



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



**École Doctorale RP2E (Ressources, Procédés, Produit, Environnement)**  
**Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (ERPI)**

**Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de préconception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de

**Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine**

en Génie des Systèmes Industriels

*par*

**Mohammadreza MEHRABANIGOLZAR**

Soutenance le 22 Mai 2013

**Jury**

<b>M. RENAUD, Jean</b> Professeur, HDR, INSA Strasbourg	<i>Rapporteur</i>
<b>Mme ZWOLINSKI, Peggy</b> Professeur, HDR, Institut National Polytechnique de Grenoble	<i>Rapporteur</i>
<b>Mme PERWUELZ, Anne</b> Professeur, HDR, Université de Lille	<i>Examineur</i>
<b>Mme SIMONNOT, Marie Odile</b> Professeur, HDR, Université de Lorraine	<i>Examineur</i>
<b>M. MANSOURI, Seyed-Amir</b> Professeur, Faculté de l'architecture et de l'urbanisme, Université de Téhéran	<i>Co- directeur de thèse</i>
<b>M. BOLY, Vincent</b> Professeur, HDR, ERPI, Institut National Polytechnique de Lorraine	<i>Directeur de thèse</i>

---

Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs, 8, rue bastien Lepage- 54 010 Nancy

# **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



*À mes chers parents  
À ma femme dévouée et gentille, Atieh  
Et à l'espoir de ma vie, Raha*



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

*Si l'architecte pose la première brique mal, le mur sera tordu même s'il dépasse les cieux.*

*Un proverbe Iranien*

*De méchant fondement, jamais de bon bâtiment*

*Un proverbe Français*

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## **Remerciements**

*Cette thèse, réalisée durant un peu plus de trois ans, est le fruit d'une collaboration étroite entre l'Équipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (ERPI) de l'université de Lorraine et le Centre de Recherche Nazar (Iran). Je tiens à remercier ceux qui ont permis la réalisation de cette thèse :*

*Je remercie sincèrement M. Vincent BOLY, Professeur des Universités et membre de l'ERPI pour son rôle en tant que directeur de cette thèse, pour ses conseils précieux et les nombreuses relectures et corrections pendant la structuration et la rédaction de la thèse. J'ai beaucoup appris de votre rigueur et de votre esprit scientifique.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M. Seyed-Amir MANSOURI pour son rôle en tant que co-directeur de cette thèse. Grace à vous, j'ai beaucoup appris aussi bien dans le domaine de la recherche que dans le domaine de l'architecture.*

*Je remercie, M., et Mme Peggy ZWOLINSKI, Professeur à l'Institut National Polytechnique de Grenoble pour avoir accepté de juger ce travail en tant que rapporteurs, ainsi que Mme Anne PERWUELZ, Professeur à l'Université de Lille et Mme Marie Odile SIMMONOT, Professeur à l'Université de Lorraine, pour avoir accepté d'être membres du jury en tant qu'examineurs.*

*Je tiens à remercier M. Olivier CHERY, chercheur à l'ERPI pour m'avoir aidé et conseillé pendant ce travail. J'ai beaucoup appris de votre rigueur.*

*Je remercie une fois de plus M. Majid ADAB, qui a programmé notre outil (SustainPro) et a aidé à faire aboutir ce travail de recherche.*

*Je remercie M. Pascal LHOSTE, directeur de l'ENSGSI, Mme. Laure MOREL, directrice de l'ERPI, pour leurs conseils précieux tout au long de mes recherches.*

*Un très grand merci à tous les membres de l'ERPI, ainsi que tous les membres de l'ENSGSI pour leur soutien, leur sympathie et l'ambiance du travail chaleureuse à laquelle ils contribuent tous.*

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

*J'adresse également mes remerciements aux nombreuses personnes avec qui j'ai pris plaisir à échanger durant ce travail de recherche : Vida, Francisco, Nathalie, Monica, Daniel, Toni, Hind, Jean-Luce.*

*Un très grand merci à tous mes amis d'ici et d'ailleurs pour leur soutien et leur sympathie : Mehdi, Keyvan, Naimeh, Mohammadreza, Behrad, Leila, Alireza, Kourosh, Maryam, Mohammad, Sadegh, Abbas, Mahmoud, Hossein, Babak, Davood, Morteza, Aghil, Azadeh, ... Une fois de plus merci à Hamidreza pour son soutien durant la rédaction de ce travail.*

*Je tiens tout particulièrement à remercier ma famille : mes parents pour l'amour, l'éducation, les expériences, les supports financiers, les voyages, la liberté de choix et les opportunités ... qu'ils m'ont offerts.*

*Et finalement, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma femme, Atieh, pour l'amour, la morale, le dévouement et toute son aide pendant ce travail. Je n'oublierai pas tous ses efforts pour notre vie commune. Je voudrais remercier ma petite fille, Raha, pour la joie de vivre, la vitalité qu'elle apporte à notre vie.*

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## *Résumé*

Cette recherche porte sur l'évaluation de la durabilité en phase amont d'un projet architectural. Cette thèse argumente la nécessité d'évaluer l'impact sur les aspects de développement durable en phase de préconception.

La phase amont est très importante en raison de son faible coût et des degrés de liberté qu'elle permet lors des prises de décisions. Ainsi l'élaboration d'un outil ou d'un modèle pouvant aider les architectes à identifier les potentiels de durabilité en préconception, représente un enjeu important pour l'aide à la décision architecturale.

En prenant en compte les impacts de la durabilité en phase amont, le concepteur peut s'astreindre à une vision différente et peut aborder des espaces de solutions visant à augmenter le niveau de durabilité de son projet.

La méthode de conception à objectif désigné (COD) est utilisée en tant que démarche pour structurer l'outil d'aide à la décision.

Cet outil aide les architectes à guider leur choix en fonction d'objectifs pré-établis. De plus, grâce à la COD, tous les acteurs du domaine de la construction peuvent participer à la phase de la programmation. D'autre part, l'accent peut être mis sur l'aspect socioculturel que les méthodes existantes ont négligé.

Notre outil a été développé sous forme de logiciel puis a été expérimenté sur quatre projets réels en Iran. Les résultats bruts attestent de la pertinence de l'outil en phase de préconception.

**Mots-clés :** Préconception, durabilité, rénovation urbaine, analyse d'impact, outil d'aide à la décision

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## *Abstract*

This research focuses on sustainability assessment in the upstream phase of an architectural project. This thesis points out the need to assess the impacts of pre-design's phases decisions on the sustainable development aspects.

The upstream phase is very important because of their low cost and the large range of possible solution. As a consequence a tool or model is required that can help designers/Architects to identify sustainability potential in pre-design phase : this will constitute a "Decision aids tool" for architecture.

Taking into account the impacts of sustainability in the upstream phase, the designer/Architects can achieve a different view and take advantage of these environmental effects to increase the level of sustainability of the project.

The "Design to Objective" method (DTO) is used as an approach to provide a tool for decision support.

This approach helps architects making decision. In addition, due to the DTO, all stakeholders in the field of construction can contribute to the programming phase. On the other hand, attention is directed toward the socio-cultural aspect which has been neglected by existing methods.

This tool / software (SustainPro) has been experimented on four real projects in Iran. Experimental outcomes attest of the pertinence of the proposed approach.

**Keywords:** Pre-design, sustainability, urban renewal, impact analysis, Decision aids tool

# **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## Table des matières

<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>13</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>18</b>
<b>Chapitre 1:</b> .....	<b>20</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>21</b>
A la frontière entre l'architecture et le génie de l'innovation .....	21
1.1. Définition du développement durable dans le domaine architectural .....	23
1.1.1. Le développement durable : une notion à contextualiser .....	25
1.1.2. Accentuer l'aspect social et culturel dans les projets architecturaux .....	26
1.2. Notre cadre de travail : le développement durable en rénovation urbaine de zones sensibles .....	27
1.2.1 Définition de la rénovation urbaine .....	27
1.2.2 Le cas des zones urbaines vulnérables de Téhéran .....	28
1.3. L'importance de la rénovation urbaine à Téhéran .....	29
1.3.1. Tissus urbains vulnérables (ou Zone urbaine sensible).....	29
1.3.2. Le séisme: une menace permanente .....	30
1.4. La problématique du développement durable appliquée à la rénovation urbaine en Iran	32
Conclusion : .....	33
<b>Chapitre 2:</b> .....	<b>34</b>
<b>Chapitre 3:</b> .....	<b>43</b>
3.1 Méthodes et outils d'évaluation de la durabilité .....	44
3.1.1. Évaluation de la durabilité.....	44
3.1.2. Evaluation en architecture .....	47
3.1.3. Pour une évaluation en amont des projets architecturaux .....	53
3.2 La décision – le processus de décision.....	60
3.2.1. Définition et historique.....	60
3.2.2. Les différents types de décision .....	61
3.2.3. Le processus de décision .....	63
3.2.4. Les outils d'aide à la décision .....	65
3.3 Analyse de l'impact.....	67

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

3.3.1. Impact.....	67
3.3.2. L'évaluation de l'impact (ÉI).....	75
3.3.3. L'Évaluation de l'Impact Environnemental.....	75
3.3.4. Évaluation de l'impact en 5 étapes simples.....	78
3.3.5. Évaluation de l'impact architectural.....	78
3.3.6. Bilan de l'analyse d'impact : proposition d'une définition.....	81
3.4. COD.....	84
3.4.1. La Conception à Coût Objectif (CCO) :.....	84
3.4.1.1. Conception à coût objectif/coût cible/Design-To-Cost/Target Costing:.....	84
3.4.2. Objectifs de la CCO.....	87
3.4.3. Six principes majeurs de la CCO.....	88
3.4.4. Conception à Objectif Désigné (COD) dans la relation client-fournisseur.....	89
3.4.5. De la CCO à la COD : Valeur en conception.....	89
3.4.6. Préalables à l'application de la démarche COD/CCO.....	91
3.4.7. Les étapes de la COD/CCO.....	92
<b>Chapitre 4:.....</b>	<b>94</b>
<b>4. Méthode.....</b>	<b>95</b>
4.1. La COD et la durabilité en tant qu'Objectif Désigné.....	96
4.2. Les impacts et les décisions principales dans un projet de rénovation urbaine.....	96
4.2.1. Les impacts.....	98
4.2.2. Les Décisions.....	101
4.2.3 La matrice décision / impact.....	112
4.3. Le modèle proposé.....	113
4.4. SustainPro : un outil d'aide à la décision afin d'évaluer le potentiel de durabilité en phase de pré-conception architecturale.....	114
4.5. La méthode explicitée selon les données d'entrée, de sortie et les calculs.....	120
4.5.1. Objectif désigné pour chaque aspect: <b>OA</b> .....	122
4.5.2. Le poids net d'un impact : <b>Wi</b> .....	123
4.5.3 L'importance d'une décision : $W_d$ .....	124
4.5.3. La grandeur de la corrélation entre chaque décision et les impacts : <b>R</b> .....	124
4.5.4. Poids normalisé (de même catégorie) : <b>Pn</b> .....	128
4.5.5. Le poids total de l'impact dans le projet : <b>Wp</b> .....	130
4.5.6. La durabilité d'une alternative technique selon un aspect : <b>DAspect</b> .....	130



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

4.5.7. La durabilité d'une décision selon un scénario/choix retenue : <b>DDecision</b> .....	131
4.5.8. La durabilité totale d'un projet : <b>DTotale</b> .....	131
Conclusion: .....	133
<b>Chapitre 5:.....</b>	<b>134</b>
<b>5. Expérimentation.....</b>	<b>135</b>
.5.1 Choix du terrain d'expérimentation .....	136
5.1.1. Téhéran et ses spécificités .....	136
5.1.2 Téhéran et l'apparition de la notion de renouvellement urbain français .....	138
5.2 Durée des essais .....	140
5.3. Organisation .....	140
5.4. Résultats bruts .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Chapitre 6:.....</b>	<b>156</b>
<b>6. Discussion .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6.1. Proposer un outil d'aide à la décision dans les projets architecturaux : deux fonctions essentielles.....	157
6.2. Pondération par les acteurs de projet grâce à la COD.....	158
6.3. Pas besoin de base de données importantes .....	159
6.4. Simplifier le processus de prise de décisions .....	159
6.5. Choisir les décisions optimales parmi les scénarios possibles.....	160
6.6. La possibilité de changement sans coût .....	161
6.7. La notion de durabilité sert par rapport aux caractéristiques locales .....	161
<b>Chapitre 7:.....</b>	<b>164</b>
<b>7. Conclusion et perspective.....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Références.....</b>	<b>169</b>

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Pruitt Igoe était un grand projet de logements urbains premier occupée en 1954. À la fin des années 1960, le complexe est devenu tristement célèbre internationalement pour sa pauvreté, la criminalité et la ségrégation. Ses 33 bâtiments ont été démolis au milieu des années 1970 (Eggener 2004) .....	22
Figure 2 - architecture durable déclinée en 3 aspects principaux (Edwards 2010) .....	24
Figure 3 - Relativité de la définition de développement durable (notre recherche) .....	25
Figure 4 - 17.6 % des tissus résidentiels ont besoin de rénovation. ....	30
Figure 5 - Les trois failles principales de Téhéran.....	30
Figure 6 - simulation du niveau des dégâts à Téhéran causé par un séisme(TMUPRC 2012) illustré par JICA (Japan International cooperation Agency) .....	31
Figure 7 - les sources de consommation d'énergie en 2009 en Iran (Rezvanipoor 2011).....	32
Figure 8 - la consommation d'énergie dans les différents secteurs en Iran – 2009 (Rezvanipoor 2011) .....	33
Figure 9 : le processus de programmation architecturale d'après Duerk (Duerk 1993).....	35
Figure 10 - coûts des changements et opportunités d'influencer un projet de construction en fonction de ses différentes étapes(wbdg.org 2012) .....	38
Figure 11 - Les phases d'un projet architectural (d'après Deshayes 2012).....	39
Figure 12 – le rôle de l'impact dans le processus de prise de décisions (notre recherche) .....	40
Figure 13- Proposition d'un modèle d'évaluation en phase de pré-conception (notre recherche) .....	41
Figure 14 - le processus d'évaluation de la durabilité (ARE 2004).....	45
Figure 15 : Classification des décisions selon leur niveau (surfeco21 2013).....	63
Figure 16 - un impact sur l'environnement (André 1999).....	68
Figure 17 - les dimensions d'un impact (d'après André 1999) .....	72
Figure 18 - types d'impacts (Morris and Therivel 2009).....	73
Figure 19 - les phrases fréquemment rencontrées avec le terme impact (notre recherche sur google.com, 2010) .....	74

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Figure 20 - l'EIE dans un contexte multidisciplinaire (Morgan 1998).....	77
Figure 21 - L'EIE dans un contexte institutionnel (Morgan 1998) .....	77
Figure 22 - les articles scientifiques concernant la notion d'impact entre 2006 et 2010 (Direct Science, 2010).....	79
Figure 23 - les impacts dans le domaine de l'architecture d'après (Carroll and Turpin 2002) ..	81
Figure 24 - Impact du temps, des valeurs, des acteurs et des enjeux du secteur de la construction sur l'environnement (Twh : milliard de kWh) (Platzer 2009) .....	81
Figure 25 - le processus d'EIA (notre recherche).....	82
Figure 26 - Le processus de la CCO (Ellram 2002) .....	87
Figure 27 - Exemple d'articulation des composantes d'un objectif désigné (AFNOR 2002)....	91
Figure 28 - Le positionnement d'une démarche COD/CCO (AFNOR 2002) .....	92
Figure 29 - Les étapes et leurs interactions de COD/CCO selon <i>NF X 50-156</i> (Grandhayé 2011).....	92
Figure 30 - Histoire et évolution de la COD (notre recherche).....	92
Figure 31 - La démarche globale de notre recherche.....	94
Figure 32 – Deux exemples de l'implantation des bâtiments sur le site.....	102
Figure 33 – Exemple de nombre de bâtiments.....	102
Figure 34 - Situation des bâtiments les uns par rapport aux autres dans un groupe d'immeubles.....	102
Figure 35 – Quelques exemples de volume.....	103
Figure 36 - Proportions longueur / largeur / hauteur.....	104
Figure 37 - Forme de la toiture.....	104
Figure 38 - Espaces pleins et vides.....	106
Figure 39 - Relation entre les étages.....	106
Figure 40 – Lumière naturelle.....	107
Figure 41 – Eléments architecturaux.....	108
Figure 42 – Exemples des matériaux utilisés dans la construction.....	108
Figure 43 – Surfaces opaques et transparentes.....	108
Figure 44 – Façade, composées d'ouvertures et de murs.....	109

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Figure 45 - La couleur à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment.....	109
Figure 46 – Qualité de l'éclairage.....	109
Figure 47 - Détails spécifiques dans un projet.....	110
Figure 48 – Exemples d'ambiances.....	110
Figure 49 - Exemples de style architectural.....	110
Figure 50 - matrice de pondération des impacts par rapport aux sujets de décisions (notre recherche, validée auprès de 20 experts).....	112
Figure 51 - Proposition de pondération des critères différenciant la COD (à droite) et une démarche classique (à gauche) .....	113
Figure 52 - choix des pourcentages pour chaque aspect du développement durable du projet	114
Figure 56 - complexité et importance de la décision.....	115
À ce stade, le concepteur va travailler décision par décision, c'est-à-dire pour un concepteur chaque item de conception. Il choisira dans l'ordre qu'il souhaite d'étudier les lignes de la matrice décision x impact. (Figure 57). .....	116
En sélectionnant un sujet de décision, il y a possibilité d'accès aux sous-sujets correspondants aux lignes de la matrice (figure 58). , .....	116
Figure 59 - les sujets génériques de décision.....	116
Cette organisation non ordonnée des sujets de décision permet à chaque acteur de choisir le sujet qu'il désire dans l'ordre qu'il souhaite (Figure 60).....	116
Figure 61 - exemple de sous-sujets de décision pour le sujet « fonction ».....	117
Les impacts sont affichés par rapport à leur importance de haut en bas (Figure 62). .....	117
Figure 63 - évaluation des scénarios.....	118
La durabilité est en fait calculée en continu et de manière cumulative. Ainsi le concepteur peut en cours d'étude avoir une information sur le total cumulé à un moment donné de la durabilité des décisions qui ont déjà été prises (Figure 64). Ce cumul prend l'aspect d'une échelle à gauche du schéma. ....	118
Figure 65 - la décision, déjà confirmée, apparaît plus transparente que les autres.....	118
Figure 66 - la liste de décision avec les scénarios sélectionnés et le niveau de durabilité final .....	119

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

La démarche présent les données de sorties à l'utilisateur en recevant les données par 3 parties et traitement de l'outil. (Figure 67).....	120
Figure 68 – Flux de données.....	120
Figure 69 – Schéma de la démarche .....	122
Figure 70 - l'utilisateur attribue des pourcentages comme les objectifs désignés ( <i>OA</i> ).....	123
Figure 71 - La matrice est obtenue en multipliant le poids net ( <i>Wi</i> ) de chaque impact par <i>Rn</i> .....	126
Figure 72 - Après avoir multiplié le <i>Rn</i> par <i>Wi</i> , on peut comparer les poids ajustés( <i>P</i> ) .....	127
Figure 73 – les Poids normalisés : <i>Pn</i> et la sélection des impacts ayant le plus fort <i>Pn</i> (un tiers de tous les impacts).....	129
Figure 74 - pour chaque scenario, on peut avoir la grandeur de durabilité selon les aspects ( <i>DAspect</i> ) et durabilité du scenario ( <i>DDecision</i> ) .....	131
Figure 75 - <i>DTotale</i> définie la durabilité totale de toutes les décisions prise en pourcentage. .....	132
Figure 76 - différents types d'intervention spectrale dans les tissus urbains (Kheiroddin 2009) .....	139
Figure 77 - Notre intervention : avant l'esquisse.....	140
Figure 78 - Les relations entre les partenaires .....	141
Figure 79 : les arrondissements où il y a les projets choisis de notre recherche. ....	142
Figure 80 : la position du quartier Pirouzi (rectangle rouge) dans l'arrondissement 16 <sup>eme</sup> .....	143
Figure 81 : Ces photos nous montrent la situation du quartier avant de l'intervention.....	144
Figure 82 : les 3 alternatives proposées par le cabinet d'architecture .....	145
Figure 83 : les concepteurs ont essayé de concevoir en respectant aux critères de développement durable. Un profil de l'alternative retenu (quartier Pirouzi). ....	145
Figure 84 : le quartier Safa, la qualité des bâtiments est trop faible.....	146
Figure 85 : la position du quartier Safa (No.1) dans la zone urbaine Moft-Abad .....	146
Figure 86 : Le zonage proposé pour le quartier Safa.....	147
Figure 87 : le nouveau zonage de Moft-Abad .....	147

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

Figure 88 : simulation en 3D de scénario retenu. ....	148
Figure 89 : l'analyse de circulation dans le quartier .....	148
Figure 90 : simulation en 3D de scénario retenu. ....	149
Figure 91 : simulation en 3D de scénario retenu. ....	149
Figure 92 : la réunion avec les cabinets d'architecture (3 <sup>ème</sup> étape de notre expérimentation)	153

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- Liste des catégories et indicateurs de durabilité pour la méthodologie SBTool (Mateus and Bragança 2011) .....	50
Tableau 2 - les méthodes existantes et les phases où elles peuvent être utilisées. (Notre Recherche) .....	51
Le tableau 2 montre que les deux grandes faiblesses des méthodes d'évaluation sont les suivantes: .....	52
Tableau 3 - Les critères d'évaluation de l'importance d'un impact (André 1999).....	72
Tableau 4 - Typologie des effets cumulatifs sur l'environnement.(André 1999).....	74
Tableau 5 - Les échelles de l'environnement(André 1999).....	79
Tableau 6- Catégories d'évaluation et indicateurs de l'outil d'évaluation (Ali and Al Nsairat 2009) .....	83
Tableau 7 – liste des experts participants à valider la matrice.....	97
Tableau 8 - les impacts dans le domaine de construction (pendant tout le cycle de vie): les 4 aspects du développement durable découpés en 9 catégories et 40 sous-catégories (notre recherche).....	98
Tableau 9 - les 6 étapes du projet et les sujets de prise de décision (notre recherche).....	102
Tableau 10 - Le poids net des impacts (Wi) .....	124
Tableau 11 - : normes d'occupation du sol à Téhéran (m <sup>2</sup> /hab., ensemble ville, zones dégradées et proposition d'ATEC, Source : Andalib 2007) .....	137
Tableau 12 - Caractéristiques de la structure des logements à Téhéran (Source : base de données de l'atlas de Téhéran métropole, 2005, selon le recensement de 1996)).....	138
Tableau 14 - Résultats des questionnaires (notre recherche).....	155

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**



# **Chapitre 1:**

## **Introduction**

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 1. Introduction

Notre travail se situe à l'interface entre le génie de l'innovation et l'architecture. Nous cherchons fondamentalement à étudier le transfert de méthodologies d'un domaine à l'autre. La littérature faisant état de manque concernant l'intégration a priori des aspects de durabilité en amont des projets architecturaux, nous avons décidé d'approfondir cette thématique. Nous avons opté sciemment pour une introduction un peu plus étendue que les mémoires classiques car il nous est apparu essentiel de positionner notre travail tant de manière disciplinaire que sur les enjeux professionnels. Ainsi l'aspect « inter disciplinaire » de notre recherche se trouve argumentée.

Ci- après nous aborderont donc des éléments relatifs à l'architecture durable et à la durabilité telle que prise en compte par les sciences de l'ingénieur.

Enfin nous avons effectué un travail expérimental sur le cas de la ville de Téhéran. La spécificité de ce site méritait quelques explications dès le début du mémoire.

### **A la frontière entre l'architecture et le génie de l'innovation**

Actuellement, il existe peu de données sur la façon de réaliser une programmation architecturale (Duerk 1993; Hershberger 1999; Peña and Parshall 2012).

L'architecture a besoin de mise en lien avec les autres disciplines pour se développer et s'enrichir. S'appuyer sur des méthodes traditionnelles peut mettre en péril la performance des architectes lors d'un projet à long terme. Mener des recherches conjointes entre l'architecture et la sociologie, l'architecture et l'environnement, l'économie et l'industrie, conduit l'architecture à une plus grande ouverture et à un enrichissement.

Par ses approches et ses méthodologies, le génie de l'innovation peut également contribuer à mieux appréhender les processus d'un projet architectural.

Le processus de programmation d'un projet architectural est constitué des étapes suivantes : conception, mise en œuvre et exploitation. Dans chacun de ces secteurs, l'innovation peut conduire à l'amélioration des méthodes existantes.

Contrairement à l'architecture, il existe de nombreuses méthodes et techniques dans le domaine du génie de l'innovation qui consiste à évaluer et à améliorer les processus. Le transfert méthodologique du génie de l'innovation vers la conception architecturale peut donc amener à de nombreuses améliorations dans les processus architecturaux.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 1 : Pruitt Igoe était un grand projet de logements urbains premier occupée en 1954. À la fin des années 1960, le complexe est devenu tristement célèbre internationalement pour sa pauvreté, la criminalité et la ségrégation. Ses 33 bâtiments ont été démolis au milieu des années 1970 (Eggener 2004)

Le débat sur la programmation du projet architectural a commencé à la fin des années 60, lorsque le projet « Pruitt Igoe » a échoué (Duerk 1993). Ce projet de logement a été un succès au niveau économique et en terme d'apparence extérieure. Cependant, les besoins individuels et sociaux des résidents n'avaient pas été pris en compte et, finalement, ces bâtiments ont été démolis en 1976. Cet échec a révélé la nécessité impérieuse d'une prise en compte de l'ensemble des critères lors de la programmation des projets de construction (Eggener 2004).

Ainsi, il est nécessaire de construire des méthodes ou des approches permettant de gérer l'ensemble des informations pour concevoir un bon bâtiment. En fait, les bâtiments les plus célèbres sont conçus intuitivement et les données initiales ne sont pas utilisées pour la planification (Duerk 1993).

En plus des problèmes cités, il faut ajouter que les architectes n'ont pas forcément envie de respecter des programmes préétablis. Pour illustrer ce propos, il suffit d'aller dans les écoles d'architecture pour observer les méthodes de conception qui y sont enseignées. Rien n'est formalisé et peu de bibliographie existe dans le domaine des méthodes de conception architecturale.

La principale cause de la non-utilisation des méthodes scientifiques par les architectes, est qu'ils pensent que ces méthodes les empêchent d'innover ou, tout au moins, limitent leur créativité. Autrement dit, les architectes ne sont pas du tout habitués à formaliser leur processus créatif.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Brooks & Poole (Brookes and Poole 2012) montrent, au contraire, que l'innovation en architecture peut nécessiter une identification systématique des problèmes et conduire au développement de techniques pour y répondre.

Selon leur point de vue, un processus clairement identifié ne sera pas incompatible avec le processus créatif. Ainsi y-a-t-il une possibilité de proposer une démarche innovante permettant d'analyser les données contextuelles et de planifier le projet architectural pour aider à choisir le meilleur scénario.

En conclusion, l'expérience du génie de l'innovation en conception peut contribuer à faire découvrir aux architectes des méthodes non-intuitives, qui ne limitent pas l'innovation du concepteur, et grâce auxquelles il peut maîtriser les données recueillies et ses choix de conception.

### 1.1. Définition du développement durable dans le domaine architectural

Le développement durable a été défini de manière collective dans le rapport Brundtland en 1987. Cette notion a été utilisée dans divers domaines, comme ceux de la gestion des ressources naturelles, l'agriculture, et aux technologies industrielles. Mais en construction et en architecture, le développement durable est une notion immature et primitive (Mostafavi 2011).

Les définitions du développement durable sont variables:

- pour la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (la Commission Brundtland), c'est « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins ».
- Selon l'Agenda 21 (Conférence de Rio, 1988), c'est « un développement nécessite de prendre perspective à long terme, intégrant les effets locaux et régionaux du changement global dans le processus de développement, et en utilisant les meilleures connaissances scientifiques et traditionnelle disponibles ».
- Pour le Conseil des Académies d'Ingénierie et de Sciences Technologiques, cela signifie « l'équilibre entre les considérations économiques, sociales environnementales et technologiques, ainsi que l'incorporation d'un ensemble de valeurs éthiques ».

Thomas Jefferson affirme qu' « Aucune génération ne peut contracter une dette supérieure à ce qu'elle est susceptible de rembourser durant sa propre existence » (Afgan and da Graça Carvalho 2000).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Ces quatre définitions mettent ainsi l'accent sur les aspects spécifiques du développement durable : l'aspect intergénérationnel, multi-facteur, pluri objectifs et intégrateur. La temporalité du développement durable intègre le très long terme et la responsabilité vis-à-vis des générations à venir. Le développement durable s'intéresse à des impacts et des intentions divers (santé, écologie...) en intégrant la dimension financière.

La conception durable est le point de départ d'un bâtiment durable. Norman Foster -Architecte britannique- définit la conception durable comme suit:

« La conception durable signifie que la construction obtenue est efficace énergétiquement, dans le domaine de la santé et du bien-être ; ses fonctions sont évolutives et elle est conçue pour une longue durée » (Edwards 2010).

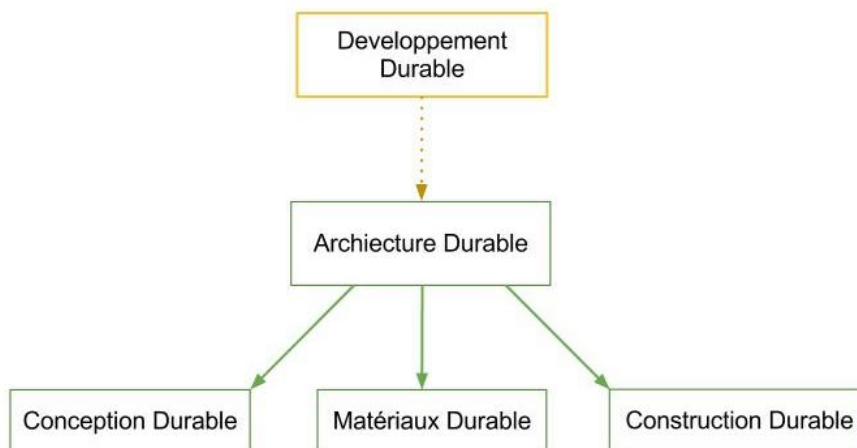


Figure 2 - architecture durable déclinée en 3 aspects principaux (Edwards 2010)

Compte tenu de l'importance des aspects socioculturels et du patrimoine architectural, la notion de développement durable appliquée au domaine du bâtiment va largement au-delà des aspects écologiques et énergétiques. La question du réchauffement climatique est la plus sensible mais s'ajoutent la préservation de notre patrimoine environnemental, l'équilibre social entre territoires riches et pauvres, la capacité à créer une prospérité continue et à maintenir vivantes les multiples expressions culturelles qui structurent nos sociétés (Ordre des architectes 2004). Ainsi, en architecture, la notion de développement durable est abordée sur de nombreux aspects, et doit profiter aux acteurs économiques et aux utilisateurs (Edwards 2010).

« Enfin, il est bien clair que le développement durable ne peut se réduire à une simple question d'arbitrage technique ni même à un pur débat de normes. Il s'agit bien d'un enjeu de société



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

associé à une ambition culturelle qui vise à créer les conditions de vie les plus harmonieuses. En cela, il est l'image de la « quête permanente des architectes » (Ordre des architectes 2004). Par rapport aux défis auxquels nos sociétés contemporaines sont confrontées, l'architecture durable doit être (Ordre des architectes 2004) :

*"L'accessibilité à un habitat viable, qui favorise les solidarités, qui est efficace sur le plan environnemental, économe en ressources et créateur d'esthétisme "*

En conclusion, on peut noter que la notion de développement durable est assez complète en matière d'architecture.

### 1.1.1. Le développement durable : une notion à contextualiser

L'acceptation et la compréhension de la notion de développement durable n'est pas universelle. En Europe, cette approche tente de répondre aux défis écologiques et énergétiques mais, dans d'autres régions du monde, les problématiques ne sont pas identiques. En Afrique ou en Inde, par exemple, l'eau représente un enjeu plus important que l'énergie et l'environnement.

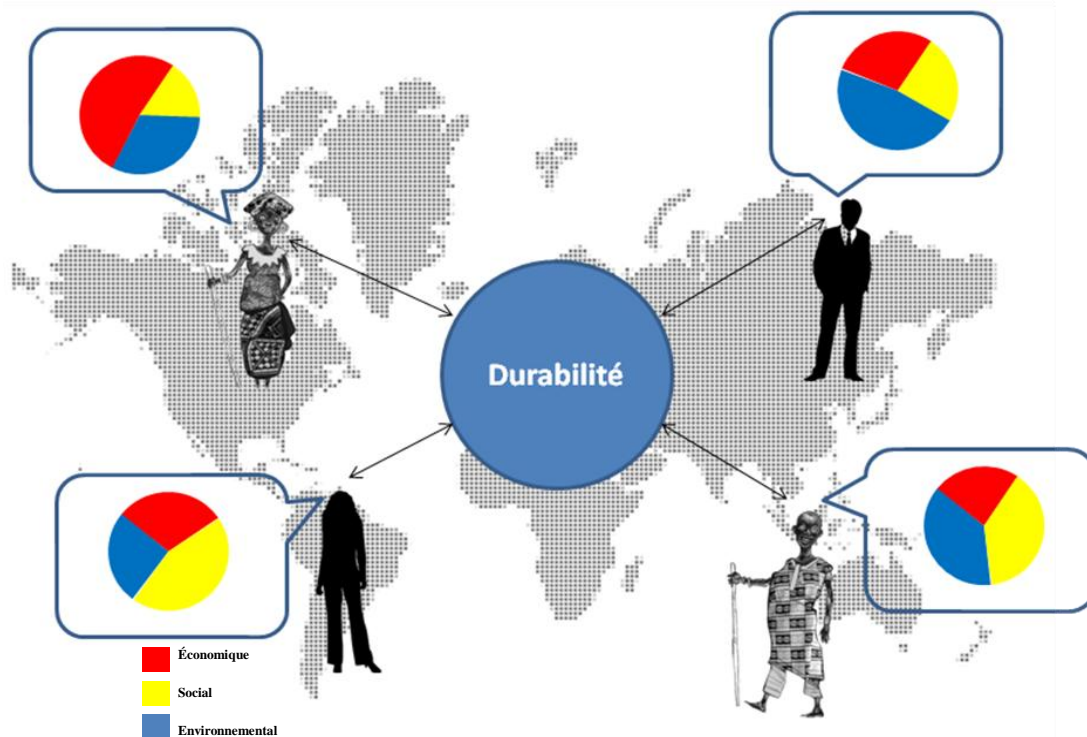


Figure 3 - Relativité de la définition de développement durable (notre recherche)

Il existe au niveau mondial une grande diversité de situations et les populations n'ont pas toutes les mêmes aspirations et priorités. Ainsi, le développement durable devrait être redéfini par rapport aux conditions locales de chaque pays. Les problèmes de santé publique associés à des problèmes de productivité agricole touchent de nombreuses régions ; d'autres s'intéressent

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

fortement à leur consommation énergétique et à la dépendance au pétrole (Edwards 2010). En Europe, la crise environnementale et l'énergie sont une priorité au même titre que la pollution de l'air.

### 1.1.2. Accentuer l'aspect social et culturel dans les projets architecturaux

Il a fallu 10 ans pour identifier les limites de l'Agenda 21. L'accent sur les aspects économiques et environnementaux dans les années 90 a conduit à négliger les aspects socio-culturels.

« Agenda 21: Culture », une révision de cet outil de développement durable appliqué aux collectivités (Agenda 21) a été publiée en 2004. Cette démarche, en mettant l'accent sur le développement culturel, propose des axes d'amélioration de la qualité des villes et de la vie civique.

Contrairement à l'industrie, où les aspects environnementaux et économiques sont prédominants, dans le domaine de l'architecture, les aspects socioculturels se situent au même niveau d'importance.

Durant les deux dernières décennies, la question du réchauffement climatique et la crise énergétique ont conduit les chercheurs à orienter principalement leurs études vers le domaine environnemental. C'est pourquoi, la plupart des systèmes d'évaluations du développement durable en construction sont basés sur un socle écologique (Edwards 2010). En outre, en raison des pressions exercées par la problématique du réchauffement climatique, l'énergie est la question centrale des préoccupations environnementales.

D'autre part, les questions culturelles sont souvent qualitatives et difficiles à mesurer. Par conséquent, la non prise en compte des enjeux socioculturels dans les approches de développement durable est compréhensible et, en quelque-sort, inévitable.

Cette recherche va tenter de donner un poids significatif aux questions sociales et culturelles dans la notion de développement durable en architecture ; son originalité se situe essentiellement dans la prise en compte spécifique des aspects culturels qui n'apparaissent pas en tant que tels dans les approches habituelles du développement durable.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 1.2. Notre cadre de travail : le développement durable en rénovation urbaine de zones sensibles

### 1.2.1 Définition de la rénovation urbaine

En complément de la notion de développement durable que nous venons de définir, nous avons centré notre recherche sur un domaine particulier de l'architecture : la rénovation urbaine.

Plusieurs termes et notions sont utilisés pour les interventions dans les zones urbaines et sont définis par le type d'action réalisée. Parfois, les expressions ne diffèrent que dans le libellé mais en pratique conduisent à un résultat différent (Bertoncelle and Girard 2001) :

- Rénovation urbaine : il s'agit le plus souvent de détruire un immeuble ou un quartier pour en reconstruire un autre ayant des fonctionnalités proches du précédent,
- Renouvellement urbain : désigne l'action de reconstruction de la ville sur elle-même et de recyclage de ses ressources bâties et foncières. Il suppose la volonté de ne pas faire de l'étalement urbain et, dans ce cas, la démolition est possible. Il intègre une dimension politique forte de développement économique simultanée à une intervention de grande envergure.
- Régénération urbaine : terme souvent synonyme de renouvellement,
- Réhabilitation urbaine : désigne au sens large le fait de réaménager un local, un bâtiment ou un lieu (quartier, friche, espace vert...). Elle consiste à garder l'aspect extérieur du bâtiment et à améliorer le confort intérieur. On parle parfois de requalification. Il n'y a pas totale destruction de locaux dans ce cas. On peut considérer qu'il s'agit d'une sous-pratique du renouvellement. On place sous ce vocable la remise aux normes de locaux.

Ces termes sont fréquents et sont appliqués dans les différents pays en fonction des politiques urbaines locales

Pour d'autres auteurs que Bertoncelle et Girard, les projets, réalisés dans les villes et définis par ces notions, sont très proches. Lévy affirme « Les frontières entre chacune de ces interventions sont souvent difficiles à trouver dans la pratique » (Lévy 1987).

Lévy confirme aussi que « toutes trois (ces trois notions : réhabilitation, rénovation et restauration) vont cependant globalement dans le même sens et aboutissent à des résultats qui sont ceux d'une revalorisation du centre ville et d'un renforcement de la centralité » (Lévy 1987).

Plus précisément, il s'agit d'améliorer le cadre de vie des citoyens et de maintenir la vitalité de la ville. Le type d'intervention le plus approprié est défini suivant la politique entreprise.



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 1.2.2 Le cas des zones urbaines vulnérables de Téhéran

Nous avons cherché à dédier notre approche à un certain type de projets urbains afin d'en faciliter la phase expérimentale. De plus notre recherche étant de type exploratoire (absence de précédent sur la notion de Conception à Objectif de Durabilité Désigné), il nous est apparu souhaitable de limiter le champ d'application. Nous nous sommes donc intéressés à la rénovation urbaine de quartiers sensibles à Téhéran. Notons toutefois que des situations proches existent par ailleurs ; ainsi, en France, on peut citer, « les Zones Urbaines Sensibles » (ZUS) pour lesquelles l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU) assure la planification et la conception. Notre recherche est fondée sur la définition de l'Organisation de Rénovation Urbaine de Téhéran (ORUT) en Iran.

L'ORUT définit les « tissus urbains vulnérables » :

« les zones vulnérables de la ville sont des lieux sensibles aux risques naturels (tremblements de terre en particulier), ce qui nécessite une planification d'intervention coordonnée pour l'aménagement urbain. Les caractéristiques principales de ce tissu urbain sont l'instabilité, la circulation difficile, les petites parcelles ainsi que d'autres perturbations physiques, fonctionnelles, comportementales, environnementales, socio - économiques et de gestion » (Boomsazegan 2006).

Ces tissus ont trois caractéristiques :

- Instabilité : manque de systèmes appropriés de structure d'un bâtiment.
- Manque de perméabilité : absence de routes d'accès appropriées assez larges pour la circulation urbaine.
- Découpage en petites parcelles : les faibles dimensions des parcelles et leur multitude dans chaque bloc urbain pose problème ; en effet, la multiplicité des propriétaires rend plus difficile l'intervention et la rénovation à cause des conflits d'intérêts ( Boomsazegan 2006).

Selon la définition ci-dessus, le terme « rénovation » s'applique au type de projets choisis pour cette recherche.

Cette approche définit 4 objectifs :

- augmentation de la sécurité: améliorer la sécurité structurelle et réduire le niveau de vulnérabilité contre les tremblements de terre;
- rééquilibrage: en créant l'égalité des chances pour la croissance et le développement dans la ville et en luttant contre la polarisation de la société (scission de la société en

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

deux pôles), l'inégalité et la pauvreté afin d'améliorer la qualité de vie, de travail et de justice ;

- revitalisation : favoriser le sentiment de citoyenneté dans les zones urbaines, surtout dans les quartiers rénovés, en utilisant les éléments culturels et historiques, grâce à une participation maximale des résidents;
- découverte des capacités de développement : profiter des opportunités afin d'augmenter les capacités de la ville au niveau social, économique et culturel, compatibles avec leur rôle national, régional et international (Andalib 2007).

L'ORU de Téhéran a classé les zones urbaines vulnérables et prépare aujourd'hui leur plan de rénovation.

### **1.3. L'importance de la rénovation urbaine à Téhéran**

La rénovation des logements à Téhéran est importante à deux égards: d'une part, parce qu'elle concerne une grande surface urbaine vulnérable, et d'autre part, parce que les risques sismiques menacent Téhéran.

#### **1.3.1. Tissus urbains vulnérables (ou Zone urbaine sensible)**

Selon le plan directeur de Téhéran (Boomsazegan 2006), environ un cinquième de la zone urbaine à Téhéran a besoin de rénovation.

Les tissus urbains vulnérables dans le centre de Téhéran menacent la vie des habitants. Les bâtiments inoccupés, l'insécurité croissante, la faiblesse structurelle, et le changement de fonction (par exemple, un logement devient un entrepôt) sont les caractéristiques principales de ces zones de Téhéran. Le risque d'un tremblement de terre majeur menace ces zones.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

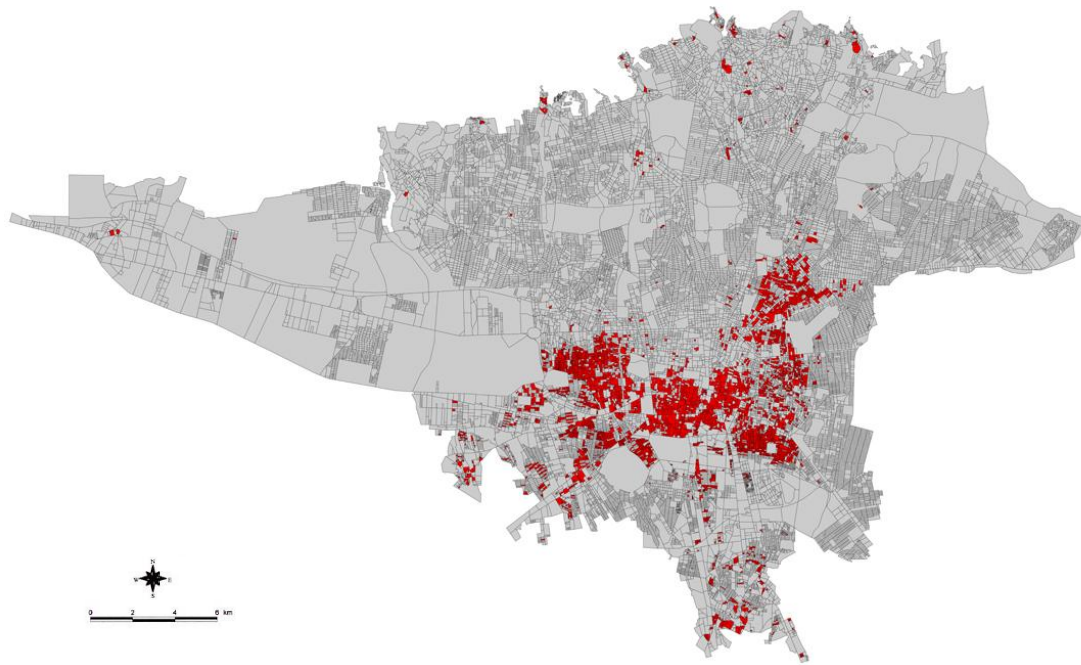


Figure 4 - 17.6 % des tissus résidentiels ont besoin de rénovation.

### 1.3.2. Le séisme: une menace permanente

Téhéran est située sur trois failles (TMUPRC 2012). Un léger mouvement d'une de ces failles peut causer un tremblement de terre.

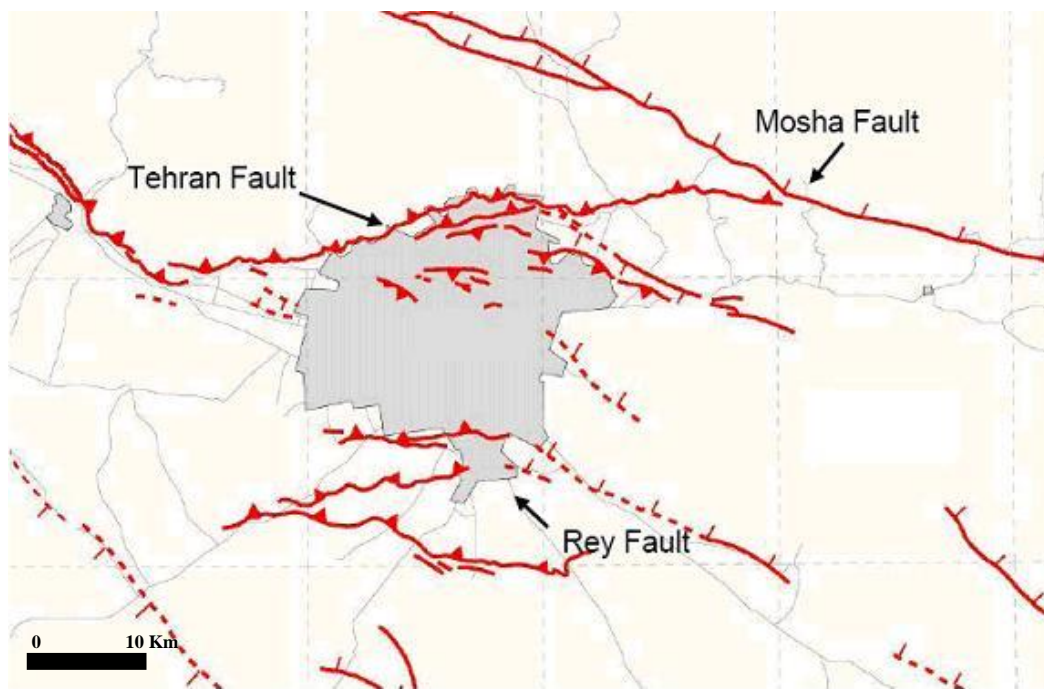


Figure 5 - Les trois failles principales de Téhéran

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Les habitants de ces zones seront les premières victimes du séisme. Ces zones seront rapidement dévastées et il y aura plus de victimes que dans d'autres zones en raison de leur forte densité de population (17,1% de la population de Téhéran vit dans ces zones urbaines (Boomsazegan 2006)). En raison de la forme de ces tissus urbains, les opérations de secours seront limitées et le sauvetage des victimes sera retardé. On peut supposer que la rénovation urbaine permettrait de réduire les dommages causés par le séisme ainsi que le nombre de victimes.

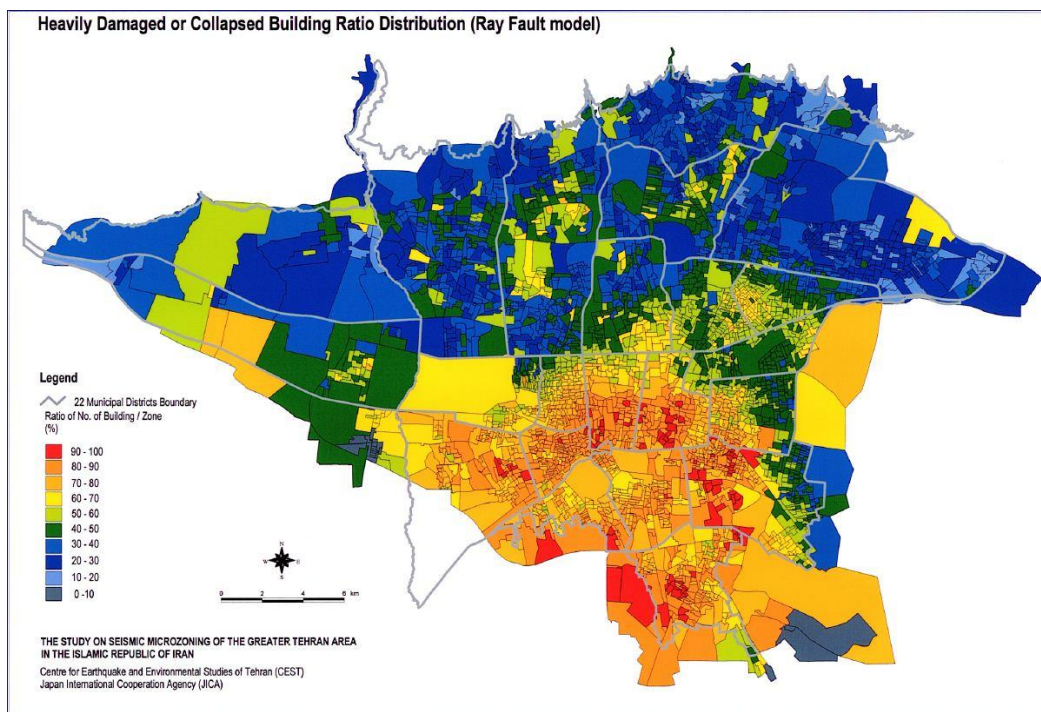


Figure 6 - simulation du niveau des dégâts à Téhéran causé par un séisme(TMUPRC 2012) illustré par JICA (Japan International cooperation Agency)

C'est pourquoi, l'ORUT de Téhéran élabore un programme pour rénover les zones prioritaires afin de réduire les risques. Les programmes sont adaptés à l'échelle de l'élément ciblé (d'un immeuble jusqu'à un quartier).

L'objectif est alors que ces programmes respectent un niveau de « durabilité » et que les projets à mettre en œuvre soient en accord avec l'architecture durable. De ce fait, les quartiers rénovés répondront aux objectifs organisationnels et aux besoins des habitants, mais pourront également être des lieux où la qualité de vie tendra à s'améliorer en accord avec les critères de durabilité.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 1.4. La problématique du développement durable appliquée à la rénovation urbaine en Iran

La figure 2 montre les sources de consommation d'énergie en 2009 en Iran. Plus de 96 % de l'énergie est fournie par le pétrole et le gaz (combustibles fossiles) et seulement 0,06 % de l'énergie totale est fournie par des ressources renouvelables. Au niveau de l'utilisation de cette énergie, 39 % alimentent le secteur résidentiel, commercial et public, la part de l'industrie étant seulement de 23 %.

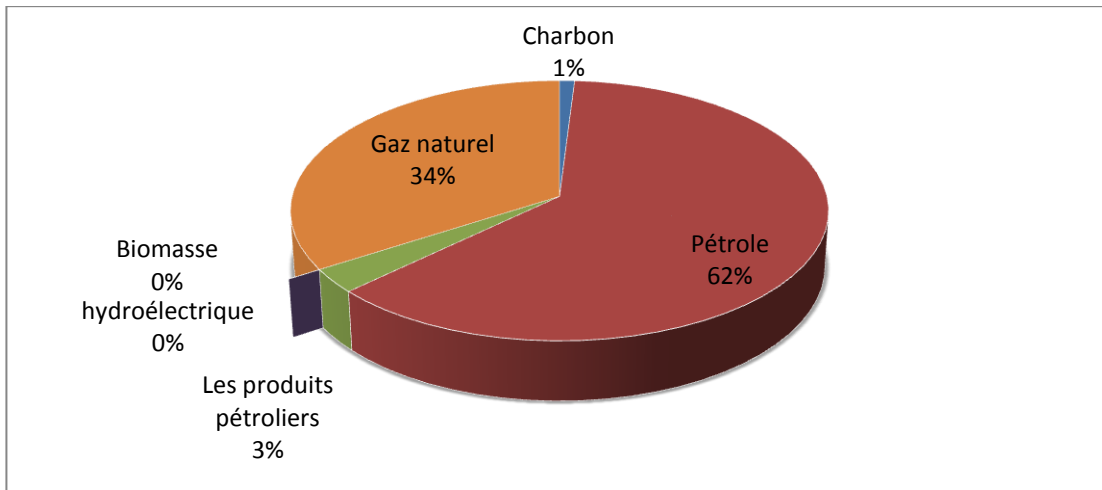


Figure 7 - les sources de consommation d'énergie en 2009 en Iran (Rezvanipoor 2011)

L'ONU vise pour 2020, une consommation de 28 % de l'énergie produite dans le domaine de la construction, 47% dans l'industrie et l'agriculture et 25 % dans le domaine du transport. Puisque le secteur de la construction dépend de la qualité et de la performance de l'architecture, pour réduire de 11% la consommation d'énergie dans ce secteur et atteindre les objectifs mondiaux, une attention particulière doit être portée à ce secteur (Rezvanipoor 2011).

Le coût social de la dégradation de l'environnement- causé de la consommation de combustibles fossiles en 2009- est équivalent à 20,1% du PIB de l'Iran ; le secteur de la construction atteint 17 % de ce coût.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

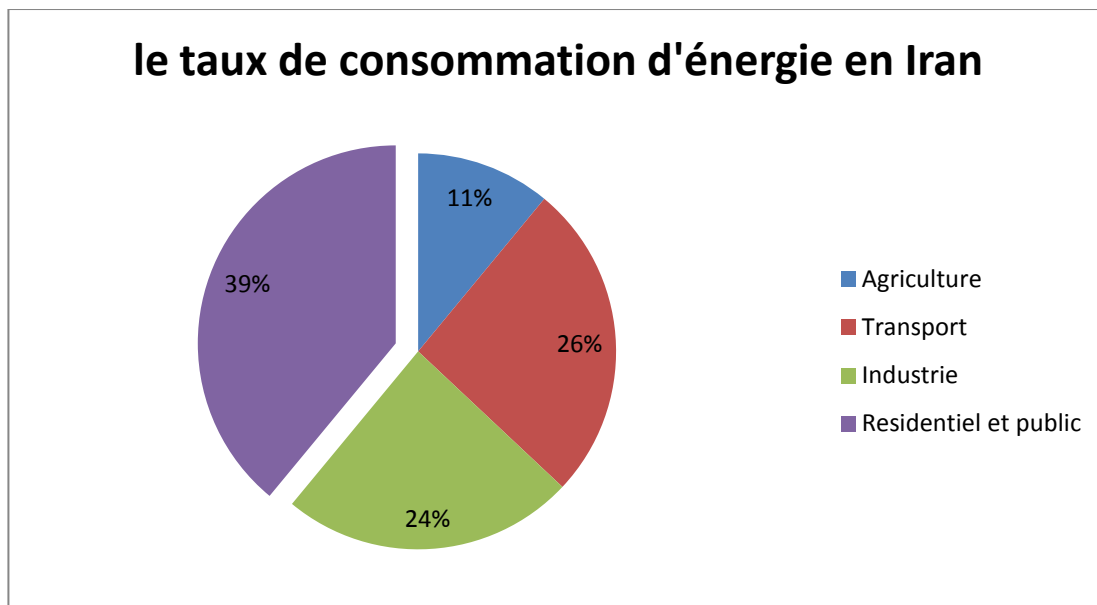


Figure 8 - la consommation d'énergie dans les différents secteurs en Iran – 2009 (Rezvanipoor 2011)

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. 1.2), dans la métropole de Téhéran, environ 20 % de la zone urbaine ont besoin d'être rénovés ; si les interventions sont effectuées sans tenir compte des critères de développement durable, on ne devrait pas noter de diminution de la consommation énergétique à long terme.

L'idée d'amélioration du niveau de développement durable dans la phase aval rencontre deux limites : d'une part, l'augmentation du coût total et d'autre part, une inefficacité et/ou des limitations pour des travaux ou des interventions lors de la phase d'exploitation du projet.

Ainsi, si les potentiels de développement durable en phase amont du projet de rénovation urbaine peuvent être identifiés, alors, on peut s'attendre qu'au moins 20% des tissus urbains à Téhéran soient en conformité avec les critères et les normes de développement durable.

### **Conclusion :**

En conclusion et avant de définir notre problématique, notre champ de recherche porte sur le développement durable en tentant de contribuer à une meilleure définition de ce terme en architecture mais surtout en transférant des approches du génie de l'innovation vers celui de la rénovation urbaine. Le but est de pouvoir « outiller », doter les acteurs de terrain de méthodologies facilitant la mise en œuvre du développement durable dans leurs opérations. On verra que cet objectif nécessite un travail théorique préalable.

## **Chapitre 2:**

# **Problématique**



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Dans ce chapitre nous explicitons notre problématique, ceci nous conduit à développer les aspects suivants :

- qu'est-ce qu'une décision et plus précisément une décision dans le domaine architecturale,
- quelles sont les phases de conception d'une opération de rénovation urbaine, et, quelles décisions sont prises dans les phases amont de ces opérations de rénovation,
- qu'est-ce qu'un impact et plus précisément l'impact d'une décision architecturale (prise dans les étapes amont d'une opération de rénovation urbaine) sur les différentes dimensions de la durabilité d'un bâtiment,
- enfin, comment définir le concept « d'analyse d'impacts ».

Notre problématique de recherche pourra être alors détaillée.

### *Développement durable et décision architecturale*

La programmation architecturale est la somme des informations nécessaires à la conception des plans. Autrement dit, il s'agit d'identifier les éléments de base et de mettre en place une structure pour recueillir des informations et prendre des décisions (Timmermans 2010).

Le concepteur doit proposer des scénarios intégrant la fonction du bâtiment, les coûts, l'esthétisme, etc., aux acteurs du projet afin qu'ils puissent faire un choix (Duerk 1993).

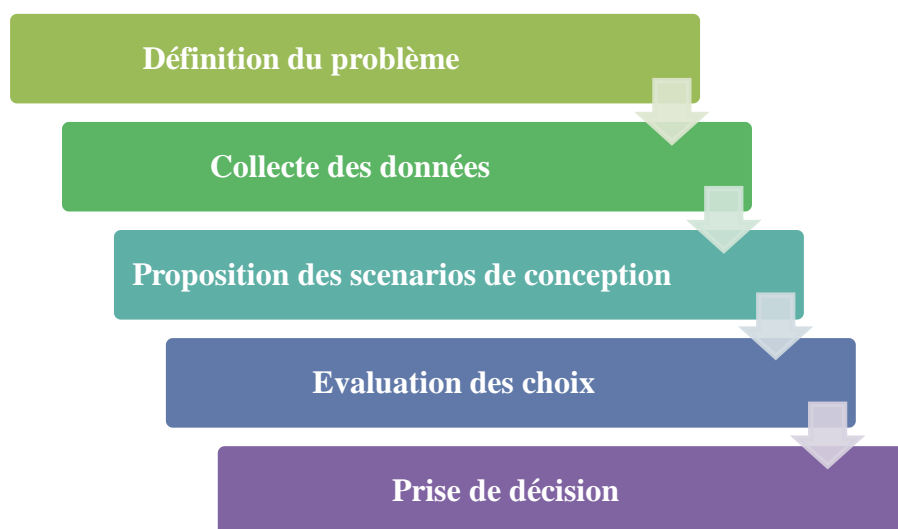


Figure 9 : le processus de programmation architecturale d'après Duerk (Duerk 1993)

Ainsi, la prise de décision est la dernière étape de la phase de programmation ; on peut dire que c'est le résultat de la phase de préconception.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

L'opération élémentaire de l'architecture est la décision de conception. On pourrait aussi parler de propositions de conception ou de choix de conception. Le terme « choix » a l'avantage d'impliquer un domaine explicite ou implicite de sélection. Néanmoins, le terme « décision » est préférable car le processus de conception est construit de manière séquentielle ; une décision est la conséquence d'une première, avec une liberté de manœuvre pour explorer d'autres choix supposée (le plus souvent) de plus en plus réduite au fur et à mesure du projet. Le terme « décision » porte cet aspect de contrainte. En outre, le terme « choix » comporte de fortes connotations d'individualisme, alors que les décisions architecturales concernent toujours un ensemble d'acteurs (consultants spécialisés, clients, utilisateurs finaux), peuvent donc être logiquement considérées comme des décisions (Schumacher 2011).

Les décisions impliquent un type particulier de communication. Elles ne deviennent efficaces que si elles sont communiquées. En parallèle du processus de conception, il existe donc un processus de communication qui diffuse les décisions de conception, dans notre cas il s'agit de décisions architecturales. La phase de préconception en architecture n'est pas seulement composée de décisions, mais inclut d'autres types d'informations, comme des critiques, des évaluations ou des déclarations de principe. L'ensemble de ces informations permettent de construire des décisions architecturales puis des choix. L'évaluation des résultats des décisions de conception permet de concevoir des décisions alternatives ; les critiques peuvent être constructives, les déclarations de principe, issues des textes de loi, donnent des orientations générales aux décisions. En conséquence, les plans s'élaborent au fur et à mesure des prises de décisions de conception.

Le média préférentiel, par lequel les décisions de conception sont exercés et communiqués est le dessin. Les dessins successifs suivent la série de décisions de conception.

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, la construction et l'immobilier sont des sujets majeurs de la question environnementale, dont l'importance est croissante. Or on constate que ce qui est souvent négligé dans le domaine de l'architecture, c'est l'intégration du développement durable dans le processus de conception architecturale : lorsque toutes les phases d'un projet doivent être en accord avec la démarche de développement durable (de la phase de préconception jusqu'à la destruction du bâtiment).

Donc on peut déjà proposer que l'intégration du développement durable passe par son intégration dans les phases de :

- élaboration des décisions,
- communication des décisions

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- évaluation des décisions
- choix.

**Notre problématique se situe donc dans le domaine de l'aide à la décision architecturale, la communication es décisions et l'aide aux choix entre des alternatives.**

### *Développement durable et phase de conception architecturale*

La plupart des architectes rencontrés lors de cette étude pensent que l'on peut répondre aux critères de développement durable en phase de réalisation ou d'exploitation, mais que les interventions seront restreintes et moins efficaces dans les phases ultérieures du projet. Ils supposent donc que c'est la phase « chantier » qui est critique.

Or les choix techniques et architecturaux (chauffage, isolation, nature des parois, etc.) impactent la vie quotidienne des habitants et des utilisateurs, mais aussi l'avenir de la planète (Platzer 2009). Et ces choix sont réalisés avant la phase « chantier » c'est-à-dire en conception. Il est donc très important de « bien » cadrer tout projet architectural, d'être attentif au processus décisionnel et en particulier aux critères de choix des solutions architecturales. On sait de plus que les erreurs à cette étape sont très coûteuses (Boly 2008).

*« Les décisions prises dans le cadre des processus de construction, d'une importance capitale pour le long terme, répondent à des contraintes conjoncturelles : règles d'urbanisme, taux d'intérêt, maximisation des valeurs. Pour obtenir la même efficacité environnementale sur un bâtiment donné, le coût de la réhabilitation sera pourtant dix fois supérieur au surcoût initial de la construction (Platzer 2009) ».*

En prenant en compte les impacts du développement durable en phase amont (phase de préconception), le concepteur peut avoir une vision différente et prendre d'avantage en compte ces impacts pour augmenter le niveau de durabilité de son projet. Toujours dans cette optique, plusieurs chercheurs (Hedstrom, Shopley et al. 2000; Larson 2000; Hartshorn, Maher et al. 2005) pensent que le développement durable ouvre des voies vers des opportunités d'intégrer au stade des études de nouvelles technologies et de trouver de nouveaux avantages (Gholipour 2011).

Cependant, si agir en phase amont amène des avantages notamment en termes de capacité d'action du concepteur ; ce dernier a besoin d'être accompagné, notamment en accédant à un

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

niveau de connaissances satisfaisant, afin de mener une conception de qualité. La conception doit être, sous certains aspects, suffisamment robuste - certitude des données et faisabilité - pour ne pas faire l'objet de changements radicaux dans les étapes suivantes (Gholipour 2011). Une amélioration des connaissances et des supports méthodologiques pour augmenter la qualité des propositions en phase amont paraît donc nécessaire.

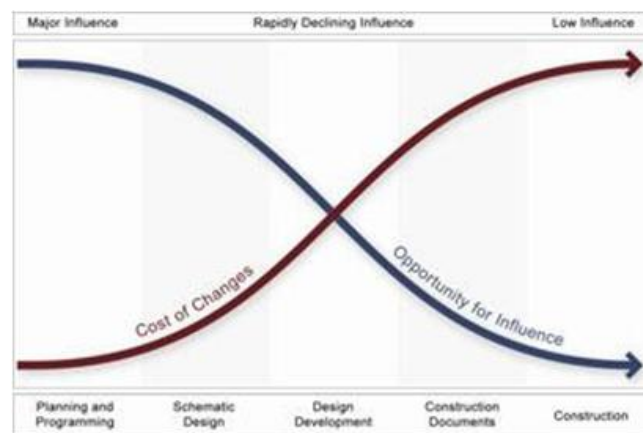


Figure 10 - coûts des changements et opportunités d'influencer un projet de construction en fonction de ses différentes étapes(wbdg.org 2012)

On peut voir sur la figure 10, l'importance de la phase amont dans le projet : en avançant dans le projet, la liberté de choix se réduit et les coûts de changement augmentent ; c'est à la conception que se déterminent près de 80 % des nuisances (Weissenstein 2009). Cette constatation est également valable dans le secteur du bâtiment. Plus la phase de conception est avancée et plus la liberté d'action et de modification se réduit (plus les coûts de l'ajustement augmentent également). Il est important de prendre les bonnes décisions dès le départ quand il demeure encore possible d'effectuer des changements.

De ce fait notre contribution porte sur un outil et un modèle qui peut aider les architectes à identifier les potentialités de développement durable en préconception. Il s'agit donc **d'un outil d'aide à la décision architecturale dans un contexte de durabilité en phase de préconception.**

### *Les impacts en phase de préconception architecturale*

Selon ce qui a été mentionné, la planification et la prise de décision à travers un modèle d'évaluation peut aider les concepteurs à obtenir des décisions optimales et conduit à de meilleurs résultats(Cooper and Schindler 2003)

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Réduire les impacts négatifs d'un projet peut être un objectif dès le début du processus. Un impact étant vu ici comme la conséquence, un état futur du système que l'on conçoit (cette notion sera détaillée plus loin). L'identification des impacts et leur évaluation peut aider les concepteurs à créer un équilibre entre les objectifs du projet et les impacts de leurs décisions.

Un projet architectural peut être divisé en quatre étapes : préconception, conception, réalisation et exploitation (Deshayes 2012).

La préconception est la première étape ; elle comprend la collecte de données et les exigences des acteurs. Ensuite, l'architecte ou l'équipe de conception commence la phase de planification accompagnée de prises de décisions importantes.

Les données de sortie de la phase de préconception comprennent le cadre du projet, les normes, les limites et les exigences imposées par les utilisateurs. Ainsi, à ce stade, la finalité du projet est déterminée et les données ont des impacts sur la conception, la réalisation et l'exploitation.

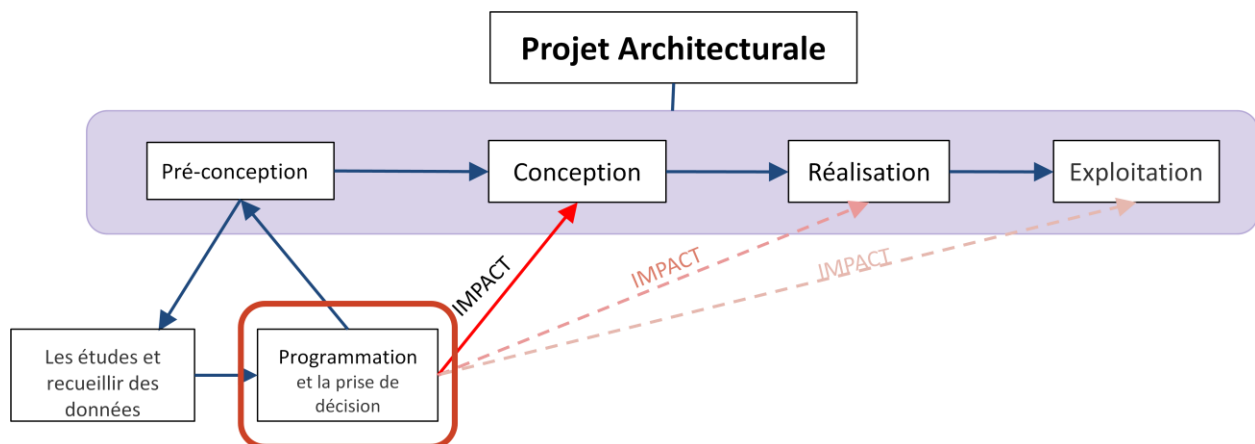


Figure 11 - Les phases d'un projet architectural (d'après Deshayes 2012)

À ce stade de la préconception, chacune des décisions a un impact (ou des impacts) en terme de DD. Le but de cette recherche est alors **l'analyse des impacts de l'étape de préconception sur la phase de conception dans un contexte d'architecture durable**.

L'architecture durable a des objectifs déclinés en plusieurs critères de durabilité (santé, culture, environnement, économie, etc.). Un projet sera durable s'il répond à ces critères selon des niveaux d'évaluation jugés acceptables par les acteurs de la conception (concepteurs et autres).

**Notre recherche porte sur une méthode de détermination de ces relations entre décisions et niveaux de durabilité acceptables et l'analyse de celles-ci afin d'optimiser les décisions.**

Il s'agit de contribuer en termes de méthodologie à la conduite du projet en cherchant à orienter les décisions tout au long du processus selon les critères de durabilité.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

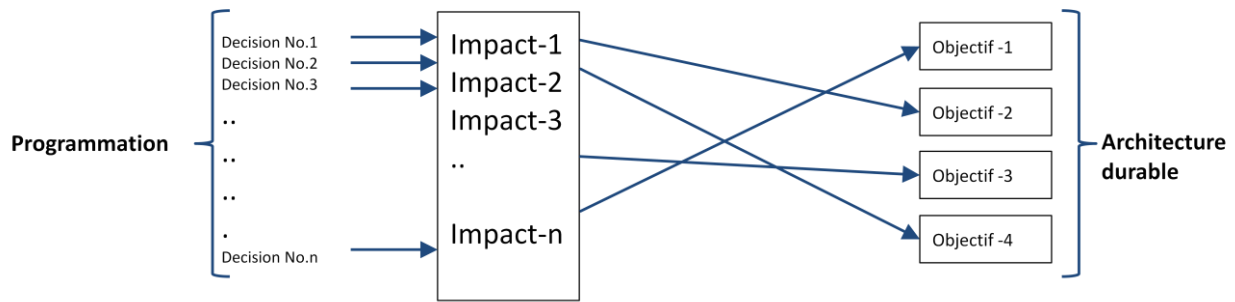


Figure 12 – le rôle de l'impact dans le processus de prise de décisions (notre recherche)

Plus précisément, il convient de déterminer les phases de cette analyse d'impact et des prises de décisions : (figure 12), il faut, pour cela, réaliser un ensemble d'actions.

Notre problématique a donc plusieurs dimensions :

**Théorique** : notre recherche aborde la question suivante : peut-on adopter une approche anticipative en matière d'impacts sur la durabilité d'un immeuble à rénover ? Nous nous focalisons sur la phase des « fuzzy front ends » (Herstatt, Verworn et al. 2004) des projets architecturaux et donc sur la phase de préconception. Ainsi le questionnement porte sur l'évaluation a priori versus l'évaluation a posteriori. L'analyse de cycle de vie est largement reconnue comme démarche d'évaluation des impacts sur la durabilité (Tran and Daim 2008). Elle valorise des données préalablement recueillies pour évaluer la durabilité d'un procédé ou d'un produit. Toutefois, elle se base sur des données historiques et, de ce fait, peut être considérée comme une approche a posteriori. Elle ne répond donc pas à notre problématique d'anticipation. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés à la logique de « Conception à Objectif Désigné ». Nous présenterons ce concept dans le chapitre consacré à l'état de l'art ; il s'agit, en résumé, de définir des critères de durabilité et de fixer des seuils et des plafonds pour chacun de ces critères. Ces limites constituent alors les frontières pour l'espace des solutions dans lequel les concepteurs vont œuvrer (Kee 2010). Notons que nous n'avons pas trouvé dans la littérature de production sur le thème de la Conception à Objectif de Durabilité Désigné. Ceci conduira à aborder des concepts tels que : les objectifs de conception durable, l'évaluation de ces critères en étapes amont, les décisions de conception et enfin les impacts.

**Méthodologique** : notre ambition est la création d'une démarche reposant sur les fondements théoriques précédents. Nous souhaitons générer une heuristique de conception. Cette méthodologie doit être applicable dans les étapes amont et être adaptée au cas de la rénovation urbaine. Par méthodologie, nous entendons : une séquences de phases type que devront suivre les concepteurs, des préconisations sur la collecte de données, une série d'algorithmes de

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

traitement des données collectées, et des représentations concernant l'adéquation entre les objectifs de conception durable et les niveaux atteints par les critères de mesure de la durabilité suite aux décisions de conception prises.

**Empirique** : nous avons réalisé un outil informatique qui a été testé dans le cadre d'un projet de rénovation à Téhéran. Notre souci était donc de mieux comprendre la portée de notre démarche sur la réalité du travail des architectes et plus généralement des acteurs de la conception.

Finalement, notre recherche nous a conduit à aborder les éléments représentés sur la figure 13.

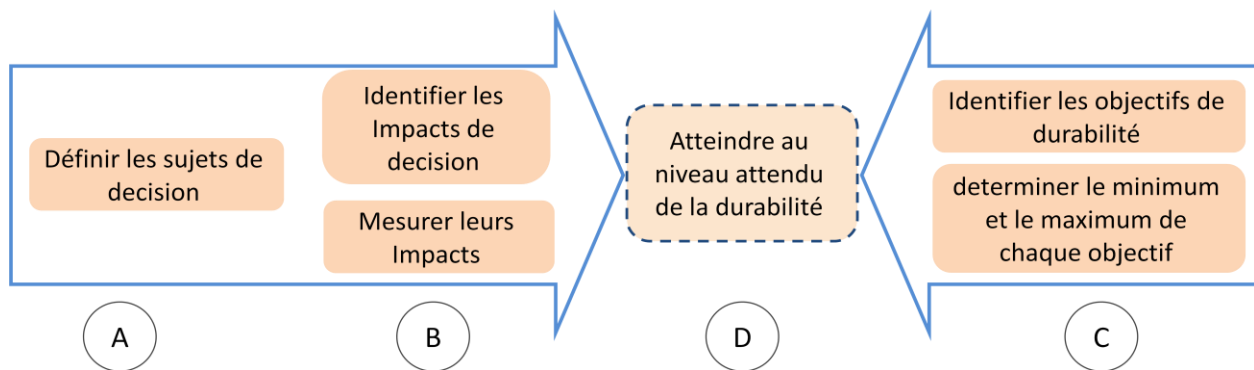


Figure 13- Proposition d'un modèle d'évaluation en phase de préconception (notre recherche)

Ceci comprend :

- la manière dont sont définies les principales catégories de sujets abordés par l'architecte au cours de la programmation dans le domaine de la rénovation (scénarii). Puis, en correspondance avec ces scénarii, nous avons listé les sujets majeurs de prise de décision. A chaque type de scénario de préconception possible correspond de nombreuses décisions ;
- la manière de définir des critères de mesure de la durabilité d'une opération de rénovation urbaine. Il s'agit de définir les éléments qui permettront de suivre le travail des concepteurs ;
- la manière de détecter les impacts des décisions sur les critères de durabilité précédemment définis. Nous avons cherché à analyser les modes d'évaluation de ces impacts. Peut-on définir une échelle indiquant l'intensité de ces impacts ? les objectifs de durabilité ? Il s'agit de donner un niveau aux critères de durabilité. Autrement dit, chaque critère de durabilité peut être déterminé selon « une zone idéale » ou « un objectif désigné » ;
- la démarche pour suivre les impacts et les comparer aux objectifs (Figure 13).

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

## **Chapitre 3:**

# **État de l'art**



## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

Depuis la diffusion du rapport Brundtland en 1987, il y a eu beaucoup d'efforts déployés par la société civile et les chercheurs afin d'atteindre les objectifs du développement durable dans le domaine de l'architecture et de la construction. À cet égard, de nombreuses méthodes, modèles et logiciels ont été développés pour aider à la conception et la construction de bâtiments durables.

De nombreuses méthodes sont actuellement utilisées dans le monde. Ces méthodes sont constamment mises à jour grâce au travail des experts, ce qui permet des ajustements permanents. Nous nous proposons de mettre en lumière les limites des méthodes existantes et de développer un nouveau modèle intégrant le développement durable dans le processus de conception. Nous aborderons successivement :

- les méthodes d'évaluation de la durabilité,
- les démarches d'analyse d'impact,
- le concept de conception à objectif désigné.

### **3.1 Méthodes et outils d'évaluation de la durabilité**

#### **3.1.1. Évaluation de la durabilité**

L'évaluation de la durabilité vise à renforcer l'intégration du développement durable dans la planification politique et les processus de décision dans tous les domaines (ARE 2004). D'après le rapport de l'Office Fédéral du Développement Territorial Suisse, le processus d'évaluation de la durabilité comprend trois phases principales, elles-mêmes divisées en sept étapes (Figure 14) :

1. Sujet traité
2. Etablir la pertinence de la durabilité
3. Définir la procédure
4. Analyser la conduite et les comportements
5. Évaluer
6. Optimiser
7. Présenter les résultats

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

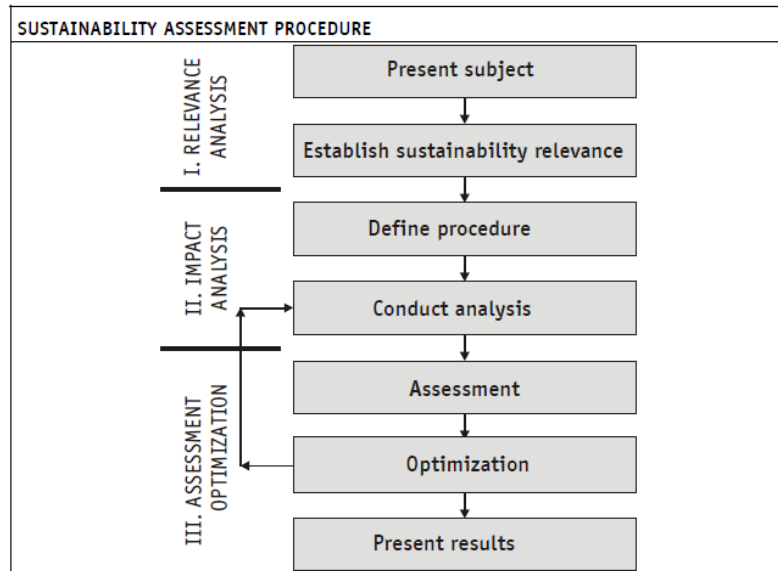


Figure 14 - le processus d'évaluation de la durabilité (ARE 2004)

Selon ce processus, l'évaluation d'impact (phase II) joue un rôle clé dans l'amélioration du projet (discussion à la section 3.2).

Le développement durable est devenu le mot d'ordre dans les débats internationaux ; plusieurs approches pour évaluer la durabilité ont été développées et ceci dans des domaines aussi différents que l'architecture, l'agroalimentaire ou l'automobile. Afin de mesurer ou de prévoir la durabilité d'un système, il est suggéré d'élaborer des critères qui peuvent être utilisés pour indiquer à quel degré les politiques, les stratégies et les solutions techniques mises en place contribuent au développement durable (Becker 1997).

L'évaluation de la durabilité mesure les impacts sociaux, économiques et environnementaux des projets. Mais elle révèle souvent des objectifs contradictoires et cherche alors à favoriser l'optimisation au stade le plus précoce possible (ARE 2004).

L'évaluation de la durabilité se positionne sous deux formes complémentaires :

- l'évaluation ex ante qui vise à étudier des phénomènes, des variables afin de fixer des objectifs politiques. L'évaluation de la durabilité ex ante est alors incluse dans le processus de planification politique,
- l'évaluation a posteriori qui permet de juger de la pertinence des politiques retenues, d'ajuster les solutions adoptées et de générer des pistes d'amélioration.

Nous montrerons ultérieurement que notre recherche se positionne en complément de ces deux visions, en tentant de construire une démarche opérationnelle de conception en phases amont des projets mais en allant plus loin que la définition des objectifs, en construisant des critères de comparaison des solutions possibles.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

(Pope, Annandale et al. 2004), citant des recherches précédentes (Devuyst 2001) et (Verheem 2002), présentent deux objectifs à l'évaluation de la durabilité :

- l'aide à la planification : « l'évaluation de la durabilité est un outil qui peut aider les décideurs et les responsables politiques à décider quelles mesures ils doivent prendre (ou ne pas prendre) pour tenter de rendre la société plus durable » ;
- l'aide au suivi des actions mises en place : le but de l'évaluation de la durabilité est de s'assurer que « les plans et les activités apportent une contribution optimale au développement durable » (Pope, Annandale et al. 2004).

Selon ces définitions, on peut déduire que l'évaluation de la durabilité peut être effectuée dans les premières phases d'un projet pour atteindre un meilleur résultat.

L'évaluation de la durabilité met l'accent sur les niveaux stratégiques, de planification et de programmation et peut être appliquée à l'évaluation des projets dans de très nombreux secteurs (ARE 2004).

La théorie de l'évaluation de la durabilité, telle qu'elle s'exprime actuellement dans la littérature, a largement évolué à partir de travaux menés par des praticiens de :

- l'évaluation de l'impact environnemental (EIE) : analyse des impacts positifs ou négatifs d'un projet sur les variables qualitatives, quantitatives et fonctionnelles de l'environnement (Pope, Annandale et al. 2004), ceci ayant conduit, entre autre, à l'élaboration des normes ISO 14001 ;
- l'évaluation environnementale stratégique (EES) : démarche intégrée à la définition de politiques de développement internationales, par pays ou territoire articulant les facteurs économiques, environnementaux et sociaux (OCDE 2006).

Marsden (Marsden and Dovers 2002) met en évidence deux écoles de pensée autour de l'évaluation environnementale et de la durabilité. Dans certains cas, il est suggéré que cette contribution découle directement de l'intégration des considérations environnementales dans la prise de décision (sans la modifier en terme de logique de raisonnement), tandis que d'autres suggèrent que les EIE et EES fournissent une base forte et raisonnable qui modifie les techniques de conception et peuvent être étendues pour inclure des préoccupations plus larges (Pope, Annandale et al. 2004).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Les deux points de vue de l'évaluation de la durabilité correspondent souvent à deux conceptions différentes de la durabilité. Il est important de noter à ce stade que la durabilité est un concept difficile à définir de manière significative et suffisamment pratique pour lui permettre d'être opérationnalisé. Il a été suggéré que la difficulté vient du fait que le développement durable est un concept peu explicite (comme « espoir » ou « liberté »), et à ce titre, il a tendance à rester « flou » (fuzzy) jusqu'à son application à un contexte spécifique. Cette situation n'est pas éclaircie par le fait que de nombreuses autres formulations théoriques et applications du développement durable sont fondées sur des préoccupations et des principes communs, mais avec des priorités différentes (Pope, Annandale et al. 2004). Concrètement, on constate que le développement durable est pour certains acteurs de la construction un argument promotionnel ; pour d'autres, une recherche d'efficacité financière à court terme (exemple : les constructeurs) et pour d'autres, enfin, une vision d'un certain mode de vie (certains acheteurs).

Dans la littérature, l'évaluation de la durabilité est généralement considérée comme un outil appartenant à la famille des processus d'évaluation d'impact, étroitement liée à l'EIE appliquées à des projets et des EES en matière de politiques, plans et programmes (PPP).

En considérant le concept d'évaluation de la durabilité et en effectuant une revue de la littérature sur le sujet, nous pensons qu'il est utile de considérer ses origines conceptuelles en examinant les formes plus traditionnelles de ces outils d'évaluation plus en détail.

### 3.1.2. Evaluation en architecture

Avant l'avènement du concept de développement durable, l'évaluation en architecture était limitée à la critique artistique, historique ou fonctionnelle. Puis, les concepteurs de bâtiments et les occupants se sont préoccupés de la performance des bâtiments (Cooper 1999; Finnveden and Moberg 2005).

Selon Ding, peu de méthodes ou outils pour l'évaluation scientifique d'un bâtiment ont été développés dans le domaine de l'architecture (Ding 2008). Durant les deux dernières décennies, en raison du réchauffement climatique et de la hausse de la consommation d'énergie dans le domaine de construction, quelques outils simples ont été créés pour évaluer les bâtiments sur certains aspects (Peuportier 2003). De plus, le développement durable nécessite de nouvelles exigences dans l'acte bâti, mais aussi de nouvelles missions pour l'ensemble des acteurs impliqués dans ce type d'opérations (Belmeziti 2007). Des travaux considérables ont donc été consacrés à l'élaboration de systèmes pour mesurer la performance environnementale

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

d'un bâtiment sur sa durée de vie. Ils ont été élaborés pour évaluer la réussite de tout développement est en ce qui concerne l'énergie, l'environnement et l'écologie, en tenant compte à la fois des aspects sociaux et techniques des projets (Clements-Croome 2004).

Des indicateurs distincts, ou des valeurs de référence fondées sur un critère unique, ont été mis au point pour surveiller les aspects spécifiques de la performance environnementale des bâtiments tels que la qualité de l'air et le confort intérieur. Toutefois, ces critères servent à souligner la nécessité d'un outil d'évaluation rigoureux pour fournir une évaluation complète de la performance des bâtiments par rapport à un large spectre de critères environnementaux.

Tous ces systèmes d'évaluation ont une base écologique.(Edwards 2010) C'est pourquoi, il y a une hégémonie des critères écologiques sur les autres aspects du développement durable.

Ainsi, les premiers outils de l'évaluation de l'architecture sont en fait des méthodes pour l'évaluation environnementale, les autres aspects du développement durable (économique, social) étant plus rarement traités. Il s'agit essentiellement d'outils pour mesurer la consommation d'énergie ou les émissions de gaz à effet de serre.

Un outil d'évaluation environnemental est un instrument de mesure, d'évaluation et de gestion des critères du développement durable (Belmeziti 2007), permettant aux différents acteurs du bâtiment de connaître l'impact du bâtiment sur l'environnement ; ces outils permettant également aux acteurs de faire des choix et de prendre des décisions concernant l'impact du bâtiment sur l'environnement.

Au cours des deux dernières décennies, un nombre important d'outils d'évaluation environnementale et de la durabilité des bâtiments ont été développés. Ceux-ci sont en constante évolution. Leur objectif principal est de développer et mettre en œuvre une méthodologie systématique pour soutenir la conception d'un bâtiment qui réalise l'équilibre entre les différentes dimensions de la durabilité, et qui est, en même temps, pratique, transparent et suffisamment souple pour être facilement adapté aux différents types de bâtiments et à l'évolution constante de la technologie. Le premier outil d'évaluation environnementale des bâtiments disponible a été la BREEAM<sup>1</sup> (établissement de la recherche en Bâtiment britannique). BREEAM s'adresse aux promoteurs, aux concepteurs, aux urbanistes et aux exploitants d'immeubles. Il repose sur une série de critères de performances, qui servent :

---

<sup>1</sup> Building Research Establishment Assessment Method

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- de guide pour définir les spécifications du bâtiment futur,
- de suivi des coûts de construction,
- de suivi des performances en cours d'utilisation des locaux.

Cette méthode a été conçue au Royaume-Uni en 1990 et intègre des systèmes de notation et de certification intégrés dans l'outil de construction durable (SBTool), mis au point grâce à la collaboration des représentants de 20 pays. Le LEED<sup>®</sup> (Leadership in Energy and Environmental Design), développée aux Etats-Unis, est une démarche très proche du système de Haute Qualité Environnementale (HQE) français.

Ces méthodes sont donc caractérisées par l'évaluation d'un certain nombre de critères partiels de construction et agrègent ces résultats dans une note environnementale ou score de durabilité (Ding 2008).

D'autres travaux sont menés dans ce cadre pour faire entrer l'habitat dans une démarche du développement durable : la HQE en France, l'Ecohome en Grande Bretagne, le LEED aux Etats-Unis, le GB Tool au Canada, le DGNB en Allemagne ; chacune de ces démarches utilise un type d'évaluation spécifique. De nombreux pays ont ainsi élaboré des méthodes d'évaluation, ce qui signifie que les coopérations internationales sont de plus en plus fréquentes (Mateus and Bragança 2011).

Les évaluations de la durabilité sont généralement basées sur des indicateurs. Ces indicateurs fournissent des informations sur les principales influences de l'industrie dans son ensemble et sur les impacts de la construction et de l'exploitation des bâtiments et autres actifs construits. En essayant d'établir une liste d'indicateurs généralement reconnus, il semble que les développements méthodologiques conduisent à différents paramètres et facteurs de pondération en fonction des pays. Ce résultat peut être considéré comme une véritable réponse aux besoins réels de la prise de décision tant au niveau des indicateurs essentiels que de leurs poids qui sont très dépendants des contextes environnementaux, sociaux et économiques de leur utilisation.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Dimension	Catégories	Les indicateurs de durabilité
Environnement	C1 – Le changement climatique et la qualité de l'air extérieur	P1 – Impact des matériaux de construction sur l'environnement P2 - Densité urbaine P3 - Perméabilité du développement P4 - Utilisation de terre préparée P5 - Utilisation de la flore locale P6 - Effet d'îlot de chaleur
	C2 – L'utilisation des terres et de la biodiversité	
	C3 – L'efficacité énergétique	P7 – Energie primaire P8 – Production d'énergie in-situ à partir de sources renouvelables
	C4 – Les matériaux et la gestion des déchets	P9 - Matériaux et produits réutilisés P10 - Utilisation de matériaux à contenu recyclé P11 - Utilisation de matériaux certifiés biologiques P12 - Utilisation de substituts du ciment dans le béton P13 - Gestion des déchets pendant le fonctionnement
	C5 – L'eau	P14 - Consommation d'eau potable P15 - Réutilisation des eaux pluviales
Social	C6 – La santé et le confort des occupants	P16 - Efficacité de la ventilation naturelle P17 - Toxicité de finition P18 - Confort thermique P19 – Confort d'éclairage P20 – Confort acoustique
	C7 – L'accessibilités	P21 - Accessibilité des transports publics P22 - Accessibilité des équipements urbains
	C8 – L'éducation et la sensibilisation de la durabilité	P23 - Education des occupants
Economie	C9 – Les coûts du cycle de vie	P24 - Coût en capital P25 - Coût d'exploitation

Tableau 1- Liste des catégories et indicateurs de durabilité pour la méthodologie SBTool (Mateus and Bragança 2011)

Happio et Viitaniemi ont critiqué les méthodes existantes les plus courantes (Haapio and Viitaniemi 2008). A la fin de leurs recherches, ils posent une question clé: “comment l’outil et ses résultats ont influé sur la prise de décision?”. Cette question se pose car on réalise généralement l'évaluation après la phase de prise de décision. Il est un fait que la plupart des méthodes sont utilisées après la phase de conception (Tableau 2).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Outil ou/et méthode	Aspect(s)				Phase(s) à mener			Référence
	Environnement	Economie	Social	Culturel	Préconception	Conception	Post-conception	
<b>Pléiade-Comfie</b>	•	•				○	•	<i>Peuportier (2000)</i>
<b>EQUER</b>	•	•				○	•	<i>DOE (1996/2006); EQUER; IEA Annex 31 (2001); Nibel and Rialhe (2000); Peuportier and Putzeys (2005)</i>
<b>LEED™</b>	•	•	○		○	•	•	<i>CRISP; IEA Annexe 31 (2001); LEED™ (2005)</i>
<b>Démarche HQE®</b>	•	•	○		○	•	•	<i>AssoHQE®</i>
<b>BREEAM</b>	•	•	○			•	•	<i>BREEAM; BREEAM fact file; CRISP (2004); Grace (2000); IEA Annexe 31 (2001); breem.org(2012)</i>
<b>Invest 2</b>	•	•				•	•	<i>Peuportier and Putzeys (2005)</i>
<b>CASBE</b>	•	•	•		•	•	•	<i>(Cole, Shimkhada et al. 2005)</i>
<b>DGNB</b>	•	•	•	○	•	•	•	<i>dgnb.de(2012)</i>
<b>L'ECOPASS du Vorarlberg</b>	•	•	○			•	•	

○ : Partiellement

• : Complètement

Tableau 2 - les méthodes existantes et les phases où elles peuvent être utilisées. (Notre Recherche)

Aujourd'hui, de nombreuses méthodes d'évaluation existent en matière de développement durable.

On compte environ 435 méthodes pour 197 pays dans 25 secteurs industriels, qui contribuent à une production plus respectueuse du développement durable (Ecolabel-Index 2012).

Nous avons choisi un nombre limité de ces méthodes afin de les comparer (tableau 2). Les critères de notre sélection sont:

- **utilisable dans le secteur de la construction** : il faut choisir les méthodes qui sont développées pour évaluer les projets de construction. Actuellement, la plupart des méthodes est appliquée dans le secteur de l'industrie ou de l'agriculture,



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- **souvent citées dans la littérature** : les méthodes sélectionnées ont en commun d'être citées dans les recherches ou les publications sur notre sujet (Haapio and Viitaniemi 2008, Weissenstein 2009, Gholipour 2011, Mateus and Bragança 2011),
- **réputation mondiale** : nous avons choisi les méthodes les plus célèbres,
- **la capacité de mise à jour** : ce sont des méthodes qui sont mises à jour régulièrement,
- **les limites de notre recherche** : le temps limité et le cadre de notre recherche ne nous ont pas permis de comparer l'ensemble des méthodes existantes.

Le tableau 2 rassemble donc une comparaison de ces méthodes suivant les critères précédents en fonction des phases où elles sont applicables et des domaines du développement durable qu'elles abordent. Cette évaluation est faite par nos soins en tenant compte des avis des auteurs dans la littérature. Dans ces méthodes, les définitions des notions de « bâtiment durable » ou de « bâtiment à haute performance » sont complexes ; cela est dû aux représentations ou aux exigences différentes que les acteurs peuvent avoir d'un bâtiment, tout au long de son cycle de vie.

La plupart de ces méthodes existantes attestent que la maîtrise de l'énergie est jugé prioritaire. Par conséquent, parce qu'ils se restreignent trop à l'environnement, ces outils sont en cours de révision. Par exemple, la méthode américaine, LEED, qui est confrontée aujourd'hui à de sérieuses critiques, est en cours de modification (Scofield 2009).

La consommation d'énergie est un critère utile dans le choix des matériaux de construction, mais ce n'est pas le seul. D'autres impacts, tels que la pollution de l'eau, la pollution de l'air, les perturbations visuelles, les aspects écologiques et culturels, et la baisse des gisements de ressources fossiles, sont également à prendre en compte (Edwards 2010).

Nous pouvons donc noter que les deux grandes faiblesses des méthodes d'évaluation sont les suivantes:

- elles ne sont pas souvent utilisées en préconception, ou n'ont pas l'efficacité attendue,
- certains aspects de la durabilité (en particulier les aspects socio - culturels) sont faiblement non intégrés dans la méthode.

Une question d'une importance primordiale est celle de la gestion des flux d'informations et de connaissances entre les différents niveaux des systèmes d'indicateurs. Une contrainte importante caractéristique de ces méthodes est que la définition précise des termes « bâtiment durable » ou « bâtiment à haute performance » est complexe, étant donné que les différents acteurs du cycle de vie d'un bâtiment ont des intérêts et des exigences différentes. Par exemple,

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

les promoteurs vont accorder plus d'attention aux questions économiques, alors que les utilisateurs finaux sont plus intéressés par les questions de santé et de confort (Mateus and Bragança 2011).

Des outils pour soutenir la prise de décision en conformité avec les principes de conception basée sur la performance ont également été développés, principalement dans les milieux de la recherche.

Alors que l'énergie et les questions environnementales dominent les autres aspects, il faudrait intégrer aux méthodes les autres types d'impacts tels que les nuisances sonores ou psychologiques, qui peuvent avoir des répercussions sur le long terme.

En pratique, l'évaluation environnementale des bâtiments à long terme exige une approche globale prenant en compte le bâtiment comme un système entier. La quantification de l'impact environnemental évalue le bâtiment sur la base d'un éventail de paramètres ou d'indicateurs tels que les matériaux, l'utilisation de l'eau, les niveaux de pollution, la consommation et le choix de l'énergie. Des outils plus globaux restent donc nécessaires (Belmeziti 2007).

Aider les acteurs (surtout les concepteurs) à améliorer la durabilité de leur projet durant la phase de préconception peut contribuer à un meilleur profil durable des réalisations finales. Enfin notons que les méthodes d'évaluation environnementale ont été principalement appliquées à des nouvelles constructions, mais la rénovation et l'entretien des bâtiments existants représentent également une part importante dans les enjeux du développement durable.

### **3.1.3. Pour une évaluation en amont des projets architecturaux**

C'est au cours de la phase de conception que les méthodes d'évaluation de l'environnement des bâtiments sont les plus utiles, lorsqu'aucune estimation ne peut être faite pour les critères de préconception (Ding 2008). Les questions environnementales peuvent être intégrées dans le processus de conception, ce qui permet de minimiser les dommages environnementaux. Même si ces évaluations ne sont pas à l'origine conçues pour servir d'axes de conception, il semble qu'elles sont de plus en plus utilisées comme tel (Cole 1999).

La façon la plus efficace de parvenir à la durabilité d'un projet est d'examiner et d'intégrer les questions environnementales au plus tôt, même si un choix de conception est déjà fait. Un des

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

enjeux consiste à rapprocher la conception de l'évaluation du projet, car la conception du bâtiment se déroule à un stade précoce et la plupart des résultats de la conception ont déjà été établis et incorporés dans le design final. Toutefois, le processus d'évaluation est généralement réalisé lorsque la conception du projet est presque achevée (Soebarto and Williamson 2001). Donc, l'utilisation de méthodes d'évaluation environnementale, en tant que lignes directrices de conception, peut ne pas être suffisante. Par conséquent, pour que les méthodes d'évaluation du bâtiment puissent être utiles comme outil de conception, elles doivent être introduites le plus tôt possible pour permettre une collaboration précoce entre les équipes de conception et d'évaluation. Elles ont également besoin d'être reconfigurées de sorte qu'elles ne reposent pas sur des informations de conception détaillées car celles-ci ne sont pas encore disponibles au stade qui nous intéresse.

Certaines méthodes d'évaluation environnementale du bâtiment peuvent être utilisées pour évaluer les bâtiments existants, tels que BREEAM 4/93, qui traite des immeubles de bureaux existants mais aussi pour les locaux à construire. Cependant, l'utilité de la méthode d'évaluation environnementale des bâtiments à cet égard est hasardeuse, car les enjeux environnementaux peuvent avoir des conséquences économiques non acceptables. En effet, les travaux de rénovation nécessaires pour qu'un bâtiment respecte les critères environnementaux, peuvent être trop importants, trop coûteux et prendre trop de temps (Lowton 1997). Par exemple, le remplacement d'un système de ventilation existant par davantage de fenêtres pour permettre une ventilation naturelle et l'utilisation de la lumière du jour peut être impossible, difficile ou coûteux à réaliser.

### 3.1.3.2. Optimiser le processus de sélection dans les projets

Les méthodes d'évaluation de l'environnement des bâtiments sont moins utilisées pour sélectionner les options d'optimisation des projets, que pour évaluer la conception des bâtiments à partir d'un ensemble de critères environnementaux présélectionnés. Les questions environnementales sont, généralement, uniquement prises en compte lors de la phase de conception des projets, alors que les choix concernant le développement immobilier ou la localisation de ce développement sont effectués au stade de la faisabilité du projet (Lowton 1997).

Différentes options de développement peuvent apparaître lors d'un projet urbain et le fait de choisir l'option qui minimise les effets préjudiciables à l'environnement permet d'atteindre les

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

objectifs de durabilité. Lowton (Lowton 1997) souligne le fait que les questions environnementales sont à prendre en considération le plus tôt possible. Si ces questions ne sont pas prises en compte avant et pendant la phase d'évaluation d'un projet, plus tard, des modifications tardives dans le projet provoqueront des pertes financières et seront sources de préoccupations. Les questions environnementales doivent par conséquent être intégrées au plus tôt dans la phase de sélection des projets afin de minimiser les dommages environnementaux, d'optimiser la consommation des ressources naturelles et de réduire les coûts liés à la réparation des dommages sur l'environnement. Selon Crookes et de Wit (Crookes and de Wit 2002), c'est lors des phases d'identification et de préparation d'un projet que l'efficacité de l'évaluation environnementale est la plus grande. Les méthodes actuelles d'évaluation environnementale sont construites pour évaluer les projets de construction lors des étapes ultimes de conception afin de fournir une indication de la performance environnementale des bâtiments, même si, à ce stade, il peut être trop tard pour envisager l'ensemble des questions environnementales. On constate donc encore des besoins en termes de recherche et de méthodologie sur cette question.

### 3.1.3.3. Les aspects financiers

Les méthodes d'évaluation de l'environnement du bâtiment se concentrent sur l'évaluation de la conception par rapport à un ensemble de critères environnementaux globalement divisés en trois grandes catégories: globaux, locaux et concernant l'intérieur des bâtiments. Ces outils évaluent plusieurs critères, y compris la consommation des ressources (telles que l'énergie, la terre, l'eau et les matériaux), l'impact sur l'environnement, le confort intérieur et la pérennité. Certains outils d'évaluation tels que BREEAM, BEPAC, LEED et HK-BEAM n'incluent pas les aspects financiers dans le cadre de l'évaluation. Cela peut contredire le principe même d'un développement, car la rentabilité financière est fondamentale pour tous les projets ; en effet, un projet peut être respectueux de l'environnement, mais très coûteux à réaliser. Par conséquent, le principal objectif d'un développement, qui est d'avoir une bonne rentabilité économique, ne peut pas être rempli rendant le projet moins attrayant pour les développeurs, même si il minimise ses impacts sur l'environnement. Les questions environnementales et les considérations financières devraient être intégrées intimement dans l'évaluation. Ainsi, le modèle développé par le Green Building Council (GBC) inclue des aspects économiques (Larsson 1999). Ceci est particulièrement important au stade de la faisabilité où des choix pour le développement sont évalués. En conclusion, il est important que les aspects

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

environnementaux et financiers soient pris en compte lors de l'évaluation des questions environnementales.

### 3.1.3.4. Les variabilités régionales

La plupart des méthodes d'évaluation de l'environnement dans le domaine de la construction ont été développées pour une utilisation locale sans tenir compte des variabilités nationales ou régionales. Dans une certaine mesure, des systèmes de pondération peuvent offrir la possibilité de réviser le barème d'évaluation et la hiérarchisation des critères pour tenir compte de ces variabilités. Toutefois, la variabilité liée aux aspects régionaux, sociaux et culturels est complexe et les limites sont difficiles à définir. Ces fluctuations incluent les différences au niveau des conditions climatiques, du revenu, des matériaux et des techniques de construction, des constructions déjà existantes et de l'appréciation de la valeur historique des bâtiments (Kohler 1999).

De nombreux pays ont adapté le système BREEAM pour leur propre usage donnant lieu à de nouvelles méthodes telles que HK-BEAM, BEPAC et GreenStar, BASIX et AccuRate en Australie, par exemple. Les ajustements réalisés pour particulariser les méthodes comprennent des considérations culturelles, environnementales, sociales et économiques. Il est ainsi peu probable qu'un ensemble de critères environnementaux prédéterminés puissent être conçus pour être utilisés dans le monde entier sans ajustements telle qu'une base de données géographique adaptée (Ding 2008).

Le GBC, World Green Building Council, association internationale dont l'objet est d'animer une dynamique fédérant le Public et le Privé, au service du développement de la construction et de l'aménagement durables, est la première manifestation concrète d'une volonté de collaboration pour construire une méthode d'évaluation environnementale internationale. L'objectif premier de la GBC a été de surmonter les lacunes des outils d'évaluation environnementale existants pour tenir compte des variabilités régionales dans l'évaluation. L'outil Green Building (GBTool) a été développé pour englober les zones géographiques jusque là ignorées ou mal définies dans les méthodes d'évaluation existantes pour permettre de coter les bâtiments à travers le monde. Cependant, GBTool souffre de quelques défauts. Crawley et Aho (Crawley and Aho 1999) affirment que « l'une des faiblesses de GBTool est que les équipes de chaque pays effectuent une pondération subjective lors de l'évaluation de leurs bâtiments ». Ils ajoutent que « la plupart des utilisateurs trouvent le GBTool difficile à utiliser en raison de la complexité du cadre proposé dans la méthode ». GBTool est la première méthode internationale utilisée pour l'évaluation environnementale des bâtiments et il est peu

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

vraisemblable que cette méthode puisse être utilisée telle quelle sans y inclure des aspects liés à la variabilité régionale ou nationale. Curwell et al. (Curwell, Yates et al. 1999) pensent que l'approche de GBTool a conduit à la construction d'un système très lourd et complexe entraînant des difficultés et des frustrations pour des évaluateurs, déjà débordés, plutôt que d'une méthode d'évaluation globale, comme cela avait été pensé.

Ainsi il apparaît intéressant de disposer d'approches générales mais contextualisables. On se rapproche ici de la notion d'évaluation dans son sens théorique, qui est une démarche de métrologie influencée par les intentions de celui qui évalue.

### 3.1.3.5. Les aspects liés à la complexité

Les questions environnementales sont vastes et difficiles à appréhender. Par conséquent, les méthodes d'évaluation de l'environnement dans le domaine de la construction ont tendance à être trop exhaustives en ce qui concerne les critères environnementaux ainsi que d'autres facteurs tels que les aspects financiers et sociaux. Par exemple, le BEPAC comprend 30 critères et GBTool 120 (Cole 1999; Larsson 1999). L'approche globale a conduit à des systèmes complexes, qui nécessitent de grandes quantités d'informations à rassembler et à analyser. En règle générale, ces méthodes ont tendance à chercher une généralisation afin de prendre en compte le plus grand nombre de critères environnementaux au sein de leur cadre d'évaluation. Toutefois, cela peut mettre en péril leur utilité en proposant clairement une évaluation trop lourde. Trouver un équilibre entre l'exhaustivité des critères retenus et la simplicité d'utilisation est l'un des défis dans le développement d'un outil efficace et efficient de l'évaluation environnementale des bâtiments. Toute méthodologie se doit donc en particulier d'être aisée à utiliser par un concepteur.

### 3.1.3.6. L'évaluation des données quantitatives et qualitatives

L'évaluation de la performance environnementale des bâtiments inclut des critères de performance quantitatifs et qualitatifs. Les critères quantitatifs comprennent la consommation d'énergie annuelle, la consommation d'eau, les émissions de gaz à effet de serre, et bien d'autres paramètres tandis que les critères qualitatifs vont concerner plutôt des aspects comme l'impact du bâtiment sur la valeur écologique du site ou son impact sur le régime des vents locaux.

Les critères quantitatifs peuvent être facilement évalués sur la base d'une distribution de points en fonction de niveaux prédéfinis. Par exemple, dans BREEAM, 8 points de crédit sont accordés pour les émissions de CO<sub>2</sub> comprises entre 160 et 140 kg/m<sup>3</sup> par an et plus de points sont attribués si les émissions de CO<sub>2</sub> sont encore plus réduites (BREEAM'98 pour Office).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Toutefois, les questions environnementales portent sur des critères essentiellement qualitatifs, qui ne peuvent être mesurés et évalués en utilisant des approches fondées sur le marché (market-based approaches) dans le cadre d'évaluation environnementale existante. Les questions environnementales ne peuvent être évaluées sur une « fonction spécifique » de base où les points sont attribués pour la présence ou l'absence de caractéristiques souhaitées (Ding 2008). L'utilisation d'approches fondées sur le marché peut largement réduire l'importance des questions environnementales dans le processus de prise de décision. L'évaluation précise des enjeux environnementaux implique un cadre plus complexe et opérationnel afin qu'ils puissent être traités correctement.

### 3.1.3.7. La pondération

La pondération est inhérente aux systèmes et lorsqu'elle n'est pas précisée, tous les critères sont pondérés de manière égale (Todd, Crawley et al. 2001). Selon Ding (Ding 2008), la pondération est au cœur de tous les systèmes d'évaluation, car il sera prépondérant dans le score obtenu pour la performance globale du bâtiment en cours d'évaluation. Cependant, il n'existe actuellement ni une approche fondée sur le consensus, ni une méthode satisfaisante pour guider l'affectation des pondérations. Le GBC fournit un système de pondération par défaut et encourage les utilisateurs à le modifier en prenant en compte les différences régionales. Toutefois, étant donné que le système de pondération par défaut peut être modifié, les résultats peuvent être tronqués afin d'améliorer la performance en vue de satisfaire à des fins spécifiques (Larsson 1999; Todd et al. 2001). Dans la méthode CASBEE, les coefficients de pondération jouent un rôle important dans le processus d'évaluation. Les coefficients de pondération sont déterminés grâce à des enquêtes par questionnaire pour recueillir l'avis des utilisateurs du système tels que les concepteurs, les propriétaires et les opérateurs, et les fonctionnaires concernés. Les coefficients de pondération peuvent être modifiés en fonction des conditions locales comme le climat ou pour refléter les politiques prioritaires (Ding 2008). Les coefficients de pondération peuvent être mis à jour régulièrement, ce qui peut être une activité fastidieuse.

Cole (Cole 1998) affirme que la principale préoccupation est l'absence d'une base convenue théorique et non subjective pour adapter les facteurs de pondération. On ne considère pas à leur juste importance les systèmes de pondération attachés aux méthodes d'évaluation environnementales existantes du bâtiment. Le score de performance globale est obtenu par une simple agrégation de tous les points attribués à chaque critère. Tous les critères sont supposés être d'égale importance et il n'existe pas de hiérarchisation de ces critères. Cela exigerait une



## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

compréhension approfondie de l'impact environnemental du bâtiment. L'importance relative des critères de performance est un élément important de la décision si les objectifs fixés sont atteints ; par exemple, l'opinion du secteur public sera certainement différente de celle du promoteur privé. Par conséquent, la pondération des critères doit être adaptée en fonction de chaque projet et doit refléter l'objectif d'un développement voulu. En conclusion, on peut dire que l'absence d'un cadre méthodologique utilisable facilement, a limité les résultats obtenus grâce aux méthodes d'évaluation environnementale existantes dans la réalisation des objectifs du développement durable.

### **3.1.3.8. Les échelles de mesure**

Les échelles de mesure sont également basées sur un système de distribution de points et le score total obtenu pour l'évaluation reflète la performance d'un bâtiment dans la réalisation d'objectifs de durabilité pour l'industrie (Ding 2008). Cependant, il n'existe pas de base logique ou commune dans la manière d'attribuer le nombre maximum de points à chaque critère. La plupart des méthodes d'évaluation environnementale dans le domaine de la construction propose une attribution de points à chaque critère environnemental spécifique. L'utilisation d'échelles de mesure cohérentes faciliterait la comparaison des résultats de l'évaluation entre les pays.

Finalement, on peut dire que l'analyse comparative de la performance environnementale est également un domaine qu'il est difficile d'aborder avec les outils d'évaluation existants (ibid).



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 3.2 La décision – le processus de décision

### 3.2.1. Définitions et historique

La décision est le fait d'un acteur (ou d'un ensemble plus ou moins cohérent d'acteurs) qui effectue un choix entre plusieurs solutions susceptibles de résoudre le problème ou la situation auxquels il est confronté.

Le Larousse (Larousse 2012) définit le mot « décision » :

- Action de décider après délibération ; acte par lequel une autorité prend parti après examen : *Décision judiciaire.*
- Acte par lequel quelqu'un opte pour une solution, décide quelque chose ; résolution, choix : *C'est une sage décision.*
- Choix des orientations d'une entreprise, d'une politique, etc. ; mesure, ordre, prix en conformité avec cette orientation : *Avoir le pouvoir de décision.*
- Qualité de quelqu'un qui n'hésite pas à prendre ses résolutions ; détermination, fermeté : *Montrer de la décision dans une affaire.*

On trouve également des définitions utilisées dans certaines disciplines :

#### **Droit :**

1. Mesure prise par le président de la République dans le cadre des circonstances particulières prévues par l'article 16.
2. Sentence du Conseil constitutionnel.

#### **Défense :**

Document transmettant aux échelons subordonnés les ordres d'une autorité militaire.

#### **Psychologie :**

Choix entre deux comportements ou deux activités internes incompatibles (ibid.).

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de définition de la notion de décision architecturale.

Nous pouvons fixer l'origine de l'aide à la décision, juste avant la seconde guerre mondiale, dans les études menées par l'armée britannique sur leur nouvelle installation du système radar et de leurs efforts pour briser le code de communication secrète allemande (1936-1937). C'est la première fois que la recherche opérationnelle à long<sup>2</sup> terme (recherche opérationnelle aux Etats-Unis) apparaît (Bouyssou, Dubois et al. 2010).

La problématique de la façon dont les décisions sont ou devraient être prises par les individus, les organisations et institutions a déjà été discutée par Aristote et, plus récemment, au cours du

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

XVIII<sup>ème</sup> Siècle, en probabilité, dans les problèmes combinatoires et au niveau des procédures de vote et des choix sociaux. Au début du XX<sup>ème</sup> Siècle, la problématique de la prise de décision a été abordée en économie, au niveau de la gestion scientifique des entreprises, et dans la théorie des probabilités (ibid.).

Les années 50 et 60 ont connu des augmentations significatives du nombre d'études de recherche et du nombre d'applications dans différents domaines. Les clients type de ces études étaient des sociétés gérant des réseaux (distribution d'eau, télécommunications, fournisseurs d'électricité, chemins de fer et compagnies aériennes). En outre, plusieurs sociétés de conseil spécialisées dans la recherche opérationnelle et aide à la décision sont apparues. Il faut garder à l'esprit que, dans cette période, le monde était en pleine reconstruction après la guerre et que des ressources considérables ont été investies dans la recherche de solutions viables et efficaces à des problèmes industriels et économiques importants liés à cette situation post-conflit, avec, évidemment, des réussites et des échecs (ibid.).

Des milliers de décisions sont prises chaque jour dans les entreprises. Chacune d'entre elles se situe à différents niveaux hiérarchiques - par exemple, un magasinier peut décider de commander de nouveaux mobiliers de rangement, un directeur général peut décider de procéder à l'absorption d'un concurrent en difficulté. De plus, les décisions concernent différents types d'activités : on peut ainsi distinguer les décisions commerciales, administratives ou financières (surfeco21 2013).

En fait, chaque décision a une incidence différente sur le fonctionnement, la rentabilité, la performance est parfois même la survie de l'entreprise.

Dans une petite entreprise, le chef d'entreprise constitue à lui seul le centre de décision aussi bien pour le fonctionnement interne de l'entreprise que pour les relations extérieures.

Dans les grandes entreprises, au contraire, il y a nécessairement un grand nombre de centres de décision car il est impossible de prendre seul la totalité des décisions. Déléguer les pouvoirs devient donc nécessaire. Lorsque la délégation prend une importance telle qu'elle s'inscrit dans les structures même de l'entreprise, on parlera alors de décentralisation (la délégation est une affaire de personnes alors que la décentralisation est une affaire de structure) (ibid.).

### 3.2.2. Les différents types de décision

#### 3.2.2.1. Classification des décisions selon leur degré de risque

Du point de vue du degré de risque attaché à la prise de décision, on parle de décisions certaines, de décisions aléatoires, et de décisions incertaines.

#### **Les décisions certaines :**

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Ces décisions se caractérisent par un risque nul dans la mesure où l'on connaît le résultat de la prise de décision dans 99 % des cas. Notons toutefois qu'un risque totalement nul n'existe pas (la faute d'un décideur ou un cas de force majeure peut, en effet, introduire un élément d'incertitude si faible soit-il). Les décisions certaines sont souvent les décisions les moins importantes c'est-à-dire les décisions de gestion courantes (surfeco21 2013). Certains choix d'ordre technique et économiques architecturaux rentrent dans les décisions certaines : par exemple, certains éléments architecturaux sont réputés plus onéreux, leur choix a un impact certain sur les coûts.

### **Les décisions aléatoires :**

Une décision est dite « aléatoire » lorsque certaines variables ne sont pas totalement maîtrisées par l'entreprise mais sont connues en probabilité (entendons par là « pouvant être mathématiquement probabilisées »). Lorsqu'une variable est connue en probabilité, il s'agit d'une variable aléatoire c'est-à-dire une variable dont on sait qu'il y a telle ou telle probabilité pour qu'elle prenne telle ou telle valeur (surfeco21 2013). Ces décisions aléatoires se rencontrent en architecture en particulier pour tout ce qui suppose des conditions limites (conditions climatiques limites, mouvement de sol limite...). Dans ce cas la probabilité d'occurrence du phénomène confère un caractère aléatoire à toutes les décisions influençant la réponse de l'immeuble à ces conditions limites.

### **Les décisions incertaines :**

Lorsque interviennent des variables qui ne sont ni maîtrisées par l'entreprise, ni même probabilisables en raison de la trop grande complexité de l'environnement et des conditions d'évolution du marché, on parlera de décisions « incertaines ». Ce sont souvent les décisions les plus importantes (décisions stratégiques) (ibid.). En architecture certaines décisions jouent sur l'acceptabilité du bâtiment par les usagers et autres acteurs. Le nombre de ces acteurs et leurs variétés de besoins, goûts et perception donne une dimension incertaine à la décision eu égard à la future acceptabilité.

#### 3.2.2.2. Classification des décisions selon leur niveau

Selon surfeco 21 (surfeco21 2013), on distingue traditionnellement trois grands types de décisions par ordre d'importance :

- les décisions stratégiques : ce sont les décisions les plus importantes c'est-à-dire celles qui déterminent l'orientation générale de l'entreprise. Elles se situent au sommet de la hiérarchie,

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- les décisions tactiques ou de gestion (encore appelées décisions de pilotage) : elles prolongent les décisions stratégiques et commandent les directions opérationnelles,
- les décisions opérationnelles : ce sont les décisions de gestion courante qui correspondent aux décisions les moins importantes.

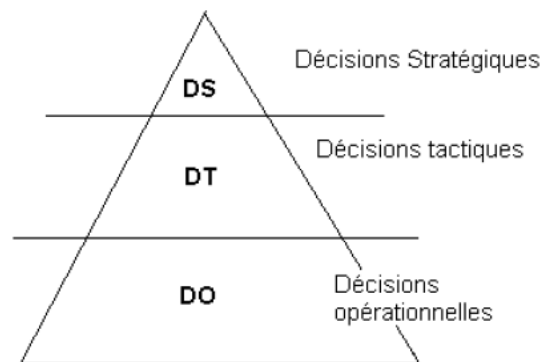


Figure 15 : Classification des décisions selon leur niveau (surfeco21 2013).

### 3.2.3. Le processus de décision

Il est essentiel de distinguer deux phases principales (Swenson, 1979):

- la détermination du problème (problem finding) : le décideur détermine à quel problème il estime être confronté ;
- la résolution du problème (problem solving) : c'est la phase la plus étudiée qui consiste à répondre au problème précédemment formulé. Il est possible que les étapes nécessaires à la résolution du problème amènent le décideur à reformuler son problème initial.

Cette phase de résolution se décompose à son tour en plusieurs étapes et notamment (Hatamura, 2010):

- la **collecte** d'informations ;
- l'**analyse** de ces informations et la création de solutions potentielles ;
- la **prise** de décision qui fait suite à cette analyse consiste à faire le choix et donc à renoncer aux autres possibilités.

Le processus de décision est plus ou moins rationnel, du fait de l'intrusion de biais cognitifs et émotionnels dans ces diverses phases. Une fois la décision prise, un certain nombre d'effets vont se produire conditionnant alors les prochaines prises de décision.

Par exemple, dans un cadre juridique, l'instruction d'une affaire qui est l'étape, longue, de préparation et la délibération du jury qui est courte malgré le nombre des intervenants.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Herbert Simon (Simon, 1955) est l'auteur du modèle IMC (Intelligence, Modélisation, Choix). Ce modèle nous montre la complexité du processus de décision. H.Simon distingue 3 étapes :

– **étape 1 : Intelligence:**

Il s'agit ici de comprendre en recueillant toutes les informations possibles sur l'entreprise et son environnement

– **étape 2 : Modélisation:**

Ici, les informations recueillies vont être traitées – les décideurs vont ensuite rechercher les solutions envisageables.

– **étape 3 : Choix de la meilleure solution compte tenu des contraintes.**

On rajoute généralement une 4<sup>ème</sup> étape pour le contrôle de la mise en œuvre de la décision et l'exercice éventuel d'actions correctives (feedback) (Parnell et al, 2008)

Par ailleurs, Herbert Simon nous montre que les acteurs décident fréquemment dans le cadre d'une « rationalité limitée ». Pour simplifier, Herbert Simon remet en question le postulat de la rationalité de l'acteur – le processus de décision n'est pas toujours si rationnel qu'on pourrait le penser.

En effet, classiquement, on suppose que le décideur disposant d'informations complètes connaît à l'avance les conséquences de ses décisions !

Or, en pratique, il est très difficile, très long, et souvent très coûteux d'obtenir des informations complètes.

En bref, l'acteur sait qu'il est impossible de rechercher des informations complètes et, selon les cas, il sait donc qu'il agit dans le cadre d'une rationalité limitée.

Par conséquent, au moment de la prise de décision, il est quasiment impossible de prouver que la décision prise est la meilleure ! Le décideur s'arrêtera donc à une décision lui paraissant satisfaisante.

Les objectifs des décisions sont très variables. Ils peuvent être :

- économiques (ex : conquête de marchés),
- financiers (ex : augmentation de CA),
- sociaux (ex : politique du personnel).

Dans tout processus de prise de décision il faut également tenir compte des contraintes environnementales, telles que :

- Taux de croissance, inflation, marché de l'emploi ;
- Environnement juridique, nouvelles lois, nouveaux règlements ;

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Contraintes organisationnelles et productives (production en juste à temps, structure organisationnelle de l'entreprise, processus existants) ;
- Concurrence (nombre de concurrents, évolution de la demande, mondialisation... ) ;
- Conjoncture, mondialisation.

Dans le cas de l'architecture, et tenant compte du modèle de conception vu précédemment (figure 9), on peut estimer que chaque phase d'un projet architecturale (dont la préconception qui nous intéresse dans ce mémoire) peut être décrit sous forme de processus décisionnel.

### 3.2.4. Les outils d'aide à la décision

Contrairement à leurs homologues en sciences physiques et naturelles, les concepts modèles et procédure en usage en Aide à la Décision et Recherche Opérationnelle (ADRO) ne peuvent que difficilement prétendre décrire une réalité qui serait indépendante de l'observateur et existerait indépendamment de la personnalité d'autres acteurs humains (ULB 2103).

Dans la plupart des contextes impliquant une décision, on est en effet obligé d'admettre que divers intervenants, tant par leurs jugements que par leurs comportements, interagissent avec la réalité et contribuent à forger ce que l'on aimerait pouvoir décrire comme un objet extérieur (ibid.).

#### 3.2.4.1. Analyse de la situation en univers certain

Les décisions en avenir certain ne posent pas réellement de problèmes et peuvent être qualifiées de prédéterminées. En effet, il s'agit soit d'applications de règles de gestion soit de modèles économiques applicables à l'entreprise. Ces décisions supposent que les décideurs disposent d'informations complètes et agissent donc rationnellement :

- si les décisions certaines résultent de modèles économiques, il s'agit généralement de décisions qui intègrent des variables parfaitement contrôlées et maîtrisées par l'entreprise. Par exemple, une entreprise du bâtiment peut s'aider de la programmation linéaire pour fixer une structure de production optimale sous contraintes ou encore utiliser des modèles de gestion des stocks.
- si les décisions certaines résultent de règles de gestion, il s'agira tout simplement de décision de routine telle que l'établissement d'un planning d'atelier ou la mise à jour de fiches de stocks.

L'analyse des décisions en avenir incertain est un peu plus délicate.

#### 3.2.4.2. Analyse de la situation en avenir incertain.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Ces décisions supposent que les décideurs ne disposent pas d'informations complètes. Ils agissent donc en univers de rationalité limitée.

**Comment peut-on, malgré tout, rationaliser quelque peu le processus de décision dans ce cas ?**

Il n'est pas question, dans ce chapitre, d'évoquer tous les outils d'aide à la décision qui existent. Toutefois, nous utiliseront pour notre proposition méthodologique un modèle assez couramment utilisé et qualifié de méthode de « la stratégie du regret maximum le plus faible ».

Il sera développé plus loin dans ce texte.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 3.3. Analyse de l'impact

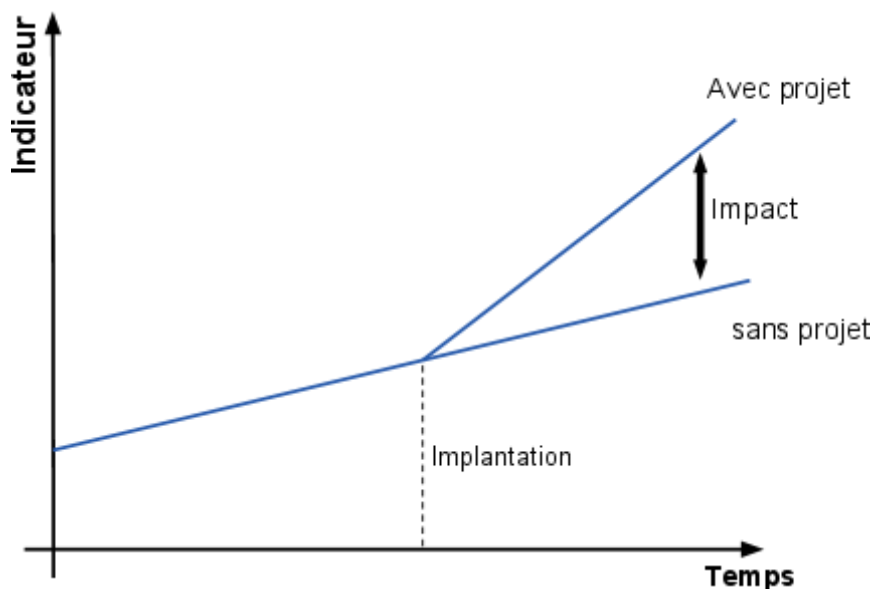
Nous avons vu précédemment dans le chapitre « problématique » que nous considérons l'évaluation des décisions environnementales sous l'angle des impacts. Platzer met en avant la problématique de l'impact des choix architecturaux actuels sur l'avenir (Platzer 2009). En posant ce titre « Des défis d'hier aux défis d'aujourd'hui », il affirme que « l'analyse des impacts de la construction sur l'environnement immédiat est la plus importante question de notre profession ». Dans le cadre de ce mémoire, nous avons donc cherché à préciser la notion « d'impact ».

### 3.3.1. Impact

#### 3.3.1.1. Définition générale du terme « impact »

Que signifie le terme impact ? Dans quel sens est-il utilisé ? Dans quels domaines s'applique-t-il ? En répondant à ces questions, nous pouvons approcher une définition appropriée de la notion d'impact.

L'utilisation du terme impact est devenue commune dans le langage professionnel pourtant cet usage s'avère récent. En effet, ce n'est que dans le milieu des années 1960 qu'il prend le sens figuré d' « effet d'une action forte et brutale ». Bien qu'il s'agisse d'un emprunt à l'anglais, son emploi fut généralisé dans les pays francophones. On note cependant une ambiguïté entre les termes « impact » et « effet », et cela, autant dans la littérature francophone qu'anglophone. De ce fait, on utilise couramment ces termes comme des synonymes (André 1999; IAIA 2011). Nous utiliserons « impact » plutôt qu' « effet » ou « incidence », non pas qu'il soit le plus approprié, mais parce qu'il est d'usage courant (André 1999).





# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Figure 16 - un impact sur l'environnement (André 1999)

Le Larousse définit ce terme comme (Larousse 2012) :

- Fait pour un corps, un projectile de venir en frapper un autre ; choc : « L'impact a été très violent ».
- Endroit où a frappé un projectile.
- Trace qu'un projectile laisse à l'endroit qu'il a heurté : « Relever plusieurs impacts ».
- Point de chute d'une météorite. (« À cet endroit, les roches terrestres subissent un métamorphisme d'impact, caractérisé par de très hautes pressions »).
- Effet produit par quelque chose ; contrecoup, influence : « L'impact de la publicité ».
- Influence exercée par quelqu'un, par ses idées : « L'impact de M. Béjart sur la danse contemporaine ».

Le mot « impact » fait référence aux conséquences positives et négatives produites directement ou indirectement par la réalisation d'un programme ou d'un projet (EOdeF 2010) et, finalement, l'impact peut être défini comme un effet mesurable: « L'impact est une mesure des effets tangibles et intangibles, positifs et négatifs qu'un incident, un accident, un changement, un problème ou un mouvement a, ou pourrait avoir, sur son environnement » (fr.wikipedia.org 2010).

« Impact » est un mot utilisé dans de nombreux domaines : par exemples en sciences physiques ou biologiques, en informatique, en gestion et finance.

### 3.3.1.2. Définition du terme impact dans les différents domaines

- Économie:

Le terme d'impact en économie signifie : conséquences positives ou négatives d'une décision. Cela peut s'appliquer à un choix technique, une nouvelle politique économique, un programme de développement économique, une nouvelle théorie ou une méthode (Böhringer, Löschel et al. 2009).

Dans les projets économiques, en fonction de leur nature, on peut mesurer l'impact quantitativement. On peut par exemple mesurer un effet macro-économique sur le commerce, l'emploi ou les revenus produits par une décision, un événement ou une politique (Businessdic 2010).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Santé :

En ce qui concerne la santé, le terme « impact » s'applique à tous les facteurs qui causent la maladie (Harris-Roxas and Harris 2011). Il s'agit des effets directs ou indirects de l'environnement, de la nutrition, des activités physiques, des médicaments, etc.

« L'évaluation de l'impact sanitaire » (EISa) est un sujet usuel dans le domaine médical.

D'après Quigley, l'impact en science médicale montre l'effet immédiat d'un changement (Quigley and Taylor 2004). La dimension temporelle est importante dans cette définition. On suppose l'impact comme un effet à court terme.

En médecine, on trouve comme définition de l'impact :

« la collision de deux particules entre elles ou d'une particule sur une surface solide ou liquide » (mijn 2010).

- Sciences sociales

Les phénomènes sociaux ont souvent plusieurs effets sur leur environnement. « Par impacts sociaux, on entend les conséquences pour les individus de toute intervention publique ou privée qui change leur façon de vivre, de travailler, de jouer, de communiquer avec autrui, de s'organiser pour faire face à leurs besoins et de s'assumer en général comme membres de la société. D'ailleurs, la plupart de leurs impacts sont intangibles et indirects (Tilt, Braun et al. 2009). Par conséquent, on ne peut que très difficilement mesurer et analyser ces impacts.

Parmi les impacts dans le domaine social, on citera :

- une intervention envisagée ou imprévue sur l'environnement, la structure actuelle (se substituer aux composants),
- l'ajout d'un objet de l'extérieur dans un contexte donné, (objet physique ou humain),
- un changement des conditions de l'environnement à cause d'un phénomène naturel ou artificiel,
- l'élaboration des relations internes,
- un changement de composantes humaines (changement mental, normatif, comportemental, physique).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

En résumé, l'impact social est « l'effet d'une activité sur le tissu social de la communauté et le bien-être des individus et des familles » (Businessdic 2010).

- **Énergétique**

L'analyse énergétique a commencé à être utilisée à la fin des années 70 pour fournir une vision différente des projets que celle fournie par l'analyse économique conventionnelle. Evans (Evans 1982) note que l'analyse de l'énergie peut être définie comme l'identification et la quantification des flux d'énergie entrant et sortant d'un système, permettant d'effectuer des comparaisons entre les propositions alternatives pour l'utilisation de l'énergie. Cette analyse pourrait alors devenir le cadre d'une évaluation globale combinant l'énergie, les analyses économiques et les risques à issus de l'évaluation de l'impact social (par exemple) (Elliott and Thomas 2009).

Durant les années 90, la préoccupation était croissante concernant les effets du changement climatique induit par les émissions de gaz à effet de serre.

En conséquence, on a développé un intérêt dans l'application de l'analyse énergétique large pour identifier les impacts de la consommation d'énergie sous différentes formes sur les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), un gaz à effet de serre (GES) majeur.

L'accent était mis sur les émissions de CO<sub>2</sub> et ces études ont fourni des estimations du niveau des émissions associé aux solutions alternatives comme les transports publics. Les estimations des émissions ont été faites en utilisant des modèles d'impacts intégrant, par exemple pour le transport, les distances de déplacement, les temps de déplacement et de consommation de carburant pour les transformer en quantité de GES émis exprimés en Tonne équivalent CO<sub>2</sub> (Elliott and Thomas 2009).

- **Génie de l'environnement**

Un impact est considéré comme la caractérisation de l'effet nocif sur un écosystème d'un phénomène externe à ce système (Jay, Jones et al. 2007). De très nombreux outils d'analyse de l'impact environnemental ont été développés mais leur efficacité ou plus précisément leur place dans les processus de décisions fait encore débat (Komínková 2008).

- **Gestion**

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

En commerce et gestion, l'impact concerne les effets sur les affaires d'une organisation, notamment sur les niveaux de services convenus et attendus, les concurrents, le marché et les clients (fr.wikipedia.org 2010).

Dans les recherches en gestion, on s'intéresse entre autres à l'évaluation des effets des éléments suivant:

- l'impact de nouvelles méthodes
  - l'impact de l'éducation
  - l'impact de l'innovation
  - les modèles de prise de décision
- 
- La mécanique:

Il s'agit d'étudier la relation entre les objets et les forces. Dans ce cas, l'impact signifie un projectile venant en frapper un autre. C'est un phénomène physique qui est concret et mesurable à court terme. Blazejczyk-Okolewska et al. (Blazejczyk-Okolewska, Czolczynski et al. 2004) ont établi des tables pour classer ces impacts selon divers critères que nous reprendrons dans la suite.

### 3.3.1.3. Les différentes Dimensions d'un impact

Nous pouvons associer à la notion d'impact trois dimensions principales (André 1999) : la grandeur, l'importance et la signification. La grandeur d'un impact désigne le changement de la mesure d'une variable de l'environnement compte tenu du contexte général, à la fois spatial et temporel, dans lequel il s'insère. Cette grandeur peut consister en une mesure (par exemple, la superficie d'un peuplement forestier inondé par la mise en eau d'un barrage) ou en une prédiction (par exemple, l'accroissement du niveau sonore dû à la construction d'un projet routier). L'importance d'un impact constitue pour sa part un jugement porté par l'expert sur l'importance des modifications anticipées qui tient compte du contexte d'insertion spatial et temporel du projet. Ce jugement peut s'appuyer sur différents critères. Le tableau 2 énumère les principaux critères utilisés pour juger de l'importance.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

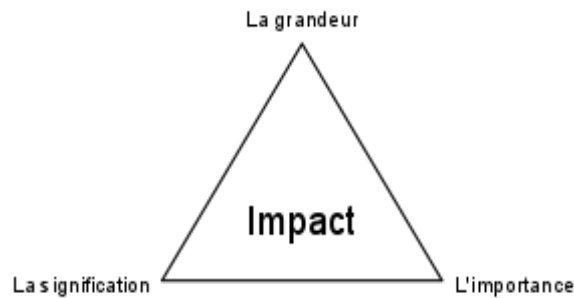


Figure 17 - les dimensions d'un impact (d'après André 1999)

composantes biophysiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanence de l'effet anticipé et son potentiel cumulatif</li> <li>• Rareté ou unicité des espèces et des écosystèmes</li> <li>• Sensibilité du milieu d'insertion en ce qui a trait à la résilience</li> <li>• Réversibilité des impacts</li> <li>• Moment de manifestation de l'effet</li> </ul>
Composantes humaines	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilité des groupes humains affectés</li> <li>• Réversibilité des impacts</li> <li>• Valeur accordée à la ressource qui subit l'impact</li> <li>• Moment de manifestation de l'effet</li> <li>• Conséquences économiques</li> </ul>

Tableau 3 - Les critères d'évaluation de l'importance d'un impact (André 1999)

La troisième dimension est la signification d'un impact. On entend par là, la valeur, variable, qu'accorde chacun des acteurs aux deux caractéristiques précédentes. Pour des communautés locales, elle est le reflet de l'appropriation de leur espace de vie, de la façon dont elles y vivent, dont elles le perçoivent et désirent le voir évoluer. Pour la majorité des autres acteurs, elle reflète leur propre idéologie, l'ensemble des valeurs qui servent à fonder leur jugement; leurs actions et les composantes de l'environnement suivent un ordre de priorité et les conséquences de leurs décisions sont évaluées selon un ensemble de critères idéologiques et implicites.

### 3.3.1.4. Types d'Impact

En plus de ces trois dimensions, l'impact peut être qualifié de direct, indirect, résiduel ou cumulatif (Mc Cold and Holman 1995). Un impact direct exprime une relation de cause à effet entre une composante du projet et un élément de l'environnement. Un impact indirect découle d'un impact direct et lui succède dans une chaîne de conséquences. Un impact cumulatif est le résultat d'une combinaison d'impacts générés par un même projet ou par plusieurs projets dans le temps (passé, présent ou avenir) et dans l'espace (Cooper and Sheate 2002). Un impact résiduel est l'impact qui reste après l'application d'une mesure d'atténuation.

D'autre part, il existe une classification plus complète. Ces types d'impacts sont d'ordre (Morris and Therivel 2009):

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Physiques et socio-économiques
- Directs et indirects
- Court terme et long terme
- Locaux et stratégiques (y compris régionaux, nationaux et au-delà)
- Négatifs et positifs
- Réversibles et irréversibles
- Quantitatifs et qualitatifs
- Répartis par groupe et / ou par zone
- Réels et perçus
- Par rapport à d'autres développements.

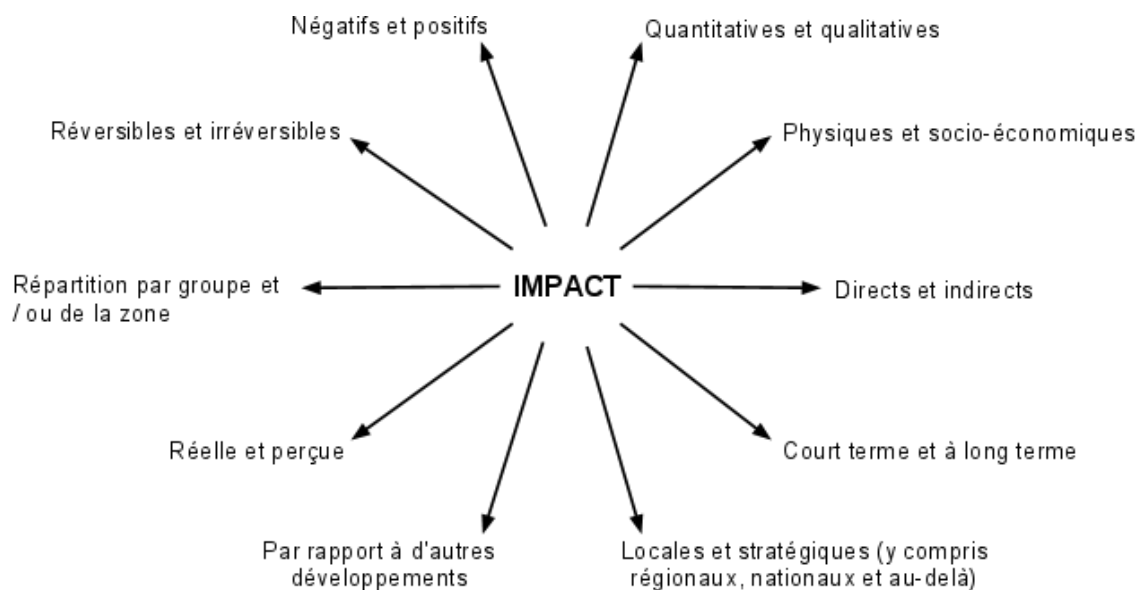


Figure 18 - types d'impacts (Morris and Therivel 2009)

Types	Principales caractéristiques	Exemples
Effets itératifs ( <i>time crowding</i> )	Incidence peu fréquente et répétitive sur un même milieu environnemental	Déchets industriels déversés dans les lacs, les rivières et les bassins hydrographiques
Effets à retardement ( <i>time lags</i> )	Incidence à long terme	Effets cancérogènes
Effets concentrés ( <i>space crowding</i> )	Incidence de haute densité sur un milieu environnemental	Morcellement des habitats dans les forêts, les estuaires
Effets à distance ( <i>extended boundaries ; cross boundary movement</i> )	Incidence provenant d'une source lointaine	Grands barrages ; émissions gazeuses dans l'atmosphère
Effets de morcellement	Fractionnement des écosystèmes	Abattage des forêts, aménagement de

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

( <i>patchiness effects ; nibbling</i> ) Fragmentation		ports de commerce et de ports de plaisance en région côtière marécageuse
Effets combinés ( <i>compounding effects</i> )	Effets synergiques provenant de sources multiples qui agissent sur un même milieu environnemental	Émission gazeuses dans l'atmosphère
Effets indirects ( <i>indirect effects</i> )	Incidence secondaire résultant d'une activité primaire	Construction de route pour l'exploitation de nouvelles régions
Déclenchement et seuil de tolérance ( <i>trigger and threshold</i> )	Processus écologique qui modifie fondamentalement le comportement des systèmes	Effets de serre, effets de l'accroissement du taux de CO <sub>2</sub> sur le climat du globe

Tableau 4 - Typologie des effets cumulatifs sur l'environnement (André 1999)

### 3.3.1.5. Applications du terme « impact »

Afin de bien comprendre le terme impact, on peut chercher les termes et les notions qui intègrent ce terme.

En recherchant sur internet, on peut trouver les termes courants qui ont une relation hiérarchique à l'impact. La figure 19 présente ces hiérarchies.

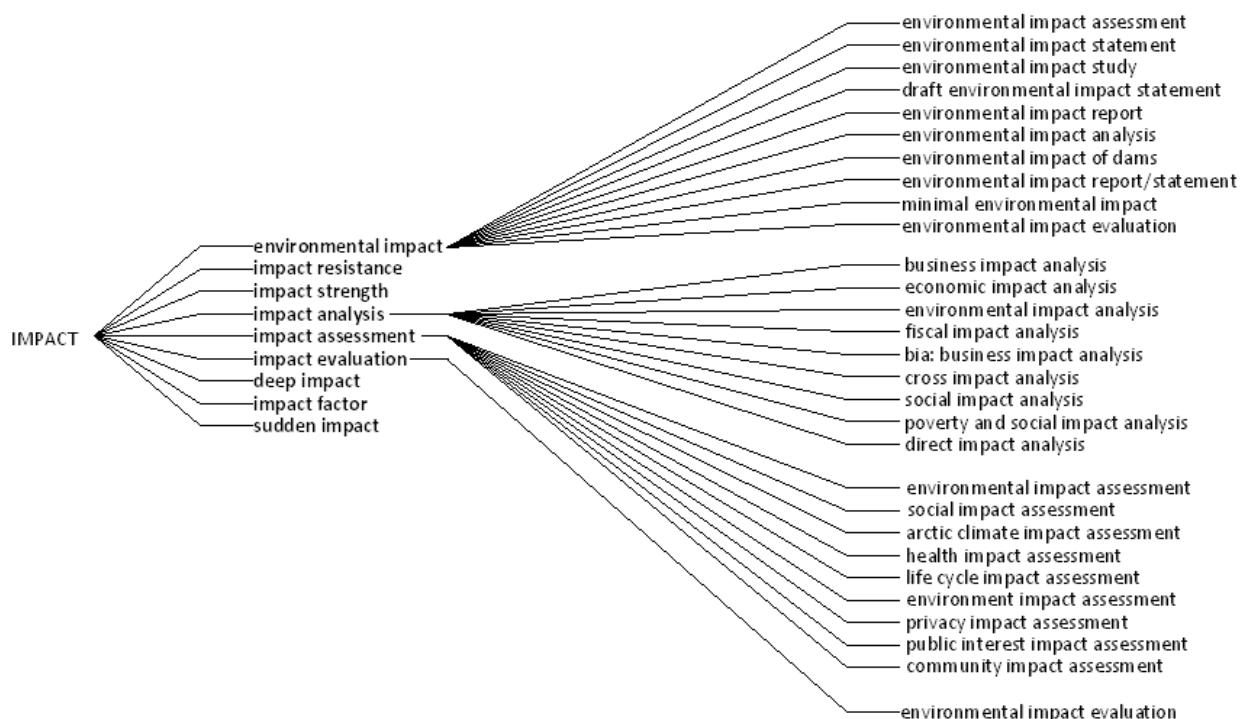


Figure 19 - les phrases fréquemment rencontrées avec le terme impact (notre recherche sur google.com, 2010)

Ce diagramme nous indique que quatre notions sont les plus usitées ; notamment « l'évaluation de l'impact sur l'environnement ». Ceci concerne à la fois une approche de la durabilité (environnement au sens écologie) mais aussi une vision systémique (approche interne/externe).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 3.3.2. L'évaluation de l'impact (ÉI)

L'évaluation de l'impact (ÉI) est définie comme étant le processus d'identification des conséquences futures d'une action en cours ou proposée.

L'ÉI peut être vue suivant deux approches méthodologiques :

- comme un outil technique pour l'analyse des conséquences d'une intervention planifiée (politique, plan, programme, projet), fournissant des informations aux parties prenantes et aux décideurs; ou des événements imprévus, tels que les catastrophes naturelles, les guerres et les conflits ;
- comme une procédure légale et institutionnelle liée au processus de prise de décision d'une intervention planifiée (IAIA 2011).

### 3.3.3. L'Evaluation de l'Impact Environnemental

Le concept d'environnement dans l'EI a évolué d'une caractéristique initiale reposant uniquement sur les composantes biophysiques à une plus large définition, intégrant les composantes physico-chimiques, biologiques, visuelles, culturelles et socio-économiques de l'environnement global. L'évaluation de l'impact environnemental (EIE), définition adoptée par l'IAIA, est le processus suivant : « identifier, prévoir, évaluer et atténuer les effets biophysiques, sociaux, des propositions de développement avant les grandes prises de décisions et les engagements ».

Un impact sur l'environnement peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans son sens large (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable provoquant la non-réalisation du projet (André 1999).

Pour plus de clarté, en particulier à cause de la diversité dans la définition de l'environnement, l'OCDE (OCDE 1992a), à l'instar de nombreuses autres organisations, suggère une énumération de contenus pour définir le champ de cette notion (André 1999).

Par impact sur l'environnement, on entend les aspects suivants (Pennington, Potting et al. 2004) :

- les effets sur la santé et le bien-être des populations, les milieux de l'environnement, les écosystèmes (flore et faune incluses), l'agriculture et les bâtiments (considérés comme des éléments à protéger) ;



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- les effets sur le climat et l'atmosphère ;
- l'utilisation des ressources naturelles (régénératrices et minérales) ;
- le recyclage et l'élimination des résidus et des déchets ;
- les aspects connexes tels que la réinstallation des populations, les sites archéologiques, le paysage, les monuments, ainsi que les incidences sociales et les effets en amont, en aval et transfrontières (André 1999).

Un impact sur l'environnement ne se limite pas à la seule valeur du changement d'un indicateur environnemental du milieu biophysique ou humain. L'évaluation de l'impact doit aussi mettre cette grandeur en relation avec le milieu d'insertion dans ses composantes spatiales et temporelles, ce qui permet de lui accorder une importance, et prendre en compte la signification qu'attribuent les différents publics aux incidences anticipées ainsi qu'à l'évaluation scientifique de leurs conséquences. En raison principalement de ces deux dernières composantes, l'évaluation des impacts relève du jugement des individus et, de ce fait, est empreinte de subjectivité (André 1999).

L'Evaluation de l'Impact Environnemental (EIE) est une procédure qui sert à fournir des informations aux planificateurs des collectivités locales, aux autres régulateurs et organismes autorisés, d'autres, parties intéressées et le public en général, au sujet de certains développements proposés et de leurs effets probables sur l'environnement. Il permet également aux développeurs, au nom desquels l'EIE est généralement entreprise, de répondre à leurs propres normes environnementales, afin de minimiser les impacts environnementaux et de faciliter le processus d'approbation. C'est une technique qui s'est développée au cours des 30 dernières années et est appliquée par les gouvernements et les institutions internationales à travers le monde (Carroll and Turpin 2002).

Les éléments de l'environnement, que nous pouvons évaluer, sont :

- population
- transports
- bruit et vibrations
- biodiversité (faune et flore)
- sols et agriculture, terres contaminées et géologie
- eau
- air, climat, odeurs

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- patrimoine culturel, paysage
- contexte de planification (Carroll and Turpin 2002)

L'environnement a une nature multiple, l'EIE est donc associée à plusieurs disciplines. D'après Morgan (Morgan 1998), les sujets et les disciplines qui sont liés à l'EIE, sont présentés sur la figure 20.

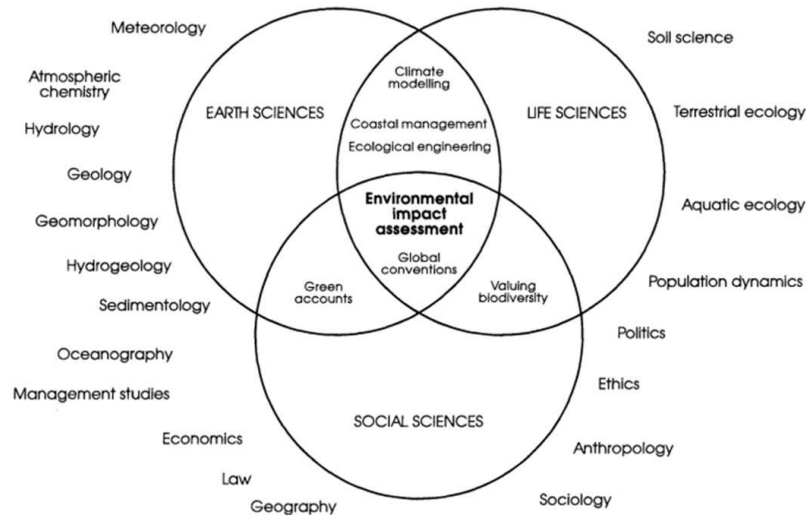


Figure 20 - l'EIE dans un contexte multidisciplinaire (Morgan 1998)

D'autre part, on peut replacer l'EIE parmi les autres évaluations de l'impact. Ce cadre est défini à différentes échelles : du local au national. La figure 21 représente les relations entre ces échelles.

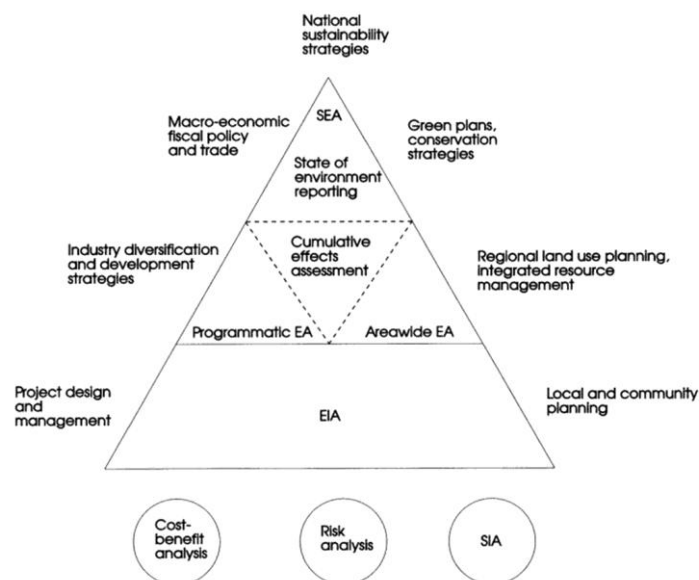


Figure 21 - L'EIE dans un contexte institutionnel (Morgan 1998)

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 3.3.4. Évaluation de l'impact en 5 étapes simples

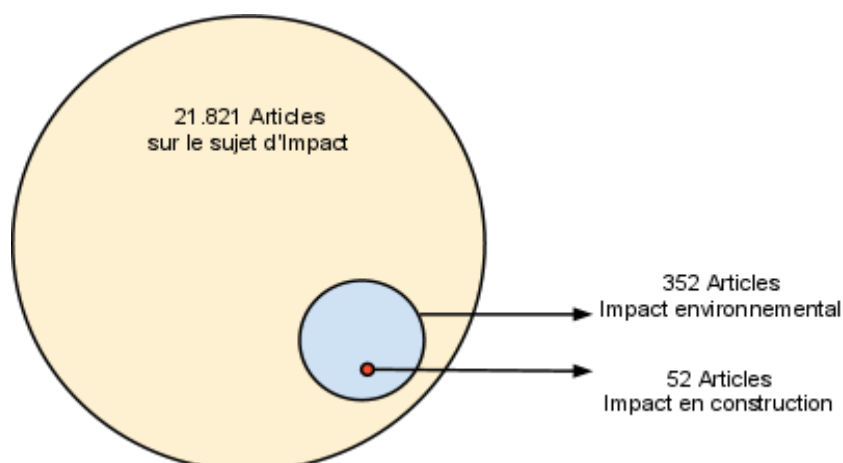
Nous avons réalisé une synthèse de la littérature et avons identifié les cinq étapes suivantes pour une démarche d'évaluation de l'impact :

1. définir la grandeur du changement étudié (mesures),
2. déterminer les principales différences entre l'état modifié (proposé ou résultant) et un point de référence ou l'état d'origine,
3. réaliser un focus sur les effets possibles des différences clés de l'étape 2 (détermination des effets indirects, directs...),
4. trier et hiérarchiser les effets possibles (cf étape 3) à partir des différences clés (cf étape 2) en fonction du risque et de la probabilité,
5. prendre une décision en utilisant les résultats (Solutions® 2011).

### 3.3.5. Évaluation de l'impact architectural

Comment peut-on évaluer l'impact d'un bâtiment ou d'une construction ? En réalité, les villes sont composées de constructions mais font également parti de l'environnement ; c'est pourquoi, l'évaluation de l'impact architectural est un sous-ensemble de l'EIE.

Bien qu'il existe plusieurs méthodes de l'EIE, et que depuis les années 70, on cherche à évaluer les impacts, il existe très peu d'outils dans le domaine de la construction. Une étude statistique sur le terme « impact » sur le site web *Direct Science*, indique qu'il y a 52 articles ou rapports concernant l'architecture entre les années 2006 et 2010. En fait, cela représente seulement 0,2 % du nombre total d'articles qui concerne la notion d'impact. Ceci nous montre que les acteurs de la construction négligent les effets de leurs décisions sur l'environnement dans leurs projets.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Figure 22 - les articles scientifiques concernant la notion d'impact entre 2006 et 2010 (Direct Science, 2010)

Il y a 21821 articles concernant la notion d'impact depuis 5 ans ; les articles médicaux (évaluation d'impact sanitaire) ont consacré le plus d'articles sur ce sujet (à peu près 50 % du nombre d'articles total).

Finalement, cette réalité nous rappelle qu'on se doit de développer plus de démarches visant à évaluer les impacts sur l'environnement dans le domaine de la construction.

L'environnement peut être décrit à partir de 3 échelles : micro-environnement, méso-environnement, macro-environnement. Selon André (1999), la construction architecturale est située au niveau de la première échelle. Le tableau 5 présente les échelles de l'environnement (André 1999).

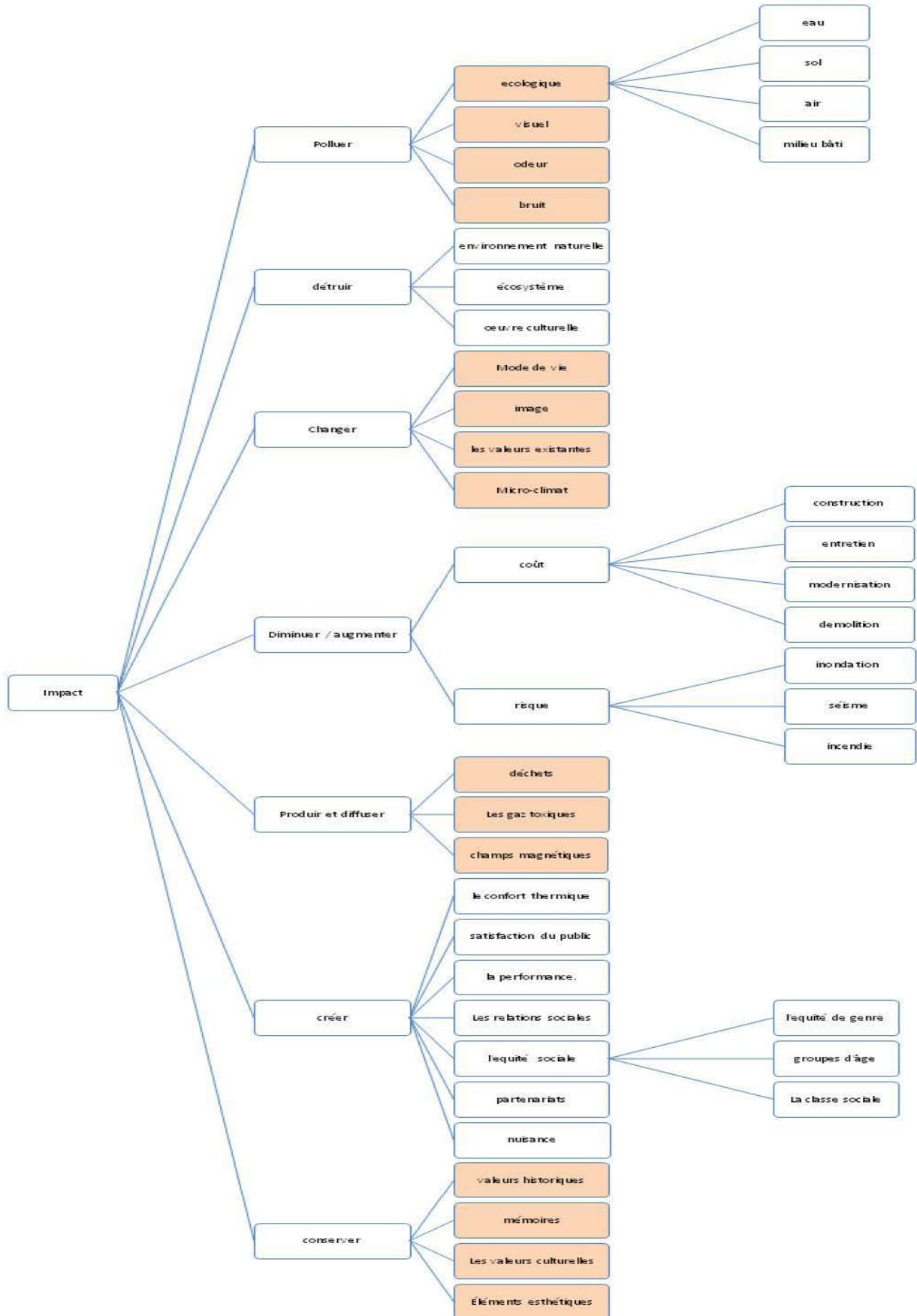
Échelle	Système de référence	Exemple de projets
<b>Micro-environnement</b> - le milieu de vie - le quotidien - la résidence - le quartier	- individu - groupe restreint	construction d'un échangeur autoroutier
<b>Méso-environnement</b> - le milieu de vie élargi - la ville - la région - l'État	- groupe élargi d'intérêt commun (culturel, social, économique ...)	création d'un barrage à des fins de production d'énergie
<b>Macro-environnement</b> - les conditions de vie humaine - le continent - la Terre	- société - espèce humaine	lutte contre la désertification

Tableau 5 - Les échelles de l'environnement d'une construction (André 1999)

Les constructions, en ville, en raison de leur nature, ont des effets notables sur l'environnement. Un projet de construction -de la conception à l'exploitation- peut durer 3 ans, mais il pourra être encore présent 100 ans plus tard. En fait, une décision, avant la phase d'exploitation, peut affecter toute la vie d'un bâtiment. Par conséquent, l'évaluation de l'impact

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

de la construction en phase amont, nous permet de maîtriser les conséquences positives ou négatives d'un bâtiment sur l'environnement.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Figure 23 - les impacts dans le domaine de l'architecture d'après (Carroll and Turpin 2002)

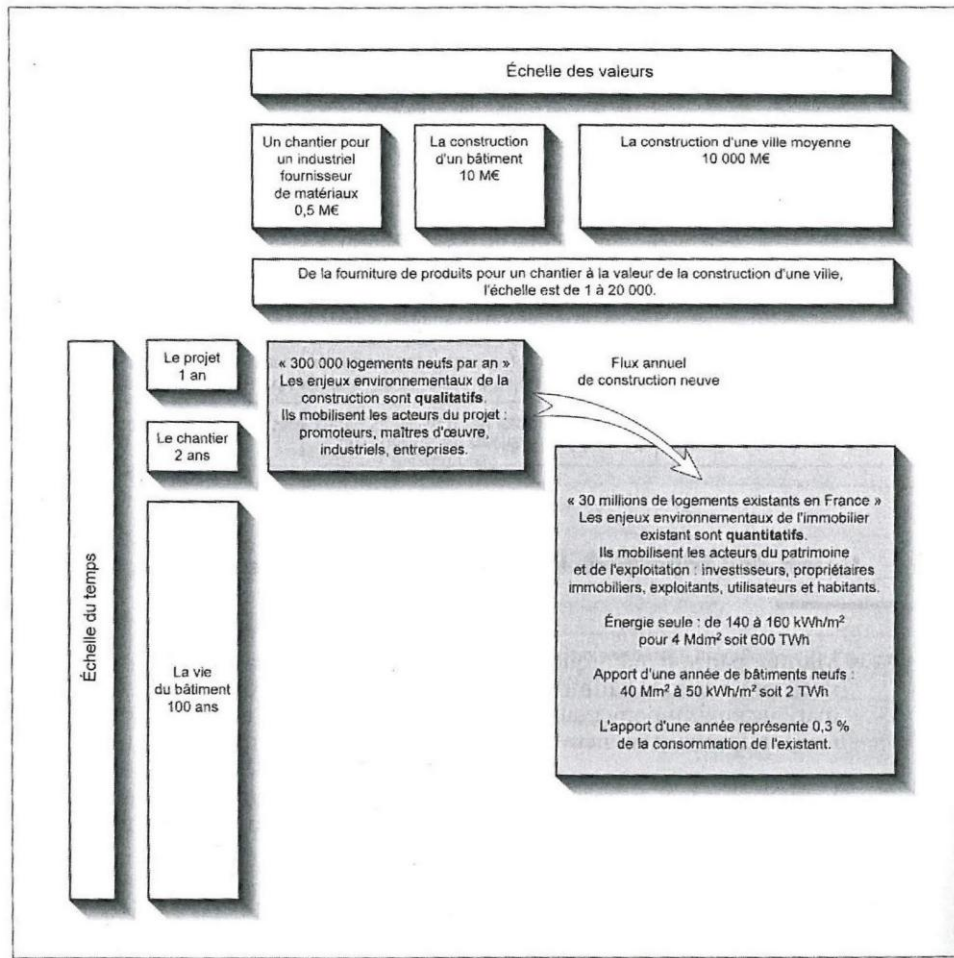


Figure 24 - Impact du temps, des valeurs, des acteurs et des enjeux du secteur de la construction sur l'environnement (Twh : milliard de kWh) (Platzer 2009)

### 3.3.6. Bilan de l'analyse d'impact : proposition d'une définition

D'après ce qui a été mentionné, nous pouvons présenter une définition du terme « impact », dans le domaine architectural ; il s'agit de :

« Tous les effets de l'intervention architecturale (qu'ils soient négatifs ou positifs, directs ou indirects, court terme ou long terme) sur le contexte naturel ou anthropique qui peuvent modifier la qualité physique et socio-économique de notre quotidien » (notre recherche)

Par rapport à cette définition, l'évaluation de l'impact architectural (EIA) consiste à (figure 23) :

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- identifier la forme d'intervention et le point de départ de l'impact dans le projet de construction,
- déterminer les effets possibles sur le déroulement du projet, sur l'environnement dépendant et sur les acteurs associés,
- mesurer qualitativement ou quantitativement le changement,
- comparer et hiérarchiser les effets grâce à la construction de critères,
- prendre une décision optimale.

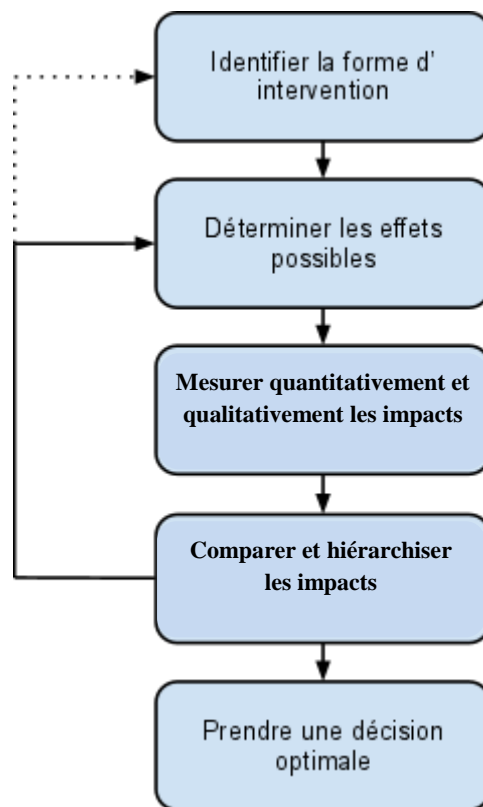


Figure 25 - le processus d'EIA (notre recherche)

Comme on peut le voir, dans la quatrième étape, l'approche est itérative. La comparaison peut nourrir la détermination des effets et influencer sur la décision. Pour valider ce processus, nous l'expérimenterons sur un cas d'étude.

Enfin, notons que la démarche est soutenue par une liste d'indicateurs de référence. La littérature fait état de plusieurs propositions. Il semble que ce choix des critères soit contextuel, ce qui plaide pour une évaluation en tant qu'outil d'aide à la décision, plus que comme un outil

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

générique. Nous avons retenu celle d'Ali et Al Nsairat (Ali and Al Nsairat 2009) qui, elle-même, se présentait comme une synthèse de la littérature.

Catégories	Indicateurs
Site	Microclimat Conception Topographie Utilisation du terrain Ressources énergétiques sur le site Efficacité des infrastructures Relation entre le bâtiment et ses abords immédiats Conception du paysage Techniques de construction à faible impact Densité de l'habitat (nombre de bâtiments par unité de surface) Transport
Efficacité énergétique	Performance de l'enveloppe du bâtiment Energie renouvelable Eclairage naturel/éclairage artificiel Efficacité des systèmes de production de chaleur ou de froid Systèmes mécaniques Emission de gaz à effet de serre Machines/appareils
Gestion de l'eau	Conservation des ressources en eau Technologies innovantes de réduction de consommation d'eau (utilisation interne) Utilisation de l'eau Intégration de l'eau dans le paysage (utilisation externe)
Matériaux	Matériaux locaux/régionaux Matériaux renouvelables matériaux recyclés Réutilisation des matières premières Impact environnemental des matériaux
Qualité de l'environnement intérieur	Santé et sécurité des occupants Qualité de l'air intérieur Qualité de vie Augmentation de l'efficacité de la ventilation Confort thermique Eclairage par lumière du jour Contrôle acoustique Esthétique
Pollution et déchets	Réduction des déchets Stratégies de management des déchets
Aspects économiques	Site Efficacité énergétique Matériaux et construction Gestion de l'eau Gestion des déchets

Tableau 6- Catégories d'évaluation et indicateurs de l'outil d'évaluation (Ali and Al Nsairat 2009)



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 3.4.COD

Nous avons vu dans le chapitre « problématique » que notre approche était basée sur les décisions architecturales en phase de préconception. De plus nous nous positionnons dans le cadre de l'intégration du développement durable en mettant en avant eux notions : les décisions de conception architecturale d'une part, et, les impacts sur le développement durable des ces décisions. Voyons maintenant en quoi, la théorie de la conception à coût objectif nous place dans une démarche « a priori » pour la conception durable.

### 3.4.1. La Conception à Coût Objectif (CCO) :

Aujourd'hui, beaucoup d'entreprises, au lieu des méthodes traditionnelles de calcul de rentabilité, utilisent de nouvelles méthodes pour gérer leurs intérêts (notamment leur marge). Dans ces méthodes, les prix du marché sont sélectionnés comme cible et les bénéfices attendus en sont déduits. De cette façon, les coûts sont maîtrisés en pré-production.

#### 3.4.1.1. Conception à coût objectif/coût cible/Design-To-Cost/Target Costing:

La Conception à Coût Objectif (CCO) est née dans les années 60 aux Etats Unis, dans la lignée des approches d'analyse de la valeur ; la CCO est le pendant français du Design To Cost (DTC). C'est une méthode permettant de concevoir un produit en imposant dès le départ un coût plafond (Perry 2007).

#### Conception pour un Coût Objectif (d'après NF EN 12973:1999)

La norme définit : une méthode de management anticipative qui, dès le début du programme de développement d'un produit ou d'un système, prend en compte les coûts de production (AFNOR 2002).

Morgan (Morgan 1998) définit la CCO en se concentrant principalement sur le contrôle et la réduction des coûts au stade de la production d'un produit ; il préconise l'utilisation de méthodes d'ingénierie industrielle pour atteindre ces objectifs.

La contrainte «coût» devient capitale et au même niveau que les performances techniques au cours de l'étude d'un produit nouveau (Geiger and Dilts 1996). Il est à noter que le coût objectif souhaité devient alors la contrainte et que les grandeurs variables sont les performances techniques (Perry 2007).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Agndala et Nilson (Agndal and Nilsson 2009) mettent l'accent sur le cycle de vie ; il suggère que le processus de CCO couvre le cycle de vie d'un produit, même si l'accent dans la littérature est également mis sur les étapes de pré-production.

La CCO s'applique dans le cadre de l'évaluation des coûts de production en mode « Juste à Temps ». La cible du coût est définie en prenant en compte le niveau et les conditions du marché. L'objectif résulte de l'écart entre le prix de vente (supposé garantir un certain volume de production) et la marge souhaitée. La CCO vise le niveau des coûts atteints en phase de maturité du cycle de production du produit.

Cette démarche rompt avec les approches traditionnelles puisqu'elle est tournée vers le marché, mais reste principalement limitée par son absence d'intégration des coûts d'étude, de développement et de vie et fin de vie des produits (Perry 2007).

La CCO est une arme stratégique (Ansari, Bell et al. 2006) qui est de plus en plus adoptée par les entreprises de premier plan à travers le monde. L'attention des gestionnaires a été attirée par l'avantage concurrentiel que la CCO a donné aux entreprises automobiles japonaises - les plus anciens utilisateurs qui manipulent, de manière cohérente, la CCO. Paradoxalement, alors que le Japon a exporté la technique vers la Corée du Sud, un certain nombre de grandes entreprises coréennes comme Samsung et Hyundai ont gagné du terrain sur leurs homologues japonais. Aux États-Unis, Chrysler et Caterpillar attribuent leur redressement financier dans le milieu des années 1990 à l'adoption de la CCO.

L'objectif de la stratégie sous-jacente de la CCO est que 80 à 85% du coût du cycle de vie d'un produit sont déterminés au cours de sa phase de développement. Par conséquent, la CCO concentre ses efforts sur le développement d'un produit car c'est à ce stade que la gestion des coûts d'un produit peut être la plus optimisée.

La CCO commence par la recherche des attributs du produit déterminés par la qualité voulue par les clients et le prix qu'ils sont prêts à payer pour ces caractéristiques. La seconde étape consiste à soustraire la rentabilité exigée par l'entreprise pour fabriquer un produit, du prix du marché pour déterminer sa cible, avec un coût acceptable. Tous les efforts subséquents de la CCO sont axés sur les coûts acceptables d'un produit. Si ce coût d'un produit peut être atteint, il est produit. Dans le cas contraire, le produit est rejeté comme financièrement impossible à fabriquer (Kee 2010).

Les principaux défis à relever sont de planifier un produit qui satisfasse les clients, d'établir le coût cible, puis de réaliser l'objectif de coût en appliquant diverses techniques et philosophies (Agndal and Nilsson 2009).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Robert Kee affirme que la CCO commence par la recherche en marketing afin d'identifier les attentes du client, la fonctionnalité d'un produit, sa qualité et son prix (Kee 2010). Le prix du marché en est déduit et est réduit par la rentabilité nécessaire à l'entreprise pour fabriquer le produit. La différence entre le prix de marché d'un produit et la rentabilité souhaitée représente l'acceptabilité du produit, ou de sa cible, le coût. La mesure de la rentabilité nécessaire pour une entreprise dans la fabrication d'un produit est généralement basée sur le retour sur les ventes ou la marge bénéficiaire métrique. Après que le coût cible d'un produit a été mis en place, une équipe multidisciplinaire est chargée de concevoir et de développer le produit pour répondre aux attentes des clients en prenant en compte la contrainte de ses frais acceptables.

La CCO est un processus itératif (Kee 2010). L'équipe pluridisciplinaire continue de redessiner un produit et d'appliquer l'ingénierie de la valeur jusqu'à ce que son coût estimé soit inférieur ou égal à son coût acceptable ou lorsque des réductions de coûts supplémentaires ne sont plus réalisables. Dans les cas où le coût estimé d'un produit continue d'excéder son coût acceptable, le produit n'est pas développé. La règle cardinale de la CCO exige que seuls les produits, dont le coût estimé est inférieur ou égal à leur coût d'objectif, soient fabriqués. La règle cardinale est nécessaire pour maintenir la discipline de la CCO du développement du produit. Une fois que le produit commence à être en production, un programme d'amélioration continue (Kaizen dans les entreprises japonaises) est utilisé pour réduire davantage les coûts et améliorer la qualité du produit.

Comme le montre la figure 26, la CCO englobe toute une gamme d'activités et des intrants qui sont internes et externes à l'organisation.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

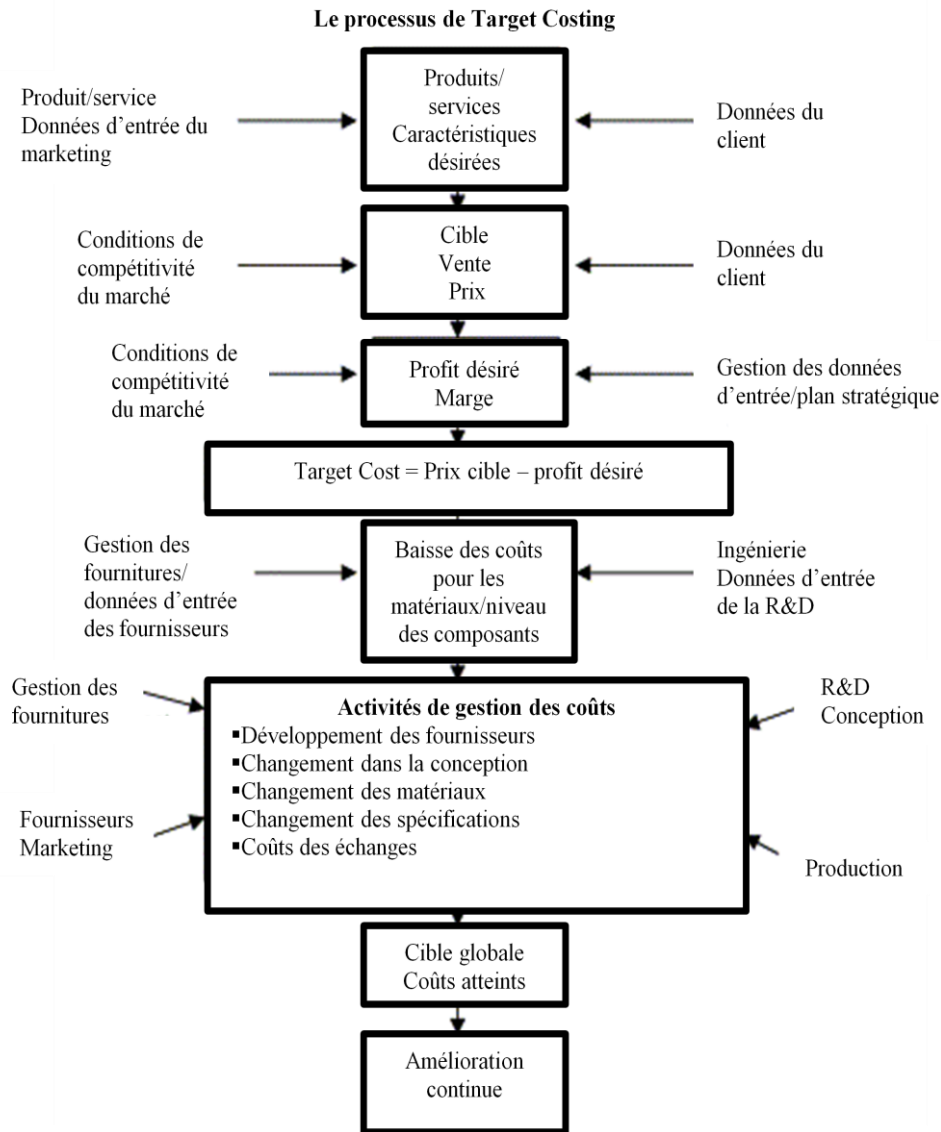


Figure 26 - Le processus de la CCO (Ellram 2002)

- **Conception pour un Coût Objectif/Conception pour un Objectif Désigné** : ce type de relation entre partenaires industriels ou cette approche contractuelle entre un grand donneur d'ordre et un développeur, permet de faire prendre en compte, pour une fourniture ou prestation demandée, tant les fonctions visées avec leurs niveaux de performances que les délais, les coûts ou autres objectifs importants fixés par le demandeur. En d'autres termes, l'objectif peut être un coût (CCO) ou tout autre indicateur de mesure traduisant les objectifs (sécurité, délais...). On passe donc de la logique CCO à la conception à objectif désigné COD.

Une incitation financière est généralement attachée à l'obtention des objectifs, qui sont définis avec les règles d'arbitrage indispensables sur la base d'un Cahier des Charges Fonctionnel (European Commission 1995)

### 3.4.2. Objectifs de la CCO

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

En étudiant la méthode CCO et son histoire, les objectifs suivant sont à souligner (erwan 2011) :

- atteindre les performances techniques attendues par le client dans sa demande d'origine,
- ne pas dépasser le budget de développement,
- déboucher sur un coût de production déterminé,
- tenir les délais,
- éviter l'inflation des performances,
- atteindre les cibles de coûts :
  - estimation du coût de développement,
  - estimation du coût de production à obtenir pour garantir une marge par rapport au prix de vente,
  - estimation des coûts de possession.

### 3.4.3. Six principes majeurs de la CCO

Selon Ansari et al., il existe six principes dans le processus de la CCO (Ansari, Bell et al. 2006) :

1. **Estimer le coût du prix du marché** : le coût est fonction d'un prix déterminé par le marché.
2. **L'orientation client** : la conception des produits est réalisée de façon continue par la demande du client. Les caractéristiques du produit sont améliorées quand ils répondent aux exigences du client et que le client est prêt à payer.
3. **Se concentrer sur la conception** : la clé de la gestion des coûts est de concevoir les coûts d'un produit avant de s'engager dans la production plutôt que de compter sur les économies d'échelle, les courbes d'apprentissage, la réduction des déchets, l'amélioration et le rendement pour réduire les coûts.
4. **Equipes inter-fonctionnelles** : des équipes inter-fonctionnelles doivent être mises en place pour assurer une bonne gestion des coûts ; on doit y retrouver des personnels de la conception et de l'ingénierie de fabrication, de la production, des ventes et du marketing, des approvisionnement en matériel, de la comptabilité analytique et des services de soutien. L'implication des personnels ayant des fonctions en aval de la conception permet d'éviter les problèmes qui peuvent survenir plus tard.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

5. **Considérer le cycle de vie du produit :** la CCO doit considérer les coûts de développement, le prix d'achat, les coûts d'exploitation, d'entretien et de réparation, et les coûts liés aux dispositions prises en vue de minimiser les coûts du cycle de vie.
6. **Participation de la chaîne de valeur :** des membres importants de la chaîne de valeur, tels que les fournisseurs, les concessionnaires, les distributeurs et les fournisseurs de services, permettent de créer une relation de coopération pour atteindre les objectifs de la CCO.

### 3.4.4. Conception à Objectif Désigné (COD) dans la relation client-fournisseur

La Conception à Objectif Désigné ou pour un Coût Objectif (COD/CCO) est une démarche de compétitivité qui apporte une meilleure garanti de satisfaction des besoins en restant dans un cadre prédéfini. Elle associe un donneur d'ordres et un ou plusieurs concepteurs concurrents, et consiste :

- pour le donneur d'ordres, à faire connaître les objectifs économiques et techniques attendus d'un système pour satisfaire les besoins d'un utilisateur ;
- pour le fournisseur - concepteur, à soumettre la définition de plusieurs solutions en les positionnant par rapport aux objectifs affichés avec les justificatifs nécessaires ;
- pour l'ensemble des acteurs concernés, à définir et mettre en œuvre les règles de partenariat qui les engagent en précisant sans ambiguïté leurs domaines d'actions et de responsabilités ;
- pour les deux partenaires, à piloter les choix de conception pour aboutir à un dossier de conception conforme aux objectifs mutuellement acceptés (AFNOR 2002).

### 3.4.5. De la CCO à la COD : Valeur en conception

La littérature suggère souvent que la CCO et la COD sont la même notion. En fait, la notion de CCO est apparue en premier et s'est étendue à celle de COD.

Il est donc possible de proposer d'appliquer la notion de valeur en conception à tout objectif stratégique, le coût étant considéré dans cette approche comme constituant un objectif majeur indépendant traité en coordination avec d'autres objectifs majeurs constitutifs de l'Objectif Désigné : qualité, sécurité pour n'en citer que quelques-uns.

Lorsque la CCO a été introduit, il n'y avait pas d'informations suffisantes sur les frais engagés par un produit ou un système au cours de son cycle de vie.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Lorsque cette information est devenue disponible et face à des clients de plus en plus exigeants, d'autres paramètres ont été ajoutés qui font partie du « coefficient d'ajustement » (« trade-off » en anglais).

Aujourd'hui, l'ajustement de fonctions ou de leurs performances a souvent à faire avec d'autres facteurs tels que les ressources, le temps ou la livraison, le poids, la consommation d'énergie, etc. Les acteurs doivent déterminer les facteurs qui sont pertinents dans les circonstances actuelles, ainsi que les objectifs qui doivent être atteints. La COD ou la conception à objectif remplace parfois la CCO (European Commission 1995).

D'après la norme NF X 50-156, la Conception à Objectif Désigné est une « méthode de management anticipative qui, dès le début du programme de développement d'un produit ou d'un système, vise à satisfaire de façon optimisée un objectif désigné » (AFNOR 2002). L'idée principale d'un tel système est que les objectifs exprimés et acceptés par toutes les parties concernées, provoquent un engagement plus fort entre les partenaires, plutôt qu'un objectif fixé voir imposé par un unique partenaire (Rezaeian 1997).

L'objectif désigné n'est a priori pas négociable ; par contre, la façon d'y satisfaire doit être établie d'un commun accord, notamment les règles d'arbitrage pour utiliser les flexibilités allouées aux objectifs majeurs du demandeur.

Pour que la démarche soit efficiente, l'objectif désigné à atteindre doit être ambitieux, incompatible à première vue avec le respect strict de toutes les exigences souhaitées, mais sans être irréaliste. Pour cela, la valeur à laquelle il est fixé doit être acceptée et partagée par tous les intervenants, à l'issue d'une phase convergente d'échanges.

Quelle que soit sa nature, l'objectif visé doit recueillir l'adhésion des différents partenaires. Chacun d'eux doit se l'approprier dans son contexte et sa stratégie spécifiques (AFNOR 2002). Un exemple d'articulation des composantes d'un Objectif Désigné définies ci-dessus est donné en Figure 27.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

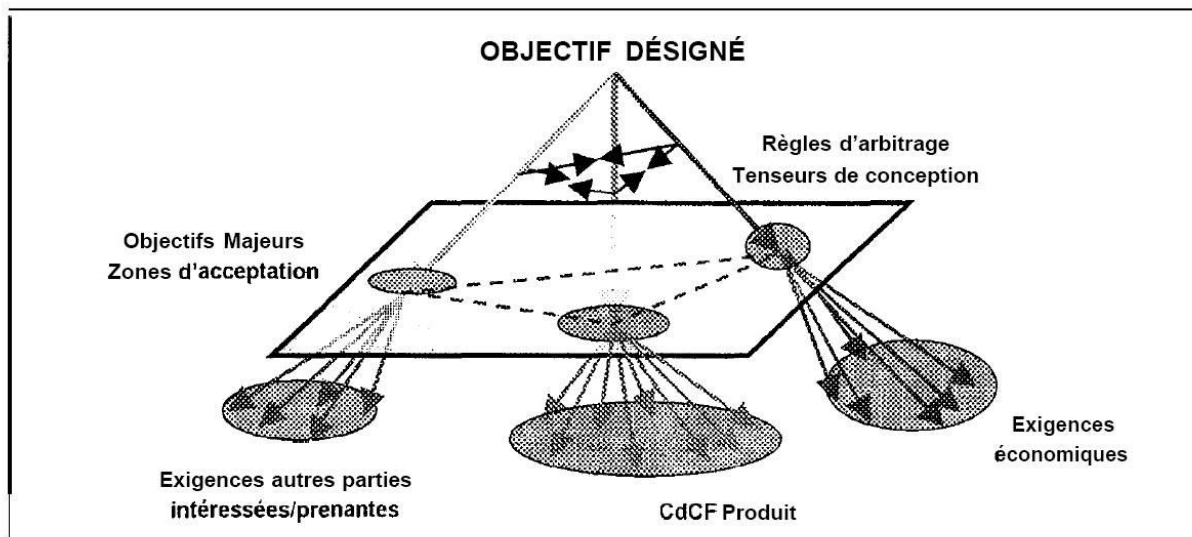


Figure 27 - Exemple d'articulation des composants d'un objectif désigné (AFNOR 2002)

Notons encore que, d'après la norme NF X 50-156, la « combinaison identifiée d'objectifs reconnus majeurs régie par des règles d'arbitrages » (AFNOR 2002) :

- les objectifs reconnus majeurs doivent être indépendants ; chacun est concrétisé par un ensemble d'exigences le précisant, caractérisant le besoin et les contraintes du demandeur ; l'objectif désigné priorise ces objectifs les uns par rapport aux autres ;
- intégrant des plages d'acceptation associées aux objectifs majeurs et des règles d'arbitrage, une flexibilité interne peut compléter l'objectif désigné ; elle est alors définie pour guider l'optimisation de la conception ;
- une règle d'arbitrage peut se limiter à une combinaison d'objectifs hiérarchisés ;
- le nombre d'objectifs majeurs constituant un objectif désigné doit être limité à deux ou trois pour garantir une réelle efficacité opérationnelle de la démarche concertée ; ils découlent de choix stratégiques du donneur d'ordres et du marché ;
- le coût objectif est une forme particulière d'objectif désigné (AFNOR 2002).

### 3.4.6. Préalables à l'application de la démarche COD/CCO

La démarche COD/CCO doit être mise en place en application d'une stratégie, périodiquement réactualisée. Des études de risques ou de substitution peuvent être mises en place en parallèle pour le cas où la démarche COD/CCO ne garantirait pas l'atteinte de l'objectif désigné.

Le donneur d'ordres peut proposer une modulation des exigences applicables au projet dans le cadre du protocole d'accord initiant la démarche entre les partenaires.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

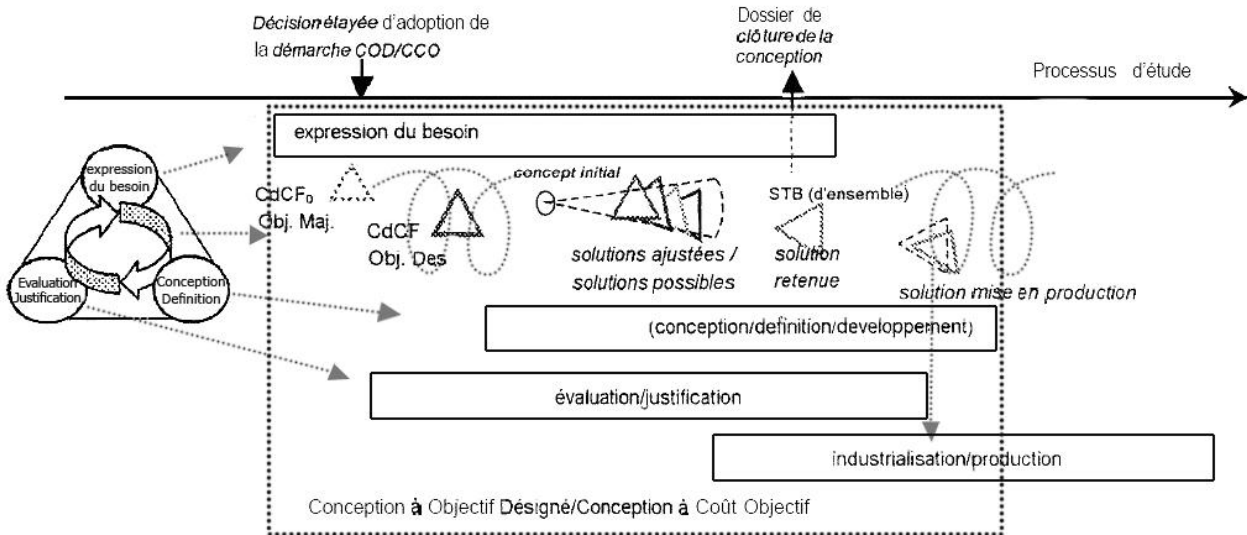


Figure 28 - Le positionnement d'une démarche COD/CCO (AFNOR 2002)

### 3.4.7. Les étapes de la COD/CCO

Les processus de conception ont pour finalité la production d'une solution retenue, optimisée et justifiée, décrite dans un dossier de Clôture de la Conception, fourniture essentielle du concepteur en réponse à une expression de besoin. On peut distinguer les étapes suivantes :

- Identifier et piloter les partenaires de la cible

Un processus spécifique permet de structurer et d'organiser les interactions entre les partenaires suivants les activités de conception, et consiste à clarifier les enjeux et leurs échéances, rechercher les partenaires, clients, fournisseurs et définir le contexte et son évolution.

- Élaborer les objectifs du projet

Consiste à définir fonctionnellement les attentes, à donner du sens au projet et à identifier les résultats souhaités.

- Valider les objets de conception

Un processus global de conception consiste à hiérarchiser les résultats et leurs impacts, ordonner les missions des acteurs et prioriser les ressources sollicitées (Grandhaye 2011).

L'ensemble des processus, activités et exigences relatif à la démarche de COD/CCO a été regroupés en trois familles de préoccupations types du management de projet et de la conception.

Ces processus sont mis en œuvre, après des actions préparatoires, selon le schéma organisationnel représenté figure 29 :

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

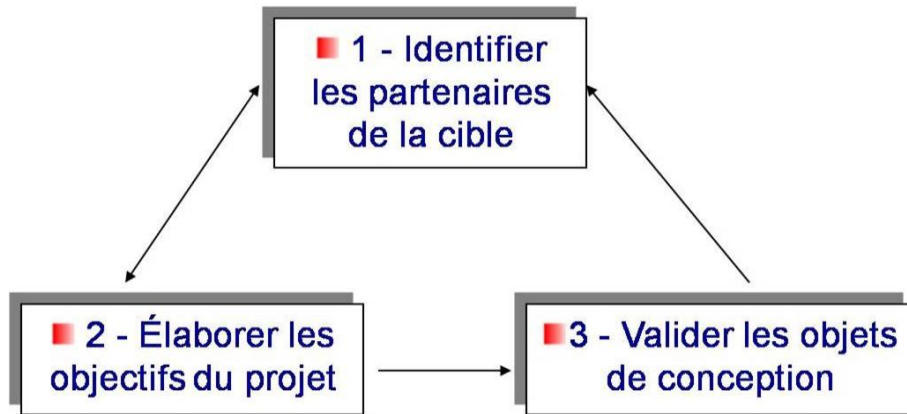


Figure 29 - Les étapes et leurs interactions de COD/CCO selon *NF X 50-156* (Grandhaye 2011)

En résumé, nous pouvons voir l'émergence de la logique COD sur la figure 30 :

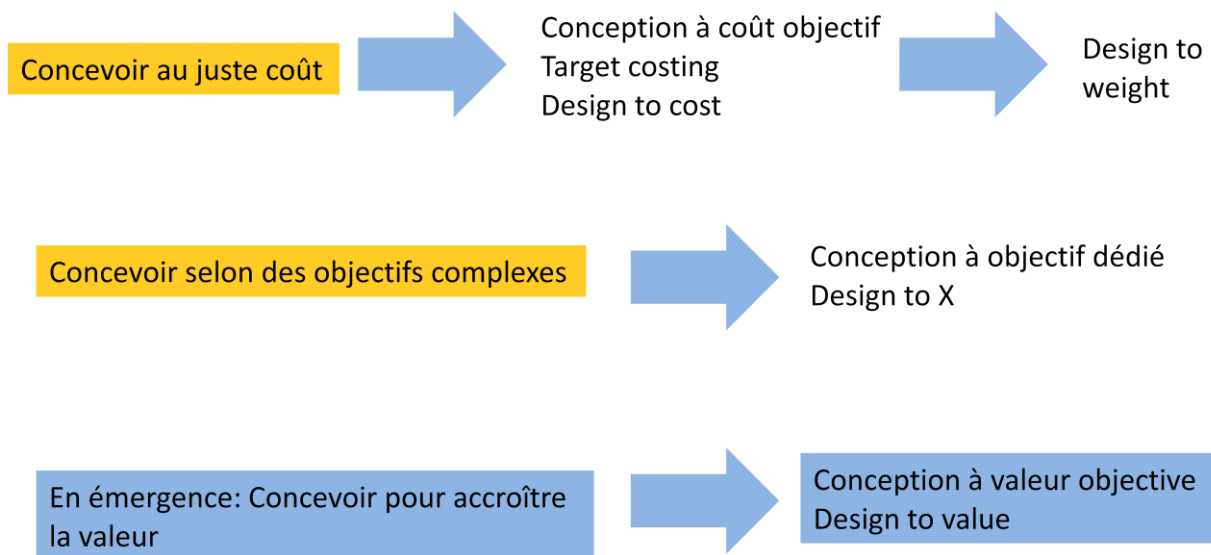


Figure 30 - Histoire et évolution de la COD (notre recherche)

# **Chapitre 4:**

## **Méthode**

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 4. Méthode

Comme indiqué dans l'introduction, cette étude vise à identifier le potentiel de durabilité d'un projet de construction en phase de préconception. Ainsi, nous avons choisi la COD comme méthode d'aide à la décision, en interactivité avec les décideurs.

Dans la modèle proposé, « la durabilité » sera considérée comme l'Objectif Désigné. Pour évaluer le niveau de durabilité en phase amont, nous réaliserons l'évaluation de l'impact afin de déduire les aspects négatifs et d'améliorer les points positifs.

Nous pouvons voir l'approche que nous avons suivie sur la figure 31 :

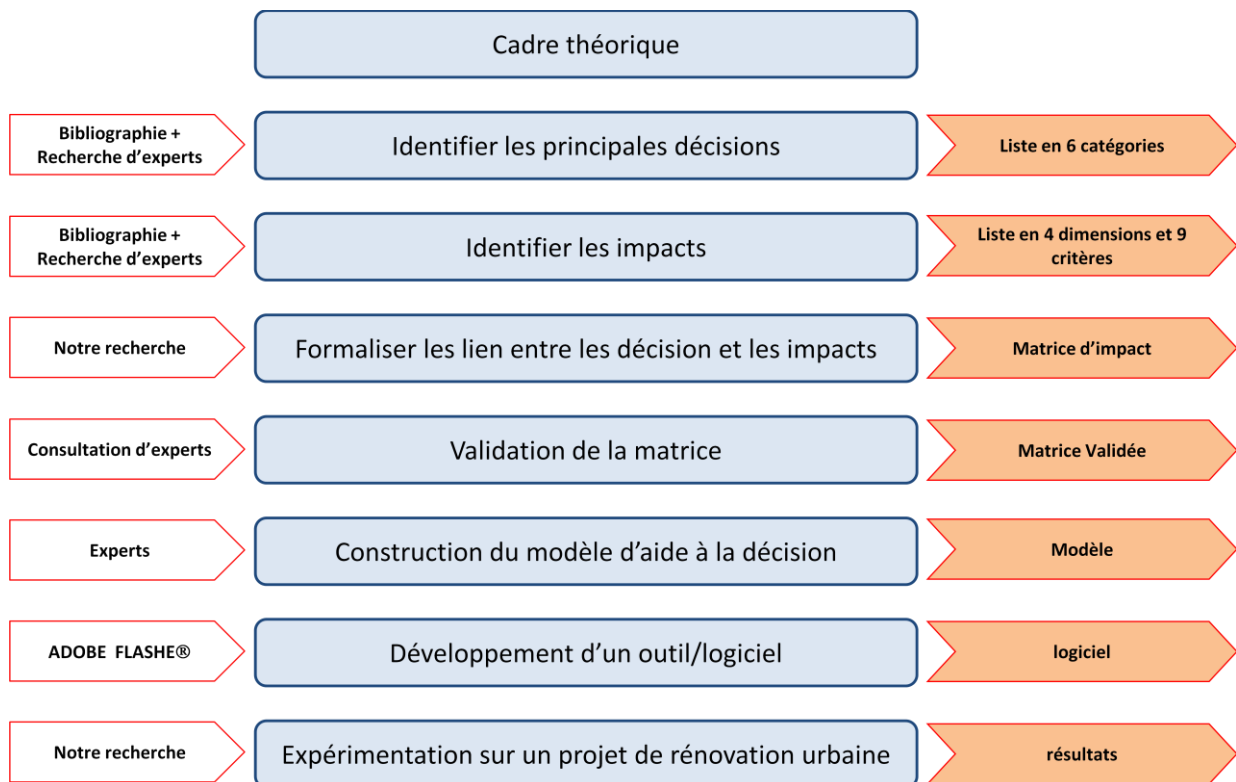


Figure 31 - la démarche globale de notre recherche

Le cadre théorique et méthodologique de la COD étant choisi, il convenait de positionner notre démarche d'analyse de l'impact sur la durabilité des décisions en phase de pré-projet architectural. Nous devons donc lister ces décisions clés prises dans un projet architectural : ce travail a mobilisé des données de la littérature et le recours à des experts. Nous avons recensé auprès d'eux les impacts possibles de ces décisions, un lien formel devant être décrit entre chaque décision et les impacts possibles correspondants. La matrice d'interrelation obtenue (décision x impact) est discutée et validée par les experts. Il en résulte un modèle d'aide à la décision, que nous avons développé informatiquement.

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

Nous constatons que le recours aux experts est à la base de notre construction. Ces experts sont présentés dans la partie expérimentale. Ce choix de l'expertise est en cohérence avec un des enjeux de la recherche : disposer d'une méthode d'aide à la décision. Donc l'outil doit être co-construit avec les utilisateurs pour être en adéquation avec leur processus décisionnel. Chaque projet étant unique, le niveau de généricité de la méthode ne peut être défini que par des personnes ayant déjà contribuées à plusieurs projets, donc des experts. Enfin, et malgré le travail de recherche de références dans la littérature, notre travail est sans doute « dépendant » du groupe d'experts constitué : cela constitue une limite.

### **4.1. La COD et la durabilité en tant qu'Objectif Désigné**

Selon la méthode COD, le processus nécessite un Objectif Désigné, ainsi, toutes les actions entreprises doivent se conformer à cet objectif.

Dans cette recherche, la durabilité est choisie en tant qu'Objectif Désigné. Donc, le nom de la méthode proposée sera la « Conception à Objectif de Durabilité Désigné » ou « CODD ».

Comme nous l'avons vu (cf. partie 1), la durabilité se compose des aspects écologiques, économiques et socioculturels. Les acteurs du projet, en concertation, peuvent préciser les niveaux attendus pour chaque aspect. Dans ce cas, on peut indiquer les niveaux choisis dans le modèle proposé. Pour qu'on puisse atteindre les objectifs, ou plus précisément, afin de que chaque décision se réfère à ces objectifs, en phase amont, il faut déterminer les décisions à prendre et les trier suivant les impacts potentiels positifs et négatifs qu'ils ont par rapport aux objectifs désirés.

Un impact provient d'une action et une action est le produit d'une décision. Ainsi, il est nécessaire de repérer les décisions principales dans un projet de rénovation urbaine et d'identifier et de mesurer leurs impacts.

### **4.2. Les impacts et les décisions principales dans un projet de rénovation urbaine**

En phase de préconception dans un projet de rénovation urbaine, après avoir collecté des données et les avoir analysées, un ensemble de décisions va déterminer le processus de conception.

Chaque décision peut avoir un ou plusieurs impacts. En plus, le poids de ces impacts peut être différent. Comme cela a été mentionné dans le chapitre sur la nature de l'impact (cf. 3.3.1.4), un impact possède plusieurs dimensions avec une pondération, et le poids final de l'impact sera la résultante du poids de ces dimensions.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Une matrice a ainsi été élaborée et validée (grâce à la méthode Delphi) avec et par des experts.

Elle est composée :

- en ligne, des sujets de décision,
- en colonne, des impacts potentiels.

On peut voir cette matrice validée sur la figure 50. Vingt experts (tableau 8) ont été sollicités afin de déterminer le poids de chaque impact par rapport à un sujet de décision donné.

	Type d'expert	Nombre
1	Experts de l'ORUT	5
2	Experts de cabinet d'architecture (en Iran)	11
3	Chercheurs (hors d'Iran : 3 en France, 1 au Canada)	4

Tableau 7 – liste des experts participants à la validation de la matrice

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 4.2.1. Les impacts

Pour que les experts puissent valider la matrice proposée, les impacts sont commentés. On précise ou clarifie les termes ou les phrases qui pourraient être jugés ambigus et qui sont utilisées dans la matrice.

ASPECT	CATEGORIE	IMPACT
Ecologie	les ressources	les matières premières
		Economiser l'énergie
		Economiser l'eau
		l'usage du sol
	l'écosystème	les émissions toxiques
		le climat
		les forêts
		les rivières et les lacs
		la qualité de l'air extérieur
		la faune et la flore
		les déchets
		les déchets radioactifs
		la couche d'ozone
		les inondations
Economie	le coût global	le coût de construction
		le coût de fonctionnement
		le coût de maintenance
		le coût de rénovation
		le coût de démolition
	la valeur	l'adaptation des espaces
Social	la santé des résidents	la qualité de l'air intérieur
		la qualité de l'eau
		les champs électromagnétiques
		les risques (incendie, explosion...)
	le confort	le confort visuel
		le confort thermique
		le bruit
		les odeurs
		le bien-être
	la valeur sociale	la qualité d'usage
		l'équité sociale
		l'équité de genre
		les relations sociales
		la participation
Culturelle	la valeur esthétique	l'architecture et l'image
	la connaissance et l'histoire	l'intégration au site
		les sites historiques
		la mémoire
		la valeur culturelle

Tableau 8 - les impacts dans le domaine de construction (pendant tout le cycle de vie): les 4 aspects du développement durable découpés en 9 catégories et 40 sous-catégories (notre recherche).

1. Polluer des eaux de surface et littorales : le bâtiment a des rejets liquides contenant des éléments chimiques ou des caractères physiques (température) perturbant la qualité des eaux.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

2. Economiser l'eau : relatif à la consommation d'eau et au rapport entre l'eau entrante et l'eau sortante (pertes).
3. Economiser l'énergie : relatif à la consommation d'électricité et de carburants de toute nature.
4. Polluer le sol : le bâtiment a des rejets liquides contenant des éléments chimiques ou des caractères physiques (texture) perturbant la qualité des sols, (y compris les fouilles et les digues).
5. Polluer l'air intérieur : le bâtiment a des rejets gazeux contenant des éléments chimiques ou des caractères physiques (température) perturbant la qualité de l'air.
6. Polluer le milieu bâti : existence des déchets et de la poussière dans l'environnement intérieur et extérieur. Impossibilité de nettoyer.
7. Détruire le paysage : ce qui nuit, d'un point de vue visuel, au paysage (naturel ou urbain) impactant sur l'esthétisme.
8. Pollution olfactive : diffusion d'odeurs désagréables pour les habitants.
9. Pollution sonore : émission de bruits nuisant au confort des habitants et des riverains.
10. Détruire les ressources naturelles : intrusion dans la nature et exploitation abusive des ressources naturelles.
11. Détruire l'œuvre culturelle : la déconstruction des bâtiments et des paysages avec une valeur historico-culturelle (par exemple des rizières en terrasse, des jardins, un bâtiment ou un monument historique).
12. Détruire l'écosystème : disparition d'écosystèmes naturels de valeur comme les rivières, les bassins, les lacs, les déserts, les forêts; détérioration de la végétation, de la faune et de la flore.
13. Changer le mode de vie : les habitudes sociales sont modifiées par le fait de vivre dans un bâtiment (exemple : changements dans la mode de vie des familles iraniennes avec l'arrivée des cuisines américaines (ouvertes) dans l'architecture).
14. Changer l'image des habitants : changer la perception entre les anciens et les nouveaux habitants.
15. Changer les valeurs du site : changement de la valeur économique du site dû aux interventions et aux décisions en rapport avec le projet (par exemple : tout facteur contribuant à une hausse des demandes pour les habitats).
16. Changer le climat : impacts sur les émissions de gaz à effet de serre sur le long terme.
17. Augmenter le coût de construction : impact financier pendant la phase constructive.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

18. Augmenter le coût de fonctionnement : les coûts quotidiens et les coûts des réparations mineurs.
19. Augmenter le coût de modernisation : les coûts de mise à jour au niveau normatif.
20. Augmenter le coût de démolition : coût à engager pour supprimer le bâtiment (par exemple, il est plus coûteux de démolir un bâtiment en béton que démolir un bâtiment en métal).
21. Créer de la valeur ajoutée par l'esthétisme ou la renommée du bâtiment : il s'agit de l'aspect économique, c'est-à-dire ce qui augmente la valeur des immeubles ou qui augmente la demande pour ces habitations ; cette hausse peut être le résultat de la qualité de la structure ou la présence de marques de luxe ou célèbres ou l'utilisation de céramique et de pierres anciennes.
22. Créer de la valeur ajoutée par la fonction : il s'agit toujours de l'aspect économique, c'est-à-dire ce qui augmente la valeur des immeubles ou qui augmente la demande pour ces habitations ; cette hausse peut être le résultat d'installations inhabituelles mais qui contribuent à la qualité de vie des habitants (aménagements sportifs, piscines, salles de spectacles, jardins sur le toit, etc..).
23. Augmenter les risques lors des inondations : tout facteur pouvant mettre en danger la vie des habitants ou augmenter les dégâts lors d'une inondation.
24. Augmenter les risques lors d'un séisme : tout facteur pouvant mettre en danger la vie des habitants ou augmenter les dégâts lors d'un séisme.
25. Augmenter les risques d'incendie/explosion : augmenter le risque de départ d'incendie mais aussi l'intensité d'un incendie ; tout facteur pouvant mettre en danger la vie des habitants ou augmenter les dégâts du sinistre.
26. Produire et émettre des déchets : déchets solides essentiellement.
27. Produire et diffuser des champs électromagnétiques : risques par rapport aux ondes.
28. Produire et diffuser des gaz toxiques : danger immédiat représenté par des gaz (à différencier des gaz à effet de serre à action indirecte).
29. Créer le confort thermique : sensation de bien-être thermique pour les habitants.
30. Créer la satisfaction du public : tout facteur pouvant augmenter la satisfaction des habitants vis-à-vis de leur habitation/immeuble et réduisant leur volonté de changer de lieu d'habitation.
31. Créer la qualité d'usage : maximiser le rendement des espaces actuels et satisfaire les besoins des utilisateurs.
32. Créer les relations sociales : possibilité d'interactions volontaires entre habitants.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

33. Créer l'équité de genre : prendre en compte les désirs et les besoins des femmes et des hommes de manière équitable (possibilité d'utiliser les espaces de manière équitable pour les personnes des deux sexes).
34. Créer l'équité entre les groupes d'âge différent : prendre en compte les besoins et considérer des aménagements pour les personnes de tout âge (des nourrissons jusqu'aux personnes âgées).
35. Créer l'équité entre les différentes classes sociales (mixité sociale) : possibilité pour les personnes de classes sociales différentes, avec des salaires différents, d'être présents ensemble et d'utiliser les aménagements et la qualité de l'espace de manière équitable.
36. Créer la participation sociale : tout facteur pouvant renforcer le sentiment d'appartenance et inciter les habitants à participer à la gestion et à l'amélioration de la vie sociale.
37. Créer des nuisances sociales : nuisances créées notamment entre voisins.
38. Créer le confort visuel : créer des conditions d'éclairage appropriées pour visualiser les objets et les espaces sans nuire à l'acuité visuelle.
39. Conserver les valeurs historiques : possibilité de vivre des événements collectifs de type commémorations nationales ou religieuses par exemple.
40. Conserver la mémoire : conserver la mémoire des habitants les plus anciens et du mode de vie qu'ils avaient dans le passé.
41. Conserver les valeurs culturelles : conserver des valeurs morales dans les relations entre les voisins et les personnes d'un même quartier.
42. Conserver les éléments esthétiques : conserver l'identité ou utiliser des éléments esthétiques propres à la culture nationale ou régionale.
43. Intégration au site : harmonie avec le tissu urbain adjacent, le paysage et le type de terrain du projet.

### 4.2.2. Les Décisions

Après avoir listé les impacts potentiels, nous recensons les décisions typiques de la phase de pré-projet grâce à la littérature et les contacts avec les experts déjà mobilisés ci-dessus (tableau 10).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

<b>Aperçu du projet</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan d'aménagement (déterminer l'emplacement des bâtiments sur le terrain)</li> <li>2. Nombre de bâtiments</li> <li>3. Situation des bâtiments les uns par rapport aux autres dans un groupe d'immeubles</li> <li>4. Densité</li> <li>5. Nombre d'étages dans l'immeuble</li> </ol>
<b>Forme</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Volume</li> <li>2. Orientation</li> <li>3. Proportions longueur / largeur / hauteur</li> <li>4. Forme de la toiture</li> <li>5. Panorama urbain</li> <li>6. Espaces pleins et vides</li> <li>7. Relation entre les étages</li> </ol>
<b>Fonction</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accès des véhicules et des piétons</li> <li>2. Emplacement de l'entrée</li> <li>3. Repérage des composantes des bâtiments</li> <li>4. Repérage des espaces pour chaque appartement</li> <li>5. Nombre d'appartements par immeuble et par étage</li> <li>6. Composante « espace »</li> <li>7. Parking</li> <li>8. Eléments de connectivité verticale et horizontale</li> <li>9. Espaces communs</li> <li>10. Lumière naturelle</li> </ol>
<b>Esthétisme</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eléments architecturaux (intérieurs et extérieurs)</li> <li>2. Matériaux</li> <li>3. Surfaces opaques et transparentes</li> <li>4. Façade</li> <li>5. Couleur</li> <li>6. Qualité de l'éclairage (naturel et artificiel)</li> <li>7. Détails</li> <li>8. Ambiance</li> <li>9. Style architectural</li> </ol>
<b>Modes de construction</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sélection des systèmes structuraux</li> <li>2. Sélection de la méthode de construction</li> </ol>
<b>Installation</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Méthodes pour fournir des conditions de confort (à l'intérieur et l'extérieur)</li> <li>2. Sélection des installations électroniques</li> <li>3. Sélection des installations mécaniques</li> <li>4. Systèmes de sécurité</li> </ol>

Tableau 9 - les 6 étapes du projet et les sujets de prise de décision (notre recherche).

### Aperçu du projet :

1. Plan d'aménagement (déterminer l'emplacement des bâtiments sur le terrain)  
 Localisation et orientation de l'immeuble sur le terrain ; par exemple : les bâtiments sont situés sur le bord du site ou dans le centre.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 32 – Deux exemples de l'implantation des bâtiments sur le site

### 2. Nombre de bâtiments

Dans une superficie limitée, on peut avoir uniquement un immeuble ou plusieurs bâtiments séparés.

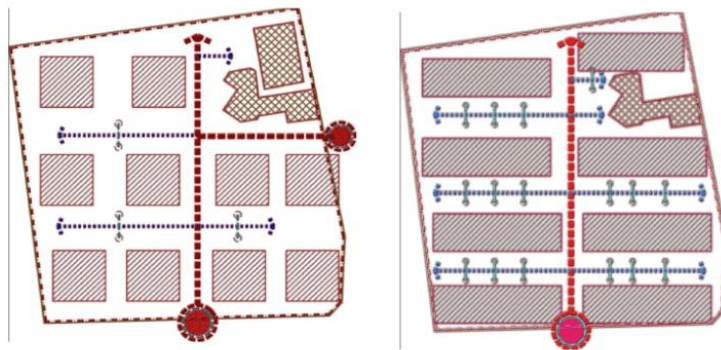


Figure 33 – Exemple de nombre de bâtiments

### 3. Situation des bâtiments les uns par rapport aux autres dans un groupe d'immeubles

- Densité des bâtiments
- Relation visuelle
- Proximité par rapport aux autres bâtiments



Figure 34 - Situation des bâtiments les uns par rapport aux autres dans un groupe d'immeubles



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 4. Densité

Coefficient d'occupation des sols (COS): la quantité de construction admise sur une propriété foncière en fonction de sa superficie.

« Le coefficient d'occupation du sol qui détermine la densité de construction admise est le rapport exprimant le nombre de mètres carrés de plancher hors œuvre nette ou le nombre de mètres cubes susceptibles d'être construits par mètre carré de sol ».

### 5. Nombre d'étages dans l'immeuble

Nombre d'étages possibles dans un immeuble.

## Forme :

### 1. Volume

Choisir une forme générale pour le bâtiment comme, par exemple, cubique ou des surfaces courbes.



Figure 35 – Quelques exemples de volume

### 2. Orientation

L'orientation générale des bâtiments par rapport au soleil, aux vents dominants et à la pente du sol.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 3. Proportions longueur / largeur / hauteur

En modifiant la longueur, la largeur et la hauteur dans un volume constant, différentes formes peuvent être obtenues.

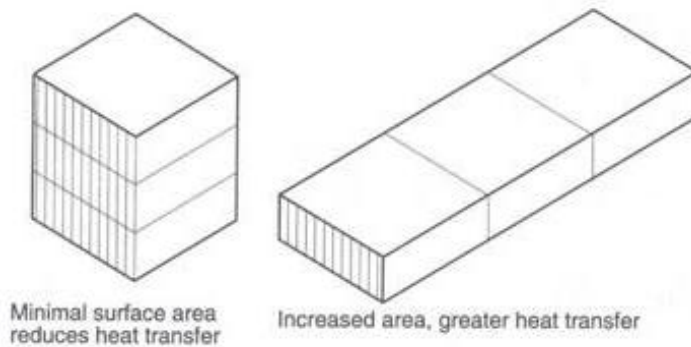


Figure 36 - Proportions longueur / largeur / hauteur

### 4. Forme de la toiture

Il existe une grande variété de formes de toiture : toit plat, incliné, courbe, en forme de dôme. On peut également combiner plusieurs formes pour le toit.

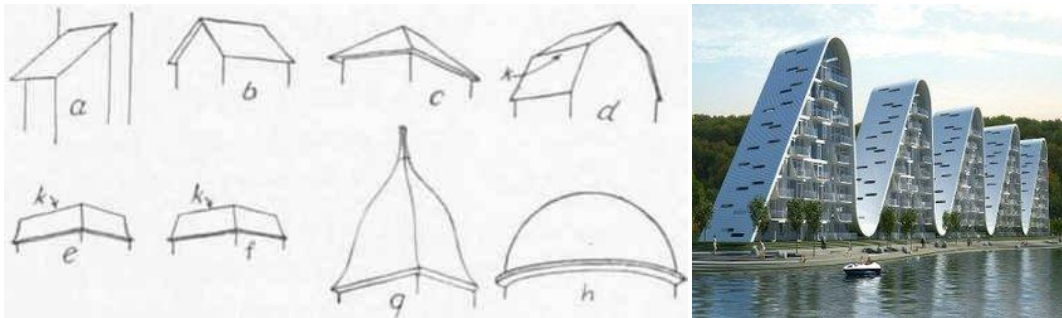


Figure 37 - Forme de la toiture

### 5. Panorama urbain

Intégration visuelle de la construction dans le tissu urbain environnant.

### 6. Espaces pleins et vides

Intégrer des espaces vides dans la masse du bâtiment, ce qui amène une porosité dans la masse du bâtiment ; par exemple : intégration d'une terrasse ou d'une cour centrale.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 38 - Espaces pleins et vides

### 7. Relation entre les étages

Intégrer les étages de façon régulière ou irrégulière dans les immeubles.



Figure 39 - Relation entre les étages

### Fonction :

#### 1. Accès des véhicules et des piétons

Localisation de l'accès principal et séparation de l'accès piétons et de l'accès voitures.

#### 2. Emplacement de l'entrée

Choisir le meilleur emplacement pour l'entrée principale.

#### 3. Repérage des composantes des bâtiments

Localisation des appartements dans un étage, indépendamment de leur plan intérieur ; par exemple : linéarité ou concentration dans un couloir autour d'un espace central commun.

#### 4. Repérage des espaces pour chaque appartement

Choisir des espaces intérieurs dans l'immeuble et dans chaque appartement ; par exemple : une salle de réunion, une salle de fitness, une terrasse, les chambres, la cuisine ou les espaces spéciaux.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

5. Nombre d'appartements par immeuble et par étage  
Déterminer le nombre d'appartements sur un étage et dans l'ensemble de l'immeuble.
6. Composante « espace »  
Organisation spatiale et composition des espaces.  
Séparation des espaces publics et privés et relations les uns avec les autres.
7. Parking  
Localisation des places de parking, souterrain ou aérien.
8. Eléments de connectivité verticale et horizontale  
Inclure les escaliers et les ascenseurs, les couloirs et les rampes.
9. Espaces communs  
Qualité et quantité des espaces qui sont utilisés par tous les résidents d'un immeuble, tels que les halls et les couloirs.
10. Lumière naturelle  
Moyens pour profiter de la lumière du soleil à l'intérieur du bâtiment ; par exemple : intégration d'une cour centrale, d'un atrium ou de lucarnes.



Figure 40 – Lumière naturelle

### **Esthétisme :**

1. Eléments architecturaux (intérieurs et extérieurs)  
Des éléments architecturaux donnent la possibilité d'améliorer la qualité architecturale du projet.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 41 – Eléments architecturaux

### 2. Matériaux

Il s'agit des matériaux utilisés dans la construction, soit à l'intérieur soit à l'extérieur du bâtiment ; par exemple : bois, pierre de taille ou béton.



Figure 42 – Exemples des matériaux utilisés dans la construction

### 3. Surfaces opaques et transparentes

Il s'agit des ouvertures, des murs ou de tout élément, permettant le passage ou non de la lumière dans le bâtiment.



Figure 43 – Surfaces opaques et transparentes

### 4. Façade

Ce sont les ouvertures et les murs qui composent cet élément architectural.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 44 – Façade, composées d'ouvertures et de murs

### 5. Couleur

La couleur est un élément esthétique, à l'extérieur et à l'intérieur du bâtiment.



Figure 45 - La couleur à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment

### 6. Qualité de l'éclairage (naturel et artificiel)

Choix entre éclairage naturel et artificiel ; sélection des technologies d'éclairage artificiel pour une qualité optimale.



Figure 46 – Qualité de l'éclairage



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 7. Détails

Les détails spécifiques que l'architecte propose d'utiliser dans le projet ; par exemple : un plafond unique ou un escalier original.



Figure 47 - Détails spécifiques dans un projet

### 8. Ambiance

Atmosphères différentes créées grâce à la décoration, à l'éclairage, aux couleurs, aux matériaux dans l'habitat.



Figure 48 – Exemples d'ambiances

### 9. Style architectural

Style architectural choisis par les acteurs pour leur projet ; par exemple : moderne, postmoderne ou traditionnelle.

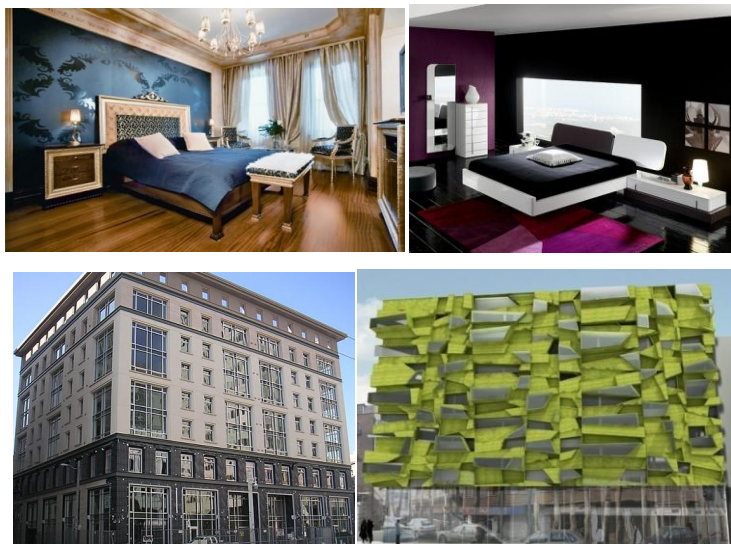


Figure 49 - Exemples de style architectural

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## Modes de construction :

### 1. Sélection des systèmes structuraux

Choisir du système structurel :

- structures en acier,
- structures en béton armé,
- structures spécifiques.

### 2. Sélection de la méthode de construction

Préfabrication ou construction sur chantier, par exemple.

## Installation :

### 1. Méthodes pour fournir des conditions de confort (à l'intérieur et l'extérieur)

Isolation du bâtiment pour le confort thermique, aménagements pour les espaces collectifs ou individuels.

### 2. Sélection des installations électroniques

Connexions téléphoniques ou internet.

### 3. Sélection des installations mécaniques

Choisir les systèmes mécaniques ; par exemple : chauffage, climatisation, ventilation.

### 4. Systèmes de sécurité

Mise en place d'alarmes incendie, anti-intrusions, prévention contre les séismes, taux de monoxyde de carbone.



Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

4.2.3 La matrice décision / impact

sujet		Ecologique												Economique							Sociale										Culturelle							
		les ressources				l'écosystème								le coût global				la valeur			la santé des résident			le confort				la valeur sociale			leur esthétique	naissance et l'h						
		la maîtrise de l'énergie	Economiser l'énergie	Economiser l'eau	l'usage du gaz	la maîtrise de l'énergie	le climat	la faune	la flore	la qualité de l'air intérieur	la faune et la flore	la qualité de l'air extérieur	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air	la qualité de l'air						
Aperçu du projet	(Déterminer l'emplacement	13	8	7	13	13	8	14	13	16	16	11	14	14	11	11	14	11	15	15	17	16	14	6	11	8	5	16	13	17	14	16	14	14	16	14	16	7
	Nombre de bâtiments	8	3	8	11	13	7	11	13	14	15	16	13	14	12	14	13	14	11	10	17	13	16	5	6	11	12	16	14	17	10	15	15	10	15	14	3	
	bâtiments par rapport	5	4	11	11	13	8	13	11	9	8	16	13	13	12	11	12	14	15	15	17	13	13	13	8	11	12	16	14	13	12	17	16	12	17	16	13	6
	Densité	13	12	10	11	13	7	12	16	13	16	17	16	14	11	12	14	13	15	10	16	9	11	6	6	3	10	11	12	15	11	10	14	11	10	14	14	8
forme	l'immeuble	2	2	1	4	10	7	8	13	11	10	16	18	13	16	15	6	16	17	9	14	11	13	5	10	9	11	15	15	14	14	15	13	14	15	13	14	8
	Volume	1	7	7	11	20	4	9	14	5	5	6	17	13	14	10	4	14	12	13	11	14	7	4	4	4	5	17	16	10	13	13	12	13	13	12	15	6
	Orientation	2	3	3	3	14	11	12	6	6	6	9	4	13	3	3	10	6	8	16	11	3	5	2	1	2	3	16	10	9	7	8	8	7	8	8	11	3
	largeur / hauteur	1	6	7	6	13	3	9	12	8	6	4	14	11	10	13	6	15	12	13	7	8	6	2	1	2	3	14	12	5	8	10	7	8	10	7	13	3
	Forme du toit	4	2	3	4	13	1	2	10	5	4	9	14	15	13	7	2	5	15	13	6	8	6	2	2	2	5	11	13	6	11	15	12	11	15	12	15	3
	Changements d'élévation	1	1	3	5	13	1	3	4	7	2	3	7	5	4	3		2	2	5	8	5	3	2	2	2	3	13	11	4	13	16	10	13	16	10	13	2
	Espaces pleins et vides	2	2	3	7	20	3	11	13	8	4	12	16	11	10	7	3	7	8	14	13	14	9	7	4	4	6	17	15	13	7	10	11	7	10	11	16	2
	Relation des étages	1	3	3	5	16	6	10	12	4	3	12	16	10	13	8	3	14	11	14	13	17	10	4	2	4	6	16	15	14	8	11	12	8	11	12	9	2
	piétons	6	8	11	11	11	6	14	15	9	13	15	8	14	7	7	9	5	11	2	17	14	19	10	14	11	13	7	13	13	9	14	8	9	14	8	12	3
	fonction	emplacement de l'entrée	3	4	3	7	12	5	9	4	4	3	9	6	7	7	4	8	6	11	6	15	14	13	10	8	8	13	8	11	16	9	13	11	9	13	11	13
bâtiments		1	2	2	6	9	13	13	8		7	13	10	14	9	4	3	7	15	13	17	12	16	9	9	11	15	6	14	16	4	8	11	4	8	11	5	2
pour chaque appartement		1	1	2	6	8	13	12	9	1	2	17	13	15	12	4	1	7	12	14	13	18	12	11	11	7	10	7	14	14	4	10	11	4	10	11	7	3
dans l'immeuble		3	4	3	9	12	13	9	3	6	17	10	14	11	5	2	7	14	5	17	12	17	7	6	14	14	6	13	13	5	6	7	5	6	7	4	3	
espaces composant		1	1	2	4	5	10	10	8		1	13	13	11	10	5	1	7	12	16	16	13	7	10	14	6	7	10	14	11	5	10	9	5	10	9	7	6
Parking		3	8	15	9	16	17	15	8	3	7	11	17	12	7	7	6	4	9	4	17	13	10	3	7	8	9	4	11	17	4	2	4	4	2	4	5	3
verticale et horizontale		1	1	3	11	7	12	8	1		15	15	13	14	7	3	11	12	4	17	18	17	8	11	7	14	5	13	16	2	6	5	2	6	5	7	2	
Les espaces communs		2	3	4	9	9	12	7	2	2	15	13	17	11	5	2	4	7	5	13	16	17	10	12	12	16	7	14	14	5	10	10	5	10	10	9	4	
La lumière naturelle		1	3	5	3	11	5	5	5	2	4	12	9	12	8	4	1	3	4	17	15	13	3	1	2	3	2	14	12	5	5	8	5	5	8	5	11	1
esthétique		éléments architecturaux	3	1	3	5	10	5	4	9	1		16	13	15	15	7	1	6	10	9	16	12	5	2	2	3	3	10	14	5	9	11	9	9	11	9	15
	Matériel	10	12	10	12	16	8	12	13	5	12	8	13	17	13	15	5	14	13	16	14	11	2	1	2	4	4	13	16	4	15	15	13	15	13	17	7	
	transparents			3	7	13		7	7	3	3	14	14	15	9	7	1	9	6	14	14	12	6	4	2	1	5	16	12	8	10	9	7	10	9	7	11	2
	Façades (tissu)	1	1	2	3	17	2	8	6	6	3	7	16	17	14	8	1	12	8	13	13	10	6	1	1	5	6	12	15	7	16	15	12	16	15	12	17	3
	Couleur	1		1	7	17	2	2	3	5	3	9	5	7	3	1			1	8	11	7	3	2	3	3	5	16	12	4	13	13	11	13	13	11	15	1
	(naturelle et artificielle)			1	6	11	2	2	5	3	5	13	10	16	10	2	1	2	9	5	15	14	3	4	5	2	4	16	11	8	6	6	4	6	6	4	15	1
	Détails	6	4	4	8	17	7	12	12	5	5	7	17	17	13	10	4	9	10	14	10	2	2	4	2	6	12	13	4	8	9	7	8	9	7	15	5	
mode de construction	ambiance				1	6		1	2	2		16	6	4	2	1		1	1	3	17	8	11	4	6	4	10	7	11	4	7	13	3	7	13	9	14	2
	structuraux	4	8	3	5	4	1	5	14	4	7	1	13	12	14	16	8	15	13	5	4	8	2	2	1	2	2	6	3	6	5	3	4	5	3	4	6	4
Installation	de	6	11	6	5	4	1	6	15	2	6	5	13	10	12	10	4	13	8	7	7	7	2	1	2	3	3	8	10	3	4	4	3	4	4	5	3	
	Méthodes de fourniture des	7	5	15	10	9	11	12	14	2	12	17	17	13	13	3	3	1	10	13	15	13	2		4	1	6	3	9	8	2	2	2	2	2	2	6	15
	Sélection des installations	1	1	11	5	6	3	11	7	1	5	11	13	20	16	3	3	5	16	10	15	12	1	1	3		2	6	8	8		1	1		1	1	4	5
	Sélection des installations	10	6	17	10	14	13	13	9	1	9	14	13	13	14	3	3	5	12	17	13	12	1		2	1	2	1	10	10	2	2	1	2	2	1	5	15
Les systèmes de	4	4	4	4	8	5	10	7	2	4	9	20	13	13	4	5	10	16	3	13	12	3	3	4	2	4	2	8	9	2	3	1	2	3	1	3	6	

Figure 50 - matrice de pondération des impacts par rapport aux sujets de décisions (notre recherche, validée auprès de 20 experts)

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Nous avons construit une matrice croisant les sujets de décision et les impacts potentiels. Vingt experts ont ensuite validé son contenu et ont indiqué si il existait une relation entre un sujet de décision et un impact donné (1 si oui, 0 si il n'existe pas de relation). La matrice résultante est présentée sur la figure 50 : plus la case issue du croisement entre sujet de décision et impact est bleue, plus un nombre important d'experts a identifiée une relation entre les deux ; plus elle est rouge, moins il y a d'experts ayant vu une relation entre les deux. Les cases blanches correspondent à l'absence de relation totale entre impact et sujet de décision. Ainsi, les couleurs traduisent une vision multi-acteurs des décideurs. Le parti pris n'est pas d'évaluer le poids, la force de l'impact car nous nous situons très amont des projets. La couleur traduit davantage l'importance de la relation décision / impacts dans une perception collective.

### 4.3. Le modèle proposé

Afin d'appliquer la méthode CODD, nous avons besoin d'un modèle facile et clair pour être compris par l'architecte ou l'équipe de conception.

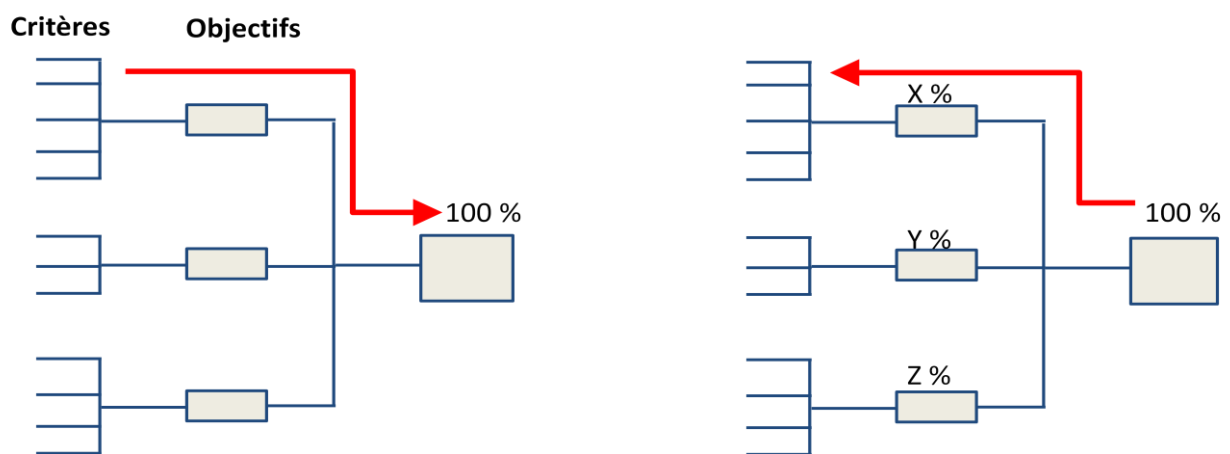


Figure 51 - Proposition de pondération des critères différenciant la CODD (à droite) et une démarche classique (à gauche)

On rappelle qu'habituellement, après l'étude d'un projet de rénovation et avant le début de la conception préliminaire, il est nécessaire que tous les acteurs du projet (l'architecte, les habitants, les investisseurs etc..) prennent des décisions pertinentes pour que l'équipe de conception prépare les premières esquisses.

Par opposition, ce modèle permet d'explicitier la démarche aux concepteurs : il ne s'agit pas de fixer des critères d'évaluation a posteriori des décisions prises en cumulant in fine les impacts



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

prévisibles. Ici la CODD suggère de se donner un objectif global de durabilité qui sera distribué sur les critères et les décisions, proposant ainsi un cadre d'acceptabilité pour l'espace des solutions.

### 4.4. SustainPro : un outil d'aide à la décision afin d'évaluer le potentiel de durabilité en phase de préconception architecturale

Pour expliciter la démarche CODD proposée, nous allons détailler les phases successives de réalisation de la démarche. Nous exposerons, en parallèle, la solution logicielle support du modèle.

#### Etape1 : Attribuer un pourcentage attendu de chaque aspect du développement durable

À cette étape, basée sur la « Conception à Objectif de Durabilité Désigné » (CODD), nous pouvons choisir les pourcentages à atteindre dans chacun des aspects du développement durable de notre projet.

En temps normal, « l'architecture durable » peut être considérée comme ayant pour cible une combinaison égale des quatre aspects suivant : environnement, social, économique et culturel.

Mais parce que ces aspects, dans des contextes différents, ne sont pas à considérer avec le même poids, l'utilisateur va pouvoir fixer un pourcentage pour chacun des aspects (environnement, économie, culture et social) afin que les décisions finales soient cohérentes avec les objectifs déterminés. (Figure 52)

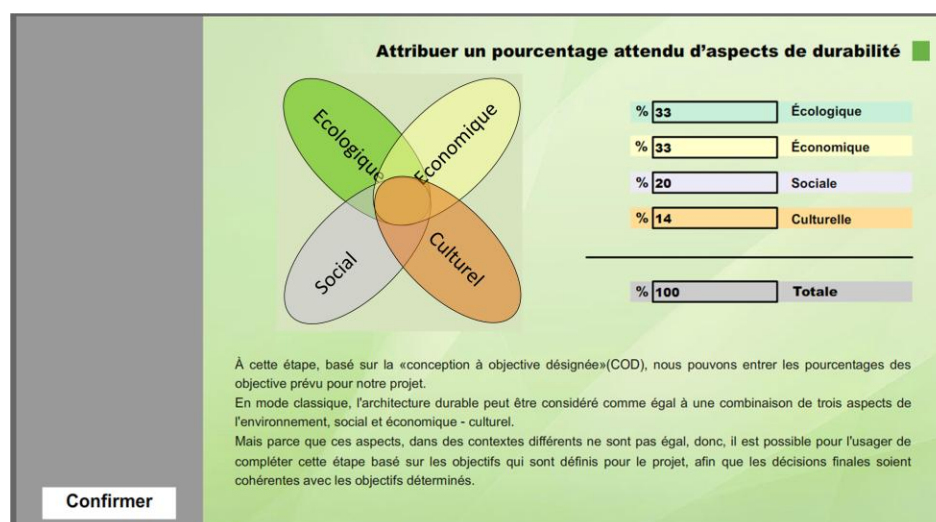


Figure 52 - Choix des pourcentages pour chaque aspect du développement durable du projet

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## Etape2 : Les décisions et les impacts

En raison du grand nombre de sujets de décision associés à un projet de rénovation (environ 37 sujets de décision) et d'impacts (environ 41 impacts sur l'environnement, le social, l'économie et le culturel), il est difficile pour l'esprit humain de maîtriser les relations entre le sujet de décision et ses impacts (environ 1600 relations entre les décisions et les impacts). Le défi est alors de disposer d'une approche permettant aux décideurs d'analyser l'impact d'une de leur décision donnée, ou, d'étudier toutes les décisions relatives à un impact donné. Cette souplesse est importante en réalité car les décideurs ont des modes de raisonnement différents les uns des autres, voir multiples, auxquels la démarche doit s'adapter.

Une interface a, par conséquent, été développée qui permet de mieux comprendre les enjeux du sujet. Pour chaque décision, une interface donne la liste des impacts potentiels.

L'outil SUSTAINPRO permet également d'avoir des informations sur la complexité de la décision (une décision qui dépend de plusieurs facteurs) et sur son importance (Figure 53).



Figure 53 - Complexité et importance de la décision

**Complexité :** elle donne une information quantitative du nombre d'impacts d'une décision. Concrètement, il s'agit du nombre de cases (interrelations) non jugées vides par les experts sur une ligne (donc une décision) de la matrice décision x impact. Plus il y a d'impacts concernés par une décision, plus cette décision est jugée complexe.

**Importance :** Il s'agit de l'évaluation quantitative du poids d'une décision sur l'ensemble du système étudié. Il s'agit concrètement de la somme par ligne des notes affectées par les experts dans la matrice décision x impacts. Plus la somme est élevée, plus la décision est dite



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

importante. La note maximum de chaque cellule de matrice est 20 et on a 41 impacts, ainsi, la note maximum de chaque ligne sera 840.

**Rôle :** on considère ici l'importance d'une décision mais en la limitant à un des quatre aspects considérés. La somme des notes des impacts écologiques donne le « rôle » de la décision en matière d'écologie. Ceci est applicable également pour l'économie, le culturel et le social. La somme des rôles correspond à l'importance de la décision.

### Etape3 : Choisir le sujet de décision

À ce stade, le concepteur va travailler décision par décision, c'est-à-dire pour un concepteur, sur chaque item de conception. Il choisira l'ordre qu'il souhaite pour étudier les lignes de la matrice décision x impact. (Figure 54).

En sélectionnant un sujet de décision, il a possibilité d'accéder aux sous-sujets correspondants aux lignes de la matrice (figure 55).

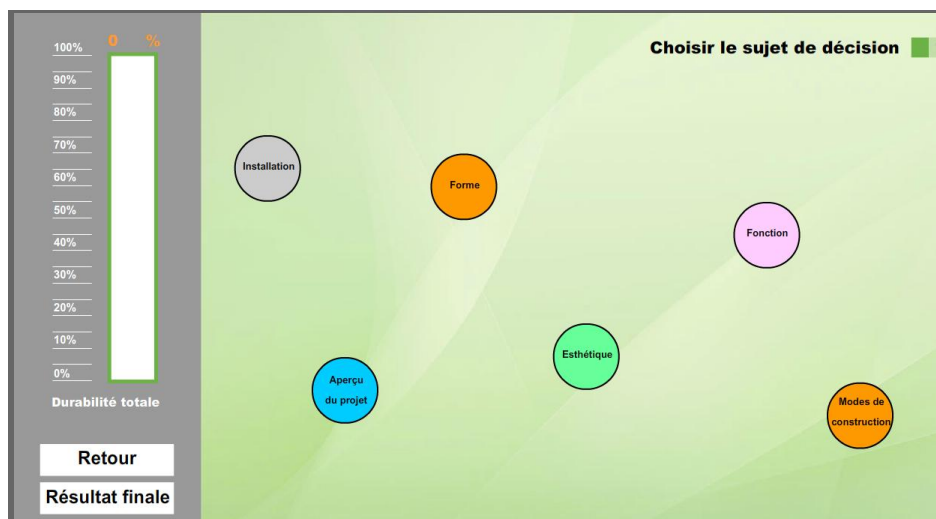


Figure 54 - Les sujets génériques de décision

Cette organisation non ordonnée des sujets de décision permet à chaque acteur de choisir le sujet qu'il désire dans l'ordre qu'il souhaite (Figure 56).

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

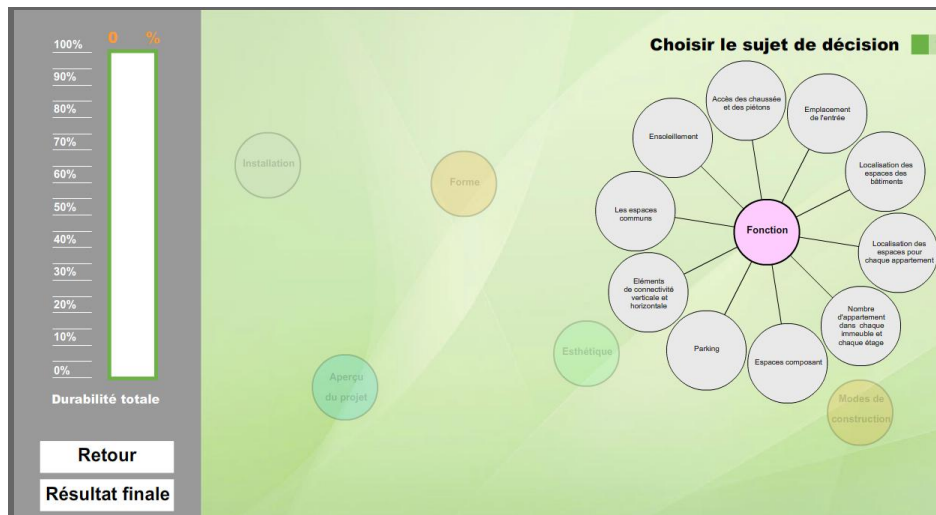


Figure 55 - Exemple de sous-sujets de décision pour le sujet « fonction »

## Etape4 : Évaluation des choix

Dans cette étape, l'utilisateur peut choisir trois scénarios (on peut parler de choix techniques/ choix de conception). On offre la possibilité de comparer trois alternatives maximum.

On peut évaluer ces scénarios grâce à l'analyse de leurs impacts, puis SUSTAINPRO calcule le niveau de durabilité. Le concepteur évalue l'effet d'une solution sur la combinaison décision x impact : ceci se traduit au niveau du logiciel, par le déplacement d'un curseur entre les pôles :

- « moins » et « plus » ou « Augmenté » et « diminué » : lorsqu'il s'agit d'optimiser une valeur,
- « positif » et « négatif » : lorsqu'il s'agit d'éviter des risques,
- « détruire » et « préserver » : lorsqu'il s'agit de préserver une caractéristique.

Cette évaluation doit être soutenue par des arguments techniques, des pré-études ou une expérience passée.

Les impacts sont affichés par ordre d'importance de haut en bas (Figure 56).

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

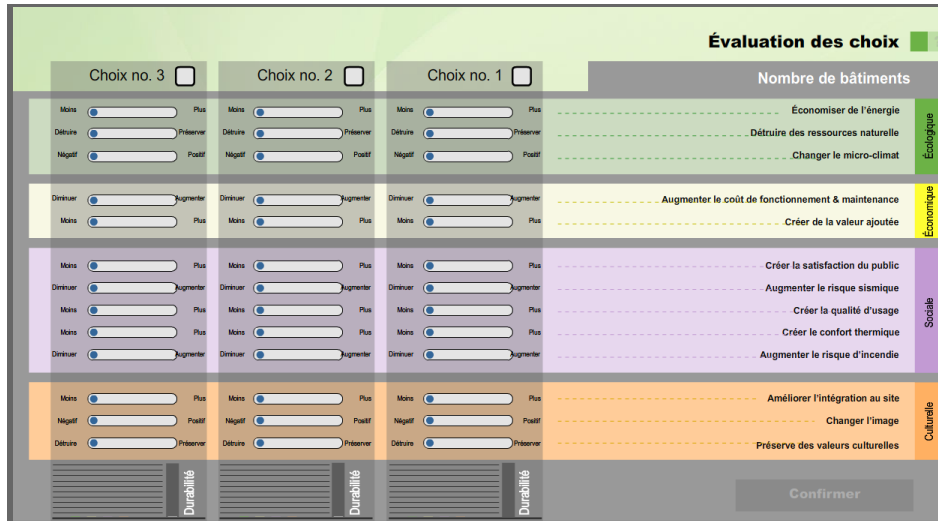


Figure 56 - Evaluation des scenarios

La durabilité est en fait calculée en continu et de manière cumulative. Ainsi le concepteur peut, en cours d'étude, avoir une information sur le total cumulé à un moment donné de la durabilité des décisions qui ont déjà été prises (Figure 57). Ce cumul prend l'aspect d'une échelle à gauche du schéma.

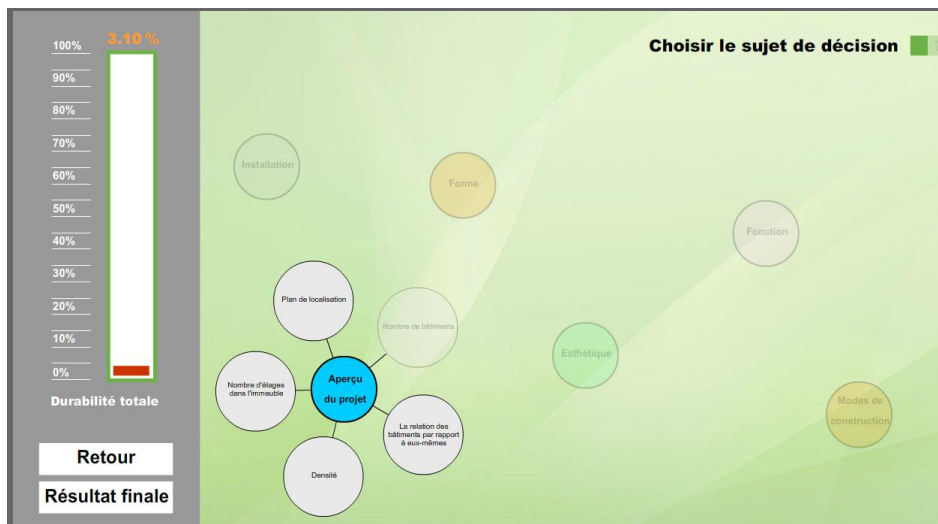


Figure 57 - La décision, déjà confirmée, apparait plus transparente que les autres

## Etape5 : Résultat Final

Une liste des choix retenus s'affiche avec le niveau de durabilité concerné. Si le résultat n'est pas satisfaisant, pour atteindre le niveau désiré, on peut modifier n'importe quel sujet de décision afin d'améliorer le résultat final (Figure 58).

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 58 - La liste de décision avec les scénarios sélectionnés et le niveau de durabilité final

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 4.5. La méthode explicitée selon les données d'entrée, de sortie et les calculs

Pour les calculs, il est nécessaire de commencer par définir les termes utilisés. Ensuite, nous décrivons comment on peut calculer chaque terme.

Il y a 3 acteurs à prendre en compte dans notre modèle :

1. Les experts locaux de l'ORUT
2. Les experts en architecture
3. Le concepteur

La Figure 59 présente les données de sorties pour l'utilisateur qui reçoit les données issues des 3 acteurs, traitées par l'outil logiciel.

Le logiciel traite en premier le flux de données  $W_i$  ; il provient des experts locaux de l'ORUT qui déterminent l'importance des impacts à travers la méthode AHP. Ils respectent le contexte local pour avoir une pondération locale.

Les experts locaux de l'ORUT déterminent aussi  $R_n$  (l'intensité de la relation entre des décisions architecturales et des impacts durables) par validation de la matrice.

D'autre part, les Experts en architecture définissent l'importance des décisions :  $W_d$ . Ils prennent en compte la nature des décisions et les rôles dans le projet.

Ensuite, l'outil fait le traitement de données (qui sont déjà entrés dans le système) et est opérationnel pour le concepteur ou l'équipe de conception.

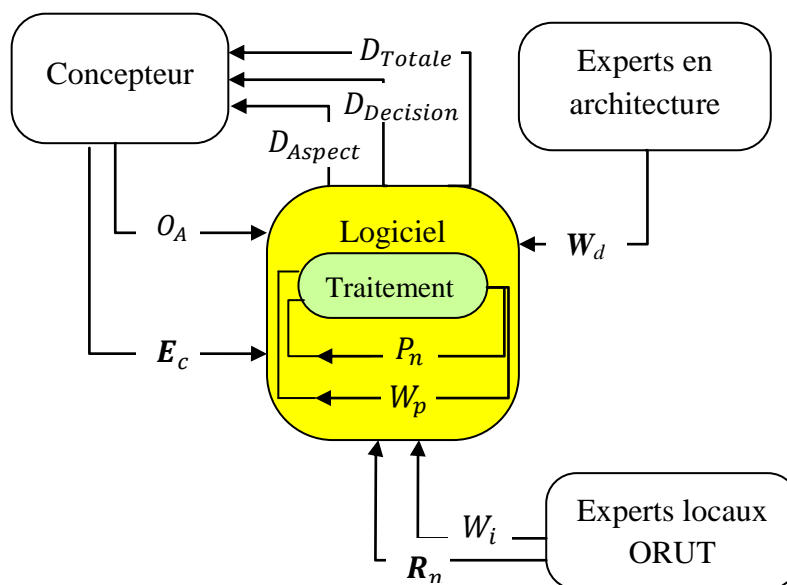


Figure 59 – Les flux de données

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Cette étape est commune à tous les projets situés dans la même zone géographique et culturelle (pour notre expérimentation, par exemple, la ville de Téhéran).

Dans un second temps, le(s) concepteur(s) peut/peuvent évaluer son/leur projet. Au début, il fixe 4 objectifs  $O_A$ . L'accord final pour la proportion de ces objectifs se produit par le consensus entre les acteurs du projet.

Dans une dernière étape de calcul, les scénarios possibles de chaque décision sont évalués par l'utilisateur. C'est-à-dire, qu'il rentre la donnée  $E_c$  dans le système. Dès que le système reçoit cette donnée, l'utilisateur peut voir les données de sortie ( $D_{Aspect}$ ,  $D_{Decision}$ ,  $D_{Totale}$ ).

Trois données de sortie contiennent l'indice de durabilité de chaque alternative, selon l'un des 4 aspects. Cette grandeur se nomme  $D_{Aspect}$ , la durabilité totale de chacune de ses décisions  $D_{Decision}$  et enfin, la durabilité totale du projet :  $D_{Totale}$ .

Ainsi, le système de calcul fonctionne avec 5 groupes de données (3 groupes issus des experts et 2 groupes issus de l'utilisateur). L'utilisateur peut, ainsi, mieux prendre ses décisions en recevant les données de sortie.

En résumé, les experts de l'ORUT et les experts locaux sont seulement des fournisseurs d'informations sous forme de données, alors que l'utilisateur fournit des informations et en reçoit également. Bien sûr, ceci est logique, puisque notre objectif est l'aide au(x) concepteur(s) pour améliorer leur prise de décision en phase amont.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

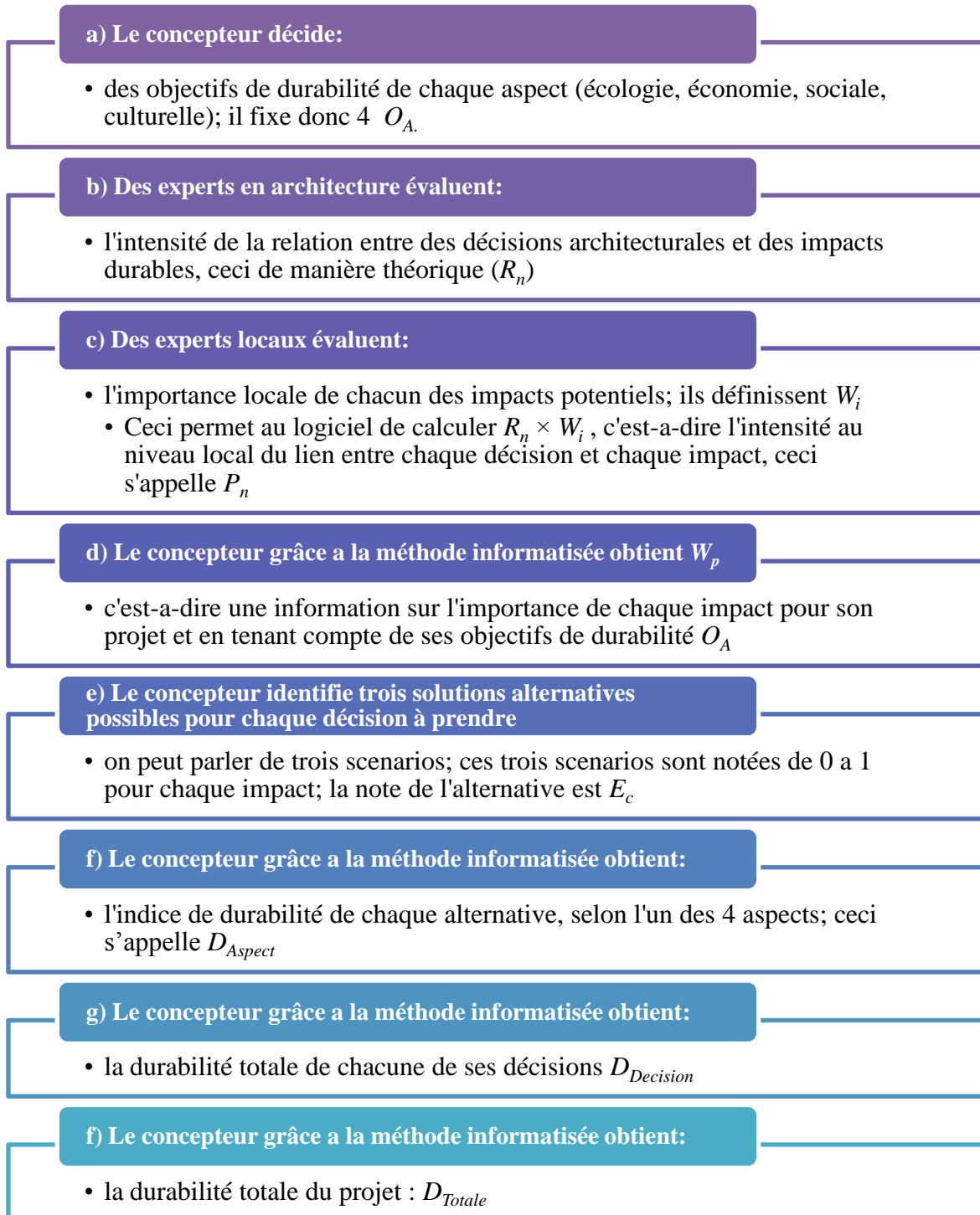


Figure 60 – Schéma de la démarche

### 4.5.1. Objectif désigné pour chaque aspect: $O_A$

C'est l'étape de fixation des objectifs initiaux. Les décideurs décident collectivement des objectifs de durabilité en distribuant une base 100 entre les 4 aspects. Cette valeur est entrée par l'utilisateur lors de la première étape du programme. Pour chaque aspect de durabilité, l'utilisateur doit aussi définir le pourcentage qu'il souhaite atteindre à la fin du projet.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

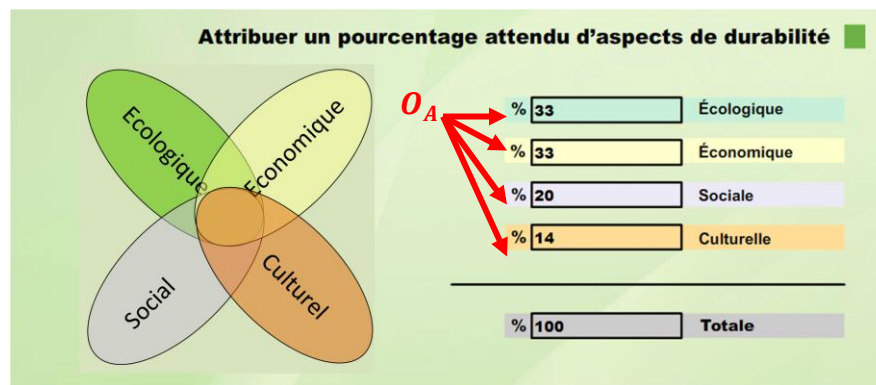


Figure 61 - L'utilisateur attribue des pourcentages comme les objectifs désignés ( $O_A$ )

### 4.5.2. Le poids net d'un impact : $W_i$

Le poids net d'un impact définit le pourcentage que ce dernier représente dans sa catégorie et dans son aspect associé. Par exemple : le poids de l'impact « les matières premières » par rapport à l'aspect associé « écologie » et pour la catégorie (ressources » (voir tableau 7). Ainsi, il est considéré une base 100 pour le poids total des impacts pour chaque catégorie (écologie, économie, social, et, culturel).

La méthode choisie pour calculer les  $W_i$  est la méthode AHP (Analytic Hierarchy Process) qui consiste à comparer deux à deux l'importance des différents impacts entre eux, et, ceci au sein d'une même catégorie. AHP permet en effet de décrire une structure complexe en niveaux hiérarchiques, de déterminer des priorités et de vérifier la cohérence dans des jugements (Saaty 1985). On ne compare ici que les impacts écologiques entre eux par exemple, et non pas les impacts écologiques et économiques. Pour augmenter la précision, la pondération a été vérifiée et confirmée par 8 experts de l'ORUT en utilisant la méthode Delphi et en faisant deux rétroactions (feedback). Les coefficients obtenus grâce à AHP sont exposés dans le tableau 10. En fait, AHP est utilisé deux fois :

- pour classer les impacts d'une même catégorie,
- pour classer entre elles les catégories.

Il faut préciser que  $W_i$  est une valeur contextuelle, c'est-à-dire qu'elle est le résultat de l'appréciation par les experts du contexte de tous projets qui serait étudié dans la zone géographique considérée (ici Téhéran) et sur une période donnée (ici les années 2010).



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Aspects	Catégories	Impact	$W_i$ %
Écologique	les ressources 50 %	Détruire les ressources naturelles	12.5
		Economiser l'énergie	17.5
		Economiser l'eau	12.5
		Polluer le sol	7.5
	l'écosystème 50 %	Produire et diffuser les gaz toxiques	10.0
		Polluer des eaux de surface et littorales	10.0
		Changer le climat	12.5
		Détruire l'écosystème	10.0
		Produire et diffuser les déchets	7.5
Économique	le coût global 75 %	Augmenter le coût de construction	15.0
		Augmenter le coût de fonctionnement	41.3
		Augmenter le coût de modernisation	15.0
		Augmenter le coût de démolition	3.8
	la valeur 25 %	Créer de la valeur ajoutée	25.0
Sociale	la santé des résidents 33 %	Polluer l'air intérieur	6.7
		Produire et diffuser les champs électromagnétiques	5.0
		Augmenter les risques du séisme	10.0
		Augmenter les risques des inondations	5.0
		Augmenter les risques d'incendie/explosion	6.7
	le confort 33 %	Créer le confort visuel	3.3
		Créer le confort thermique	8.3
		Pollution sonore	5.0
		Pollution olfactive	3.3
		Créer des nuisances	3.3
	la valeur sociale 33 %	Créer satisfaction du public	10.0
		Créer la qualité d'usage	7.3
		Changer la mode de vie	4.3
		Créer l'équité des groupes d'âge	4.3
		Créer l'équité la classe sociale	4.3
Culturelle	la valeur esthétique 50 %	Créer l'équité de genre	4.3
		Créer les relations sociales	4.3
		Créer la participation sociale	4.3
		Détruire le paysage	5.0
		Polluer le milieu bâti	7.5
	la connaissance et l'histoire 50 %	Conserven les éléments esthétiques	12.5
		L'intégration au site	12.5
		Changer l'image des habitants	12.5
		Détruire l'œuvre culturelle	10.0
	Conserven les valeurs historiques	10.0	
	Conserven la mémoire	15.0	
	Conserven les valeurs culturelles	15.0	

Tableau 10 - Le poids net des impacts ( $W_i$ )

### 4.5.3 L'importance d'une décision : $W_d$

On rappelle que l'importance d'une décision est l'évaluation quantitative du poids d'une décision sur l'ensemble du système étudié. Il s'agit concrètement de la somme par ligne des notes affectées par les experts dans la matrice décision x impacts. L'importance est notée  $W_d$ .

### 4.5.4. La grandeur de la corrélation entre chaque décision et les impacts : $R$

D'après la matrice décision/impacts (cf. 4.2.3), 20 experts ont évalué la corrélation entre chaque décision et ses impacts éventuels et ont attribué une note entre 0 et 1. Cette valeur peut

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

être dite « générique » en ce sens qu'elle est valable quelque soit le lieu, le temps et le projet. Ainsi dans le cas le plus favorable R sera égale à 20 (tous les 20 experts ont attribué la note de 1) et 0 dans le cas le plus défavorable où aucun expert ne juge qu'il y ait corrélation.

Pour avoir la valeur de  $R_n$  en pourcentage, on la divise par le nombre de personnes ayant confirmé la matrice. Ainsi, nous aurons :

$$R_n = \frac{R}{20} \times 100$$

La matrice suivante est obtenue en multipliant le poids net ( $W_i$ ) de chaque impact par  $R_n$  qui est un nombre compris entre 0 et 1 et qui définit la corrélation entre chaque décision avec son impact :

$$P = R_n \times W_i$$





## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Par rapport au « plan de localisation », par exemple, un impact comme « économiser l'énergie » a pu obtenir la note  $P$  de 15,8 sur un poids total  $W_i$  de 17,5 ce qui atteste d'une grande corrélation entre la décision et le but recherché d'après les experts, alors que cette même décision est très peu corrélée avec « l'émission des gaz toxique » (la note de 2 sur 10).

Aperçu du projet		Impact												
		Détruire les ressources naturelles	Economiser l'énergie	Economiser l'eau	Polluer le sol	Produire et diffuser les gaz toxiques	Polluer des eaux de surface et littoraux	Changer le climat	Détruire l'écosystème	Produire et diffuser les déchets	Augmenter le coût de construction	$W_i$	$P$	
Plan de localisation (l'implantation des bâtiments sur le site)		11,9	15,8	4,38	3	2	6,5	8,75	8	1,5	10,5	28	12,5	17,5
Nombre de bâtiments		11,3	13,1	5,63	3,38	2,5	1	10	7,5	3,38	14,3	28	12,5	7,5
La relation des bâtiments par rapport à eux-même (Leur situation par rapport aux autres)		6,88	12,3	3,75	1,5	2,5	2,5	9,38	4	1,5	9,75	26	10	10
Densité		10	11,4	5	4,5	3,5	6,5	10	8	4,88	12	28	10	10
Nombre d'étages dans l'immeuble		8,13	12,3	5	1,5	3,5	2	9,38	5	4,5	13,5	27	10	41

Figure 63 - Après avoir multiplié le  $R_n$  par  $W_i$ , on peut comparer les poids ajustés ( $P$ )

En effet, ce tableau nous permet d'avoir une évaluation plus significative de l'intensité  $P_n$  de la relation entre la décision et l'impact, il évalue le degré d'interaction entre chaque décision et chaque impact. Cette intensité est caractéristique du contexte et est donc valable pour tout type de projet dans le même contexte (lieu et temps).

Nous pouvons ainsi faire les 3 remarques suivantes d'après ce tableau :

1. disparité des intensités des relations (variabilité des poids) : L'intensité des interrelations varie selon les décisions ; de plus, grâce à cette approche les poids ne sont pas fixes d'une étude à l'autre ; le processus de construction des poids intègre les spécificités du projet vues par les décideurs,
2. la dépendance en  $R_n$  : dans certains cas, on peut constater un poids élevé défini par les experts  $W_i$  (à l'inverse faible) et une relation faible (inversement élevée) pour la relation  $R_n$  ; il y a donc un phénomène de compensation,
3. la précision plus élevée : un équilibre logique entre le  $W_i$  et la corrélation entre l'impact et la décision, s'établit ; illustrons cela par un exemple : soit un impact  $i_1$  dont le  $W_i$  vaut 10 avec 4 expert parmi 20 qui a donc une corrélation ( $R_{n1} = \frac{4}{20}$ ) ; soit un second impact  $i_2$  dont le  $W_i$  vaut 5 avec 15 experts sur 20 qui a donc une corrélation ( $R_{n2} = \frac{15}{20}$ ) ; nous allons alors avoir dans cet exemple :

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

$$P = R_n \times W_i$$
$$P_1 = \frac{4}{20} \times 10 = 2$$
$$P_2 = \frac{15}{20} \times 5 = 3.75$$

On constate bien que  $P_2 > P_1$ , alors que nous avons  $W_1 > W_2$ .

Bien que cet exemple soit exagéré et qu'en réalité une telle disparité entre l'avis des experts ne se produise presque jamais, il montre comment la corrélation entre l'impact et la décision peut influencer le poids final.

### 4.5.5. Poids normalisé (de même catégorie) : $P_n$

Pour utiliser une échelle unique dans les calculs, nous devons avoir un P compris entre 0 et 1. Pour ce faire, nous devons diviser les données par la plus grande valeur correspondante. C'est ce qui est appelé la normalisation des données. Ce processus nous permet de minimiser l'impact de l'échelle absolue et ainsi avoir un seul domaine pour quasiment toutes les entrées :

La matrice (Figure 64) s'obtient après les calculs. Comme il est pratiquement impossible de demander l'avis de l'utilisateur pour l'ensemble des 41 impacts ; après la normalisation des poids, le tiers des impacts ayant les poids les plus forts ont été retenus, cela signifie que l'on questionne le concepteur sur un tiers seulement des impacts classés majeurs par les experts. Et ceci dans chaque aspect pour que l'évaluation des choix soit simple et pratique.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

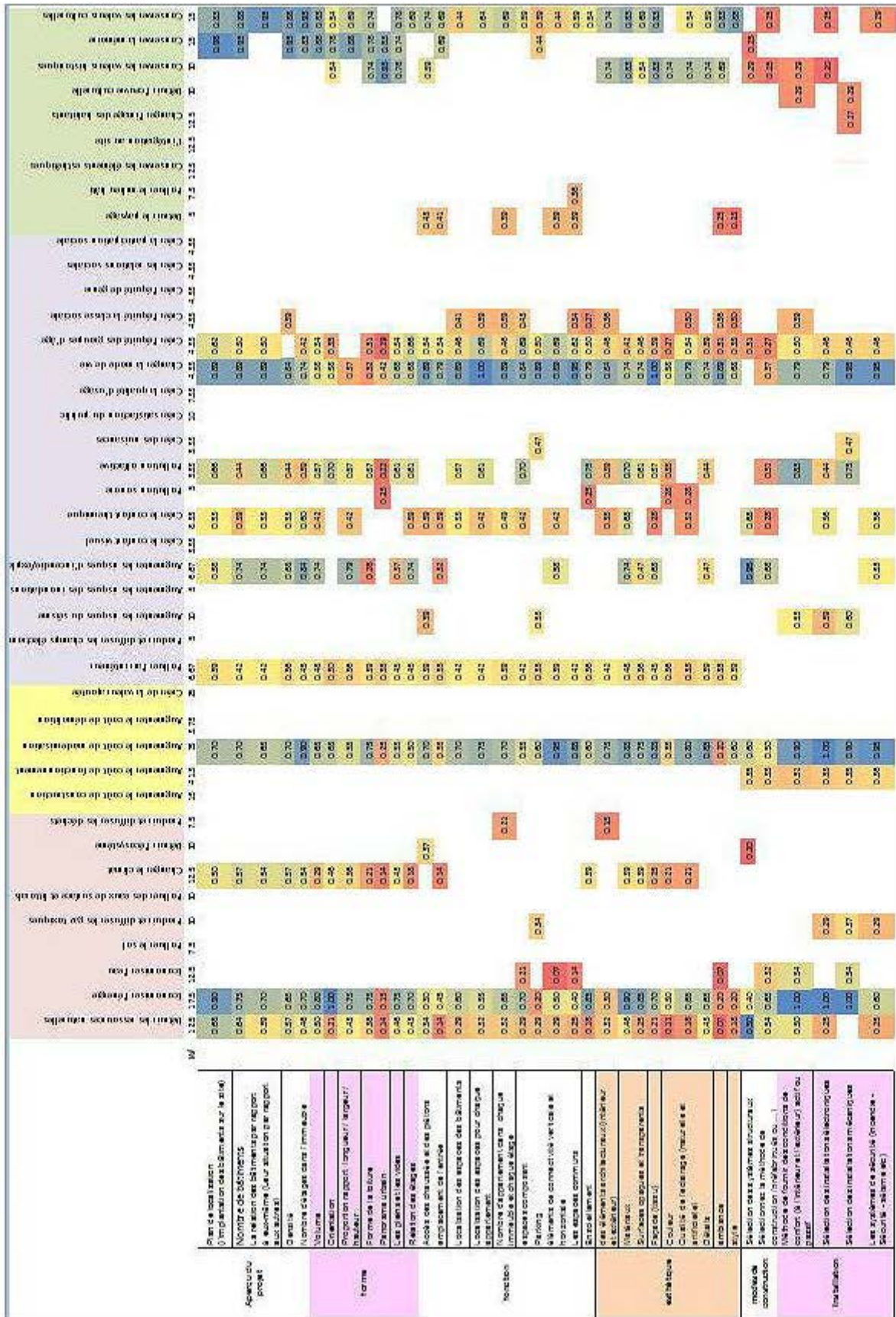


Figure 64 – Les Poids normalisés :  $P_n$  et la sélection des impacts ayant le plus fort  $P_n$

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 4.5.6. Le poids total de l'impact dans le projet : $W_p$

Comme nous l'avons remarqué précédemment (cf. 4.5.1), le poids final des impacts dans un projet quelconque dépend des poids des objectifs que le(s) utilisateur(s) définissent (logique CODD). Ainsi le poids final dans un projet particulier est donné par la relation ci-dessous :

$$W_p = (P_n \times O_A)$$

$W_p$  est le poids total de chaque impact dans le projet, il dépend des données de l'utilisateur et prend différentes valeurs dans chaque projet. En réalité il s'agit ici de la dernière étape du calcul. L'utilisateur va utiliser pour prendre une décision technique, les objectifs généraux de durabilité fixé initialement selon la logique CODD. L'objectif  $O_A$  est donc introduit dans le calcul pour obtenir le poids spécifique  $W_p$  de chaque impact pour le projet étudié.

### 4.5.7. La durabilité d'une alternative technique selon un aspect : $D_{Aspect}$

Les données précédentes nous permettent de calculer la durabilité  $D_{Aspect}$  de chaque décision et chaque alternative technique correspondante (on rappelle qu'il y a trois alternatives maximum par décision). Elle nous permet également de comparer différents scénarios suivant leurs aspects de durabilité de manière indépendante.

$D_{Aspect}$  est calculé grâce à la relation ci-dessous et est exprimé en pourcentage :

$E_c$  : est un nombre entre 0 et 1 qui est entré par l'utilisateur en évaluant ses choix. C'est une appréciation de l'intérêt d'un choix technique vis-à-vis d'un impact. Il s'agit là de la phase indispensable où l'expert exprime sa technicité. Il estime par une valeur comprise entre 0 et 1 (une échelle sur le logiciel), la valeur d'une option technique ; par exemple : le choix d'une orientation au Sud pour l'impact « économiser de l'énergie ». Très souvent, face à une décision unique, le décideur a plusieurs options possibles, il va en fait les comparer et donc affecter une valeur à  $E_c$  plus ou moins grande.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Scenario ou choix retenu

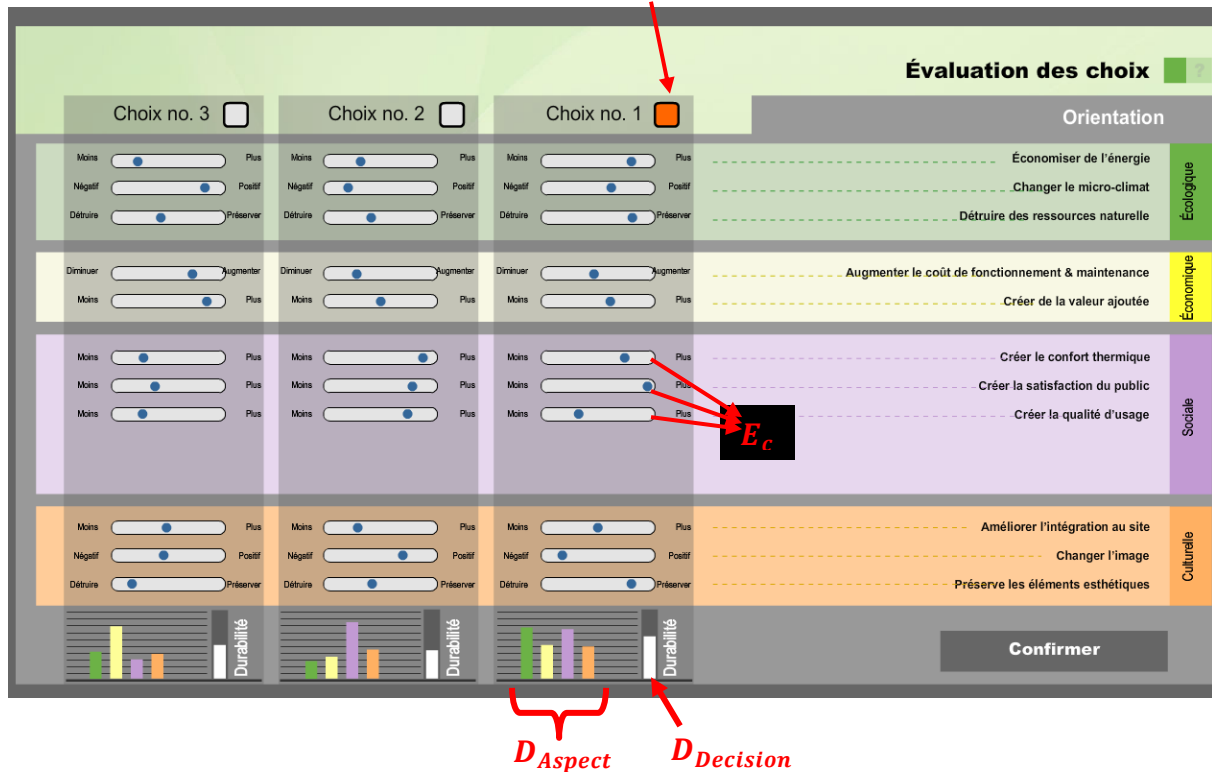


Figure 65 - Pour chaque scénario, on peut avoir la grandeur de durabilité selon les aspects ( $D_{Aspect}$ ) et durabilité du scénario ( $D_{Decision}$ )

## 4.5.8. La durabilité d'une décision selon un scénario/choix retenue : $D_{Decision}$

$D_{Decision}$  exprime la durabilité d'une décision selon un scénario. Elle est obtenue en additionnant les produits de  $D_{Aspect}$  et  $O_A$  d'un même aspect :

$$D_{Decision} = \sum (D_{Aspect} \times O_A)$$

Dans le cas idéal  $D_{Decision}$  serait égale à 1, ce qui signifie que le scénario choisi a pu obtenir la meilleure note sur tous les impacts.

## 4.5.9. La durabilité totale d'un projet : $D_{Totale}$

La durabilité totale d'un projet sera égale à la somme des produits des  $D_{Decision}$  par les  $W_d$  (le taux d'importance d'une décision) :

$D_{Totale}$  définit la durabilité totale de toutes les décisions prises, en pourcentage. À la fin des calculs,  $D_{Totale}$  montre la valeur de durabilité que les scénarios choisis ont pu obtenir sur 100.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Dans cette étape, l'utilisateur a la possibilité de revenir sur ses décisions et les corriger pour augmenter la valeur de  $D_{Totale}$ , si le résultat n'est pas satisfaisant.



Figure 66 -  $D_{Totale}$  définit la durabilité totale de toutes les décisions prise (en %).

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### Conclusion:

Les avantages principaux de la méthode proposée sont les suivants :

- Les informations demandées à l'utilisateur sont minimisées.
- Un tutoriel permettant la compréhension du système et les décisions à prendre est mis à la disposition de l'utilisateur
- La résolution du problème se fait de manière interactive avec l'utilisateur, ainsi le résultat final est obtenu plus facilement.
- La simplicité du processus de prise de décision pour trouver des solutions logiques et cohérentes avec les objectifs.
- L'utilisateur utilise des expressions qualitatives (plus-moins, augmenter-diminuer, etc..) ce qui lui permet de juger les scénarios de manière simple et explicite
- La méthode combine des expertises techniques et locales.

Malgré ces performances, cette méthode présente quelques points faibles qui sont les suivants :

- La solution obtenue dépend de la précision des données interactives entrées par l'utilisateur lors de la résolution du problème.
- Si le nombre de décisions à prendre est grand (dans l'exemple du modèle proposé 37 décisions ont été prises) alors il est difficile d'atteindre la solution parfaite. Il est néanmoins aisé de se rapprocher de cette solution idéale et d'arriver à une « solution satisfaisante ».
- Il y a une erreur relative de  $\pm 2\%$  dans les calculs et ceci pour 3 raisons :
  - a. les chiffres sont arrondis au centième dans les calculs (par exemple la valeur 3,45862 est arrondie à 3,46) ;
  - b. un environnement graphique a été utilisé pour évaluer les choix ; ainsi, lors de la conversion des marqueurs graphique en chiffre, une petite erreur (de l'ordre de  $\pm 0.01$ ) apparaît ;
  - c. pour éviter les messages d'erreur et l'arrêt du logiciel, au lieu d'utiliser la valeur exacte du zéro par défaut, une valeur arrondie (0,0001) a été utilisée.

# **Chapitre 5:**

# **Expérimentation**

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 5. Expérimentation

Après avoir proposé la démarche de la COD et avoir expliqué la logique de son application en phase de préconception, (cf. Chapitre 4), nous l'avons implémentée dans un outil prototype (cf. 4.3). Cet outil devait en plus correspondre aux exigences des utilisateurs tout en restant simple et explicite. Alors un modèle logiciel de cet outil a été conçu et réalisé à l'aide du logiciel Adobe Flash<sup>®</sup>

Ce logiciel est doté d'un environnement graphique simple et lisible et permet aux utilisateurs de le prendre en main après une brève formation.

L'environnement graphique du logiciel expose tous les changements dans l'étape de prise de décision d'une manière simple et explicite.

Dans cette partie, nous présentons son application sur cinq cas expérimentaux afin de valider à la fois la démarche proposée et son outil associé.

L'objectif de ces expérimentations consiste à confirmer les hypothèses de départ à travers la réponse à certaines questions sur l'utilité et l'utilisabilité de l'outil proposé :

- Est-ce que la démarche et l'outil génère des données qui sont analysées et reprises lors des étapes suivantes ? Donc est-ce que l'on a une véritable fonction d'aide à la décision ?
- Est-ce que cet outil aide à intégrer des données sur la durabilité ? Chaque projet étant unique, il s'agira de demander aux décideurs si la démarche est plus intégrée que leur pratique précédente ?
- Est-ce que cette démarche économise du temps et le coût du processus de conception architecturale ?
- Est-ce que la démarche peut être déployée : les concepteurs souhaitent-ils renouveler l'utilisation et sont-ils autonomes dans son usage ?

Pour répondre à ces questions, cette démarche et son outil ont été présentés à cinq cabinets d'architectes à Téhéran. Ces cabinets travaillent sur les zones urbaines sensibles. Ils ont appliqué cet outil dans un projet réel et ont participé à la validation de notre démarche en répondant à un questionnaire associé.

Enfin, l'analyse des résultats de ces expérimentations nous a permis également de vérifier la capacité de l'intégration du modèle proposé dans la phase amont de la conception.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 5.1. Choix du terrain d'expérimentation

Nous présentons dans ce paragraphe certaines spécificités de la situation de Téhéran avant de justifier notre choix de cette ville en tant que terrain d'expérimentation.

### 5.1.1. Téhéran et ses spécificités

Téhéran, aujourd'hui, a un territoire d'environ 700 km<sup>2</sup> et une population de 7,797 millions d'habitants (SCI, 2006) ; c'est l'une des plus grandes métropoles mondiales. « La ville est divisée en 22 arrondissements (mantaqeh) eux-mêmes divisés en 4 à 6 districts (nâhiyeh): au total 112. Il existe d'autres divisions plus fines pour les besoins de la gestion et de la planification urbaine : les îlots (howzeh) et les blocs (blok), mais qui n'ont pas de valeur administrative»(Kheiroddin 2009).

#### 5.1.1.1. Nouveau Plan Directeur de Téhéran en 2006

Depuis 1999, la gestion des villes s'inscrit dans un cadre nouveau, puisque les maires sont désormais choisis par un conseil municipal de onze membres élu pour quatre ans au suffrage universel. Le plan de « Téhéran 1380 » a été quasiment abandonné à la fin du premier conseil municipal en attendant la préparation d'un nouveau plan directeur de Téhéran. Le nouveau PDT commença à se préparer sous le titre de « Tarh-Jame-1385 » (Schéma Directeur 2006) à partir de 2002. Pour la première fois les municipalités de tous les arrondissements de Téhéran ont participé au processus d'élaboration ce plan mais il n'est pas encore approuvé concrètement ni promulgué. Comme le nouveau PDT n'a pas encore mis en place, nous ne pouvons parler de ses effets ; par contre, il a pris en compte la question des tissus urbains vétustes et vulnérables. Nous allons analyser les contenus et les méthodes utilisées dans les études de ce plan dans le bilan des politiques urbaines en mesures du renouvellement urbain dans ce chapitre. (Kheiroddin 2009)

#### 5.1.1.2. Le centre et le sud vétuste et dégradé

Une comparaison de l'occupation du sol entre les zones dégradées (*Baft-e farsudeh*) et l'ensemble de Téhéran montre une grande différence et attestent des déficits des zones vétustes montrant ainsi l'intérêt des enjeux du renouvellement des zones difficiles du centre et du sud. Les anciennes zones centrales sont caractérisées par des tissus urbains très étroits, des bâtiments peu résistants ou semi résistants, des lotissements de petites parcelles, des infrastructures vétustes et des services urbains déficitaires pour les habitants. Faute de

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

renouvellement urbain, ces zones n'ont pas disposé d'infrastructures urbaines ni de normes suffisantes adaptées aux besoins actuels des populations.

Occupation du sol par espaces urbains	Zones vétustes et dégradées		Ensemble de Téhéran		Proposition d'ATEC (M <sup>2</sup> /Habitant)
	M <sup>2</sup> / H	%	M <sup>2</sup> / H	%	
Résidentiel	18.76	49.04	22.77	23.54	20.93
Espace vert	1.39	3.63	8.18	8.46	9.12
Services urbains	2.05	5.35	5.84	6.03	10.90
Industriel	0.82	2.14	5.15	5.32	4.84
Bureau et commerce	2.03	5.30	3.36	3.47	1.94
Transport et dépôt	0.69	1.79	4.34	4.49	5.19
Militaire	0.09	0.24	7.59	7.85	1.46
Champ	0.62	1.62	2.74	2.83	0
Friche	1.11	2.91	7.55	7.80	0
Autre	0.22	0.57	11.10	11.48	0.94
Voierie	10.45	27.32	18.11	18.73	24.81

Tableau 11 - : normes d'occupation du sol à Téhéran (m<sup>2</sup>/hab., ensemble ville, zones dégradées et proposition d'ATEC, Source : Andalib 2007)

### 5.1.1.3. Tissus urbains vulnérables à Téhéran

#### A. Plus de la moitié des logements sont fragiles

Parmi tous les bâtiments résidentiels dans le périmètre de la ville de Téhéran, environ 11.4% de logements sont construits en béton armé et 40.7% en structure métallique. Autrement dit, environ 52.1% des logements peuvent être considéré résistants en cas de risque sismique à Téhéran. Nous avons donc 44.4% d'autres bâtiments construits en matériaux semi-résistants et environ de 1.2% peu-résistant. Cela signifie qu'un peu moins de la moitié (45.7%) de tous les logements ne pourront pas bien résister en cas séisme intense

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Type de Structure	Nombre	pourcentage
Structure métallique	605860	40.7 %
Béton armé	170067	11.4 %
Semi-résistant <sup>14</sup>	660883	44.4 %
Peu-résistant <sup>15</sup>	18097	1.2 %
Non déclaré	32781	2.2 %
Total	1487688	100 %

Tableau 12 - Caractéristiques de la structure des logements à Téhéran (Source : base de données de l'atlas de Téhéran métropole, 2005, selon le recensement de 1996))

### B. Les tissus vulnérables concentrés au centre et au sud

La répartition géographique des logements peu résistants et semi-résistants dans la ville montre qu'ils se trouvent dans le centre ancien et la plupart dans la moitié sud de la ville où résident les couches moyennes et modestes et où la densité de la population est plus haute et la taille moyenne des ménages est plus élevée. Toutes ces situations peuvent augmenter le niveau de vulnérabilité de ces zones face à un risque sismique. En outre, faute d'espaces ouverts dans les zones centrales et sud, la gestion du risque peut être compliquée et les dommages peuvent augmenter (Kheiroddin 2009).

### 5.1.2 Téhéran et l'apparition de la notion de renouvellement urbain français

En France, la notion de renouvellement urbain est ancienne mais l'expression arrive tardivement dans le vocabulaire de l'aménagement urbain officiel iranien : Haussmann a sans doute été l'un des premiers à renouveler la ville. Le terme de « renouvellement urbain » lui-même apparaît, semble-t-il, pour la première fois au sein du schéma directeur de la métropole lilloise au début des années 1990. Il ne se diffuse pas immédiatement mais à partir de 1998 il conquiert rapidement toutes les sphères de l'urbanisme et du logement (ibid.).

L'année 1999 est véritablement l'année phare du renouvellement urbain. Le concept inédit donne lieu à un foisonnement de colloques<sup>29</sup> et devient une catégorie institutionnelle de la politique de la ville à la suite du Comité interministériel des villes d'octobre 1999. Une année plus tard seulement, le 13 décembre 2000, le terme est consacré par le législateur qui insère dans un titre de loi : la loi « solidarité et renouvellement Urbain » (SRU). Ceci lui évite d'être cantonné à la seule sphère de la politique de la ville et lui permet de retrouver le sens plus vaste qu'il avait à l'origine. En outre, ainsi accolé au mot solidarité, le renouvellement urbain devient presque une valeur autonome (Kheiroddin 2009).



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Les politiques de renouvellement urbain en Iran ont été marquées par la domination des approches physico-architecturales, et un manque d'attention évident pour les questions et paramètres concernant la société et les habitants.

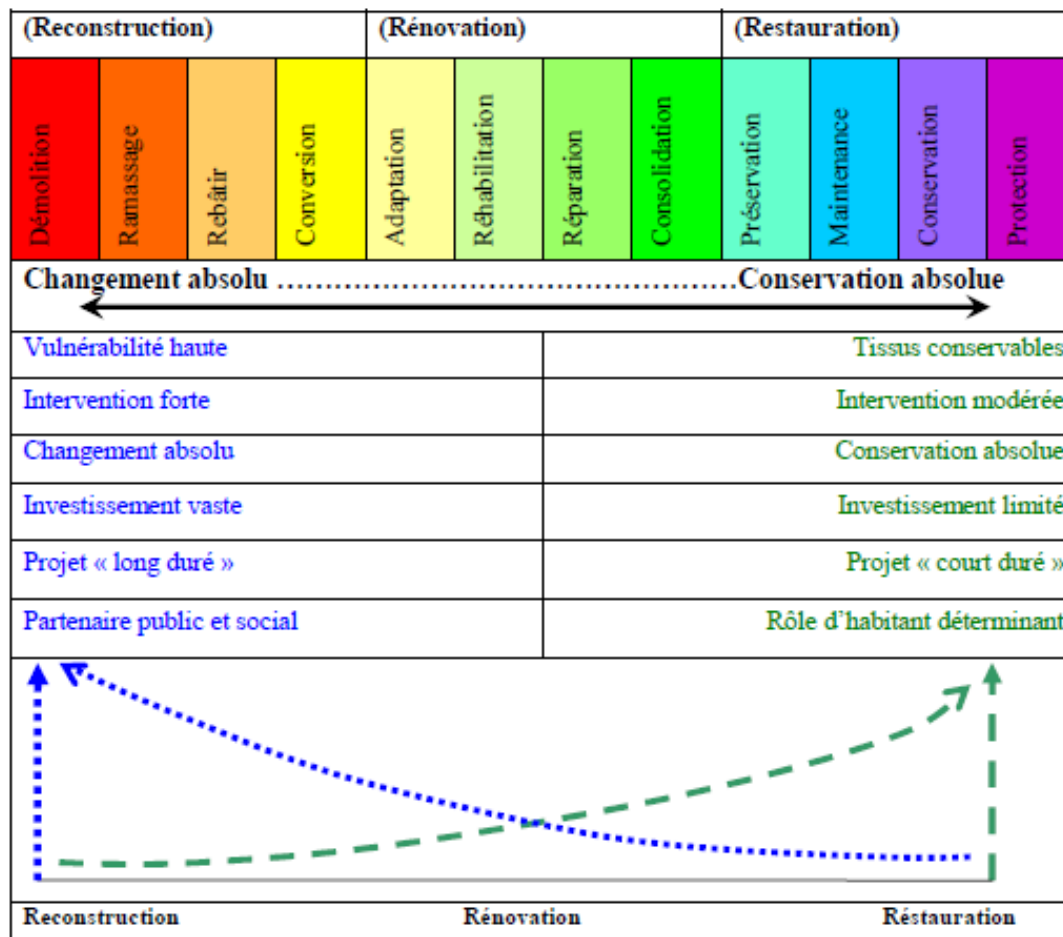


Figure 67 - différents types d'intervention spectrale dans les tissus urbains (Kheiroddin 2009)

### 4.1.3 Téhéran : le terrain d'expérimentation

Par la prise de conscience des enjeux majeurs et modernes de l'urbanisme dans la capitale iranienne, et, la volonté d'intégrer la durabilité dans les documents d'urbanisme, il nous ai apparu pertinent de travailler dans ce contexte expérimental. De plus, des cabinets adoptant cette politique urbanistique avaient la charge de projets de rénovation, ils acceptaient le test de notre démarche.

Ainsi notre expérimentation a pu être conduite dans un cadre intéressant au vu des éléments de preuve attendus.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 5.2 Durée des essais

Notre démarche conception à durabilité objective soutenu par l'outil SUSTAINPRO sert à recueillir des données avant l'esquisse. On devait donc trouver des projets situés à cette étape. C'est pourquoi, nous avons consulté l'ORUT afin de choisir des projets compatibles avec notre recherche parmi les projets actuels de l'ORUT.

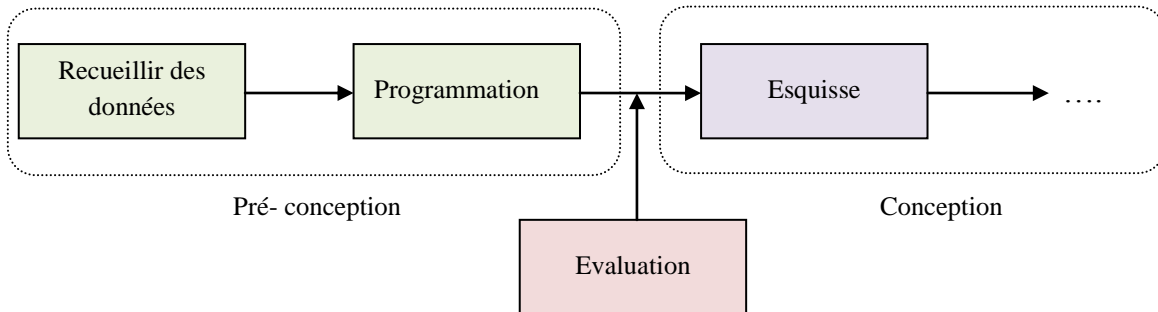


Figure 68 - Notre intervention : avant l'esquisse

Après avoir choisi ces projets en collaboration avec l'ORUT, nous avons contacté les quatre cabinets d'architectes travaillant sur ces projets.

Ensuite, nous avons présenté la démarche et l'outil proposé (SUSTAINPRO) ainsi que son mode d'emploi dans le cadre d'un projet de rénovation urbaine.

Enfin, les cabinets d'architectes sélectionnés ont présenté leurs avis et leurs expériences d'utilisation du dispositif en répondant à un questionnaire.

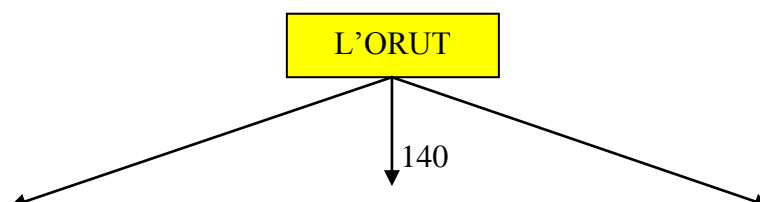
Cette partie de notre recherche a duré pratiquement deux mois.

## 5.3. Organisation

L'expérimentation de SUSTAINPRO (l'outil proposé) a été réalisée en partenariat avec trois groupes.

Le premier groupe comprend l'équipe de recherche qui présente la démarche et l'outil associé.

Le deuxième groupe est l'ORUT et ses experts.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

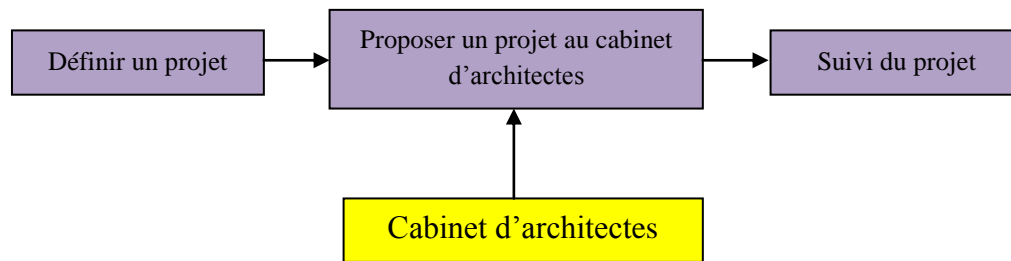


Figure 69 - Les relations entre les partenaires

Et enfin, le troisième groupe est constitué des cabinets d'architectes participant à notre expérimentation.

Après avoir suivi la démarche proposée, ils l'ont validée à travers d'un questionnaire.

L'ORUT a un rôle de médiateur entre notre recherche, les projets et les cabinets d'architectes.

1. <b>ATEC</b> (Consultants en architecture et urbanisme) En collaborant avec 4 pers. de l'équipe de conception	
2. <b>KAVOSH MEMARI</b> (Engineering Consultants) En collaborant avec 2 pers.	
3. <b>NOSAZAN</b> (cabinet attaché de l'ORUT) En collaborant avec 3 pers.	
4. <b>SHHRIG</b> (Architectural Engineering) En collaborant avec 3 pers.	

Tableau 13 : les cabinets d'architecture qui participent à notre recherche.

### 5.4 Démarche expérimentale

Pour effectuer l'expérimentation, quatre étapes ont été menées. D'abord notre démarche a été présentée aux cabinets d'architecture qui la mettent en œuvre avec notre appui dans un projet réel. On organise ensuite une réunion pour échanger les avis sur l'utilisation de l'approche et du logiciel, et enfin, un questionnaire est administré pour évaluer l'acceptabilité et la pertinence selon les critères listés au début du chapitre 5. Voici les étapes :

Étape 1: première réunion pour présenter la démarche et le logiciel,

Étape 2: appliquer la démarche dans un projet réel par les cabinets d'architectures retenus,

Étape 3: réunion d'évaluation de la démarche et son effet éventuel,

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Étape 4: récapituler les avis de l'équipe de conception à travers un questionnaire

En consultant les experts de l'ORUT, 4 projets ont été choisis dans 4 arrondissements différents de Téhéran.

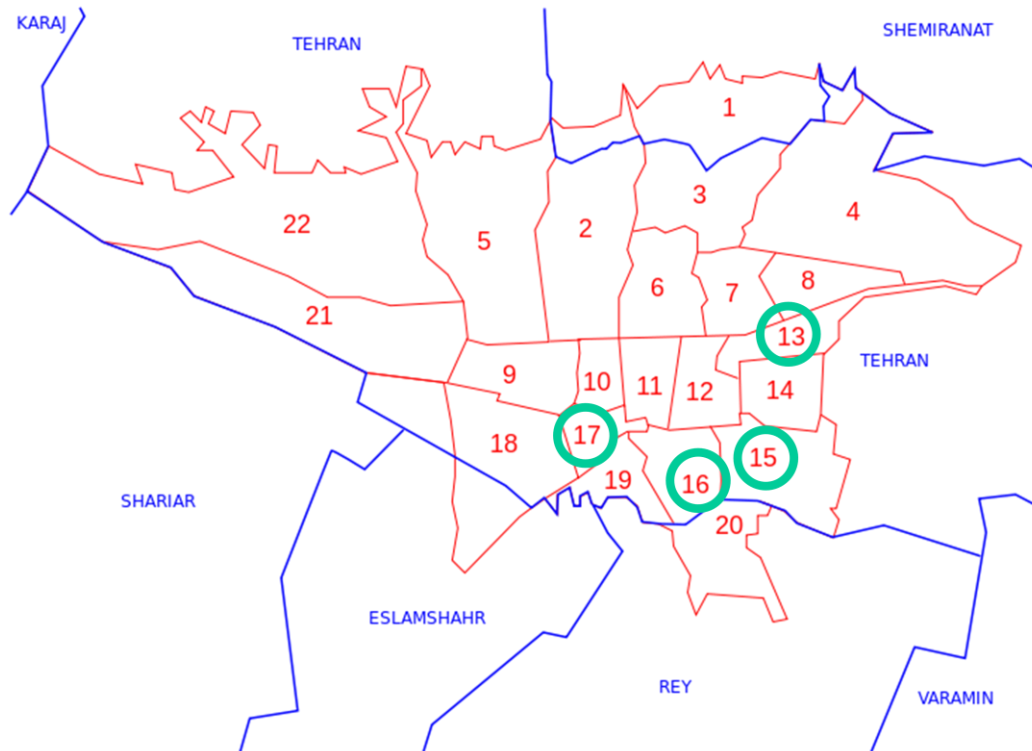


Figure 70 : les arrondissements où il y a les projets choisis de notre recherche.

En étudiant les éléments de diagnostic déjà à disposition pour ces arrondissements, l'ORUT avec les autres acteurs du projet ont défini des objectifs principaux concernant les 4 aspects de développement durable :

### Les objectifs environnementaux :

- Augmenter le nombre des toits végétalisés
- Réduire de la pollution de l'environnement
- Réduire le bruit
- Retirez les éléments visuels inconvenants
- Utiliser des matériaux durables
- Réduire les impacts écologiques

### Les objectifs économiques :

- Réduire les coûts de fonctionnement des bâtiments
- Réduire les coûts de consommation de l'énergie

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Réduire les coûts avec la préfabrication industrielle.

### Les objectifs sociaux :

- Mettre l'accent sur la sécurité publique
- Promouvoir les bonnes relations de voisinage
- Stimuler les interactions sociales
- préserver la vie privée des habitants

### Les objectifs culturels :

- qualité esthétique des quartiers
- Préservation du patrimoine culturel
- Aborder l'esthétique environnementale

Les cabinets d'architecture d'abord ont fourni les données nécessaires sur leur projet. Ces données ont été intégrées dans le logiciel. Ensuite, ils ont présenté les différents scénarios de solutions architecturales possibles. Chaque scénario a été intégré au logiciel via la variable *Ec*. Enfin leurs scénarios ont été confrontés aux objectifs de durabilité déterminés (cf. tableau 15). Par exemple, dans le quartier Pirouzi dans 16eme arrondissement, l'ORUT a défini un projet (figure 80). Le cabinet d'architecture a proposé 3 alternatives (figure 82). Et ensuite, grâce à notre modèle ces scénarios ont été évalués.



Figure 71 : la position du quartier Pirouzi (rectangle rouge) dans l'arrondissement 16<sup>ème</sup>

**Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**



Figure 72 : Ces photos nous montrent la situation du quartier avant de l'intervention.





## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

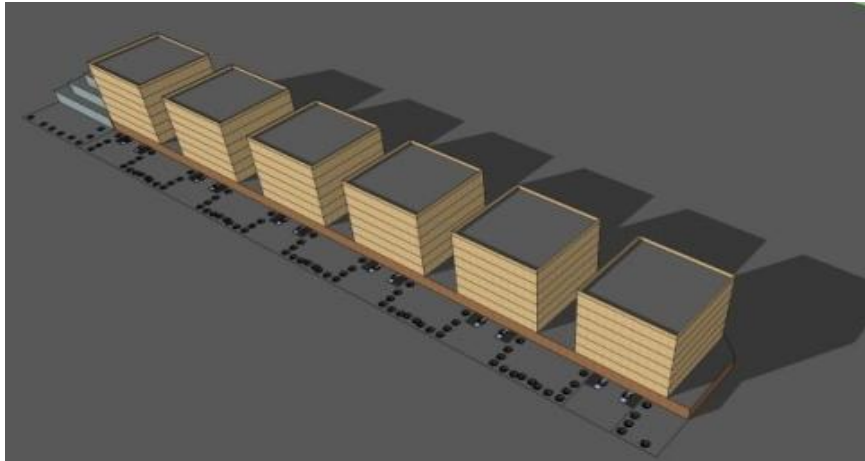


Figure 73 : les 3 alternatives proposées par le cabinet d'architecture

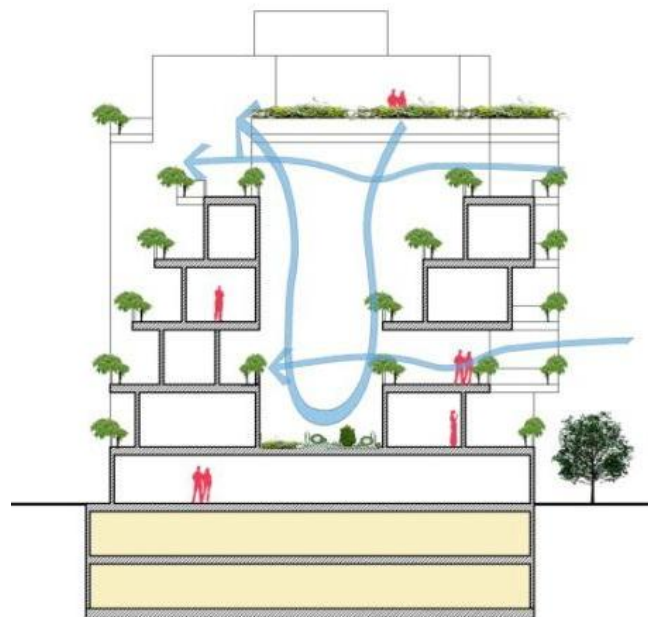


Figure 74 : Profil de l'alternative retenue (quartier Pirouzi).

Le quartier Safa, était le cadre d'un autre projet dans 13eme arrondissement. Dans ce quartier, il y a eu besoin de proposer un nouveau zonage (figure 85). C'est pourquoi, le cabinet d'architecture a fourni d'abord revu le zonage, puis il a proposé les alternatives d'urbanisation et les a évaluées avec notre logiciel.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 75 : le quartier Safa, la qualité des bâtiments est trop faible.

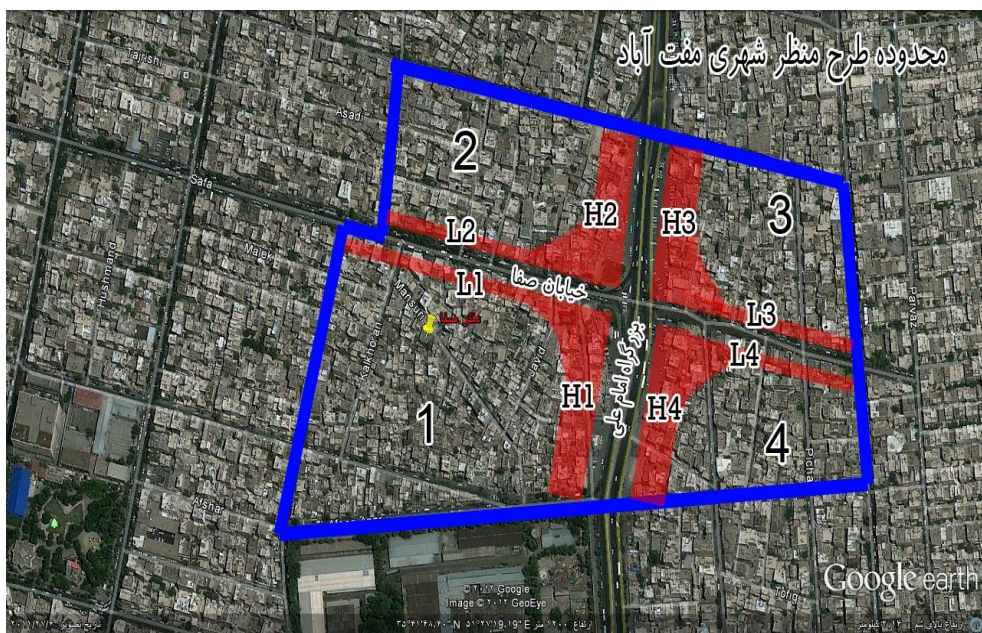


Figure 76 : la position du quartier Safa (No.1) dans la zone urbaine Moft-Abad

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 77 : Le zonage proposé pour le quartier Safa

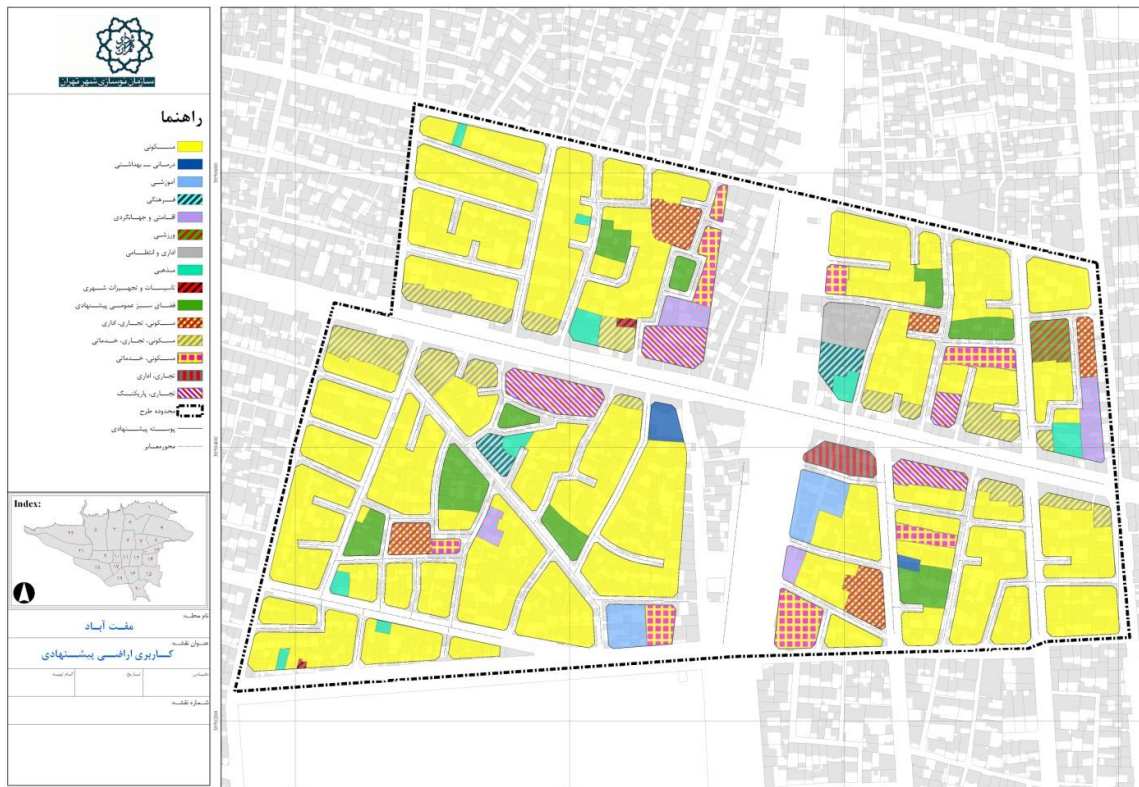


Figure 78 : le nouveau zonage de Moft-Abad



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 79 : simulation en 3D de scénario retenu.

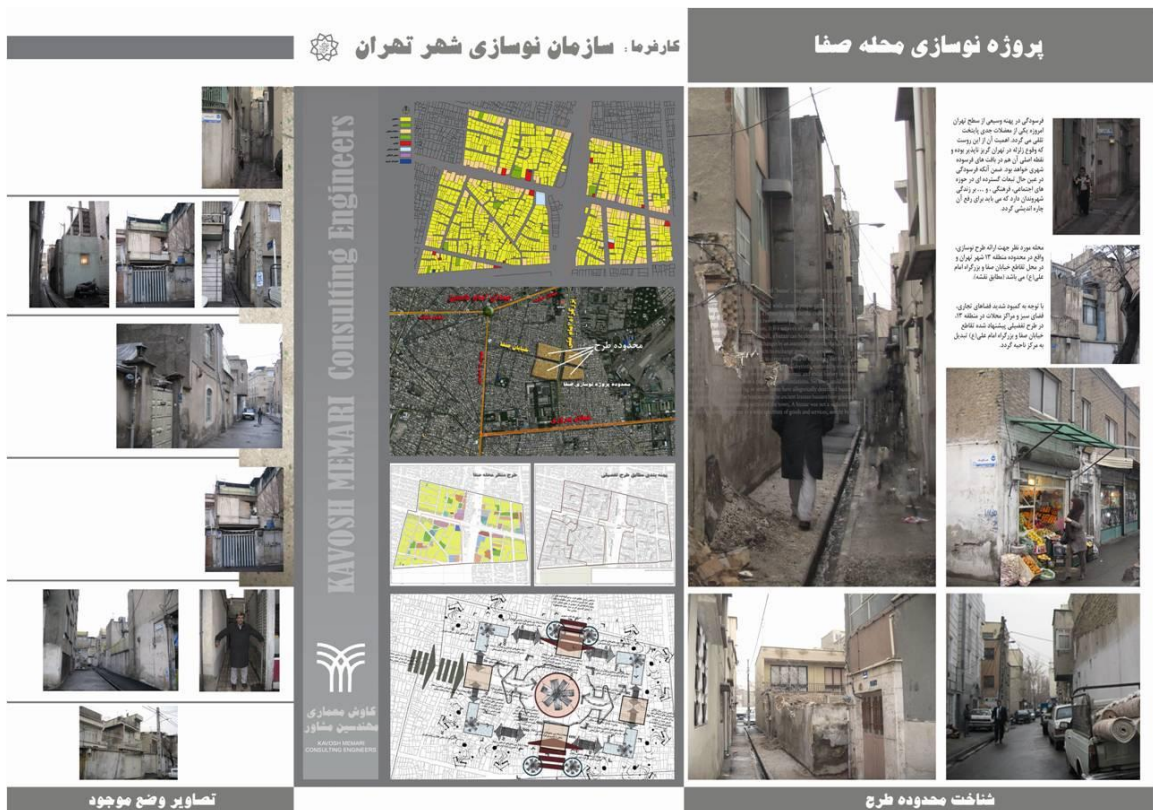


Figure 80 : l'analyse de circulation dans le quartier



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)



Figure 81 : simulation en 3D de scénario retenu.



Figure 82 : simulation en 3D de scénario retenu.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

### 5.5 Résultats bruts

Les données d'entrée au modèle sont portées en annexe. Nous avons rassemblés ici certains éléments principaux.

Dans le tableau suivant, on peut voir les pourcentages qu'ont fixés les acteurs des projets et qui ont été utilisées dans la modèle par l'équipe de conception du projet. On rappelle que ce sont les variables dites  $O_A$ .

On constate une disparité de ces exigences pour chaque projet ce qui est normal car les enjeux architecturaux et durables sont spécifiques du lieu. Les critères qui influencent les objectifs sont : la classe sociale, le pouvoir d'achat, les aspects culturels etc.

Aspect	Projet No.1	Projet No.2	Projet No.3	Projet No.4
Environnementale	15 %	20 %	17 %	15 %
Economique	45 %	50 %	40 %	50 %
Sociale	25 %	20 %	30 %	25 %
Culturelle	15 %	10 %	13 %	10 %

Tableau 14 : les pourcentages des objectifs ont été fixés par les acteurs de projet.

Parmi les résultats bruts de l'approche on peut citer les impacts majeurs de la matrice impacts x décisions. Pour les trois projets, en retenant les 5 impacts majeurs nous pouvons établir la liste suivante :

- Le coût de fonctionnement (charge)
- Les risques du séisme
- Economiser l'énergie
- L'intégration au site
- Conserver les valeurs culturelles
- La valeur ajoutée
- Satisfaction du public
- L'intégration au site

On notera que les deux premiers impacts sont classés de cette façon pour les 3 projets.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Les décisions remarquables: les décisions ayant les scores les plus élevés pour l'ensemble des projets sont les suivants :

- Matériaux
- Les systèmes de sécurité (séisme -incendie - Sécurité, etc)
- Façade (esthétique, ouvertures...)
- Nombre d'appartements dans chaque immeuble et chaque étage
- Orientation

Enfin on rappellera que la matrice impacts x décisions dont le principe est présenté dans les chapitres relatifs à la méthodologie a été finalisée sur notre terrain expérimental.



sujet		Écologique										Economique					Sociale					Culturelle																	
		les ressources			l'écosystème							le coût global			la valeur	la santé des résident		le confort		la valeur sociale			leur esthétique		naissance et l'h														
		les matières premières	Economiser l'énergie	Economiser l'eau	l'usage du sol	les émissions horizontales	le climat	les forêts	les rivières et les lacs	la qualité de l'air intérieur	la faune et la flore	les déchets	le coût de construction	le coût de fonctionnement	le coût de maintenance	le coût de rénovation	le coût de réhabilitation	l'adaptation des espaces	l'adaptation des usages	la qualité de l'air intérieur	la qualité de l'extérieur	les champs électromagnétiques	les risques (incendie, explosion...)	le confort visuel	le confort thermique	le bruit	les odeurs	le bien-être	la qualité d'usage	l'équité sociale	l'équité de genre	les relations sociales	la participation	l'architecture et l'image	l'intégration au site	les zones historiques	la mémoire	la valeur culturelle	
Aperçu du projet	(Déterminer l'emplacement	13	8	7	13	13	8	14	13	16	16	11	14	14	11	11	15	15	17	16	14	6	11	8	15	16	13	17	14	16	14	14	16	14	16	14	16	7	
	Nombre de bâtiments	8	9	8	11	13	7	11	18	14	15	16	13	14	12	14	13	14	11	10	17	13	16	5	6	11	12	16	14	17	10	15	15	10	15	15	14	9	
	bâtiments par rapport	5	4	11	11	18	8	13	11	9	8	16	13	13	12	11	12	14	15	15	17	13	13	8	11	12	16	14	13	12	17	16	12	17	16	13	6		
forme	Densité	13	12	10	11	13	7	12	16	13	16	17	16	14	11	12	14	13	15	10	16	9	11	6	6	9	10	11	12	15	11	10	14	11	10	14	14	8	
	l'immeuble	2	2	1	4	10	7	8	13	11	10	16	15	15	16	15	6	16	17	9	14	11	13	5	10	9	11	15	15	14	14	15	13	14	15	13	14	8	
	Volume	1	7	7	11	20	4	9	14	5	5	6	17	13	14	10	4	14	12	13	11	14	7	4	4	4	4	5	17	16	10	13	13	12	13	13	12	15	6
	Orientation	2	3	9	9	14	11	12	6	6	6	9	4	13	3	3	10	6	8	16	11	9	5	12	1	2	3	16	10	9	7	8	8	7	8	8	11	3	
	largeur / hauteur	1	6	7	6	13	3	9	12	8	6	4	14	11	10	13	6	15	12	13	7	8	6	2	1	3	5	14	12	5	8	10	7	8	10	7	13	3	
	Forme du toit	4	2	3	4	18	1	2	10	5	4	9	14	15	13	7	2	5	5	13	6	8	6	2	2	2	5	11	13	6	11	15	12	11	15	12	15	3	
	Changements d'élévation	1	1	3	5	13	1	3	4	7	2	3	7	5	4	3		2	2	5	8	5	3	2	2	2	3	13	11	4	13	16	10	13	16	10	13	2	
	Espaces pleins et vides	2	2	3	7	20	3	11	13	8	4	12	16	11	10	7	3	7	8	14	13	14	9	7	4	4	4	6	17	15	13	7	10	11	7	10	11	16	2
	Relation des étages	1	3	3	5	16	6	10	12	4	3	12	16	10	13	8	3	14	11	14	13	17	10	4	2	4	6	16	15	14	8	11	12	8	11	12	9	2	
	fonction	piétons	6	8	11	11	11	6	14	15	9	13	15	8	14	7	7	9	5	11	2	17	14	13	10	14	11	13	7	13	18	9	14	8	9	14	8	12	3
emplacement de l'entrée		3	4	3	7	12	5	9	4	4	3	9	6	7	7	4	8	6	11	6	15	14	18	10	8	8	13	8	11	16	9	13	11	9	13	11	13	2	
bâtiments		1	2	2	6	9	13	13	8		1	18	10	14	9	4	3	7	15	13	17	12	16	9	9	11	15	6	14	16	4	8	11	4	8	11	5	2	
pour chaque appartement		1	1	2	6	13	12	9	1	2	17	13	15	12	4	1	7	12	14	13	18	12	11	11	7	10	7	14	14	4	10	11	4	10	11	4	10	7	3
dans l'immeuble		3	4	3	9	9	12	13	9	3	6	17	10	14	11	5	2	7	14	5	17	12	17	7	6	14	14	6	13	18	5	6	7	5	6	7	4	3	
espaces composant		1	1	2	4	5	10	10	8		1	13	13	11	10	5	1	7	12	16	16	18	7	10	14	6	7	10	14	11	5	10	9	5	10	9	7	6	
Parking		3	8	15	3	16	17	18	8	3	7	11	17	12	7	7	6	4	9	4	17	13	10	3	7	8	9	4	11	17	4	2	4	4	2	4	5	3	
verticale et horizontale		1	1	3	11	7	12	8	1		15	15	13	14	7	3	11	12	4	17	18	17	8	11	7	14	5	13	16	2	6	5	2	6	5	7	2		
Les espaces communs		2	3	3	4	9	9	12	7	2	2	15	13	17	11	5	2	4	7	5	18	16	17	10	12	12	16	7	14	14	5	10	10	5	10	10	9	4	
La lumière naturelle		1	3	5	3	11	5	5	5	2	4	12	9	12	8	4	1	3	4	17	15	13	3	1	2	3	2	14	12	5	5	8	5	5	8	5	11	1	
esthétique	éléments architecturaux	3	1	3	5	10	5	4	9	1		16	13	15	15	7	1	6	10	9	16	12	5	2	2	3	3	10	14	5	9	11	9	9	11	9	15	3	
	Matériel	10	12	10	12	16	8	12	13	5	12	8	18	17	13	15	5	14	16	16	14	11	2	1	2	4	4	13	16	4	15	15	13	15	13	17	7		
	transparents			3	7	13	7	7	3	3	14	14	15	9	7	1	9	6	14	14	12	6	4	2	1	5	16	12	8	10	9	7	10	9	7	11	2		
	Façades (tissu)	1	1	2	9	17	2	8	6	6	3	7	16	17	14	8	1	12	8	13	13	10	6	1	1	5	6	12	15	7	16	15	12	16	15	12	17	3	
	Couleur	1		1	7	17	2	2	3	5	3	9	5	7	3	1			7	8	11	7	3	2	3	3	5	16	12	4	13	13	11	13	13	11	15	1	
	(naturelle et artificielle)			1	6	11	2	2	5	3	5	13	10	16	10	2	1	2	9	5	15	14	3	4	5	2	4	16	11	8	6	6	4	6	6	4	15	1	
mode de construction	Détails	6	4	4	8	17	7	12	12	5	5	7	17	17	18	10	4	9	9	10	14	10	2	2	4	2	6	12	13	4	8	9	7	8	9	7	15	5	
	ambiance				1	6		1	2	2		16	6	4	2	1		1	1	3	17	8	11	4	6	4	10	7	11	4	7	13	9	7	13	9	14	2	
installation	structuraux	4	8	3	5	4	1	5	14	4	7	1	13	12	14	16	8	18	18	5	4	8	2	2	1	2	2	6	9	6	5	3	4	5	3	4	6	4	
	de	6	11	6	5	4	1	6	15	2	6	5	18	10	12	10	4	13	8	7	7	7	2	1	2	3	3	8	10	3	4	4	3	4	4	5	3		
	Méthode de fourniture des	7	5	15	10	9	11	12	14	2	12	17	17	18	13	3	3	1	10	13	15	13	2	1	2	4	1	6	3	9	8	2	2	2	2	2	6	15	
	Sélection des installations	1	1	11	5	6	3	11	7	1	5	11	18	20	16	3	3	5	16	10	15	12	1	1	3		2	6	8	8		1	1		1	1	4	5	
Sélection des installations	10	6	17	10	14	13	18	9	1	9	14	19	18	14	3	3	5	12	17	18	12	1		2	1	2	1	10	10	2	2	1	2	2	1	5	15		
Les systèmes de	4	4	4	4	8	5	10	7	2	4	9	20	13	13	4	5	10	16	3	18	12	3	3	4	2	4	2	8	9	2	3	1	2	3	1	3	6		

Figure 50 : rappel : matrice impacts x décisions validés par les experts



# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## 5.5 Les avis des utilisateurs

L'ensemble des résultats obtenus doivent être analysés selon les objectifs expérimentaux que nous avons exposés en début de chapitre. Nous devons en fait évaluer l'aspect opérationnel de la méthodologie d'une part et identifier les limites du modèle d'autre part.

Pour l'aspect empirique : les réunions des équipes de conception ayant utilisé notre démarche (3<sup>ème</sup> étape) ont une durée d'une demi journée chacune. Et ensuite, en 4<sup>ème</sup> étape nous avons pris les avis des équipes de conception à travers un questionnaire.



Figure 83 : la réunion avec les cabinets d'architecture (3<sup>ème</sup> étape de notre expérimentation)

Les équipes de conception, ont formulés les points forts et points faibles de la démarche et du modèle associé.

Ces avis nous conduisent à mieux comprendre les besoins des acteurs du projet de construction et à bien connaître les décisions importantes et leurs impacts.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

L'analyse des réponses aux questionnaires (voir support en annexe) indique que l'outil proposé peut avoir des effets concrets en phase amont.

Le tableau 16 montre que selon les utilisateurs notre démarche aide à économiser du temps et est financièrement intéressante. Les concepteurs se basent sur des comparaisons avec d'autres projets. Pour des raisons de stratégie commerciale propre à ses équipes, les chiffres relatifs à la durée des études sont confidentiels. De plus, les décideurs du projet atteignent les objectifs attendus (par eux-mêmes) : qualité des livrables pour les clients, délais respectés, qualité des arguments soutenant les choix architecturaux.

C'est pourquoi, les acteurs sont satisfaits des résultats et ils sont prêts à se servir à nouveau de cet outil dans le futur.

Selon l'enquête le logiciel et la méthodologie de base sont donc opérationnel.

Plus de 50 % des participants de l'expérimentation sont persuadés que l'application de cet outil aboutit à un projet durable. On peut donc affirmer que dans le contexte expérimental fixé notre approche atteste d'une certaine pertinence (au sens constructiviste du terme). C'est-à-dire qu'elle permet une construction intellectuelle qui facilite le travail des utilisateurs. Cette démarche intellectuelle n'étant pas remise en cause par l'utilisateur et par son bénéficiaire (client de l'étude).

Les usagers déclarent également que SUSTAINPRO est simple et facile à utiliser.

Un autre point est l'effet positif de cette démarche afin d'aboutir à un consensus et un accord sur les aspects divers parmi des acteurs (ou décideurs) d'un projet architectural. Plus précisément, la démarche présente des séquences (définition des objectifs de durabilité, analyse des pondérations...). En fait chaque séquence est l'occasion selon les utilisateurs-tests :

- De partager un vocabulaire commun entre acteurs,
- De mutualiser une méthode de travail qui s'avère ainsi collaborative,
- De communiquer sur les priorités du projet.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

	<b>Pas du tout</b>	<b>faible</b>	<b>moyen</b>	<b>élevé</b>	<b>Très élevé</b>
Economiser du temps	-	-	2	1	1
Economiser son budget	-	-	1	2	1
Améliorer la phase de préconception	-	-	1	1	2
Atteindre les objectifs attendus	-	-	1	3	-
Satisfaction des acteurs	-	-	1	3	-
Avoir un projet durable	-	-	1	1	2
Facilité d'utilisation	-	-	-	1	3
Cohérence intellectuelle entre les décisions des décideurs	-	-	-	2	2
Utiliser cet outil dans les projets futurs	-	-	-	-	4

Tableau 15 - Résultats des questionnaires (notre recherche)

Les commentaires et discussions de ces données brutes sont exposés dans le chapitre suivant.

## **Chapitre 6:**

### **Discussion**

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Les résultats obtenus montrent une utilisation systématique de la démarche lors des réunions collectives entre acteurs. De plus, lors des enquêtes a posteriori, les concepteurs affirment vouloir réutiliser la démarche et le logiciel. Les raisons évoquées par les experts sont :

- La transformation d'intensions très subjectives sur la durabilité en objectifs formels,
- Une objectivation de l'importance de certaines décisions,
- Le partenariat qui s'établit entre acteurs ne travaillant pas toujours en cohérence,
- La fourniture d'une démarche par phase facilitant la collaboration entre acteurs de différentes spécialités.

Cette expérimentation atteste toutefois de limites. Nous n'avons pas eu les résultats de la phase ultérieure de programmation, nous avons encore moins - pu évaluer la pertinence des décisions de pré-programmation, les travaux n'ayant pas encore débuté. Une analyse à long terme avec suivi de la réalisation puis de l'utilisation des lieux est indispensable, mais s'avère complexe à mener et à interpréter.

### **6.1. Proposer un outil d'aide à la décision dans les projets architecturaux : deux fonctions essentielles**

#### **Une approche systématique :**

La plupart des architectes /concepteurs ne parviennent pas à répondre à la totalité des dimensions faisant partie des projets.(Duerk 1993) Sauf exception (par exemple des petits projets simples) personne ne peut espérer avoir l'expertise nécessaire pour pouvoir connaître les impacts et les interactions de tous les éléments effectifs. Ainsi l'utilisation d'un outil permettant aux concepteurs/architectes d'avoir une meilleure précision dans la phase de préconception est nécessaire. De plus il est essentiel de lister les décisions à prendre, de formaliser les liens entre ces décisions et de mobiliser les compétences requises. La dimension collective est essentielle et est cohérente avec nos propositions.

Comme Beer l'affirme (Beer 2000), la complexité dans la relation de l'Homme avec l'environnement qui l'entoure nous impose d'avoir un regard systématique sur la phase de préconception. Une approche systématique est très importante pour la programmation d'un projet d'architecture car elle fait intervenir la participation du public (Beer 2000).

#### **Communiquer et expliquer :**

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

En utilisant une méthode précise pour la programmation, les concepteurs peuvent expliquer certains de leurs choix de décision.

Le concepteur doit essayer de montrer que toutes ses décisions ont été prises suite à un examen et à des évaluations de toutes les options possibles. Dans ce cas il serait possible de distinguer les décisions qui ont été prises en se basant sur des démarches, des modes de raisonnement formalisés. La justification des décisions est plus aisée, puisque la référence à des objectifs de durabilité est permanente. Les utilisateurs, on le rappelle, note d'ailleurs que le logiciel les a aidés à bâtir des argumentaires pour leurs clients.

Ainsi les décisions prises peuvent être justifiées comme étant supérieures à/indépendantes des tendances/opinion du concepteur. Les utilisateurs peuvent comprendre comment les décisions ont été prises et en se basant sur les preuves fournies, ils pourront alors discuter les résultats plus aisément. L'utilisation d'une seule méthode peut réfuter l'idée que la programmation d'un projet est un processus mystérieux qui ne peut être compris que par les experts du domaine (Beer 2000).

### **6.2. Pondération par les acteurs du projet grâce à la COD**

Dans les projets de conception, nous sommes souvent en présence d'une différence de "valeurs" (Deurk 1993) La méthode que nous proposons, offre une façon de choisir entre ces différents points de vues pour arriver à une solution logique.

Les buts doivent refléter les valeurs de tous les groupes d'intérêt /(les bénéficiaires) mais restent à l'origine des conflits qui émergent face à la réalité du projet. Une solution convenable ne sera obtenue que si les acteurs du projet sont impliqués dans la pondération depuis le début du processus de la prise de décision. Bien sûr il s'agit d'une condition nécessaire mais non suffisante.

COD nous permet la détermination des valeurs par les acteurs au début de la phase de prise de décision. Ainsi les priorités du projet ayant été déterminées par les acteurs, les décisions seront prises en tenant compte de ces priorités

Avec la méthode proposée, la pondération des critères n'est pas indépendante du projet et son contexte. Alors on peut espérer une meilleure concordance avec l'environnement et les utilisateurs. La satisfaction des acteurs du projet est prise en compte depuis le début du processus de prise de décision ainsi la chance de réussite de projet se voit augmenter.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Dans le cas où les valeurs déterminées sont explicites, compréhensibles et obtiennent l'avis favorable de tous les groupes, une bonne entente sur l'évaluation et le classement des "solutions possibles du problème est normalement facilitée".

### **6.3. Le problème des bases de données**

Les outils et les modèles qui sont utilisés pour l'évaluation ont en général besoin de bases de données importantes consignant des données d'urbanisme. Se procurer de telles bases de données est normalement très coûteux et prend du temps. De plus ces bases de données nécessitent des mises à jour régulières voir continu.

Cependant l'expérience montre que les architectes sont moins intéressés à utiliser ces modèles de fait des limitations qu'ils leur imposent. Par ailleurs il ne faut pas oublier que ces bases de données, aussi complètes qu'elles soient peuvent manquer d'information concernant une variable du projet.

Ainsi notre méthode d'évaluation proposée, se basant sur une comparaison des choix, limite l'importance des bases de données importantes. De plus cette méthode garde ses performances dans des situations et des contextes différents. L'utilisateur utilise une évaluation comparative pour classer et déterminer les meilleurs choix. Ceci est vrai pour une grande partie des décisions prises par les concepteurs. La logique générale porte sur une comparaison multicritères entre options possibles. Bien évidemment, les décisions et leurs impacts ne peuvent être étudiés, « toutes choses égales par ailleurs ». Mais pour pallier aux réticences à fonctionner avec des bases de données empiriques et avec des patterns de solutions de la part des architectes (Gholipour, 2011), et, pour faciliter la décision malgré des diagnostics initiaux forcément limité vu la complexité de la question de l'urbanisme durable, notre démarche trouve toute sa place.

### **6.4. Simplifier le processus de prise de décisions et le rendre attractif**

En raison de la complexité et de la grande ampleur des données à aborder de la phase de prise de décision, beaucoup d'acteurs ne sont pas très attirés par cette partie des projets d'architecture. Une fois les informations préliminaires recueillies et revues, ils préfèrent s'attaquer directement à l'esquisse et commencer le dessin.

Dans le modèle que nous proposons, l'utilisation d'un environnement graphique et la simplicité d'utilisation du logiciel, rend le processus de la programmation et la prise de décision facile et compréhensible et donc plus attractif.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

La simplicité de l'outil proposé permet à tous les acteurs du projet d'être capables de prendre des décisions ou être au courant du déroulement (état d'avancement) de cette étape amont et donc de mieux maîtriser le processus de prise de décision par le concepteur/architecte.

### 6.5. Choisir les décisions optimales parmi les scénarios possibles

Les concepteurs évitent les méthodes et les outils qui les restreints. Alors lorsque l'on élabore une méthode pragmatique il faut veiller à laisser le concepteur le plus libre possible dans ces choix et ces idées.

Dans la conception architecturale, un regard pragmatique s'appuie essentiellement sur la modélisation prédictive et est composée des phases ci-dessous.

- Identification et définition du problème,
- Identification des options possibles, des paramètres et indicateurs,
- Choix, prise de décision,
- évaluation des impacts de la décision,
- proposer les résultats.

La création d'une liste des thèmes qui ont un impact fondamental dans un projet de conception, permet au concepteur de suivre un parcours précis pour trouver les informations nécessaires. Ceci facilite le repérage de l'information utile, selon le terme de Pierre-Laurent Bescos et Carla Mendoza («Manager cherche information désespérément » aux éditions l'Harmattan)

Le concepteur peut proposer des scénarios dans cet espace de critères ainsi défini. Il n'est pas contraint sur la solution elle-même mais sur ces effets.

Notre outil, en utilisant un algorithme basé sur l'analyse des impacts, essaie de répondre à la réalité des processus de conception. Le concepteur reçoit les informations basiques en début du programme et peut à sa guise compléter les informations nécessaires au projet. Dans cette démarche l'utilisateur n'est pas limité sur le nombre de choix et il peut librement proposer des choix. Ce qui lui permet de rester créatif. La manière d'évaluer les choix a été simplifiée au maximum. Ainsi en comparant ces choix, un choix optimisé de manière multicritère est proposé automatiquement.

De plus le concepteur et les utilisateurs du programme peuvent répéter cette opération jusqu'à l'obtention du choix final.

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

Mais il ne faut pas oublier que puisque le choix final sera sélectionné parmi les choix proposés, le choix retenu n'est pas obligatoirement le choix le plus durable, bien que celui-ci soit plus durable que les autres choix. En effet le choix optimisé est déterminé d'une manière relative.

### **6.6. La possibilité de changement sans coût**

Un autre avantage de notre approche en phase de préconception est la possibilité de proposer au maître d'ouvrage plusieurs scénarios de solutions, chacun étant associé à une série d'objectifs de durabilité. Ce qui permet au maître d'ouvrage d'adopter le choix qui lui convient.

En effet le résultat de la préconception, est un ensemble d'information/données et de choix qui seront mis à la disposition du maître d'ouvrage, des investisseurs, des utilisateurs et des concepteurs pour qu'ils puissent décider si le projet va se poursuivre. Elaborer plusieurs scénarios est aisé avec notre démarche puisqu'il s'agit souvent de quelques modifications dans les hypothèses de calcul (par exemple le poids des objectifs).

Les changements pendant cette phase seront très peu coûteux et facile à réaliser. L'expérience montre que des changements dans la phase de préconception permettent de gagner en temps et en activité (Duerk 1993). Elles intéressent les architectes et les concepteurs, de même les utilisateurs et les maîtres d'ouvrage seront plus satisfait du résultat.

Aussi par le fait que les décisions propres à chaque variable du projet sont prises dans cette étape et qu'un choix optimisé ou convenable est déterminé pour chaque sujet, le risque d'avoir des changements majeurs dans les prochaines étapes sera diminué. Ce qui à son tour contribue à la diminution du coût global.

Les acteurs peuvent partager sans souci leurs points de vue avec les concepteurs et contester certaines décisions. Les changements sont très peu coûteux et en raison de la simplicité d'évaluation des nouveaux choix, (arriver à un accord)/une entente (entre) des acteurs du projet est envisageable/réalisable.

### **6.7. La notion de durabilité sert par rapport aux caractéristiques locales**

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Le développement durable dépend des spécificités locales (cf. 1.1.1), si les méthodes et les outils d'évaluation n'arrivent pas à s'adapter avec cette réalité, alors leur utilisation dans les projets d'architecture ne pourra pas devenir habituelle.

Comme nous l'avons remarqué dans la section 6.2, il existe deux solutions pour qu'une méthode/outil puisse englober une large gamme de projets avec des caractéristiques différentes.

1. Nous devons posséder des bases de données complètes et exhaustives pour pouvoir déterminer la durabilité du projet en comparant le projet en cause avec "les meilleures pratiques". Cette base de données est très difficile, pour ne pas dire impossible, à se procurer.
2. Avoir une méthode d'évaluation capable de prendre en compte des propriétés locales dans le processus d'évaluation. Nous avons choisi d'adopter la deuxième solution pour notre outil. En effet COD nous permet de tenir compte des différences locales et des valeurs locales tout en respectant les aspects de durabilité par défaut. Chaque acteur de projet, en se basant sur les potentiels locaux, essaie d'identifier le choix qui correspond le mieux aux critères du développement durable. La participation de tous les groupes d'intérêts dans la prise de décision engendre un processus qui est de plus en plus en concordance avec les standards du développement durable.

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**

# **Chapitre 7:**

## **Conclusion et perspective**



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Cette thèse est le fruit d'une recherche multidisciplinaire. Son domaine d'étude est l'architecture et elle s'intéresse au processus de préconception en adoptant les approches du domaine du génie industriel.

L'aspect méthodique du génie industriel et l'existence des méthodes pratiques et scientifiques pour prendre et évaluer des décisions, nous permet d'avoir une vision systématique de l'architecture et la conception. Le travail aborde également le champ de la durabilité en conception.

Notre recherche se base sur des méthodologies et des évaluations a priori, les chercheurs cherchant à mieux comprendre les éléments architecturaux qui influencent positivement la durabilité. La présente recherche opte pour une réflexion de type Conception à Objectif Désigné. Nous avons ainsi développé une méthodologie, que nous avons appelée Conception à Objectif de Durabilité Désigné (CODD). Le but est de faire construire par des concepteurs eux-mêmes les limites de l'espace des critères d'acceptabilité de leurs futures solutions (ici liés aux quatre dimensions du développement durable que nous avons analysées – l'économie, l'environnement, les aspects sociaux et les aspects culturels). Il conviendra d'étudier plus tard si cette approche restreint l'espace des solutions étudiées ou si au contraire elle stimule l'innovation par la recherche de nouvelles solutions permettant (enfin) d'atteindre les objectifs de durabilité fixés.

En général on reconnaît la conception comme un processus intuitif. Ce mémoire tente de transformer la phase de préconception en une opération méthodique et systématique en tenant en compte des critères du développement durable.

En même temps nous avons essayé de respecter la nature particulière et le caractère de l'architecture et de la conception. En effet nous avons veillé à ne pas limiter la créativité du concepteur en lui laissant la liberté de faire émerger des idées, tout en notant que la phase de préconception n'est pas la plus sujette à innovation car elle pose un cadre plus qu'elle ne génère des concepts architecturaux.

Le coût faible des changements dans la préconception, est un grand avantage qui est resté hors de l'application des méthodes précédentes.

Pour que les résultats de la préconception puissent être identifiés dans les phases postérieures (la construction et exploitation) nous avons utilisé l'analyse des impacts. Ainsi en étudiant les projets similaires, les impacts du domaine de la construction ont été identifiés et classés. Dans l'étape suivante les décisions de la phase de préconception d'un projet de rénovation urbaine ont été recensées.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

Ensuite il fallait déterminer les impacts que chaque décision pourrait avoir. Dans cette partie 20 experts ont été questionnés en utilisant la méthode Delphi. Ainsi nous avons obtenu la matrice décisions-impacts (cf. 4.2.3) qui nous a fournies des données précieuses concernant la relation des décisions avec leurs impacts dans le projet.

Dans l'étape suivante, pour satisfaire les aspects de stabilité dans la phase de préconception, nous avons utilisé COD comme méthode de prise de décision. Cette méthode nous permet de prendre les décisions en fonction des buts définis dès le départ.

Pour examiner la méthode proposée, nous devons la mettre sous forme d'un outil. Cet outil devait en plus correspondre aux exigences des utilisateurs tout en restant simple et explicite. Alors un modèle logiciel de cet outil a été conçu et réalisé à l'aide du logiciel Adobe Flash<sup>®</sup>. Ce logiciel est doté d'un environnement graphique simple et lisible et permet aux utilisateurs de le prendre en main après une brève formation. L'environnement graphique du logiciel expose tous les changements dans l'étape de prise de décision d'une manière simple et explicite.

Par conséquent, l'utilisateur peut facilement revenir sur ses décisions et les modifier si nécessaire.

Nous avons utilisé des adjectifs qualitatifs pour qualifier les impacts. Ainsi il est plus facile de porter un jugement sur les impacts pour les évaluer. Mais bien évidemment ceci offre des limites liées entre autres aux problèmes d'interprétation du vocabulaire.

Le déploiement expérimental de la méthode proposée sous forme logiciel dans des projets réels a constitué une première validation de son efficacité dans cette étape.

Les premiers résultats de ce test attestent d'une satisfaction des utilisateurs de la systématisation du processus de programmation dans la phase de préconception.

La durée de la réalisation du projet ainsi que les coûts de la préconception ont été réduits

De même le maître d'ouvrage et les acteurs du projet ont pu arriver à un accord facilement.

Les acteurs de projets sont davantage conscients des enjeux du développement durable et s'engagent plus rigoureusement à suivre ses principes, en effet la méthode les place face à des questionnements incontournables (à travers la matrice décisions/impacts en particulier).

Ainsi d'après les résultats du test, la méthode et le programme utilisés bénéficient des avantages suivants :

- La prise de décision dans la phase de préconception (qui est souvent reconnu comme étant intuitif) sera un processus systématique et rationnel/logique.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Les aspects du développement durable seront pris en compte en respectant des caractéristiques locales.
- Cette méthode ne limite pas la créativité des concepteurs et ne s'oppose pas aux originalités dans les projets.
- L'évaluation se réalise en comparant les impacts des choix, ce qui limite le problème de la non-exhaustivité des bases de données d'urbanisme.
- les coûts de la préconception se voient diminuer.
- La formation de l'utilisateur se fait en même temps que l'évaluation. Ainsi la maîtrise des utilisateurs sur les sujets et les décisions augmente au fur et à mesure et le résultat de la programmation tend vers la valeur optimale.
- La prise de décision se fait de manière itérative, ainsi l'utilisateur a la possibilité de revenir sur ces choix. Il peut alors remplacer ses anciens avis avec de meilleurs choix.
- Tous les acteurs du projet peuvent être impliqués dans le processus de la prise de décision. Ce qui conduit logiquement à leur satisfaction.
- il est plus facile de convaincre tous les groupes d'intérêt de la pertinence des décisions prises.

Cependant cette recherche a quelques points faibles qui ne peuvent pas être négligés:

Pour s'assurer de l'efficacité de notre méthode il faut attendre la fin des travaux de rénovation testés et l'exploitation des projets en question. Ceci nécessite une durée longue qui ne peut pas être permise pour cette recherche.

Parmi les points faibles les plus importants de notre méthode nous pouvons encore évoquer les éléments suivants :

- L'évaluation obtenue dépend de la précision des données à disposition de l'utilisateur concernant les alternatives techniques qu'il suggère pour chaque décision. Donc le résultat est dépendant de la compétence et des informations disponibles pour décrire les alternatives et les notées (*Ec*).
- L'aspect interactif de la démarche, et, le fait de fonctionner en CODD (ce qui implique de traiter des données qualitatives), nécessitent beaucoup de rigueur de la part de l'utilisateur,
- Le système part du principe de l'indépendance des choix techniques entre eux. Une solution est analysée selon ses multiples impacts. Mais on n'aborde pas les « couples de solutions » ou « les combinaisons de solutions ». Or l'interdépendance

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

des solutions est un fait (exemple : orientation d'un bâtiment et dispositif énergétique »)

- Il y a une erreur relative de  $\pm 2\%$  dans les calculs et celle-ci pour 3 raisons :
  - a) Les chiffres sont arrondis au centième dans les calculs (par exemple la valeur 3.45862 est arrondie à 3.46)
  - b) Un environnement graphique a été utilisé pour évaluer les choix. Ainsi lors de la conversion des marqueurs graphique en chiffre, une petite erreur (de l'ordre de  $\pm 0.01$ ) apparaît
  - c) Pour éviter les messages d'erreur et le "plantage" du logiciel, au lieu d'utiliser la valeur exacte du zéro par défaut, une valeur arrondie (0,0001) a été utilisée.
- En raison des limites de la programmation informatique, seuls 3 options techniques ont été réservées pour l'utilisateur alors qu'il est possible que le concepteur prévoit plus de choix/des choix supplémentaires

Nous pouvons envisager plusieurs voies de développement pour la méthode proposée. D'un point de vue thématique, nous pouvons apporter quelques modifications à la méthode pour pouvoir l'utiliser en d'autre domaine que l'architecture. Par exemple nous pouvons utiliser cette méthode dans les domaines de la conception industrielle.

D'un point de vue informatique, la méthode peut être conçue et reproduite sous forme d'un réseau (exemple : les réseaux neuronaux). Le logiciel pourrait intégrer l'expérience architecturale en permettant de faire évoluer les matrices décisions/impacts mais aussi les pondérations automatiquement en valorisant des données issues de retour d'expérience, de retour du terrain.

On pourrait considérer que notre dispositif la base, le fondement d'un système d'aide à la décision plus évolutif.

# Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

## Références

- Afgan, N. and M. da Graça Carvalho (2000). Sustainable Assessment Method for Energy Systems: Indicators, Criteria, and Decision Making Procedure, Kluwer Academic.
- AFNOR (2002). ENQUETE PROBATOIRE NF X 50-1 56, jean-yves Cloarec.
- Agndal, H. and U. Nilsson (2009). "Interorganizational cost management in the exchange process." Management Accounting Research **20**(2): 85-101.
- Ali, H. H. and S. F. Al Nsairat (2009). "Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan." Building and Environment **44**(5): 1053-1064.
- Andalib, A. (2007). Urban Decay and Renewal, volume 4, Organization of urban renewal of Tehran.
- André, P. (1999). L'évaluation des impacts sur l'environnement: processus, acteurs et pratique, Presses internationales Polytechnique.
- Ansari, S., J. Bell, et al. (2006). Target Costing: Uncharted Research Territory. Handbooks of Management Accounting Research. A. G. H. Christopher S. Chapman and D. S. Michael, Elsevier. **Volume 2**: 507-530.
- ARE (2004). Sustainability assessment: Conceptual framework and basic methodology, Federal Office for Spatial Development (ARE).
- Becker, B. (1997). "Sustainability Assessment: A Review of Values, Concepts, and Methodological Approaches", The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).
- Beer, A. (2000). Environmental Planning for Site Development, Taylor & Francis.
- Belmeziti, A. (2007). Vers un Référentiel Générique pour l'Évaluation de l'Habitat Durable. ERPI, INPL. Mémoire de Master RIC1.
- Belmeziti, A. (2007). Vers un Référentiel Générique pour l'Évaluation de l'Habitat Durable. ERPI (Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs), INPL –Nancy. Master.
- Bertoncelle, B. and N. Girard (2001). "Les politiques de centre-ville à Naples et à Marseille : quel renouvellement urbain ?" revue méditerranéenne **vol96**: p61-70.
- Blazejczyk-Okolewska, B., K. Czolczynski, et al. (2004). "Classification principles of types of mechanical systems with impacts – fundamental assumptions and rules." European Journal of Mechanics - A/Solids **23**(3): 517-537.
- Böhringer, C., A. Löschel, et al. (2009). "EU climate policy up to 2020: An economic impact assessment." Energy Economics **31, Supplement 2**(0): S295-S305.
- Boly, v. (2008). Ingénierie de l'innovation. Paris, Editions Hermès.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- BOOMSAZEGAN, I. c. e. U. (2006). Le résumé des études du plan directeur de Téhéran. m. d. Téhéran. Téhéran, municipalité de Téhéran.
- Bouyssou, D., D. Dubois, et al. (2010). Decision Making Process: Concepts and Methods, Wiley.
- Brookes, A. J. and D. Poole (2012). Innovation in Architecture: A Path to the Future, Taylor & Francis.
- Businessdic (2010). "impact." from <http://www.businessdictionary.com/definition/social-impact.html>.
- Carroll, B. and T. Turpin (2002). Environmental Impact Assessment Handbook: A Practical Guide for Planners, Developers and Communities, Thomas Telford.
- Clements-Croome, D. (2004). Intelligent Buildings Design, Management and Operation. London, Thomas Telford.
- Cole, B. L., R. Shimkhada, et al. (2005). "Methodologies for realizing the potential of health impact assessment." American Journal of Preventive Medicine **28**(4): 382-389.
- Cole, R. J. (1999). "Building environmental assessment methods: clarifying intentions." Building Research and Information **27** (4/5): 230–246.
- Cooper, D. R. and P. S. Schindler (2003). Business Research Methods. New York, McGraw Hill International Edition.
- Cooper, I. (1999). "Which focus for building assessment methods—environmental performance or sustainability? ." Building Research and Information **27** (4/5): 321–331.
- Cooper, L. M. and W. R. Sheate (2002). "Cumulative effects assessment: A review of UK environmental impact statements." Environmental Impact Assessment Review **22**(4): 415-439.
- Crawley, D. and I. Aho (1999). "Building environmental assessment methods: application and development trends." Building Research and Information **27** (4/5): 300–308.
- Crookes, D. and M. de Wit (2002). "Environmental economic valuation and its application in environmental assessment: an evaluation of the status quo with reference to South Africa." Impact Assessment and Project Appraisal **June**: pp. 127–134.
- Curwell, S., A. Yates, et al. (1999). "The Green Building Challenge in the UK." Building Research and Information **27** (4/5): 286–293.
- Deshayes, P. (2012). "Le secteur du bâtiment face aux enjeux du développement durable : logiques d'innovation et/ou problématiques du changement." Innovations n°37 , éditions De Boeck Supérieur: Page 219-236.
- Devuyst, D. (2001). Introduction to sustainability assessment at the local level. In: Devuyst D, editor. How green is the city? Sustainability assessment and the management of urban environments. New York, Columbia University Press.
- Ding, G. K. C. (2008). "Sustainable construction—The role of environmental assessment tools." Journal of Environmental Management **86**(3): 451-464.



## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Duerk, D. P. (1993). Architectural Programming: Information Management for Design, Wiley.
- Ecolabel-Index (2012). from <http://www.ecolabelindex.com/>.
- Edwards, B. (2010). Rough Guide to Sustainability: A Design Primer, RIBA Publishing.
- Eggener, K. (2004). American Architectural History: A Contemporary Reader, Routledge, Taylor & Francis Group.
- Elliott, M. and I. Thomas (2009). Environmental Impact Assessment in Australia: Theory and Practice, Federation Press.
- Ellram, L. M. (2002). "Supply management's involvement in the target costing process." European Journal of Purchasing & Supply Management **8**(4): 235-244.
- EOdeF (2010). "Glossaire/ Impact." from <http://www.ecoledefeminisme.org/>.
- erwan (2011). "Conception à Coûts Objectifs." from [\[http://erwan.neau.free.fr/Toolbox/Conception\\_a\\_Coûts\\_Objectifs.htm\]](http://erwan.neau.free.fr/Toolbox/Conception_a_Coûts_Objectifs.htm).
- European Commission (1995). Value Management. Luxembourg, European Commission.
- Finnveden, G. and A. Moberg (2005). "Environmental systems analysis tools: an overview." Journal of Cleaner Production **13**: 1165–1193.
- fr.wikipedia.org (2010). "Impact." from <http://fr.wikipedia.org/wiki/Impact>.
- fr.wikipedia.org (2013). "Décision." from <https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9cision>.
- Geiger, T. S. and D. M. Dilts (1996). "Automated design-to-cost: integrating costing into the design decision." Computer-Aided Design **28**(6–7): 423-438.
- Gholipour, V. (2011). Éco-conception collaborative de bâtiments durables. École Doctorale RP2E (Ressources, Procédés, Produit, Environnement), University of Lorraine. **PhD**.
- Grandhayé, J.-P. (2011). LA CONCEPTION A OBJECTIF DESIGNE : un support aux projets de développement du secteur santé. Nancy, AFAV – ERPI.
- Haapio, A. and P. Viitaniemi (2008). "A critical review of building environmental assessment tools." Environmental Impact Assessment Review **28**(7): 469-482.
- Harris-Roxas, B. and E. Harris (2011). "Differing forms, differing purposes: A typology of health impact assessment." Environmental Impact Assessment Review **31**(4): 396-403.
- Hartshorn, J., M. Maher, et al. (2005). Creative destruction: building toward sustainability, NRC Research Press.
- Hatamura Y., (2010) Decision-Making in Engineering Design: Theory and Practice, Col. Decision Engineering, Springer London Ltd, , 282 pages
- Hedstrom, G. S., J. B. Shopley, et al. (2000). Realizing the sustainable development premium, Prism.
- Hershberger, R. G. (1999). Architectural Programming and Predesign Manager, McGraw-Hill.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Herstatt, C., B. Verworn, et al. (2004). "Reducing project related uncertainty in the gahira. gahira. d" of innovation: A comparison of German and Japanese product innovation projects." International Journal of Product Development **1**: 43–65.
- IAIA (2011). "INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT." from <http://www.iaia.org>.
- Jay, S., C. Jones, et al. (2007). "Environmental impact assessment: Retrospect and prospect." Environmental Impact Assessment Review **27**(4): 287-300.
- Kee, R. (2010). "The sufficiency of target costing for evaluating production-related decisions." International Journal of Production Economics **126**(2): 204-211.
- Kheiroddin, R. (2009). LE RENOUVELLEMENT URBAIN A TÉHÉRAN, POLITIQUES, PRATIQUES ET MÉTHODES. Urbanisme et Aménagement de l'espace, Université Paris Ouest Nanterre La Défense. **PhD**.
- Kohler, N. (1999). "The relevance of Green Building Challenge: an observer's perspective." Building Research and Information **27 (4/5)**: 309–320.
- Komínková, D. (2008). Environmental Impact Assessment and Application – Part 1. Encyclopedia of Ecology. J. Editors-in-Chief: Sven Erik and F. Brian. Oxford, Academic Press: 1321-1329.
- larousse (2010). "impact." from <http://www.larousse.com/en/dictionnaires/francais/impact>.
- larousse (2012). "impact." from <http://www.larousse.com/en/dictionnaires/francais/impact>.
- Larson, A. L. (2000). "Sustainable innovation through an entrepreneurial lens." Business Strategy and the Environment: 304–317.
- Larsson, N. K. (1999). "Development of a building performance rating and labelling system in Canada." Building Research and Information **27**: 332–341.
- Lévy, J. P. (1987). Centres villes en mutation, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Lowton, R. M. (1997). Construction and the Natural Environment. Oxford, Butterworth Heinemann.
- Marsden, S. and S. Dovers (2002). Strategic Environmental Assessment: In Australasia, Federation Press.
- Mateus, R. and L. Bragança (2011). "Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT–H." Building and Environment **46**(10): 1962-1971.
- Mc Cold, L. and J. Holman (1995). "Cumulative impacts in environmental assessments: How well are they considered?" Environmental Professional; Journal **Volume: 17**(Journal Issue: 1).
- mijn (2010). "impact/ medicine." from <http://www.mijnwoordenboek.nl/EN/theme/ME/EN/FR/I/3>.
- Morgan, R. K. (1998). Environmental Impact Assessment: A Methodological Perspective, Kluwer Academic.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Morris, P. and R. Therivel (2009). Methods of Environmental Impact Assessment, Routledge.
- Mostafavi, M. (2011). "Why ecological urbanism? why now?" Architecture & Urbanism **101**(Summer): 6.
- OCDE (2006). L'évaluation environnementale stratégique, ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES.
- Ordre des architectes, C. a. e. d. d. (2004). Les architectes et le développement durable: conclusions de la première étude engagée par l'Ordre des architectes, [Commission architecture et développement durable], Ordre des architectes.
- Parnell G.S., Driscoll P.J., and Henderson D.L.( 2008) Decision Making in Systems Engineering and Management, , eds, Wiley Series in Systems Engineering, ed. A.P. Sage., John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey.
- Peña, W. M. and S. A. Parshall (2012). Problem Seeking: An Architectural Programming Primer, Wiley.
- Pennington, D. W., J. Potting, et al. (2004). "Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice." Environment International **30**(5): 721-739.
- Perry, N. (2007). Industrialisation des connaissances: Approches d'intégration pour une utilisation optimale en ingénierie (cas de l'évaluation économique). Ecole Doctorale Mécanique, Thermique et Génie Civil, L'Université de Nantes.
- Peuportier, B. (2003). Eco-conception des bâtiments: bâtir en préservant l'environnement, Presses de l'École des mines.
- PGSIA (2003). "Interorganizational Committee on Principles and Guidelines for Social Impact Assessment." Impact Assessment and Project Appraisal **21**.
- Platzer, M. (2009). Mesurer la qualité environnementale des bâtiments: Méthodes globales, normes et certifications, cas pratiques, Le Moniteur.
- Pope, J., D. Annandale, et al. (2004). "Conceptualising sustainability assessment." Environmental Impact Assessment Review **24**(6): 595-616.
- Quigley, R. J. and L. C. Taylor (2004). "Evaluating health impact assessment." Public Health **118**(8): 544-552.
- Rezaeian, A. (1997). Les principes de gestion. TEHRAN, Samt Publishing.
- Rezvanipoor, P. H., M. (2011). "The necessity of establishing a sustainability approach in Iran." Architecture & Urbanism **101**(Summer): 2.
- Saaty, T. L. (1985). "Decision making for leaders, IEEE transactions on system." man and cybernetics **vol 15**(issue 3): p 450-452.
- Schumacher, P. (2011). The Autopoiesis of Architecture: A New Framework for Architecture, Wiley.

## Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)

- Scofield, J. H. (2009). "Do LEED-certified buildings save energy? Not really...." Energy and Buildings **41**(12): 1386-1390.
- Simon H. A (1955) A Behavioral Model of Rational Choice,., The Quarterly Journal of Economics 69 (1): 99-118.
- Soebarto, V. I. and T. J. Williamson (2001). "Multi-criteria assessment of building performance: theory and implementation." Building and Environment International **36**: 681–690.
- Solutions®, i. (2011). "Impact Assessment process." from <http://www.itsmsolutions.com/newsletters/DITYvol3iss3.htm>.
- surfeco21 (2013). "La décision – Le processus de décision." from <http://www.surfeco21.com/?p=1521>.
- Svenson O., (1979) Process descriptions of decision making,., Organizational Behavior and Human Performance, Volume 23, Issue 1, , Pages 86–112.
- Tilt, B., Y. Braun, et al. (2009). "Social impacts of large dam projects: A comparison of international case studies and implications for best practice." Journal of Environmental Management **90, Supplement 3**(0): S249-S257.
- Timmermans, H. J. P. (2010). Design and Decision Support Systems in Architecture, Springer.
- TMUPRC (2012). Rapport n ° 108- Une enquête de la vulnérabilité sismique de la région métropolitaine de Téhéran en regardant l'étude de la JICA. گزارش شماره ۱۰۸ (مروری بر آسیب پذیری لرزه ای کلانشهر تهران در طرح مطالعاتی جایکا با نگاهی بر وضع موجود) Téhéran TMUPRC (Tehran Municipality Urban Planning and Research Center)
- Todd, J. A., D. Crawley, et al. (2001). "Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge." Building Research and Information **29 (5)**: 324–335.
- Tran, T. A. and T. Daim (2008). "A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment." Technological Forecasting & Social Change **75**: p1396–1405.
- ULB (2103). "Science de la décision ou science de l'aide à la décision ?". from <http://www.ulb.ac.be/students/ceish/tuyaux/mad/Sciencedeladecision.htm>.
- Verheem, R. (2002). Recommendations for Sustainability Assessment in the Netherlands. In Commission for EIA. Environmental Impact Assessment in the Netherlands. The Netherlands, Views from the Commission for EIA.
- wbdg.org (2012). "Cost of change & opportunity of influence."
- Weissenstein, C. (2009). Modélisation et visualisation du "profil environnemental" des bâtiments. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy, INPL. Master.

## **Evaluation du potentiel de durabilité d'un projet de rénovation urbaine en phase de pré-conception grâce à la Conception à Objectif Désigné (COD)**