 48 Sensibilisation des habitants *366*
Figure 341 (GRAPHES) : Résultats des Indicateurs 48 et 49 liés à la sensibilisation des habitants au projet *366*
Figure 342 (TABLEAU) : Seuils de l'Indicateur 50 Innovation et caractère évolutif *367*
Figure 343 (PHOTO) : Des parcelles vides, supports à une évolution du quartier *367*
Figure 344 (GRAPHE) : Résultats de l'Indicateur 50 lié au potentiel évolutif du quartier *367*
Figure 345 (DIAGRAMME DE PROCESSUS) : Etapes évaluatives *374*

ANNEXE : EMERGENCE DU MODELE URBAIN ACTUEL, L'URBANISME MODERNE



Le 12ème siècle bénéficie d'une forte période d'expansion des villes en occident., à la fin du 14ème siècle[124] *« L'Europe des villes est alors constituée pour l'essentiel, la période moderne n'apportant que quelques retouches à une trame urbaine demeurant stable jusqu'à la révolution industrielle, et souvent même au-delà. »* (VEYRET & LE GOIX, 2011). La révolution industrielle fin 18ème - début 19ème siècle marque une reprise notable de l'urbanisation à travers le développement de la ville industrielle.

Nous proposons de repartir vers une brève description de cette cité industrielle, pour mieux saisir les processus de mutations de modèles urbains au cours du temps. Cette ville fut le terrain d'apparition de l'urbanisme moderne, qui lui-même est le support de l'urbanisme durable, sujet de notre thèse.

1 *LA VILLE ISSUE DE LA REVOLUTION INDUSTRIELLE*

Le Corbusier décrit cette ville traditionnelle issue de la révolution industrielle comme très structurée géométriquement, avec des rues étroites et des bâtiments accolés. Cette conception urbaine et la proximité des logements entrainent un manque d'intimité. Les logements surplombent directement les rues et provoquent une confrontation brutale espace privé-espace public. L'espace urbain est construit de

[124] La ville médiévale (La période médiévale se développe environ jusqu'au 1500 après J.C. Les cités médiévales laissent ensuite place à l'architecture baroque au 16ème, 17ème siècle) est d'ailleurs contrainte d'étirer et de repousser de plus en plus loin les limites de ses murailles.

manière aléatoire et répétitive. La densité ressentie est forte, même si l'élévation verticale les bâtiments de l'époque varie simplement de deux à quatre étages, voire de six exceptionnellement pour permettre d'accéder à pied aux étages. Ces bâtiments sont bâtis en pierre, brique ou bois.

Un développement des maladies dans des constructions peu ensoleillées et peu ventilées

Les bâtiments sont souvent construits autour de petits îlots intérieurs et les façades sud récupèrent la lumière du jour. La configuration fait que peu de logements ont accès à la lumière diurne, le phénomène est accentué par l'étroitesse des voies urbaines. Les maladies se développent dans ce tissu urbain resserré où prolifèrent les épidémies, le choléra, la tuberculose. Certaines enquêtes sanitaires font ainsi état d'îlots entiers de logements favorisant de mauvaises conditions sanitaires (FIJALKOW, 2004) et certaines études tentent de faire les liens entre milieu physique et « topographie médicale ». La notion de déterminisme du milieu émerge des études et la structuration urbaine influerait sur la santé de la population. La vétusté des logements, le manque d'assainissement des eaux, les problèmes d'accès à l'eau potable favorisent des conditions sanitaires fragiles.

Un terrain miasmatique influant sur l'ambiance entière de la ville

Ce sont souvent les ménages pauvres qui habitent dans ces logements. Leur situation interpelle de plus en plus les ménages plus aisés et les têtes pensantes, car ce déséquilibre sanitaire impacte sur l'intégralité de la ville. Les classes dominantes se retrouvent en contact avec cette misère instituée par l'industrialisation, et sont confrontées aux risques sanitaires qui en découlent. Alors que la société de l'ancien régime vivait l'inégalité comme « naturelle et nécessaire » (CLAVAL, 2011, P. 184), au cours du 18ème siècle la théorie du contrat social soutient que les hommes naissent égaux en droits et qu'il est nécessaire en ce sens de les secourir (CLAVAL, 2011, P. 185). On observe donc une évolution de l'attitude vis-à-vis de la misère. Une réflexion sur la ville industrielle naît dans les années 1830 suite à cette sensibilisation de la part des médecins, architectes, ingénieurs, sociologiques, édiles[125]. Elle a pour but d'assurer des logements décents à tous.

[125] Edile : Magistrat municipal (Larousse 2001)

Les ménages pauvres recalés sur du foncier peu valorisable

Une discrimination spatiale apparaît dans l'appropriation du foncier. Les ménages les plus aisés bénéficient d'espaces aérés en haut des collines ou sur le bassin versant, ces espaces sont ensoleillés et de superficies relativement importantes. Les logements des catégories sociales élevées contrastent avec ceux des classes plus pauvres. Les ouvriers se retrouvent sur les bassins nord des collines, à proximité des industries polluantes, dans les environnements les plus dégradés ou sur les sites les moins bien exposés au vent et au soleil (LE CORBUSIER, 1957).

Un développement trop intense des transports dans cette ville déjà congestionnée

Au niveau des fonctionnalités urbaines, la machine à vapeur et le chemin de fer apparaissent vers 1830. Ces déplacements accentuent les flux des marchandises et des piétons. Ils améliorent les capacités d'échanges entre les territoires et favorisent le développement commercial. Cette augmentation du trafic provoque une certaine congestion urbaine et accentue la pollution. Avec la croissance démographique, la ville s'étale, les « poumons » verts en périphérie s'éloignent des centres. La structuration traditionnelle urbaine, marquée par une certaine étroitesse des voies urbaines ne permet plus d'accueillir les nouveaux modes de déplacements et les nombreux véhicules. Cette urbanisation intense et la modification de la ville est vécue comme un processus pathologique.

Une structuration peu adaptée pour faire face à l'urbanisation croissante

Dans les études, la ville peut être observée d'un point de vue humanitaire et décrite suivant le délabrement des conditions de vie du prolétariat. Elle peut être analysée à partir d'études de sociologie urbaine (CHOAY, 1965, PP. 12-14) et l'hygiène déplorable des grandes villes industrielles est soulevée (ENGELS, 1945).

Les révolutions technologiques, agraires et démographiques de ce 19ème siècle accélèrent l'urbanisation et la multiplication des grands centres urbains en Europe. Le futur de cette ville effraie. A la congestion des centres urbains, la paupérisation des classes laborieuses, la multiplication des taudis, la détérioration des conditions sanitaires s'ajoutent la laideur des quartiers et leur insalubrité (CLAVAL, 2011, P. 192). La

ville issue de la révolution industrielle[126] *« […] n'offre pas à la majorité de leur population des conditions de vie décentes […] »* (CLAVAL, 2011, P. 11) et n'est plus adaptée aux nouveaux modes de fonctionnements. Une transition apparaît entre le modèle de la ville issue de la révolution industrielle et l'urbanisme moderne officiellement exposé en 1933. Dès 1850, Haussman propose sur le tissu urbain parisien de nouvelles structurations urbaines permettant d'améliorer les conditions de vie en ville.

2 *LES PLANS D'HAUSSMANN DES 1850 A PARIS*

Haussmann dès 1850 à Paris propose à travers ses plans, un exemple d'adaptation du tissu urbain en relation avec la modification des modes de vie engendrés par la révolution industrielle.

L'instauration de principes hygiénistes

Il cherche à instaurer des principes hygiénistes[127]. Il envisage ainsi la mise en place d'un plan urbain ordonné pour s'adapter à l'afflux important de population. Il aligne le front des bâtiments et créé des rues rectilignes, selon des procédés géométriques. Il cherche à favoriser une meilleure ventilation de l'espace urbain, un ensoleillement supérieur au sol, avec création de structures pour offrir des conditions moins propices aux maladies infectieuses.

Ces mesures passent notamment par la démolition des quartiers anciens aux ruelles étroites. Les espaces humides sont asséchés pour améliorer l'état sanitaire de la ville. Les larges rues[128] sont désormais revêtues de matériaux au sol afin d'améliorer leur propreté. Des réseaux d'assainissement favorisent l'évacuation des eaux usées hors de la ville. Des mesures de veille de la qualité de l'eau sont instaurées. L'introduction de la poubelle, en 1863, permet ainsi d'éviter le contact avec l'air des ordures ménagères (VEYRET & LE GOIX, 2011, P. 18). Le suivi des travaux, la mise en place de règlements imposent dès 1849 des hauteurs minimales de plafonds et d'adduction d'eau. Ces règles strictes tendent à rajouter au sentiment d'ordre souhaité.

---

[126] La ville issue de la révolution industrielle émerge à la fin du 18ème siècle en Grande Bretagne, début du 19ème siècle en France (CHOAY, 1965, P. 10).

[127] Les principes hygiénistes s'attachent à la résorption des maux environnementaux et sociaux et se développent au cours du 19ème siècle.

[128] Processus de rationalisation des voies de communication

Une modification de la structuration et des solutions urbaines et architecturales

Selon certains auteurs cette recherche de règlements institue de la monotonie dans les cités (CLAVAL, 2011, P. 207). La rationalisation des voies de communication et l'amélioration de l'hygiène sont accompagnées d'une spécialisation des secteurs urbains.

Les quartiers d'affaires sont disposés au centre et groupés autour de la bourse, les quartiers d'habitation pour les ménages privilégiés sont disposés en périphérie de ville[129] (CHOAY, 1965, P. 11). Les faubourgs deviennent le lieu d'accueil des industries. L'urbanisme de l'époque propose de favoriser l'accès à des activités communes comme l'instauration de jardins publics en centre-ville. La ville devient un espace se souciant du bien-être de tous. Les nombreuses innovations techniques accentuent la modification de la structuration urbaine. Les ascenseurs participent à l'élévation des bâtiments dont la hauteur était auparavant limitée.

Une trame urbaine élargie pour les déplacements

Au cours du 19ème siècle, la trame urbaine se réadapte et accueille les nouveaux modes de déplacements tels que chemin de fer de banlieue, le tramway, le métro. Cette amélioration des transports résout la congestion urbaine et participe au fonctionnement interne des villes (CLAVAL, 2011, P. 171). Les gares de chemin de fer deviennent les « véritables portes » de la ville. Elles favorisent l'élargissement de cette dernière et assurent les liaisons avec l'extérieur. Le tramway assure le développement des villes dans les communes suburbaines. La suburbanisation s'accentue.

Une amélioration des conditions de vie, cependant nuancée

L'adaptation fonctionnelle de la ville et l'intégration des principes hygiénistes du 19ème siècle permet tout en embellissant les bâtiments de proposer un nouveau modèle de ville, plus adapté aux modes de vie de cette époque[130]. La mortalité des villes européennes diminue fin 19ème siècle et les écarts de mortalité entre espace urbain et espace rural sont désormais presque résorbés (VEYRET & LE GOIX, 2011, P. 19).

Cependant, les plans d'Haussmann et les améliorations techniques du 19ème siècle ne résolvent pas toutes les problématiques. Certains espaces urbains ou villes sont encore

[129] Nous restons clairement ici dans un système de ségrégation sociale, au niveau spatial.

[130] Le mouvement haussmannien trouve également son rôle dans la limitation les soulèvements populaires, en souvenir de juin 1848.

sous-équipés. Des inégalités sanitaires, sociales et d'équipement persistent. Les nuisances urbaines ont été externalisées, le rejet des eaux usées des villes dans les cours d'eau altère leur qualité et il devient peu à peu difficile de trouver de l'eau potable. Les ordures ne sont plus stockées dans la ville[131], elles s'entassent en périphérie.

Malgré de nombreuses améliorations, les villes en constante évolution présentent toujours des problèmes forts: *« […] la croissance échevelée qui résulte de la révolution industrielle et des nouveaux moyens de transport a bouleversé et enlaidi les noyaux anciens, multiplié les quartiers mal bâtis, fait apparaître de nouvelles formes de pauvreté. Même dans les agglomérations où l'on a élargi les voies, multiplié les constructions, créé de nouveaux équipements, comme à Paris, la situation laisse beaucoup à désirer. »* (CLAVAL, 2011, P. 197).

Une nécessité de continuer la transition urbaine

Dès 1900-1920, les réflexions se multiplient et tentent d'organiser, de favoriser de meilleures conditions sociales, d'embellir les centre-ville : *« L'urgence de planifier le développement des villes pour en faciliter le fonctionnement et y améliorer l'habitat des classes défavorisées s'impose un peu partout dans le monde industrialisé[…] »* (CLAVAL, 2011, P. 217). Les conditions favorables à l'émergence d'une mutation urbaine se précisent. A travers l'exposé de la ville industrielle, apparaissent les raisons ayant conduit à l'émergence de cette proposition urbaine au 20ème siècle. L'apport haussmannien, de l'hygiénisme, les premières applications des nouvelles technologies en ville, favorisent l'émergence d'un nouveau modèle urbain proposé : l'urbanisme moderne.

3 *L'URBANISME MODERNE*

L'urbanisme moderne se déploie petit à petit sur le terreau contextuel de la fin du 19ème siècle, et propose un tissu urbain adapté à la croissance accrue des villes. Ses objectifs sont (i) de concevoir des espaces à la mesure des effectifs qui ne cessent de croître et des flux qui gonflent rapidement, (ii) de favoriser une meilleure hygiène pour tous, (iii) de permettre aux populations laborieuses de trouver des conditions de vie

131 La ville du 18ème siècle est décrite comme un espace où les rues sont couvertes de boue, d'excréments d'animaux, de matières en putréfaction. Les ordures, cadavres d'animaux, vidanges y sont stockées.

décentes, (iv) de faire en sorte que les agglomérations modernes soient plus agréables et harmonieuses que celles engendrées par la révolution industrielle (CLAVAL, 2011, P. 197).

Les expositions internationales et les congrès internationaux (Exposition Universelle de Londres: 1851, Exposition Universelle de Paris en 1855, Congrès International des cités jardins en 1904) sont l'occasion d'exposer les projets ainsi que les nouvelles visions et positions concernant l'aménagement de l'espace urbain.

Une séparation des fonctions urbaines

Le concept principal développé par l'urbanisme moderne, est celui d'une ville indépendante de son cœur historique et qui se base sur une séparation des fonctions urbaines. La charte d'Athènes de 1933 considère (point de doctrine n°77 de la charte) que les quatre fonctions de la ville moderne (les clefs de l'urbanisme) sont *« […] d'Habiter, de Travailler, de Se Recréer (durant les heures libres), de Circuler »* (LE CORBUSIER, 1957). La ville doit être modulée selon ce principe afin de donner à chaque fonction (zone de travail, d'habitat, centres civiques, lieux de loisirs) sa place et la possibilité de croître harmonieusement : La ville devient rationnelle et mieux gérée.

Les infrastructures routières relient les fonctions urbaines

Cet urbanisme fonctionnel est assuré par le développement de nombreuses infrastructures routières qui permettent de relier chacune des fonctions. Les voies routières deviennent un élément majeur de la structuration, le long desquelles le reste de la ville s'organise. Pour des raisons de sécurité une différenciation typologique des voies se met en place avec des voies à vitesse rapide, des voies à vitesse moyenne et des voies piétonnes.

Ce développement routier, assorti aux progrès de l'industrie, contribue à une démocratisation rapide de l'automobile par une baisse du coût. Les ménages concèdent à cet achat pour gagner en autonomie et relier facilement leur lieu de travail, les zones commerciales ou de loisirs. *Les films de Jacques Taty illustrent à merveille cette prépondérance des voitures et des routes dans le paysage de cette époque*. Le vocabulaire routier s'étend et structure dorénavant la ville: places de parkings, parcs de stationnement, voies routières se développent et les fonctionnalités urbaines et bâtis s'organisent autour de la trame routière.

Des espaces communautaires de détente et de loisirs sont créés à l'intérieur et même en périphérie des villes, dans les espaces de grande nature. Ils permettent aux habitants de se ressourcer le week-end hors de l'agitation de la ville, car dans la logique de l'urbanisme moderne, il n'y a pas ou peu de restriction de foncier. L'objectif est de favoriser des conditions de vie agréables dans un espace non comprimé. L'espace est un luxe que s'autorise l'urbanisme moderne. La ville s'étale dans l'opulence.

Des bâtis situés dans des cadres de verdure, ensoleillés, entourés d'Espace

Ce modèle urbain s'intéresse lui aussi largement à l'hygiène. Il est proposé que les meilleurs sites soient réservés aux « logis » sans distinction de classes sociales. Les bâtiments doivent être insérés dans des lieux de qualité. L'urbanisme moderne considère que la santé de chacun dépend de sa soumission aux conditions de nature (LE CORBUSIER, 1957). Les quartiers doivent occuper les emplacements les meilleurs en termes de topographie, de climat, d'ensoleillement. « Soleil, Verdure, Espace » sont les vertus prônées par ce modèle.

Le contact et la pénétration des rayons du soleil dans les bâtiments semblent indispensables pour assurer des conditions de santé. Il est proposé que les bâtiments s'implantent dans des lieux entourés de verdure. La vue est l'élément indispensable à l'urbanisme moderne, ce qui explique en partie le choix de l'élévation des bâtiments.

Il semble également approprié de créer des bâtiments aérés. L'idée est celle d'une dédensification de l'espace urbain et de donner l'impression de bâtiments mis au cœur de grands espaces de nature, de transformer la ville en parc afin d'assurer la santé et l'équilibre psychique de l'homme (CLAVAL, 2011, P 259).

Une gestion végétale et une architecture simplifiées

Cependant ces jardins disparaissent peu à peu. Ils sont remplacés par les espaces verts, utilisés comme objet de contemplation. La simple étendue verte et quelques arbres sont préférés à la culture de fleurs et de jardins ornementaux nécessitant trop d'entretien.

La pratique horticole traditionnelle et intensive se généralise (AGGERI, 2010, P15-20): Des rangées d'arbres sont plantées, les espaces sont découpés par zones, des haies sont dessinées décorant et séparant les espaces, des fleurs sont disposées selon des motifs picturaux. Seules certaines espèces à planter sont sélectionnées, en vue de simplifier les

décisions d'aménagement et également le paysage. Les espaces verts servent de support à la réception des espaces urbains et permettent de valoriser les ouvrages (abords des bâtiments, accueil des aires de jeux pour enfants, de mobilier urbain).

Dans l'architecture, la simplicité[132] est prônée. Les formes géométriques, les horizontales et verticales nettes, les parallélépipèdes sont privilégiés. Certains architectes, tels qu'Oscar Niemeyer, par exemple, renouent malgré tout avec les courbes (CLAVAL, 2011, P. 257). *« Reposant sur le principe que toute forme fonctionnelle est belle, elle prône la reproduction indéfinie d'un modèle unique, alors que la règle, sur laquelle reposait la tradition classique, générant une variété indéfinie de combinaisons. »* (CLAVAL, 2011, P. 257).

L'urbanisme durable décide de s'affranchir de l'histoire et du contexte et ainsi simplifie au maximum les formes proposées. L'esthétique est bannie pour favoriser des schémas uniques (CLAVAL, 2011, P 257-258). On parle d'architecture du bulldozer.

L'hygiène dans la ville et la maîtrise des éléments naturels

Les espaces humides et les friches végétales sont évincés de la ville. Les éléments naturels sont « maîtrisés » par le béton, le bitume et d'autres matériaux urbains. Les réseaux d'assainissement canalisent les eaux pluviales et les eaux usées. Les déchets des ménages sont collectés. Les éléments autrefois non gérés dans la ville, sont dorénavant « cadrés ».

L'espace urbain devient un espace contrôlé, autant en termes de structuration globale de la ville (zones fonctionnelles), que dans les choix d'aménagement des bâtis et de la végétation.La ville doit être un espace propre, confortable, rassurant pour ses habitants et doit correspondre à leurs besoins. L'environnement dans lequel ils vivent est à leur service et dans ce cadre simpliste les hommes pourront apprendre à être eux-mêmes (CLAVAL, 2011, P256-257).

Une architecture s'imposant dans le site

Urbanisme et industrie s'associent pour tendre vers « la machine à habiter ». Les bâtiments sont souvent de grands édifices utilisant des matériaux tels que le verre, l'acier, le béton. Ils sont signés par des architectes comme Gropius, Mies Van Der Rohe, Wright, Le Corbusier. Toutes les conditions extérieures sont rassemblées pour mettre

[132] Disparition du jardin au profit de « l'espace vert ».

en valeur l'édifice et la créativité de l'architecte. Ainsi, Mies Van Der Rohe *« impose son architecture au site, telle qu'elle est sortie de son cerveau dans toute son abstraction »*. Le site dans lequel s'inscrit le bâtiment a peu d'importance pour lui : *« […] ce qui m'intéresse au premier chef, c'est l'édifice. Il faut qu'il soit bon. Ensuite il n'y a plus qu'à le placer dans un endroit convenable. […] »* (RAGON, 1986, PP. 46-48).

Une mondialisation de modèle de bâtis

Ces bâtiments « types » ont pour ambition de favoriser des conditions intérieures adéquates indépendamment du contexte climatique ou géographique dans lequel ils se trouvent. Les apports techniques permettent de favoriser la construction de bâtis structurés sur la maîtrise de l'ambiance thermo-hygrométrique intérieure des bâtiments.

La notion de respiration exacte est primordiale et l'implantation système d'air conditionné en vue de délivrer des conditions d'ambiance similaires dans le monde est privilégiée. Pour se protéger de la chaleur intense du climat subtropical les structures s'équipent de climatisations, pour se protéger du froid de l'hiver des climats tempérés des chauffages sont intégrés. L'environnement extérieur est au service du bâti et est modulé selon les besoins des architectes et des habitants. Les bâtiments modernes sont ainsi interdépendants par rapport au site et peuvent être implantés dans le monde dans des contextes climatiques, culturels multiples.

Le phénomène de diffusion du courant ne se limite pas au périmètre de quelques quartiers nouveaux en Europe, mais s'expérimente aux quatre coins du globe. On retrouve en Amérique Latine, en Amérique du Nord, en Europe, en Asie l'émergence de bâtiments utilisant le béton armé, le verre, le métal et les principes de l'urbanisme moderne (RAGON, 1986). Aux Etats-Unis la prospérité économique permet ce développement. En Afrique du nord c'est l'occasion pour les pays colonisateurs d'apporter dans les pays colonisés les idéologies architecturales occidentales.

Les modèles proposés dans la ville de Chandigarh et à Ahmedabad, permettent de faire évoluer ces réflexions et de proposer des bâtis s'inspirant de l'urbanisme moderne et plus adaptés aux climats locaux (Paragraphe abordé en Partie 2 – Chapitre 2).

Des matériaux innovants, résistants, favorisant des temps de chantier optimisés

Les méthodes de construction de l'urbanisme moderne participent ainsi à son développement. Les inventions majeures dans le domaine des matériaux associées à l'amélioration de l'efficience d'organisation de chantier, font des procédés constructifs du 20ème siècle des solutions très compétitives en temps. C'est dans les années 1920 que le béton armé se généralise au dépend des constructions en pierres.

Ce nouveau matériau propose l'émergence de solutions constructives assurant solidité et élévation des bâtiments. Des bâtiments de plusieurs dizaines d'étages, pouvant loger des centaines de personnes voient ainsi désormais le jour, augmentant les possibilités autrefois permises par les autres matériaux existants. L'utilisation généralisée du béton armé pour la majorité des chantiers, facilite la mise en place de solutions efficaces de gestion de chantier.

Pour les études et les phases de réflexion architecturale, les mêmes procédés constructifs et plans de bâtiments sont utilisés. Des quartiers entiers voient ainsi des bâtiments similaires se reproduire côte à côte, donnant à l'ensemble un aspect géométrique inspirant l'ordre et l'aération chers aux architectes modernes. Plusieurs bâtiments peuvent être construits en même temps grâce à l'implantation de grues au centre des parcelles. Les grues sont parfois disposées sur des rails coulissants en vue d'être déplacées au fil de la construction pour assurer la construction des bâtiments de la parcelle en attente.

L'utilisation de matériaux globalement similaires pour les chantiers, associée au regroupement des opérations facilitent l'achat de matières en grande quantité. Le système de rotations de banches permis par l'utilisation du béton armé assure des débits conséquents de linéaires de murs construits quotidiennement. Les banches sont ensuite réutilisées pour assurer la construction de la suite du chantier. On observe des optimisations de réflexions architecturales et de chantiers mais aussi des matériaux utilisés. De nombreux logements peuvent désormais très rapidement sortir de terre.

L'urbanisme moderne considéré comme innovant

Les nouvelles cités sont identifiées comme étant un renouveau. Les premiers habitants et travailleurs sont fiers de pouvoir investir ces espaces en dur, considérés comme du luxe offerts par les architectes, rassurants par leur solidité et leur envergure. Les « grands ensembles » des années soixante-dix sont symboliques de cette période. Les édifices de Le Corbusier et, par exemple, la construction du quartier de Firminy-Vert

(1954-1965) (Rhône-Alpes) est une des illustrations de l'application de ces principes modernistes, dans le cas de logements sociaux.

Les architectes modernes s'imposent comme référents dans la société et se jugent capables et missionnés de diffuser les principes de leur courant. Les concepts développés sont reconnus à l'époque comme « idéaux » et modernes. On parle de « préceptes[133] corbuséens ». Le Congrès International d'Architecture Moderne (C.I.A.M.) *« […] repose sur la conviction que, dans le passé, l'architecture reflétait les besoins de sociétés particulières […]. Mais la révolution industrielle emporte le monde dans sa totalité : l'architecture moderne est celle d'un monde unifié par la technique, elle transcende les divisions traditionnelles. »* (CLAVAL, 2011, P. 256).

Deux phases majeures dans l'histoire de l'urbanisme moderne

Deux phases majeures structurent ce modèle. Une première génération se situe avant la deuxième guerre mondiale. Les deux guerres mondiales ainsi que la crise de 1929 ralentissent les projets, et le développement des idées modernistes se poursuit dans les possessions coloniales (CLAVAL, 2011, P. 228-229). La seconde génération de l'urbanisme moderne, d'après la seconde guerre mondiale, décide de rompre avec les traditions passéistes et les formes trop répétitives. Des bâtiments surprenants voient le jour, dans un style sobre, avec des formes géométriques simples: *« Pureté géométrique et fonctionnalisme, voilà les deux idées qui dominent ce mouvement d'architecture moderne »* (CLAVAL, 2011, P. 249).

Un fort besoin de reconstruction après-guerre

Ce contexte post seconde guerre mondiale est favorable au développement et à l'expansion de ce mouvement sur les territoires européens car en Europe existe un très grand besoin de reconstruction, suite aux destructions de la guerre. Près de trois quarts du patrimoine immobilier français est détruit (TELLIER, 2007, P. 22), le parc de logements est vétuste: 85% du parc immobilier des logements parisiens date d'avant 1914 (TELLIER, 2007, P. 22). Le taux de natalité d'après-guerre est très fort et est associé à une diminution notable de la mortalité. La population croît ainsi de 27% entre 1946 et 1975. Près de 35% du parc existant français est à reconstruire (TELLIER, 2007, P. 23).

[133] Précepte : qui ne peut être autrement

La première décennie après-guerre est consacrée à la reconstruction de l'industrie lourde au détriment du bâtiment. Vers 1953-1954, la France se saisit pleinement de la question du logement. *« En 1949, la France compte à peine 50 000 logements réalisés, alors que, dans le même temps, l'Allemagne et la Grande-Bretagne en achèvent 210 000 »* (TELLIER, 2007, P. 26). La période des « Trente Glorieuses » (1945-1975) avec une croissance économique moyenne de 3,5% par an (MERLIN, 2010, P7), voit la construction de près de 6,5 millions de logements en France (TOMAS, 2003). Le nombre de logements sociaux augmente : passage de moins de 500 000 à près de 3 millions dans le même temps (TOMAS, 2003). Les Trente glorieuses matérialisent la construction des banlieues d'aujourd'hui. Pour ces habitants aux revenus plutôt modestes, l'accès vers le centre-ville est difficile.

Les ménages à revenus moyens privilégient l'acquisition d'habitats pavillonnaires en périphérie de la ville près de la campagne vers les années 1980, le foncier étant trop cher en centre. Ils rejoignent ainsi le centre-ville en voiture individuelle. Les ménages plus aisés habitent toujours en centre, et bénéficient des aménités urbaines. Les centres villes, souvent piétons, hébergent quant à eux plutôt des quartiers commerçants, ou à partir des années soixante, des quartiers d'affaires spécialisés (*Exemple : La Défense à Paris*). Des zones commerciales et industrielles s'installent en périphérie des centres sur du foncier peu cher. Ces espaces très spécialisés et facilement accessibles par les voies routières, évitent aux habitants l'encombrement des centres villes tout en leur permettant l'accès à un certain nombre de services concentrés sur une même zone.

TEMOIGNAGE PERSONNEL

L'expérience de thèse

En outre d'être un projet scientifique majeur, la thèse est un projet qui déborde largement sur d'autres sphères. Un travail de trois ans ou plus sur un même sujet marque forcément une vie et fait évoluer personnellement. Alors que tout au long de notre scolarité nous sommes habitués à des validations annuelles ou semestrielles de nos travaux, il s'agit d'évoluer dans le cadre d'une thèse durant trois ans sans validation d'étapes sécurisées par un diplôme. La dynamique d'un groupe d'une classe n'est plus, il s'agit de trouver les ressources personnelles nécessaires à l'animation et à l'avancement d'un projet sur du long terme en vue d'aboutir aux résultats envisagés. Il s'agit de mettre en place des fonctionnements professionnels et de s'auto-former pour acquérir les compétences nécessaires à l'aboutissement de notre projet. C'est un apprentissage qui remet en cause son propre fonctionnement personnel et nécessite une remise en question constante et un dépassement de soi.

Lise Savidan

lise.savidan@gmail.com

« Le thèse, une expérience professionnelle de trois ans »

Association Bernard Grégory (A.B.G.) Intelliagence

RÉSUMÉ EN ANGLAIS

SUMMARY IN ENGLISH

The urban sustainability is a contemporary preoccupation, because of the international environnemental & social events which take place at the end of the 20th century. Sustainable neighbourroughs are solutions proposed to take in account the new societal stakes into the urban sphere. The intervention scales seems to be adequate to test new conceptions solutions. This phd tried to describe how the concept is adapted into tropical field.

In a first part we propose to describe the general concept of sustainability, its emergence conditions, its majors principles and the subjects that gathered or drove apart the scientific community.

In a second part we present some specificities of tropical cities, we propose conceptions principles adapted to the climate. We create a tool to evaluate urban sustainability in tropical neigbourhoods. Composed of fifty urban indicators separated into three majors axis, this tool allows to evaluate the durability nivel of urban projects at a quarter scale. We propose three nivel of performance to evaluate durability: Basis, Performant, Very Performant.

In a third part of the document, we apply the tool on Ravine Blanche quarter, located into a humide tropical climate, in Reunion island (Indian Ocean). According to the results, thanks to sustainable project of renovation applied on the quarter, Ravine Blanche reaches a Basis level of durability.

This phd, allows to evaluate in tropical territories how the concepters take in account the sustainability, comparing to the general concept. It proposes to the urban concepters adapted solutions to deal with the hot climate.

RÉSUMÉ EN FRANCAIS

La durabilité urbaine est un sujet de préoccupation contemporain qui a émergé à la fin du 20ème siècle suite à la prise de conscience internationale d'un contexte environnemental et social se dégradant. Les éco-quartiers ou quartiers durables sont une solution proposée pour proposer à une échelle adéquate de nouveaux principes d'aménagements adaptés aux nouveaux enjeux de société.

Cette thèse aborde la question de la durabilité urbaine dans les territoires tropicaux, à l'échelle des quartiers. Dans une première partie le débat sur le concept général de durabilité urbaine issu d'Europe du Nord est posé. Il permet de replacer les conditions d'émergence de l'urbanisme durable vis-à-vis de son prédécesseur l'urbanisme moderne. Les principes généraux du concept sont décrits et les sujets qui rassemblent ou séparent la communauté scientifique à ce sujet sont présentés.

Dans une seconde partie, le parti de se focaliser sur un éco-quartier adapté au climat local et favorisant le développement de la végétation et d'un mode de vie en extérieur est pris. Des pistes de solutions de conceptions urbaines tropicales sont proposées. Nous créons un outil d'évaluation de durabilité urbaine des éco-quartiers dans ce contexte tropical. Composé de 50 indicateurs séparés en trois axes majeurs considérant les spécificités du terrain tropical, il permet de dresser un portrait global du niveau de durabilité urbaine vis-à-vis de trois niveaux de durabilité : de Base, Performant, Très Performant.

Une troisième partie de la thèse, permet d'appliquer cette grille sur le quartier de Ravine Blanche, situé sous un climat tropical humide à La Réunion (Océan Indien), ceci, vis-à-vis des critères de durabilité urbaine. Il s'avère que le quartier passe d'un niveau Non Durable à un niveau de durabilité de Base après rénovation urbaine.

Cette thèse permet d'observer l'avancée de la prise en compte du concept de durabilité urbaine dans un territoire tropical humide avec des épisodes de sécheresse. Elle propose aux monteurs de projets souhaitant intégrer le concept de durabilité urbaine, des pistes validées par des principes scientifiques et/ou émanant de praticiens expérimentants depuis plusieurs années les principes de conceptions urbaines et architecturales douces adaptées aux territoires tropicaux.