

UNIVERSITÉ ABOU-BAKR BELKAÏD TLEMÇEN



FACULTÉ DES SCIENCES
ET DE LA TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GENIE-CIVIL



MEMOIRE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER
EN CIVIL ENGINEERING MANAGEMENT

THEME

LE SEISME ET L'ARCHITECTURE
ESSAI DE MODELISATION SYSTEMIQUE
POUR L'OPTIMISATION DE LA QUALITE ARCHITECTURALE EN TENANT
COMPTE DES REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES

PRESENTÉ PAR

M^{lle} KDROUSSI HOUDA Wafa

Soutenu en juillet 2010 devant le jury composé de :

MEGNOUNIF	A	Maître de Conférences	A	Université de Tlemcen	Président
ALLAL	M.A	Maître de Conférences	A	Université de Tlemcen	Encadreur
LOBIYED	A	Maître Assistant	A	Université de Tlemcen	Co-encadreur
DJAAFOUR	M	Maître de Conférences	A	Université de Tlemcen	Examineur
CHIALI	A	Maître Assistant	A	Université de Tlemcen	Examineur

**LE SEISME ET L'ARCHITECTURE
ESSAI DE MODELISATION SYSTEMIQUE
POUR L'OPTIMISATION DE LA QUALITE ARCHITECTURALE EN TENANT
COMPTE DES REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES**

PRESENTÉ PAR

M^{lle} KDROUSSI HOUDA WAFA

DEDICACE

Notre personne se construit de toutes ces expériences de la vie, de toutes ces rencontres qui nous permettent un apprentissage nouveau.

Beaucoup de personnes ont marqué leur passage dans ma vie, parce qu'elles ont laissé une empreinte positive sur l'ouverture de mon esprit.

A toutes ses personnes qui m'ont appris, à celles qui m'apprendront dans l'avenir et à la mémoire de mes grands-pères || || ||

REMERCIEMENTS

Lorsqu'on tend vers la dernière ligne droite d'un objectif et que l'on commence à percevoir les premiers rayons du soleil venant du bout du tunnel, heureusement ; qu'on se rappelle de remercier tous ceux qui nous ont aidés, orientés et encouragés pour pouvoir avancer d'un pas sûr dans notre parcours.

Ressentant un grand soulagement, je dis Merci Mon Dieu de m'avoir comblé de Tes faveurs. Et je dis aussi, merci :

A monsieur ALLAL Mohammed Amine, mon encadreur, pour avoir orienté mon choix de ce sujet, ô ! Combien passionnant et aussi pour sa confiance, ses encouragements, ses compétences pédagogiques et ses valeurs humaines qui m'ont apporté assurance et motivation.

A monsieur LOBIED Abdessamad, mon co-encadreur, et aussi un enseignant exemplaire avec qui j'ai collaboré dans l'enseignement pour les ateliers d'architecture. Je le remercie pour avoir eu un véritable sens de la communication créant ces échanges de points de vue qui m'ont inspirés dès le commencement de mon travail de recherche.

A monsieur MEGNOUNIF Abdellatif, pour avoir accepté d'honorer la présidence de mon jury, et surtout aussi pour m'avoir encouragé à me lancer dans les études de management, tout-juste après l'obtention de mon diplôme d'architecture, je n'avais pas arrêté mes tentatives depuis et je me rends compte aujourd'hui de cette entreprise enrichissante.

A monsieur CHIALI Abdessamad et monsieur DJAAFOUR Mostapha, pour avoir accepté d'examiner mon travail, et pour les souvenirs que je garde d'eux, monsieur CHIALI mon enseignant prodigieux qui m'avait inculqué beaucoup de valeurs ; et monsieur DJAAFOUR pour les premiers enseignements parasismiques qu'il m'avait dispensés lors d'un voyage d'étude portant sur le cas du séisme de Boumerdes en 2003.

J'adresse mes affectueux remerciements à mes parents, mon frère et ma sœur, cette merveilleuse famille qu'est la mienne et qui me berce de sa chaleur humaine et me procure équilibre et persévérance.

Je n'oublie pas les personnes qui ont apporté leur contribution à ma motivation : mes collègues de travail, mes collègues et amis dans la recherche et aussi mes étudiants. A vous tous, j'adresse mes sincères remerciements.

RÉSUMÉ

Notre travail de recherche a pour corpus d'étude, l'architecture, le séisme, la réglementation parasismique algérienne, dans une question posée sur l'optimisation de la qualité architecturale dans le projet de construction.

La complexité de la question, la multiplicité des intervenants et des disciplines qu'elle fait rencontrer, le flou sur la définition de la qualité en architecture et sur la manière dont elle est perçue, nous entraînent dans une méthode traitant de la globalité dans une logique conjonctive, et recherchant ainsi, les rapports des parties à l'ensemble, les relations qui lient les objets d'étude et la manière de les faire converger vers la concrétisation des finalités dictées par la qualité.

Petit à petit le système de production architecturale s'éclaircit et des objectifs se tracent dans le support de la méthode qui organise notre synthèse bibliographique et nos conclusions tirées du vécu d'une petite expérience dans la profession architecturale.

C'est donc, notre adoption de l'approche systémique et de son concept de modélisation qui ont guidé nos propositions de modèles pour approcher cet objectif d'optimisation de la qualité architecturale dans son environnement algérien et dans les balises du RPA 99 version 2003.

Mots clés : Systémique, RPA 99 :2003, Architecture, Séisme, Projet de construction.

ABSTRACT

Our actual investigation works are focusing on: Architecture, seism, Algerian seismic design code, stating issue about architectural quality optimization in building project.

The intricacy of the issue, the several stakeholders and fields covered by this one, also blurring aspect about the meaning of quality in architecture and its comprehensiveness, lead us to a method that deals with globality in connective logic, in search of relationships between the parts and the whole, links between subjects of study and how to make them convergent towards achieving the aims imposed by quality.

Gradually, architectural production system becomes obvious and goals are marked in the background of the way that rules our bibliographic synthesis and conclusions remaining from our modest professional experience in architecture.

Therefore, adopting systemic approach with its modelling concept has led us to hold out prototypes to almost achieve our goal of architectural quality optimization in Algerian area marked out into "RPA 99 version 2003".

Keywords: Systemic approach, RPA 99: 2003, Architecture, Seism, Building project.

ملخص

يدور محور هذه الدراسة حول الهندسة المعمارية و الزلازل وكذا النظام الجزائري للبنىات المضادة للزلازل وذلك في سياق متصل يعالج إشكالية تحسين وتطوير الجودة المعمارية لمشروع بناء.

إن نسبة التعقيد فيما يخص هذه المسألة وتعدد المهتمين بالموضوع والمجالات التي تتطرق إليها هذه الدراسة بالإضافة إلى الغموض والإبهام الذي يرافق مفهوم الجودة المعمارية وكيفية إدراكها جعلنا نسير نحو اتخاذ منهجية تعالج بشكل إجمالي وفي إطار منطقي عام، بغية البحث عن العلاقة بين الأجزاء والكل، والروابط التي تجمع بين محاور الدراسة والوسيلة التي تجعلها تصبو إلى تحقيق الأهداف التي تفرضها علينا الجودة المعمارية.

بالتدرج، يتبين نظام الإنتاج الهندسي بوضوح كما تسطر الأهداف في ظل المنهجية التي تؤسس عملنا المرجعي واستنتاجاتنا الخاصة من تجربة بسيطة في أداء مهنة الهندسة المعمارية.

وبهذا، يكون تبيننا للمنهجية النموذجية ولمفهومها المثالي هما اللذان سمحا لنا بتقديم نماذج تقترب من مسعانا المتمثل في تحسين الجودة المعمارية في الميدان الجزائري وذلك تبعاً لما يمليه النظام الجزائري الخاص بالبنىات المضادة للزلازل – طبعة 2003.

كلمات مفاتيح: منهجية نموذجية، 2003 : RPA 99 ، هندسة معمارية، زلزال، مشروع بناء.

LISTE DES ABREVIATIONS

AFIS	Association française de l'ingénierie des systèmes
AFSCET	Association française des sciences des systèmes cybernétiques cognitifs et techniques
APD	Avant projet détaillé
APS	Avant projet sommaire
AS 55	Règles anti sismiques française éditées en 1955
BET	Bureau d'études techniques
CES	Corps d'états séparés
CGS	Centre national de recherches appliquées au génie parasismique
CNERIB	Centre national des études et des recherches intégrées du bâtiment
CRAAG	Centre national de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique
CTC	Contrôle technique de la construction
CTH	Contrôle technique hydraulique
CTTP	Contrôle technique des travaux publics
DTR	Document technique réglementaire
EG	Entreprise générale
GE	Groupement d'entreprises
IANOR	Institut algérien de la normalisation
ISO	International standard organisation (organisation mondiale de la normalisation)
MOA	Maître d'ouvrage
MOE	Maître d'œuvre
MTPC	Ministère des travaux publics et de la construction
PS 69	Règles parasismiques françaises éditées en 1969
RPA	Règles parasismiques algériennes
TIC	Techniques de l'information et de la communication

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE .1

Chapitre 1 : L'APPROCHE SYSTEMIQUE, UNE METHODOLOGIE DE RECHERCHE4

1. Introduction	.5
2. L'Approche systémique, essai de définition et repères historique	..5
3. L'Approche systémique, pourquoi?	.7
3.1 L'Approche systémique, une logique de pensée focalisée sur les objectifs à atteindre	.8
3.2 L'Approche systémique un excellent instrument d'accès à la complexité	.11
4. L'Approche systémique, comment ?	...11
4.1 La systémique, un savoir et des concepts	..13
4.2 La systémique, une méthode et un apprentissage	..17
5. Spécificité de « notre » système, celui de la production architecturale	.25
6. Essai de construction d'une démarche adaptée	...26
7. Conclusion	27

Chapitre 2: SEISME ET ARCHITECTURE .28

1. Introduction	...29
2. Le séisme, essai d'appréhension	29
2.1 Généralités sur le séisme	30
2.2 Le risque sismique	...33
3. L'Architecture, essai d'appréhension	.40
3.1 L'Architecture, aux confins de l'art et de la science	.40
3.2 La mutation du champ théorique de l'Architecture	...42
4. Le séisme et l'Architecture, essai d'appréhension dans le contexte algérien.	46
4.1 La mise en place de la réglementation parasismique	..À 47
4.2 Les enseignements tirés des expériences de séismes vécus	À À À À À ...48
5. Conclusion	56

Chapitre 3: LE PROJET DE CONSTRUCTION .À 58

1. Introduction	59
-----------------	----

2. Le projet de construction, un processus évolutif et interactif	..59
2.1 Qu'est-ce que le projet ?	...59
2.2 Schéma basique d'un processus de construction	.. 61
3. Les différents processus dans le projet de construction, essai d'appréhension	...77
3.1 Le projet architectural dans le projet de construction	..77
3.2 Le projet de réalisation dans le projet de construction	..83
4. Conclusion	...87

Chapitre 4: ESSAI DE MODELISATION SYSTEMIQUE POUR L'OPTIMISATION DE LA QUALITE

1. Introduction	.91
2. Synthèse de l'exploration systémique	91
2.1 Les limites du système : son environnement	93
2.2 Aspect fonctionnel	94
3. La qualité sous-tendue par le système de production architecturale	.98
3.1 Le concept qualité dans le projet	..99
3.2 Les niveaux de qualité dans le processus de production architecturale	.101
4. Pour une optimisation de la qualité	106
4.1 La qualité globale, une contribution d'un travail collaboratif	...107
4.2 La qualité globale, une contribution des méthodologies de gestion	..107
5. Recentrement des objectifs de qualité pour notre système	108
5.1 La convergence du système vers un objectif principal de collaboration	..111
5.2 Le partenariat : une forme de collaboration	...111
6. Les trois modèles systémiques pour l'optimisation de la qualité architecturale et parasismique	.112
6.1 La modélisation systémique du travail collaboratif de la conception	112
6.2 La modélisation systémique du travail collaboratif pluridisciplinaire dans le projet	116
7. Apport et limites des modèles systémiques	...120
8. Conclusion	121

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION GENERALE

“

Quoi que tu rêves d'entreprendre, commence-le. L'audace a du génie, du pouvoir, de la magie ! ||| ■

[Johann Wolfgang von Goethe]

L'architecture fait partie de notre vie. Elle nous entoure, nous protège, nous sécurise nous imprègne d'une certaine atmosphère.

L'histoire de l'humanité retient les efforts de l'homme à construire sous toutes les latitudes, à faire face aux conditions imposées par l'environnement et à se préparer à la survenance des phénomènes naturels.

La prise de conscience d'un risque permanent tel que le séisme a conduit à prendre des dispositions préventives pour assurer la sécurité des constructions et a donné naissance à différents règlements parasismiques dans le monde.

Les règlements parasismiques ont vu le jour pour que la construction puisse encore une fois résister et survivre dans la catastrophe du séisme.

La raison utilitaire et la raison constructive n'ayant jamais suffi, à elles seules, à donner forme aux édifices et à la ville, le défi est de faire survivre l'art devant les contraintes techniques des règlements. « En architecture comme dans la vie tout court, science et art ont des positions d'importance équivalente ». [Von Meiss. P, 2003].

La production architecturale vue à la lumière de notre époque situe l'architecture entre le monde des réalités physiques et celui des désirs et de l'imaginaire.

Le risque sismique pose alors, un défi à l'architecture, un défi de stabilité des constructions et de protection des vies humaines mais aussi un défi de concrétiser les ambitions créatives et innovatrices des architectes.

La production architecturale est aussi l'image du pays, du pouvoir et des valeurs de la société. Dans notre pays qui se veut en voie de développement et qui essaye de rattraper le train en marche d'une production architecturale de qualité, traiter de cette question devient une motivation pour nous dans ce travail de recherche : comment faire élever l'architecture algérienne au rang des valeurs de l'architecture mondiale en tenant compte de la présence d'un risque naturel récurrent qu'est le séisme ?

Ainsi, notre objectif devient celui de voir comment tirer le meilleur de cette confrontation : architecture-séisme dans l'environnement algérien de la production architecturale pour tenter de réduire le fossé qui sépare la conception de la réalisabilité technique des utopies dans une démarche d'optimisation de la qualité. Un objectif de variabilité, d'originalité créatrice de nouvelles valeurs pour l'architecture algérienne.

Conscients que l'architecture est le produit d'un processus politico-socio-économico-technique, le produit d'une démarche participative associant toutes catégories d'acteurs de concrétisation du projet de construction, le produit qui rassemble une multitude d'intervenants de profils et de spécialités différents, la qualité devient une préoccupation à tous les niveaux du processus, une problématique globale. Cette problématique annonce donc une complexité de taille qui doit être traitée avec une approche appropriée.

Une approche qui se propose d'identifier le système responsable de la production architecturale parasismique et de l'explorer en vue de mieux le comprendre, d'en constituer une vision d'ensemble, de considérer la problématique de la qualité dans la globalité des intervenants du projet de construction.

Cette méthode de recherche traitant de la complexité et de la globalité du système est connue sous le nom de l'approche systémique.

Ainsi, notre travail s'organise autour des thèmes entre lesquels se tisse la problématique de recherche: le séisme et l'architecture, le processus de projet, la participation, les acteurs, les représentations.

Voulant approfondir la réflexion sur cette dualité séisme et architecture, et trouver un pont entre pratique et théorie, nous avons entrepris une exploration systémique de cette thématique et une autre du processus d'élaboration des projets de construction pour ensuite nous intéresser à construire des modèles systémiques représentatifs de la réalité complexe. Notre approche s'intéresse particulièrement aux différentes formes de relations qui peuvent exister entre les niveaux d'intervention dans le projet.

Nous commencerons donc, par expliquer notre démarche méthodologique dans le chapitre 1, puis mettre cette méthode en exergue dans les chapitres : 2, 3 et 4.

Le chapitre 2, visera à mettre la lumière sur la dualité séisme et architecture, les enjeux, les ambitions et les contraintes à surpasser.

Ensuite, il s'agira pour comprendre les positions et postures des acteurs, de décrypter les valeurs et représentations qualitatives sous-jacentes et les rapports fonctionnels au projet de construction qui conditionnent leurs logiques d'action dans l'environnement algérien, c'est l'objet du chapitre 3.

Enfin, le chapitre 4 sera une synthèse de l'exploration systémique des chapitres 2 et 3 et celui qui viendra proposer des modèles systémiques orientés vers la concrétisation de notre objectif d'optimisation de la qualité architecturale.

Dans l'effervescence de cette recherche, notre attention portera plus particulièrement sur le rôle de l'architecte et de l'ingénieur, leur travail collaboratif comme composante significative d'une conduite de projet adaptée au risque sismique et à évaluer les apports spécifiques de leur participation dans le système de production architecturale.

Notre recherche s'interroge en outre sur les spécificités de la question d'optimisation de la qualité dans le contexte politico-social algérien avec notre regard d'architecte imprégnée de la réalité du terrain et du vécu de quelques cas concrets.

Son originalité réside dans la méthode d'investigation du système responsable de la production architecturale, qui s'est vue construire et adapter avec le souci de prendre en considération et, en même temps, de rendre compte de la spécificité de l'architecture comme discipline qui renferme par essence des ambitions créatives et aussi celui d'identifier, comprendre et gérer un système de processus corrélés pour un objectif d'optimiser la qualité du produit architectural parasismique.

La découverte des innovations du monde de la production architecturale et celui de la conduite des projets dans d'autres univers nous inspirera pour tenter de proposer des solutions alternatives innovatrices et réalisables, faisant en sorte que le système de production architecturale contraint par le règlement parasismique algérien ne va pas à l'encontre de l'amélioration de la qualité architecturale. Ainsi, il s'agira essentiellement d'ouvrir de nouvelles pistes de recherches.

Chapitre 1

LE APPROCHE SYSTEMIQUE, UNE METHODOLOGIE DE RECHERCHE

“

L'instinct demande à être dressé par la méthode, mais l'instinct seul nous aide à découvrir une méthode qui nous soit propre et grâce à laquelle nous pouvons dresser notre instinct. || || ||

[Jean Cocteau *in* Le rappel à l'ordre, (1926)]



1. Introduction

Dans un monde actuel où les technologies du bâtiment, la réglementation et les métiers évoluent à grande vitesse, les projets de construction connaissent une complexité de plus en plus accrue. Aujourd'hui, la production architecturale, par la multitude d'acteurs, de disciplines et de métiers qu'elle regroupe, les contraintes réglementaires d'ordre technique et juridique qu'elle se force à respecter s'inscrit dans un système complexe.

La question de l'amélioration de la qualité de la production architecturale sous les contraintes de la réglementation parasismique algérienne étant posée dans ce travail de recherche, il s'agit dans ce chapitre d'expliquer notre positionnement méthodologique quant à produire des réponses et orienter des solutions. Une méthodologie, s'intéresse aux pratiques (méthodes) utilisées pour acquérir la connaissance. Autrement dit, elle concerne le « comment » produire des connaissances.

Ainsi, la spécificité de notre « comment » relatif à la connaissance sur la question de la qualité dans le domaine de l'architecture et de son produit « la construction » dans le contexte algérien, fait que notre vision sera portée selon une approche systémique qui ne considère plus le produit comme un élément distinct, mais appartenant à un ensemble d'éléments interagissant entre eux. Le produit architectural devient alors un composant d'un système complexe comportant des éléments humains, matériels et immatériels.

Couplé à cela, nous considérons la qualité du produit architectural dans la contrainte de la réglementation parasismique comme un objectif à atteindre par la synergie d'acteurs dans l'acte de construire. Ce qui signifie pour nous une approche fondée sur la représentation des relations entre acteurs.

L'intérêt fondamental de notre choix de l'approche systémique comme méthodologie de recherche se trouve dans sa particularité de se focaliser sur la recherche d'objectifs pour résoudre un problème sans trop s'attarder à définir les causes. En prenant pour objet d'étude les systèmes complexes ; dans une vision globale, elle les observe, les explore et tente de simplifier leur réalité par la construction de modèles ou autrement dit par la modélisation systémique qui va restituer cette réalité en une image claire et structurée permettant donc de mieux voir pour entreprendre d'agir. Ainsi, cette approche est susceptible d'ouvrir une voie prometteuse à la recherche et à l'action.

2. L'Approche systémique, essai de définition et repères historiques

La systémique est reconnue comme une discipline qui regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques, relatives à l'étude de ce qui est reconnu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste, et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structure, de lois ou de propriétés

émergentes caractérisant le système comme tel, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation, de modélisation ou de simulation d'une totalité complexe.

Elle est considérée comme une évolution de la posture du regard pour expliquer la réalité, qui apparaît dès les années 50 aux Etats Unis.

Notamment une prise de conscience de la complexité et le brassage des hommes et des idées suite à la seconde guerre mondiale sont à l'origine de la notion de « système », de l'approche systémique.

La rencontre pluridisciplinaire dans la recherche, entre les sciences humaines, les sciences sociales, la biologie, l'économie, les sciences de l'entreprise, les sciences de l'industrie, l'architecture a permis l'émergence de la systémique comme nouvelle pensée d'appréhension du « complexe ».

« Les méthodes de modélisation systémique se sont développées, à partir de 1945, notamment au sein des sciences de l'ingénierie ». [Le Moigne, 1977].

L'approche et la modélisation systémiques complètent l'approche positiviste et la modélisation analytiques.

Depuis les années 50 de nombreux développements sont venus renforcer les apports des premiers systémiciens. Tous cependant s'accordent sur des définitions communes.

La systémique arrive à se faire connaître et pratiquer en France depuis les années 70 ; le mot « systémique » apparaît en France en 1977, les premières sociétés scientifiques portant ce nom apparaissent à partir de 1979.

On retient les contributions de chercheurs dans différents domaines au développement de l'approche systémique :

- Aux Etats Unis d'Amérique :
 - La cybernétique par le mathématicien N. Wewer,
 - La biologie par Von Bertalanffy,
 - La théorie de l'entreprise par Jay Forrester.

- En France :
 - La biologie H. Laborit, J. de Rosnay, H. Atlan,
 - L'économie F. Perroux, J. Lesourne, R. Passet, G. Donnadiou,
 - La sociologie E. Morin,
 - L'épistémologie J.L. Le Moigne,
 - Les organisations J. Mèlèse.

Aujourd'hui l'approche systémique continue à servir divers domaines de la recherche et de la pratique, et continue aussi à s'enrichir d'un environnement évolutif.

Partant de notre formation d'architecte, nous pouvons citer l'exemple de l'enseignement et la pratique du projet d'architecture s'appuyant sur l'approche systémique dans les méthodologies de programmation et de conception architecturales.

Et aussi de part notre initiation aux sciences managériales la découverte du recours à l'approche systémique comme support pour de nombreux modèles de management.

3. L'Approche systémique, pourquoi ?

La systémique est une approche qui permet de se distancer de ses propres schémas mentaux pour pouvoir apporter une réelle réponse créative et innovante aux problèmes posés.

Elle est fondée sur une nouvelle façon de voir la réalité du monde, en s'efforçant de prendre en compte ses caractéristiques précédemment ignorées comme l'instabilité, l'ouverture, la fluctuation, le chaos, le désordre, le flou, la créativité, la contradiction, l'ambiguïté, le paradoxe, qui sont l'apanage de la complexité [Donnadieu et Karsky, *in* AFSCET 2004].

L'approche systémique implique donc le fait d'avoir un point de vue différent sur les phénomènes qui font partie de notre environnement à contre-courant de l'approche analytique qui aspire à appréhender des objets par découpage et en les considérant dans un environnement neutre, l'approche systémique considère des systèmes comme étant des ensembles en interaction avec leur écosystème et constitués d'éléments en interaction mutuelle.

L'approche systémique intéresse ainsi tout chercheur voulant entrer au centre des organisations dans lesquelles il veut provoquer un changement vers la qualité, cette approche s'avère nécessaire pour appréhender la complexité organisationnelle.

L'objet de l'approche systémique est d'élaborer un système de représentation qui permet d'appréhender les situations complexes de façon appropriée. Cela passe par la compréhension des systèmes, champ d'application privilégié de la complexité.

En cela, la systémique peut nous permettre de reconsidérer notre environnement, notre rôle, nos enjeux, nos objectifs, etc.

La systémique se proposant précisément d'étudier les ensembles en fonction de leur structure et de leur dynamique, se révèle être un outil particulièrement utile pour l'approche des organisations, en tant qu'ensembles, pour la réalisation d'un projet cohérent inscrit dans la finalité du système, et pour l'accompagnement des indispensables changements impliqués.

En ce sens, elle procure une vision globale, ouverte, orientée vers la promotion du changement et l'émergence des objectifs qu'il sous-tend.

Finalement, l'intérêt que revêt notre adoption de l'approche systémique pour l'appréhension du processus de la production architecturale réside dans le fait qu'elle est à la fois dynamique et globale :

- Globale, elle conduit à prendre en compte plus de variables (sociales, techniques, environnement, ...) que d'autres approches.

- Dynamique, elle conduit à considérer le processus comme un système d'actions et donc à :
- montrer que l'action émerge d'un processus de décision,
- mettre l'accent sur les différents flux qui traversent le système et sur leurs interactions,
- considérer que le processus est en perpétuelle évolution.

Et ceci parce qu'elle renferme deux potentialités majeures :

- Une pensée focalisée sur les objectifs à atteindre et donc orientée vers l'action,
- Un excellent instrument d'accès à la complexité ;
- Un principe du SMQ.

3.1 L'approche systémique, une logique de pensée focalisée sur les objectifs à atteindre

Cette approche parmi les modes de pensée qui existent a quelque chose de révolutionnaire en ce sens qu'elle consiste, entre autres, à faire l'impasse sur la recherche des causes, à renoncer à l'interprétation « psychologique » et à éviter le recours à des modèles trop théoriques et à des idéaux, pour s'intéresser à faire émerger des objectifs pertinents et réfléchir aux leviers les plus appropriés pour les atteindre. Il s'agit donc, tout simplement, de prendre du recul par rapport à une situation donnée pour considérer l'environnement global et choisir la stratégie optimale.

Nous empruntons les propos qui suivent à Dominique Bériot qui a relevé la faculté de la logique systémique en la comparant avec la logique analytique dans son ouvrage : Le management par l'approche systémique édité en 2006.

3.1.1 Logique systémique versus logique analytique

Dans la réalité, pour une même problématique on peut adopter deux attitudes, l'une consiste à se demander pourquoi le problème à lieu, quelles sont les causes de son existence, l'autre consiste à se demander à quoi nous voulons parvenir, quels seront nos objectifs. La première approche est appelée analytique et la deuxième systémique.

Chacune de ces approches a ses caractéristiques et ses effets sur terrain, les deux logiques peuvent bien être complémentaires. La logique systémique se différencie donc de la logique analytique sans s'y opposer.

Nous en présentons dans ce qui suit les différences et les rapprochements.

a. La logique analytique

Dans la logique analytique, agir consiste d'abord à fouiller le passé pour rechercher des causes et trouver des explications au problème, à examiner l'histoire du problème pour le comprendre, à se positionner ensuite comme si la résolution du problème était l'objectif à atteindre, à considérer enfin que la prise de conscience des causes d'un dysfonctionnement



permet de le résoudre. Cette logique incite à décortiquer le problème et à s'appesantir dessus, inlassablement. [cf. figure 1.1].

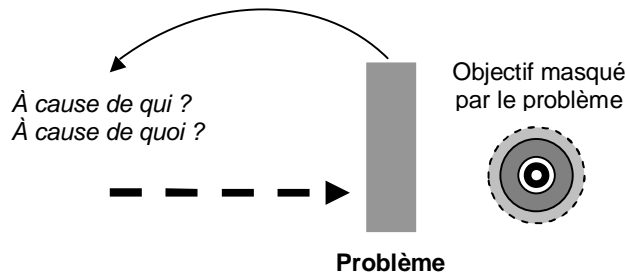


Figure1.1 : La logique psycho-analytique.
Le but est l'identification des causes [Bériot. D, 2006]

b. La logique systémique

À l'inverse, la logique systémique incite à se détacher du problème pour se consacrer prioritairement à ce que le système pourrait obtenir si le problème n'y faisait obstacle. Dès qu'il se pose, il s'agit d'abord de faire préciser l'objectif recherché avant d'apprécier, parmi les processus en cours, les leviers d'action pertinents sur lesquels fonder sa stratégie.[cf. figure 1.2].

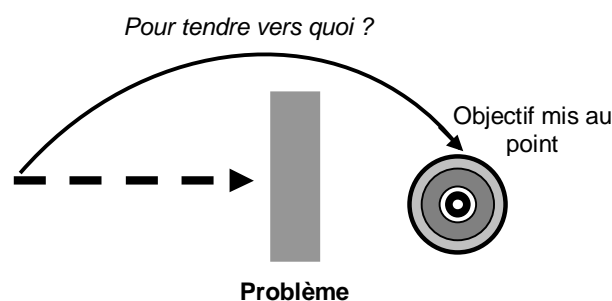


Figure1.2 : La logique systémique.
Le but est la clarification de l'objectif masqué par le problème
[Bériot. D, 2006]

Face à une même situation, les comportements diffèrent selon la logique retenue. Ces deux figures le stigmatisent d'ailleurs de façon spectaculaire : l'énergie dépensée pour résoudre le problème, matérialisée ici par les flèches, se dirige dans le sens contraire ! L'une reflue vers la source du problème, l'autre se dirige vers l'objectif à atteindre.

Le tableau1.1 ci-après présente quelques-unes des caractéristiques des deux approches en termes de pensée et d'action. Il s'agit de tendances spontanées observées dans le comportement des personnes dans l'entreprise, mais aussi dans les autres secteurs de la vie.

Tableau 1.1 : Comparaison entre les modes de pensée et d'action analytiques et systémiques.
[Bériot. D, 2006]

Caractéristiques de la logique analytique	Caractéristiques de la logique systémique
- Part du présent pour se tourner vers le passé	- Part du présent pour se diriger vers l'avenir
- S'intéresse au « Pourquoi »	- S'intéresse au « Vers quoi »
- Postule que la prise de conscience des causes est nécessaire à la résolution d'un problème	- Postule que la recherche des causes est rarement nécessaire pour résoudre un problème
- Analyse une situation problématique pour en comprendre la complexité	- Recherche les éléments invariants du système concerné pour appréhender la complexité, et non pour la comprendre
- Utilise le problème comme matériau d'analyse et considère sa suppression comme objectif	- Clarifie et précise d'abord l'objectif qui serait atteint si le problème était résolu
- Commence par un état des lieux du système apparent	- Identifie les acteurs qui composeront le seul système à considérer
- Établit un lien de cohérence entre un processus et une norme	- Établit un lien de cohérence entre un processus et un objectif
- Recherche les acteurs responsables d'un problème	- Recherche les acteurs influents (freins et ressources) sur l'atteinte de l'objectif
- Explique les raisons des comportements	- S'intéresse aux interactions entre les personnes
- Tente de changer les personnes	- Tente d'agir sur les relations entre les acteurs
- Cherche à prévoir les comportements des acteurs	- Régule au fur et à mesure les comportements en fonction d'un objectif

Les différences que présente le tableau 1.1, se retrouvent dans plusieurs situations professionnelles comme la résolution d'un problème, la négociation, la clarification d'un objectif, la présentation d'une problématique, etc. Chacune des deux logiques engendre un mode de relation très différent. Dans le contexte d'un changement, les adeptes de la logique systémique font preuve d'un réel respect des différences chez les personnes: elles évitent d'entrer dans leur boîte noire pour les évaluer, les classer, expliquer leurs comportements ou les mettre en accusation. Elles favorisent la création d'une dynamique les orientant vers l'avenir. Enfin, ne perdant pas de temps à tenter d'analyser la complexité, elles gagnent en efficacité par rapport à l'objectif.

Si on devait caractériser en quelques mots la pensée systémique par rapport à la pensée analytique traditionnelle héritée de Descartes et dont elle est en réalité beaucoup plus complémentaire qu'opposée, on pourrait dire qu'elle est :

- plus dominée par une logique ternaire ou conjonctive (qui relie) que par une logique binaire ou disjonctive (qui sépare),
- plus centrée sur le but à atteindre (finalité) que sur la recherche des causes (causalité),
- plus relationnelle et globale qu'analytique ;
- plus orientée par le présent-futur (prospective) que par le passé-présent (déterminisme) ;

- plus ouverte sur la diversité des réalités et la pluralité des solutions que sur la quête de certitudes et de réponses "universelles" (the one best way) ;
- moins réductrice enfin car accueillante à l'émergence de la nouveauté et à l'invention.

3.2 L'approche systémique un excellent instrument d'accès à la complexité

Sous le spectre de la pensée systémique, on peut analyser différents systèmes complexes. L'analyse systémique se concentre plus sur les liens et les flux que sur le système lui-même.

Introduire la pensée systémique dans la quête de solutions pour un problème c'est commencer à raisonner en termes d'interactions et de boucles de rétroactions au lieu de faits isolés et d'éléments statiques.

Au-delà des définitions, des théories et des écoles de pensée, cette attitude a fait preuve de pertinence sur le terrain dans la mesure où elle conduit à :

- appréhender de manière globale, et non analytique, un système et son environnement,
- utiliser un langage commun pour travailler entre plusieurs disciplines ou plusieurs métiers ;
- choisir une stratégie optimale pour agir sur les points sensibles d'un système.

3.3 L'approche systémique, un principe du SMQ

Pour les objectifs de conduite du changement par la qualité au sein des organisations, l'approche systémique est reconnue comme un des huit principes du SMQ (Système de management de la qualité) qui sont classés comme suit :

- Leadership,
- Ecoute client ;
- Implication du personnel ;
- Approche processus ;
- Approche systémique ;
- Relation bénéficiaire avec les fournisseurs ;
- Amélioration continue ;
- Approche factuelle.

4. L'approche systémique, comment ?

La systémique repose sur l'appréhension concrète d'un certain nombre de concepts tels que: système, interaction, rétroaction, régulation, organisation, finalité, vision globale, évolution, etc. Elle prend forme dans le processus de modélisation, lequel utilise largement le langage graphique et va de l'élaboration de modèles qualitatifs, en forme de "cartes", à la construction de modèles dynamiques et quantifiés, opérables sur ordinateur et débouchant sur la simulation.

C'est pourquoi la mise en œuvre de cette démarche passe par un effort d'apprentissage conceptuel et pratique de la part du modélisateur qui ambitionne de réaliser une plongée heureuse dans la complexité, afin d'être capable dans un premier temps de s'y orienter, puis dans un second temps d'agir sur elle.

Combinant en permanence connaissance et action, la systémique se présente comme l'alliance indissoluble d'un savoir et d'une pratique. [cf. figure 1.3]

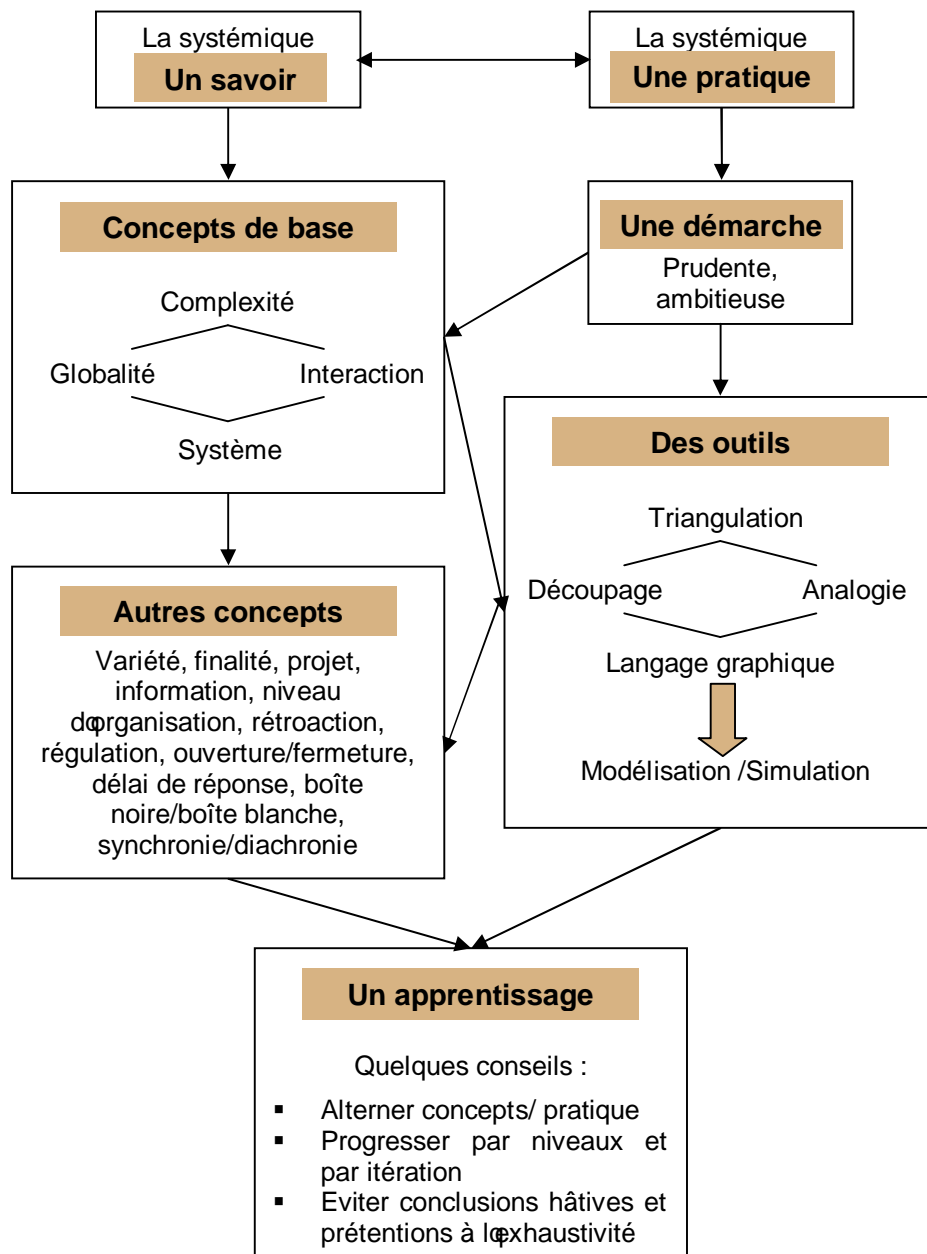


Figure 1.3 : Essai de définition de la méthodologie systémique, synthèse des travaux du groupe AFSCET, 2004.

La considération du graphe de synthèse ci-dessus va nous conduire à présenter très logiquement la systémique sous forme de deux parties :

- la systémique, un savoir et des concepts ;

- la systémique, une méthode et un apprentissage.

4.1 La systémique, un savoir et des concepts

Pour appréhender la complexité, la systémique fait appel à un certain nombre de concepts spécifiques que l'on peut regrouper de la manière suivante :

- quatre concepts de base à caractère général, articulés entre eux et pouvant donner lieu en préalable à une présentation simple,
- une dizaine de concepts complémentaires plus techniques et orientés vers l'action.

4.1.1 Concepts de base

a. La complexité

Ce concept renvoie à toutes les difficultés de compréhension (flou, incertain, imprévisible, ambiguë, aléatoire) posées par l'appréhension d'une réalité complexe et qui se traduisent en fait pour l'observateur par un manque d'information (accessible ou non).

b. Le système

Ce concept constitue le socle sur lequel repose la Systémique. Etymologiquement, le mot provient du grec *sustêma* qui signifie "ensemble cohérent". Plusieurs définitions peuvent en être données et nous retiendrons ici :

- la définition "large" donnée par Jacques Lesourne : Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique.
- la définition "étroite" donnée par Joël de Rosnay : Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but. Cette définition met l'accent sur la finalité ou le but poursuivi par le système.

De nombreuses typologies des systèmes ont également été proposées par les chercheurs:

- systèmes ouverts / systèmes fermés sur leur environnement,
- systèmes naturels / artificiels/ sociaux,
- systèmes organisés hiérarchiquement / systèmes en réseau,
- une typologie intéressante, due à l'Américain M. Bunge, est fondée sur l'ordre supposé d'apparition des différents systèmes dans le temps. Le graphe se lit de bas en haut. De tels systèmes sont qualifiés de SHC : Systèmes Hyper Complexes.

Les systèmes complexes sont notamment caractérisés par les traits suivants :

- La pluralité et la multiplicité des éléments.
- Une cohérence interne et une détermination externe, ce qui implique une structure intrinsèque et une frontière séparant le système de son environnement.

Le système existe par sa propre structure, mais aussi parce qu'il est d'une certaine manière distinct de son environnement. Il a donc une frontière, mais celle-ci est poreuse

(la plupart des systèmes sont ouverts, c'est-à-dire qu'ils ont des interactions avec leur environnement).

- Une non-Sommativité. Le fonctionnement du système répond à la loi de totalité qui postule que le tout est différent de la somme de ses parties. Ce qui signifie que tout système va produire des propriétés émergentes irréductibles à la simple somme des acquisitions. « Le tout est plus que la somme de ses parties » : c'est le caractère holistique du système.

- Une Interaction dynamique entre les éléments.

La dynamique d'un système est caractérisée par les échanges avec son environnement mais aussi par les interactions entre les composants. Un système fonctionnel est ouvert aux informations extérieures mais se doit d'être aussi ouvert aux informations qui circulent à l'intérieur. C'est cette circulation fluide qu'on retrouve régulièrement dans les organisations de pointe.

La caractéristique fondamentale des interactions dans les systèmes est qu'elles se présentent sous forme de boucles. Les éléments d'un système sont reliés directement ou indirectement par des boucles de rétroaction (de l'anglais : feed-back) parfois se structurant en schéma.

- Un processus temporel.

Le système peut se modifier dans le temps, mais se doit de garder son identité et son équilibre propre : c'est son caractère homéostatique.

- Une finalité, déterminée par son fonctionnement orienté vers un but.

C'est souvent le but qui permet de déterminer la nature du système, et même son existence.

Le système, lorsqu'il fonctionne de manière ouverte sur son contexte semble s'orienter vers sa propre perfection. Chaque information provenant du contexte l'oriente, par une succession d'états d'équilibre dynamique vers son excellence, sa parfaite intégration dans le contexte.

Il est clair que cette finalité ne saurait être atteinte dans un univers en devenir mais le système, en permanence, tend vers cette fin.

- Une complexité qui n'est pas tant liée à la multiplicité des composants, ni même la diversité de leurs interrelations mais à l'imprévisibilité potentielle du comportement du système, liée en particulier au fonctionnement de ses composants.

c. La globalité

Il s'agit de l'appréhension d'une propriété des systèmes complexes, traduite plus haut par la non-sommativité. Cette globalité exprime à la fois l'interdépendance des éléments du système et la cohérence de l'ensemble.

Sous le nom d'approche globale, le concept désigne également la voie d'entrée dans la démarche systémique. On entend par là qu'il convient d'aborder tous les aspects d'un problème progressivement, mais non séquentiellement : partir d'une vue générale (globale) pour approfondir les détails, avec de nombreuses itérations et retours en arrière pour compléter ou corriger la vision antérieure.



d. L'Interaction

Ce concept, un des plus riches de la systémique, complète celui de globalité car il s'intéresse à la complexité au niveau élémentaire de chaque relation entre les constituants du système pris deux à deux. Initialement emprunté à la mécanique où l'interaction se réduit alors à un jeu de forces, la relation entre constituants se traduit le plus souvent dans les systèmes complexes, par un rapport d'influence ou d'échange portant aussi bien sur des flux de matière, d'énergie, d'information.

Comme le montrera le concept de rétroaction, la notion d'interaction déborde largement la simple relation de cause à effet qui domine la science classique. Et connaître la nature et la forme de l'interaction est plus important pour le systémicien que de connaître la nature de chaque composant du système.

4.1.2 Autres concepts

Si les quatre concepts précédents sont essentiels, il est nécessaire d'en connaître une bonne dizaine d'autres, plus directement opérationnels, pour commencer un apprentissage de systémicien.

a. L'information

Ce concept, contemporain de celui de cybernétique, a précédé la naissance de la systémique mais s'y trouve aujourd'hui inclus. L'information intervient en permanence dans les échanges entre et au sein des systèmes, parallèlement aux deux autres flux fondamentaux de matière et d'énergie. Le systémicien distingue entre l'information circulante (à traiter comme un simple flux périssable) et l'information structurante (incluse dans les mémoires du système).

b. La finalité

Dans le cadre de la définition restrictive de Joël de Rosnay, tout système poursuit un but ou finalité propre. Pour les systèmes humains ou conçus par l'homme, on parlera également de projet.

Cette observation a une conséquence en matière d'étude d'un système: face à un "objet" à modéliser, il est fortement conseillé au modélisateur de se poser la question "pour quoi faire?" avant de se demander "comment ça marche?".

c. La rétroaction

Dans un système ou sous-système siège d'une transformation, il y a des variables d'entrée et des variables de sortie. Les entrées sont sous l'influence de l'environnement du système et les sorties résultent de son activité interne. On appelle alors boucle de rétroaction (feedback en anglais) tout mécanisme permettant de renvoyer à l'entrée du système sous forme de données, des informations directement dépendantes de la sortie.

Caractérisées par une causalité circulaire, l'existence de rétroactions rend difficile de distinguer entre l'effet et la cause d'un phénomène au sein d'un système. C'est le fameux paradoxe de la poule et de l'œuf : l'effet rétroagit sur la cause qui devient effet et il est impossible de dire qui se trouve à l'origine! Il s'agit même d'une fausse question et un tel problème n'a pas de sens.

Par conséquent, une boucle de rétroaction doit être prise dans sa globalité en se gardant bien de l'ouvrir.

On parle alors de causalité circulaire. Une des conséquences est de rendre inattendu et imprévisible le comportement des systèmes complexes, de faciliter l'apparition de certaines réactions-réponses spontanées.

d. La régulation

Le fonctionnement d'un système repose sur l'existence, au plus intime de lui-même, de multiples boucles de rétroaction, certaines négatives (ou stabilisatrices, sur lesquelles repose l'équilibre et la stabilité), d'autres positives (ou explosives qui contribuent à la transformation et la facilitent), d'autres encore ago-antagonistes (positives et négatives en même temps). Articulées entre elles selon une logique de réseau, ces boucles combinent leurs actions pour maintenir à la fois la stabilité du système et l'adapter aux évolutions de son environnement. En cela consiste le processus de régulation.

e. La structure et les niveaux d'organisation

La structure décrit le réseau de relations entre constituants du système et en particulier le réseau des chaînes de régulation. Elle matérialise son organisation. Cette structure est généralement hiérarchisée selon plusieurs niveaux d'organisation, par exemple l'organigramme des fonctions dans le cas d'une entreprise.

Les niveaux d'organisation ont pour avantage de permettre d'ordonner les données d'un problème complexe, ce qui en facilite considérablement l'examen. La confusion des niveaux ou l'appréhension du problème à un niveau inadéquat, sont des erreurs classiques qui handicapent la compréhension.

f. La variété

Elle est donnée par le nombre de configurations que peut prendre le système.

g. L'ouverture / fermeture

Un système qui échange (des flux de matière, énergie, information) avec l'extérieur est dit ouvert sur son environnement. Il peut maintenir son organisation, voire la complexifier. A l'inverse, un système fermé n'échange rien avec son environnement et risque de se détruire.

h. La boîte noire / boîte blanche

Il s'agit d'une technique d'observation qui consiste à considérer sélectivement:



- soit l'aspect externe uniquement, en ignorant la constitution du système (vision en boîte noire ou opaque) pour ne considérer que ses entrées / sorties et les effets de son action sur l'environnement ;
- soit l'aspect interne seulement, en regardant l'ensemble des éléments en interaction mutuelle (vision en boîte blanche ou transparente) pour mettre en évidence le fonctionnement du système.

i. Synchronie et diachronie

Les comportements synchrones d'un système sont ceux qui s'observent pendant un palier structural (en l'absence d'évolution de la structure), ils se produisent généralement dans un même sous-système.

Il est plus difficile d'appréhender la dynamique d'évolution, ou diachronie, car elle n'est pas seulement historique mais comporte aussi une dimension "possibiliste" et prospective. Une bonne méthode consiste à examiner d'abord l'aspect diachronique et d'en noter les stades synchroniques successifs.

4.2 La systémique, une méthode et un apprentissage

La Systémique est non seulement un savoir, mais aussi une pratique, une manière d'entrer dans la complexité. La pédagogie à mettre en œuvre doit être novatrice tant dans sa démarche générale que dans les outils employés.

4.2.1 La démarche générale

La démarche se déroule par étapes : observation du système sous divers aspect ; analyse des interactions et des chaînes de régulation; modélisation en tenant compte des enseignements issus de l'évolution du système; simulation et confrontation à la réalité (expérimentation) pour obtenir un consensus. Une telle démarche doit être à la fois prudente et ambitieuse :

- prudente en ce qu'elle ne part pas d'idées préétablies mais de faits qu'elle constate et que l'on doit prendre en compte,
- ambitieuse en ce qu'elle recherche la meilleure appréhension possible des situations, ne se contente ni d'approximations, ni d'une synthèse rapide, mais vise à comprendre et à enrichir la connaissance.

4.2.2 Les outils

Nous présenterons trois outils de base, avant de dire quelques mots du langage graphique qui est la langue naturelle de la systémique, puis d'exposer la modélisation qui, mieux qu'un outil, est au cœur même de l'approche systémique.



a. La triangulation systémique

Remarquablement adaptée à la phase d'investigation d'un système complexe, la triangulation va observer celui-ci sous trois aspects différents mais complémentaires, chacun lié à un point de vue particulier de l'observateur.

Il s'agit de se poser un questionnement sur le phénomène complexe :

- il fait quoi ?
- comment ?
- il devient quoi?

Ce qui conduit à relever ces trois aspects :

- **L'aspect fonctionnel** est surtout sensible à la finalité ou aux finalités du système. On cherche spontanément à répondre aux questions: que fait le système dans son environnement ? A quoi sert-il ?
- **L'aspect structural** vise à décrire la structure du système, l'agencement de ses divers composants. On retrouve là la démarche analytique avec cependant une nuance de poids : l'accent est mis bien davantage sur les relations entre composants que sur les composants eux-mêmes, sur la structure que sur l'élément.
- **L'aspect historique** (ou génétique ou dynamique) est lié à la nature évolutive du système, doté d'une mémoire et d'un projet, capable d'auto-organisation. Seule, l'histoire du système permettra bien souvent de rendre compte de certains des aspects de son fonctionnement.

Naturellement, la triangulation systémique se développe en combinant ces trois voies d'accès. [cf. figure1.4].

Plus exactement, on se déplace d'un aspect à un autre au cours d'un processus en hélice qui permet, à chaque passage, de gagner en approfondissement et en compréhension, mais sans que jamais on puisse croire que l'on a épuisé cette compréhension.

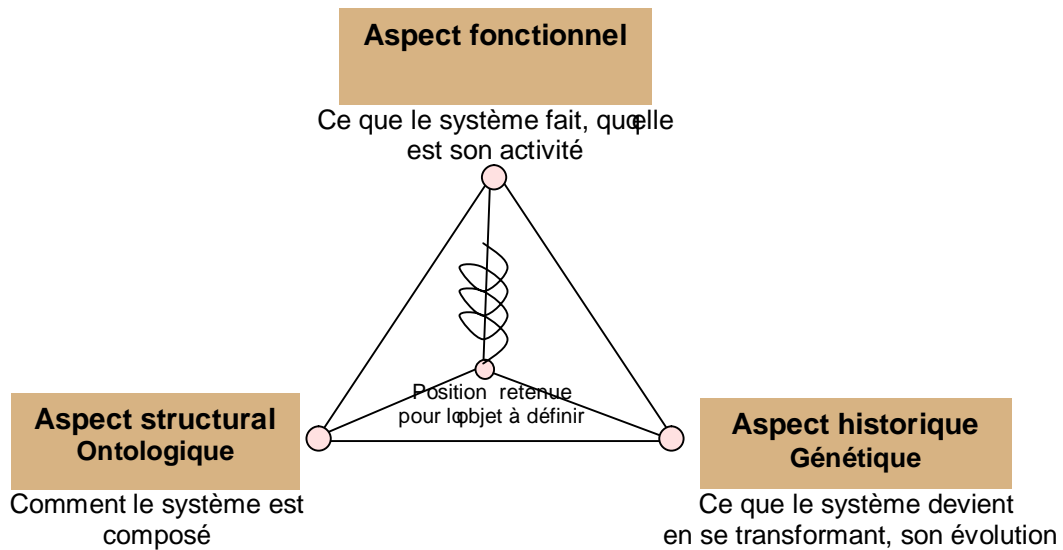


Figure 1.4 : Triangulation systémique, modèle de Le Moigne ,1977.

Au questionnement précédent, se rajoute deux questions fondamentales :

- Le problème complexe se développe dans quoi ?
- Le système tend vers quoi ? Aspire à quoi ?

Ce qui conduit à reconnaître aussi :

- **L'aspect environnemental**, le contexte d'existence, de structuration et d'évolution du système, et aussi l'environnement avec lequel il échange des flux d'entrées et de sorties.
- **L'aspect téléologique**, les finalités du système

Ainsi, le paradigme systémique se définit par la tri polarité systémique orientée vers des finalités et conditionnée par les échanges avec l'environnement. [cf. figure 1.5]

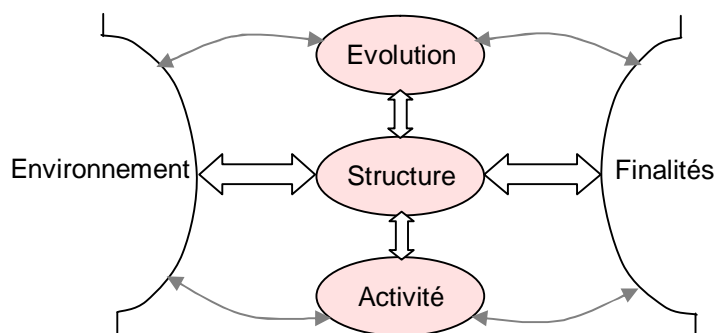


Figure 1.5 : Le paradigme systémique. [Le Moigne, 1977].



b. Le découpage systémique

Un système peut être décomposé en sous-systèmes, lesquels peuvent former une hiérarchie. Divers termes sont utilisés pour exprimer cette hiérarchie par emboîtement: supersystème, suprasystème, métasystème (en ordre croissant).

Un système décomposable en systèmes non hiérarchisés sera désigné par le terme de macrosystème, et ses éléments, micro-systèmes.

Deux types de propriétés peuvent être distingués :

- microscopiques : spécifiques de chacun des sous-systèmes,
- macroscopiques : définies au niveau global du système ; résultent de la conjonction des propriétés microscopiques et de celles du réseau.

Un système complexe n'est pas directement décomposable sous peine de détruire son intelligibilité. Il est quasi-décomposable, lorsqu'on peut y identifier des sous-systèmes quasi isolés reliés entre eux et avec l'environnement.

Il est alors défini par :

- le réseau d'interrelations entre sous-systèmes, et les relations entrées-sorties de chaque sous-système,
- les relations liant les entrées-sorties du système aux relations des sous systèmes avec l'environnement.
- les interrelations entre sous-systèmes peuvent être matérielles, énergétiques ou informationnelles.
- les relations délocalisées ne sont pas affectables à des sous-systèmes particuliers et concernent l'ensemble du système.

A la différence de la décomposition analytique, on ne cherche pas à descendre au niveau des composants élémentaires mais à identifier les sous-systèmes (modules, organes, sous-ensembles,...) qui jouent un rôle dans le fonctionnement du système. Cela suppose de définir clairement les frontières de ces sous-systèmes (ou modules) pour faire ensuite apparaître les relations qu'ils entretiennent entre eux ainsi que leur finalité par rapport à l'ensemble. On remarquera que ce problème de la frontière se pose aussi pour le système lui-même: comment le définir par rapport à son environnement, quel découpage?

La question du découpage s'accompagne toujours d'un certain arbitraire et ne peut recevoir de réponse univoque. Cependant, pour réaliser le découpage de la manière la plus pertinente possible, on peut s'appuyer sur quelques critères, suggérés d'ailleurs par la systémique elle-même:

- le critère de finalité: quelle est la fonction du module par rapport à l'ensemble?
- le critère historique: les composants du module partagent-ils une histoire propre?
- le critère du niveau d'organisation: par rapport à la hiérarchie des niveaux d'organisation, où se situe le module étudié?
- le critère de la structure: certaines structures ont un caractère répétitif et se retrouvent à plusieurs niveaux d'organisation. On parle dans ce cas de structures fractales ou en hologrammes. Pour analyser ces structures, il suffit alors de

s'intéresser à un seul de ces hologrammes que l'on va soumettre à un grossissement connu sous le nom de zoom ou effet de loupe.

Cet effet de loupe est d'une large utilisation. Il importe néanmoins de rester conscient de ses limites.

c. L'Analogie

Connu des philosophes de l'Antiquité et des théologiens médiévaux, ce mode de raisonnement s'est trouvé décrié au 19^{ème} siècle par le positivisme...alors même qu'il continuait d'imprégner la démarche heuristique des chercheurs.

En matière d'analogie, trois niveaux peuvent être distingués :

- **La métaphore** établit une correspondance souvent toute extérieure entre deux séries de phénomènes différents ou deux systèmes de nature différente. Parce qu'elle se fonde sur l'apparence, la métaphore est dangereuse. Bien utilisée, elle est précieuse car stimulant l'imagination et facilitant la création de nouveaux modèles.
- **L'homomorphisme** établit une correspondance entre quelques traits du système étudié et les traits d'un modèle théorique ou d'un système concret plus simple ou plus commodément étudiable (que l'on appelle alors modèle réduit). Par des observations effectuées sur ce second système, il est possible de prévoir certains aspects du comportement du premier.
- **L'isomorphisme** est la seule analogie acceptable dans une démarche analytique traditionnelle. Il s'agit d'établir une correspondance entre tous les traits de l'objet étudié et ceux du modèle, rien ne devant être oublié.

Utilisable pour les systèmes à faible complexité de la physique et de la chimie, l'isomorphisme n'est guère tenable pour les systèmes complexes. Par un glissement inévitable, on en est donc venu à accepter l'imperfection du modèle homomorphe et même à voir dans cette imperfection la condition nécessaire de tout accès à la connaissance. Le modèle est sans doute plus simple que le réel, mais c'est pourquoi nous le comprenons et nous pouvons l'utiliser pour orienter nos actions.

d. Le langage graphique

La triangulation systémique doit permettre d'identifier les différents flux qui traversent le système, aussi bien les flux humains que les flux d'information. Toutes les informations rassemblées doivent ensuite être traduites par des graphiques de réseaux, des cartes, des diagrammes.

Le langage graphique est largement utilisé dans le domaine technique (la carte universellement employée, et qui est la représentation commode d'un territoire, fait partie de ce langage graphique). Notons qu'il s'agit bien d'un véritable langage, à côté des langages naturels discursifs, écrits ou parlés, et du langage mathématique formel. Tous ces langages recourent d'ailleurs volontiers au langage graphique par des schémas et idéogrammes ainsi que par la géométrie et la théorie des graphes.



On attribue quatre avantages au langage graphique :

- il permet une appréhension globale et rapide du système représenté (après apprentissage),
- il contient une forte densité d'informations dans un espace limité (économie de moyens),
- il est monosémique et semi-formel (faible variabilité d'interprétation),
- il possède une bonne capacité heuristique (notamment dans un travail de groupe).

Une représentation graphique pose en principe trois niveaux logiques [cf. figure 1.6]:

- les environnements du système,
- le système en lui-même, à partir de ses frontières,
- ses composants internes (sous-systèmes ou processeurs).

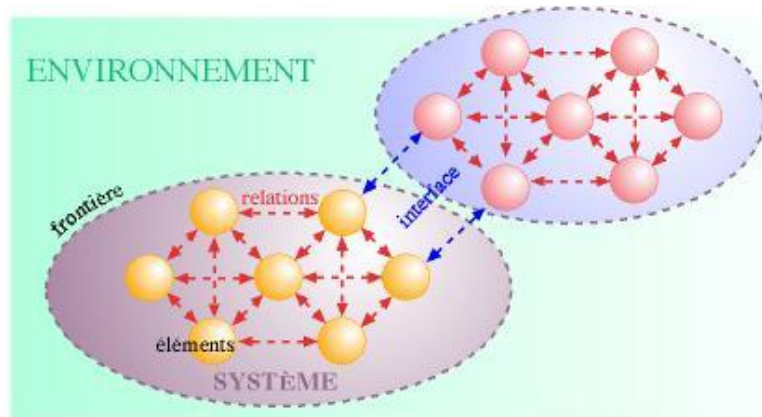


Figure 1.6 : Représentation générale d'un système. [AFIS, 2004].

e. La modélisation

Comme l'écrit, Edgar Morin : "Personne n'a jamais vu un système : c'est un concept fantôme". Or, il est pourtant fortement question de l'attraper ! Cette boutade met l'accent sur le fait que toute modélisation dépend plus de la représentation que se fait le concepteur du système que de la réalité de sa complexité.

Modéliser est d'abord un processus technique qui permet de représenter, dans un but de connaissance et d'action, un objet ou une situation voire un événement réputé complexe. On l'utilise dans tous les domaines scientifiques concernés par la complexité.

Mais la modélisation est aussi un art par lequel le modélisateur exprime sa vision de la réalité. En ce sens, on peut parler de démarche constructiviste. La même réalité, perçue par deux modélisateurs différents, ne débouchera pas nécessairement sur le même modèle.

Un modèle est utilisé pour permettre la compréhension et la communication des prescriptions. Différents types de modèles peuvent être créés, chacun d'eux correspondant à un aspect spécifique de l'analyse, de la conception, et de l'implémentation d'un système.

Ces modèles sont susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intervention délibérée au sein du

phénomène; raisonnement visant notamment à anticiper les conséquences des projets d'actions.

Toutefois, si le modélisateur souhaite que son modèle soit opératoire, c'est-à-dire permette à l'utilisateur de s'orienter dans la complexité et d'agir efficacement sur elle, il doit prendre en compte certains critères et respecter certaines lois de construction.

Un tel processus est représenté sur le schéma ci-après qui met en évidence les trois étapes itératives indispensables à toute modélisation.

Synthétisant les contributions des penseurs qui se sont intéressés à la question, Donnadiou et Karsky (2002) résument la démarche de la modélisation systémique en trois étapes :

- **L'exploration ou l'analyse systémique**

C'est une première étape pendant laquelle on s'attache à définir les limites du système à étudier, situer le système dans son environnement, comprendre la nature et la raison des échanges que le système entretient avec son environnement, avoir une idée de son architecture interne, des principaux composants et la nature des relations entre ces composants, connaître suffisamment l'histoire du système pour mieux appréhender son évolution.

La systémique utilise pour cette phase la méthode de triangulation systémique (décrite plus haut), qui permet d'approfondir la représentation du système.

- **La modélisation qualitative**

Il s'agit, à partir des informations récoltées, de mettre au point une carte fidèle et utilisable du système, en visualisant les différentes interactions entre les principaux composants du système et l'environnement, les différents flux et les actions de pilotage pour la régulation du système. Différents schémas normalisés ont été mis au point, pour représenter différents circuits: organigrammes, logigrammes, etc.

- **La modélisation dynamique**

Il s'agit, en introduisant la variable temps, d'observer les évolutions possibles du système par simulation ; ceci se fait de plus en plus par ordinateur, sur des modèles numériques.

Le but de cette démarche est de permettre une meilleure compréhension de la situation observée.

Ainsi, la figure 1.7 résume les étapes itératives de la modélisation systémique.

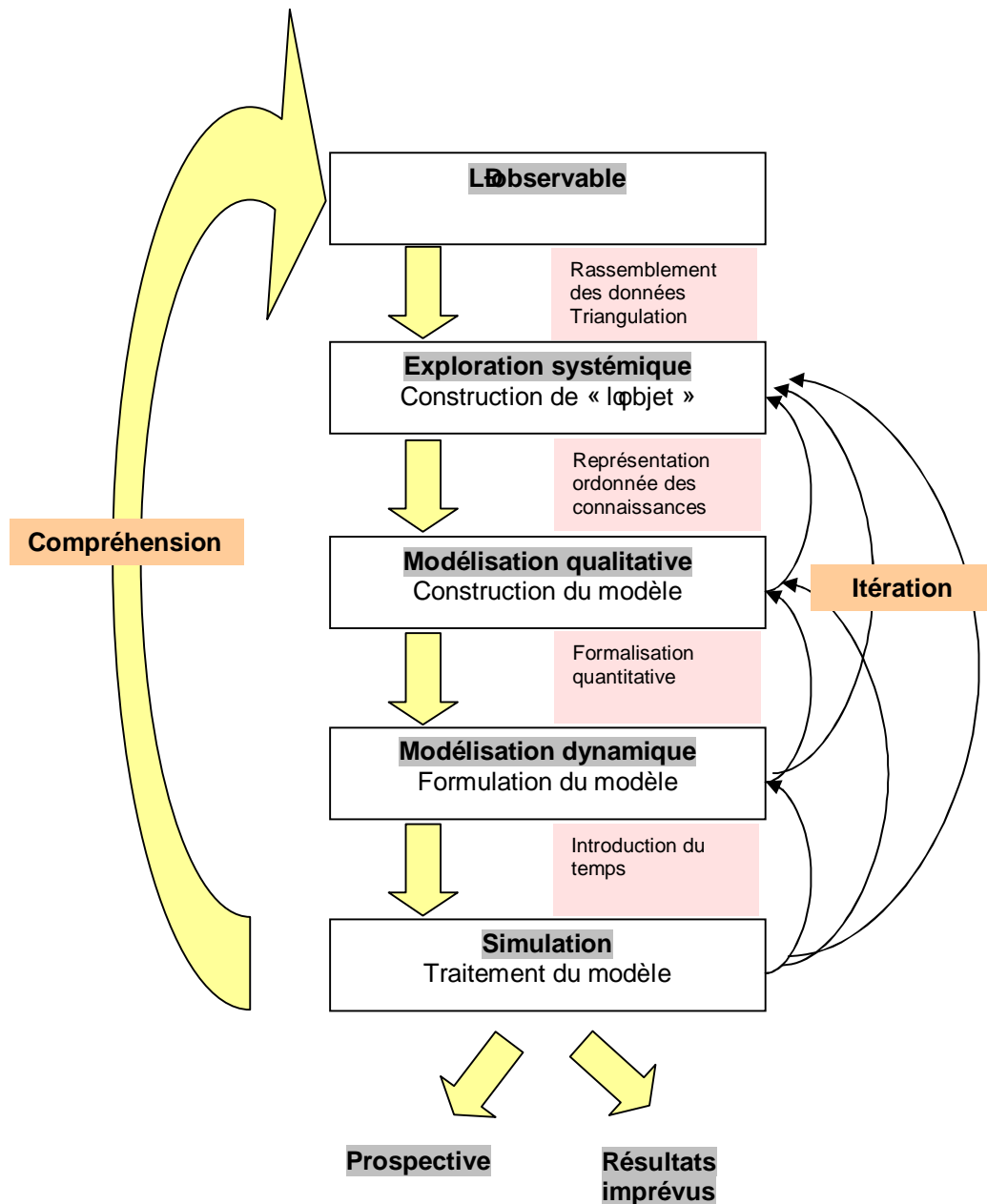


Figure 1.7 : Les étapes itératives de la modélisation systémique. [Donnadieu et Karsky, *in* AFSCET 2004].

Donnadieu et Karsky (2002) notent que suivant la spécificité des objectifs, les démarches ne vont pas toujours jusqu'au bout de ces étapes, et que même limitée à l'exploration, la méthode systémique reste un bon outil de compréhension.

Cependant les objectifs de notre travail de recherche ne vont pas jusqu'à la modélisation dynamique et la simulation qui sont des étapes opérables sur support informatique.

5. Spécificité de « notre » système, celui de la production architecturale

La problématique de l'optimisation de la qualité architecturale tenant compte de la réglementation parasismique algérienne, fait référence au système de la production architecturale qui renferme un processus complexe dont l'extrant est le produit architectural et les intrants sont les besoins d'une clientèle spécifique.

Ce processus est contraint par un environnement spécifique au contexte algérien. [cf. figure1.8].

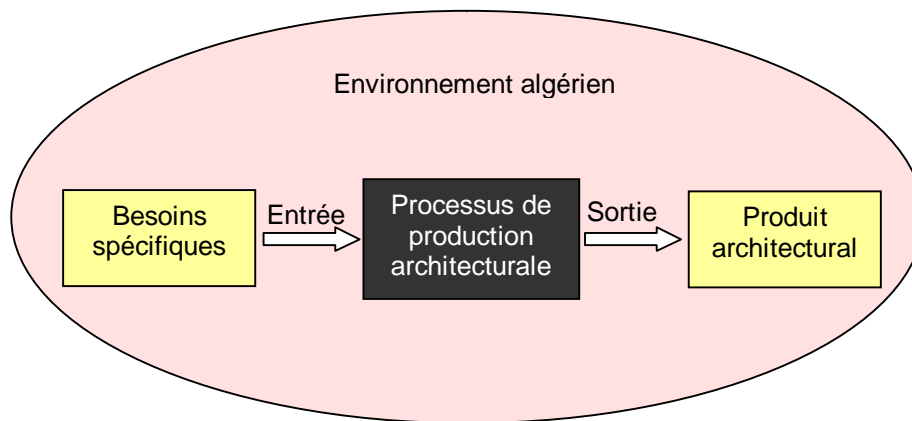


Figure 1.8: Représentation simplifiée de notre objet d'étude, le système de production architecturale

Le processus de production architecturale, tel que représenté dans la figure1.8, apparaît comme une sorte de boîte noire, notre objectif est justement de procéder à l'ouverture de cette boîte par le biais de la méthodologie systémique, en procédant à l'identification, l'exploration puis la modélisation du processus dans une vision globale considérant ses interrelations internes mais aussi externes conditionnées par son environnement.

D'une manière générale, l'approche systémique visera à formaliser une méthode pour organiser la production de connaissances sur le système et, à partir de ces productions, orienter l'action.

L'approche systémique rendra compte des interrelations qui lient les éléments entre eux, sur l'organisation de leurs interactions.

Notre système est ouvert, fait de systèmes ouverts où l'on analysera, aussi, les interactions entre les éléments et leurs environnements.

Ceci dit notre démarche devra prendre en compte l'objectif de concrétiser des extrants (produits architecturaux) de qualité et sera de ce fait spécifique quant à la réalisation de cet objectif.

6. Essai de construction d'une démarche adaptée

L'approche systémique a la faculté de pouvoir s'adapter et se modeler pour se construire en une démarche singulière initiée par le chercheur. Il s'agit d'un véritable travail de création d'une démarche qui s'appuie sur les éléments spécifiques appartenant à un système considéré. Toute intervention est spécifique et sujette à des variations multiples, indéfinissables à l'avance et ne peut par conséquent s'inscrire dans une méthode standard.

Ainsi nous nous rendons compte que considérer l'amélioration de la qualité par l'approche systémique, nous conduira à construire des processus et donc à combiner entre une approche processus (qui a l'objectif de régularisation du fonctionnement des processus) et une approche systémique (qui a pour objectif surtout de considérer ces processus dans une vision globale et non pas divisionniste).

Nous arrivons, donc à présenter notre démarche structurée suivant trois phases :

- Produire des connaissances sur le système, ou d'une autre manière procéder à une exploration systémique,
- Modéliser le système ;
- Ouvrir des voies prospectives.

Et, c'est le principe d'itération entre ces phases qui nous permettra par la suite de ressortir avec des résultats, entre autres, avoir une vision plus claire du système, définir des orientations, des objectifs à atteindre, mettre la lumière sur les grands axes de recherche à emprunter pour pallier à notre problématique de qualité architecturale.

▪ **Étape 1 : Produire des connaissances par l'exploration systémique**

Explorer l'univers complexe de la production architecturale, identifier l'environnement dans lequel s'inscrit et échange ce système ou autrement dit reconnaître le contexte algérien.

Comprendre la discipline architecturale, ses principes et ses ambitions devant le phénomène du séisme.

Remonter aux mécanismes de fabrication de la réglementation parasismique qui est une donnée fondamentale conditionnant le travail des architectes et des ingénieurs en génie-civil pour répondre aux impératifs d'une construction parasismique.

Relier les ambitions architecturales à leur support de concrétisation : le projet de construction et tenter de reconnaître sa spécificité dans le contexte algérien.

▪ **Étape 2 : modéliser le système**

Restituer les résultats de l'exploration systémique dans des modèles simplifiés rendant compte de la spécificité de la problématique de la qualité architecturale et des objectifs qui en émergent.

Reconnaitre les ramifications de problèmes qui entravent l'objectif d'optimisation de la qualité architecturale et construire des modèles systémiques recherchant une dynamique convergent vers la qualité.

- **Étape 3 : ouvrir des voies prospectives**

Utiliser les modèles construits pour proposer de nouvelles pistes de recherche.

7. Conclusion

Afin d'expliquer la complexité intrinsèque du système de la production architecturale, faire appel à l'approche systémique et à son concept de modélisation combinée à une approche processus devient un impératif de notre méthodologie de recherche.

La modélisation systémique sera en fait une manière de rendre une structure des relations dans le système de la production architecturale ; cette structure sera ensuite notre base de données pour pouvoir agir sur le système.

Ainsi la structure de notre démarche prendra forme dans les chapitres suivants à travers lesquels nous procéderons à une exploration systémique, considérant la problématique de la qualité du produit architectural dans une dualité entre le séisme et l'architecture et le processus d'élaboration de projet, tous spécifiques au contexte algérien.

La construction de connaissances sur cette problématique, nous permettra ensuite de faire émerger des objectifs et d'envisager une modélisation systémique adaptée.

Chapitre 2

SEISME ET ARCHITECTURE

“

Quand l'Architecture intervient dans un milieu austère ! |||■

1. Introduction

Le séisme, ce phénomène naturel qui ébranle d'une manière imprévue les populations, menace leur vie, leur sécurité et leur patrimoine bâti ; il est à nos jours, impossible de prédire cet évènement avec exactitude, alors les recherches se dirigent vers les moyens de prévention et de protection, la construction parasismique en est un moyen prospecté.

Le comportement des ouvrages lors d'un tremblement de terre est étroitement lié aux choix conceptuels opérés par l'architecte. L'architecte est donc responsable de proposer les solutions idoines face au risque sismique ; ces solutions d'ordre formel, technique, structural, de mise en œuvre pour être concrétisées elles doivent être recherchées en collaboration avec des ingénieurs spécialisés et des entrepreneurs qualifiés et souvent elles font l'objet d'une négociation entre les différentes parties prenantes du projet.

Ambitieux, par essence de sa discipline, l'architecte, même sous le risque sismique, ne cesse de rêver d'une architecture qui ne freine sa créativité. Dans le rôle important qu'il joue de valoriser l'identité de la société, il reste soucieux de faire survivre l'art au même moment où il pense à sauvegarder les vies humaines. Il est en charge de répondre aux besoins d'une population, qui aspire non seulement à une construction sécurisée mais aussi à une architecture agréable participant à une bonne qualité de vie.

Ce chapitre s'oriente vers la découverte de cette dualité : séisme/architecture ; les contraintes que pose le séisme à l'architecture et à la construction, la créativité architecturale devant le risque sismique. L'état d'art de l'architecture dans le contexte de la réglementation parasismique algérienne.

Nous focalisant sur l'objectif de construire une problématique autour de la qualité de l'architecture sous les contraintes de la réglementation parasismique, nous tenterons d'apporter quelques éléments de réponse mus par la vision d'architecte.

2. Le séisme, essai d'appréhension

Un tremblement de terre est l'une des catastrophes naturelles cataloguées parmi les plus dangereuses. L'histoire de l'humanité est marquée de séismes meurtriers qui soulignent la fragilité de notre planète et par là même, de notre société.

Cependant les efforts des chercheurs vont toujours bon train pour tenter de comprendre ce phénomène de la nature, le prévenir et recommander des dispositions de protection.

2.1 Généralités sur le séisme

2.1.1 Le phénomène sismique

Un séisme ou tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol (ondes sismiques). Il provient de la fracturation en profondeur de l'écorce terrestre ; celle-ci est due à l'accumulation d'une grande énergie qui se libère, créant des failles, au moment où le seuil de rupture mécanique des roches est atteint. Cette définition est celle d'un séisme d'origine tectonique, qui est l'objet de notre étude.

Un séisme peut être profond ou superficiel selon son énergie qui se manifeste par la propagation d'ondes sismiques générant ainsi des mouvements de terre et des déformations au sol qui se répercutent sur la stabilité du bâti.

Les dégâts observés en surface sont fonction de l'amplitude, la fréquence et la durée des vibrations mais aussi de l'état du bâti et de la nature du sol.

Un séisme est notamment caractérisé par la position de son foyer et de son épïcentre, son intensité diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du foyer (que la distance épïcentrale augmente). [cf. figure 2.1]

- Le foyer ou hypocentre est le point d'origine de la rupture de l'écorce terrestre.
- L'épïcentre est le point de la surface se trouvant à la verticale du foyer. C'est là que la secousse est maximale.

L'énergie d'un séisme se transmet à partir du foyer par l'intermédiaire d'ondes élastiques : les ondes P ou primaires qui sont longitudinales et les ondes S ou secondaires qui sont transversales.

La vitesse de propagation des ondes varie de 2 à 14 km/s.

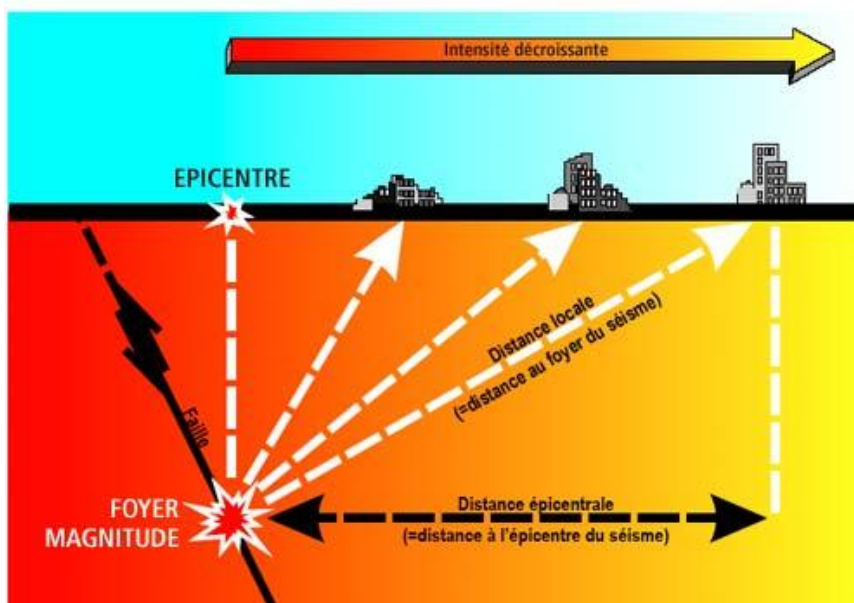


Figure 2.1 : Le fonctionnement d'un séisme.

2.1.2 La mesure et quantification d'un séisme

a. La magnitude sismique

La magnitude quantifie la puissance du tremblement de terre. Cette échelle de puissance a été élaborée par Charles Francis Richter et utilisée à partir de 1935. Cette échelle est graduée de 1 à 9 [cf. tableau 2.2]. Elle nous fournit la magnitude d'un séisme, calculée à partir de la quantité d'énergie dégagée au foyer qui se mesure sur une échelle logarithmique ouverte, c'est-à-dire qu'un accroissement de magnitude de 1 correspond à une multiplication par 30 de l'énergie.

Tableau 2.1: La magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter

Magnitude	Description	Fréquence
1	Micro tremblement de terre, non ressenti	8000 par jour
2	Tremblement de terre, généralement ressenti	1000 par jour
3	Tremblement de terre, souvent ressenti, mais causant rarement des dommages	49000 par an
4	Secousses notables des objets à l'intérieur des maisons, causant souvent des dommages	6200 par an
5	Dommages importants aux édifices mal conçus	800 par an
6	Peut détruire dans un périmètre de 180 km	120 par an
7	Dommages sévères dans un périmètre plus vaste	18 par an
8	Peut causer des dommages sérieux à des centaines de km	1 par an
9	Dévaste à des milliers de km	1 tous les 20 ans

b. L'intensité macrosismique

Elle se fonde sur l'observation des effets et des conséquences du séisme en un lieu donné, de ses dommages observés en surface sur les vies humaines et sur les infrastructures.

Parmi les différentes échelles d'intensité, on peut citer : l'échelle Rossi-Forel (RF), l'échelle Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK), l'échelle de Mercalli (notée MM dans sa version modifiée), l'échelle de Shindo (震度) de l'agence météorologique japonaise, l'échelle macrosismique européenne (aussi notée EMS98).

Les échelles les plus connues restent celles de Mercalli, MSK ou EMS, sur lesquelles les échelles d'intensité comportent des degrés notés en nombres romains, de I à XII.

c. La relation entre magnitude et intensité

L'intensité dépend du lieu d'observation des effets. Elle décroît généralement lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre en raison de l'atténuation introduite par le milieu géologique traversé par les ondes sismiques, mais d'éventuels effets de site (écho, amplification locale par exemple) peuvent perturber cette loi moyenne de décroissance. La relation entre intensité et magnitude est décrite dans le tableau 2.2.

Suivant leur magnitude et leur intensité, les séismes sont classés : faibles, moyens, forts et séismes majeurs ; à ce jour, le plus fort séisme a atteint 9,5 sur l'échelle de Richter (Chili).

Tableau 2.2 : Relation entre magnitude et intensité d'un séisme

ÉCHELLE D'INTENSITÉ DE MERCALLI	MAGNITUDE À L'ÉCHELLE RICHTER
I Séisme perçu uniquement par quelques personnes dans des circonstances particulières; détecté seulement par des instruments très sensibles.	2
II Perçu par quelques personnes au repos et se trouvant aux étages supérieurs; balancement d'objets suspendus.	3
III Perçu principalement par des personnes à l'intérieur des édifices. Les automobiles stationnées peuvent bouger.	
IV Perçu par la plupart des gens à l'intérieur des édifices et par certains à l'extérieur; suffisant pour réveiller certaines personnes. Bruits de vaisselle, fenêtres et portes.	4
V Perçu par presque tout le monde; plusieurs personnes sont réveillées. Bris de vaisselle et de fenêtres; les objets instables sont renversés.	5
VI Perçu par tout le monde; plusieurs personnes sont effrayées et courent à l'extérieur; quelques meubles sont déplacés; quelques morceaux de plâtre tombent et quelques dommages aux cheminées. Dommages légers.	
VII La plupart des gens paniquent et courent à l'extérieur; dommages minimes aux constructions conçues pour les zones sismiques, de minimes à moyens chez les bonnes constructions ordinaires, importants chez les mauvaises constructions. Meubles renversés.	6
VIII Dommages légers aux constructions conçues pour les zones sismiques, importants chez les bonnes constructions ordinaires avec des effondrements possibles, catastrophiques chez les mauvaises constructions.	7
IX Dommages considérables aux constructions conçues pour les zones sismiques. Edifices déplacés sur leurs fondations. Fissuration du sol. Bris des canalisations souterraines.	
X Quelques bonnes constructions en bois et la plupart des constructions en maçonnerie sont détruites. Sol fortement fissuré. Plusieurs glissements de terrain se produisent.	8
XI Très peu de constructions en maçonnerie restent debout; rails tordus; ponts détruits. Grandes fissures dans le sol.	
XII Destruction quasi totale. Ondulations visibles à la surface du sol. Objets projetés dans les airs.	9

2.2 Le risque sismique

Le risque sismique est la combinaison entre l'aléa sismique (la probabilité d'occurrence d'un séisme) en une zone donnée et la vulnérabilité des ouvrages qui s'y trouvent exposés.

La vulnérabilité des ouvrages, est leur capacité de résister à la magnitude d'un séisme.

L'importance des dommages subis dépend ainsi très fortement de la vulnérabilité des constructions et du niveau de manifestation de l'aléa.

Pour les sismologues, déterminer le risque sismique en un endroit c'est déterminer l'accélération maximale que le sol est susceptible de subir lors d'un tremblement de terre.

Cependant, on ne peut pas savoir avec précision les mouvements du sol dus à de possibles futurs séismes tant que les méthodes de prédictions ne sont pas efficaces.

Les seuls éléments dont les sismologues disposent sont des statistiques sur l'occurrence et la magnitude des séismes dans une région. Ils sont donc obligés de raisonner en termes de probabilité. Ainsi ils procèdent à l'élaboration de courbes de l'aléa sismique et la cartographie de l'aléa sismique pour déterminer le niveau d'exposition des ouvrages au risque sismique usant des moyens de la sismicité instrumentale et d'imagerie satellitaire.

2.3 La prévention du risque sismique

Le risque sismique représente une menace contre laquelle il n'existe pas d'autre protection que la prise de dispositions permettant d'en minimiser les conséquences matérielles et humaines. Cette approche préventive implique une bonne connaissance du risque régional ainsi que la mise en place de dispositifs d'information et de préparation des services concernés et de la population. Elle passe surtout par le seul élément réellement efficace pour limiter les dégâts : l'adaptation des bâtiments et des infrastructures aux sollicitations dynamiques probables, via des méthodes de construction dites parasismiques et ce, dès la conception.

La seule manière efficace de se protéger des séismes est donc de prendre des mesures préventives. Elle est liée à un cadre technique et réglementaire spécifique à chaque pays et à chaque région géographique. La philosophie de la prévention est : constater, enregistrer, analyser, informer, prévenir pour se prémunir et atténuer de son impact au futur.

La prévention repose sur 3 actions:

- Sensibiliser et vulgariser la culture du risque sismique : informer et préparer les populations des zones à risques ainsi que de préparer les moyens de secours et à ces événements. informer donc du risque par l'élaboration de cartes sismiques, et le simuler par des scénarios de catastrophe, des plans séisme, etc.,
- évaluer le risque sismique et le cartographier en vue de construire en conséquence selon des normes qu'il faut faire appliquer ;
- développer la recherche en matière de construction parasismique en élaborant de nouvelles techniques de génie civil pour lutter contre les effets mécaniques des séismes.

2.4 La protection contre le risque sismique

La protection est basée sur trois actions corrélées : une construction parasismique, des efforts d'instauration et d'actualisation des règlements parasismiques ; et la recherche d'une conception parasismique favorable. On peut qualifier ces actions : de système de protection parasismique qui a pour finalité de préserver des vies humaines en minimisant les conséquences d'un séisme sur le bâti, un système lui-même relié à un environnement de prévention du risque sismique.

2.5 La construction parasismique

L'effondrement des constructions est la cause principale de 90% des pertes en vies humaines lors d'un séisme. Une construction parasismique est avant tout une construction qui sauve la vie de ses occupants tout en limitant les dégâts structurels. Elle prend en compte divers éléments indissociables les uns des autres : le choix du site d'implantation, la conception architecturale (l'implantation de la construction sur le site doit favoriser un comportement adapté au risque), le respect des règles parasismiques, la qualité de l'exécution et la maintenance des bâtiments. L'ensemble de ces éléments correctement pris en compte font qu'une structure peut tenir, même face à un séisme particulièrement violent, (l'exemple du Japon).

a. Principes de la construction parasismique

Les enseignements tirés des séismes destructeurs survenus dans le passé partout dans le monde ont permis de constater qu'une construction, pour être réellement parasismique, doit réunir cinq étapes en une véritable démarche qualité assurant des liens itératifs entre les étapes : choix du site, conception parasismique, respect de la réglementation parasismique, exécution et maintenance de qualité.

Nous avons tenté de représenter dans la figure 2.3 ci-après cette démarche comme un système de construction parasismique composé des cinq sous-systèmes (ou étapes citées plus haut) ayant pour noyau, la conception parasismique.

- **Le choix du site**

Une onde sismique peut être amplifiée par l'interaction entre le sol et le bâtiment. Le choix de l'implantation et la solidité des fondations sont primordiaux.

- **Une conception architecturale parasismique**

Le comportement d'un bâtiment lors d'une secousse est influencé par sa forme architecturale, celle-ci doit être adaptée au risque de sollicitation par les forces sismiques.

- **Un respect des règles parasismiques**

Les objectifs de la réglementation parasismique visent à comprendre l'interaction entre les bâtiments et le sol, prévoir les conséquences d'un tremblement de terre et construire ainsi des édifices ductiles qui ne s'effondrent pas ou pas trop vite permettant ainsi aux personnes de sortir du bâtiment après la première secousse.

- **Une exécution de qualité**

Les propriétés des matériaux favorisent plus ou moins la résistance des éléments constructifs aux tremblements de terre, ainsi que la dissipation de l'énergie communiquée lors des secousses.

La qualité des matériaux et une mise en œuvre de qualité de la part de l'entrepreneur est un facteur important pour assurer la résistance des constructions au séisme. Une construction par des points faibles au niveau de la qualité des matériaux ou par des assemblages d'éléments précaires peut s'effondrer comme cela a été le cas dans certaines expériences du séisme.

- **Une maintenance régulière**

Entretien régulier du bâtiment pour maintenir la résistance. (Ceci dans le cas de l'utilisation de dispositifs mécaniques de dissipation, etc.) .

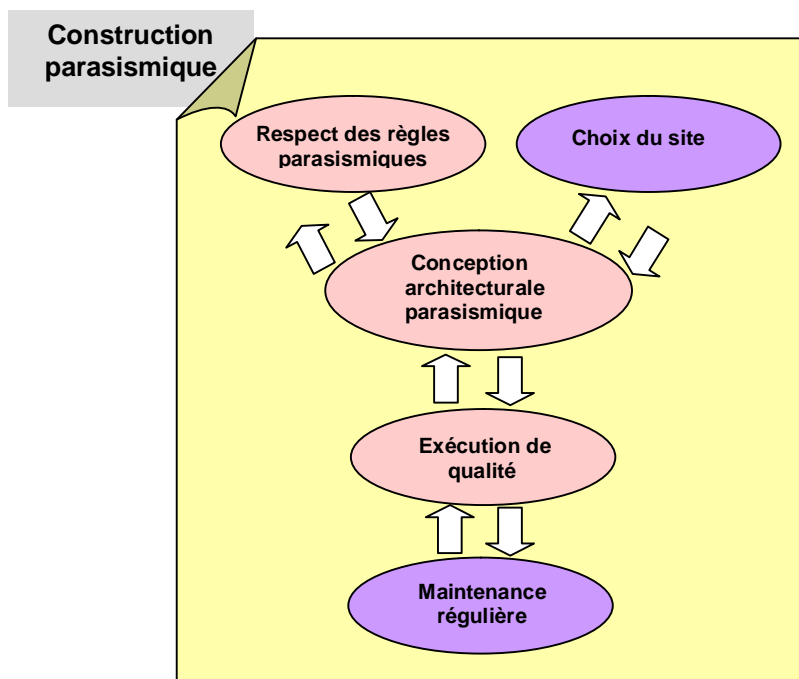


Figure 2.2: Le système construction parasismique

b. Les niveaux de protection recherchés

L'agression sismique peut entraîner des conséquences catastrophiques (explosions chimiques, impact sur l'environnement, perturbation des services publics, du secteur industriel, du secteur de la recherche, etc.), et menacer de ce fait les infrastructures économiques de l'état.

Ainsi, suivant l'importance des ouvrages, il est déterminé un niveau de protection induisant des mesures parasismiques spéciales, posant alors la question de surcoût induit et des compromis à faire. [cf. figure 2.3]

Une distinction est faite entre deux sortes d'ouvrages dits à risque spécial ou normal :

- **les ouvrages à risque spécial**, comme les centrales nucléaires, les industries chimiques, les centres de recherche, les barrages etc.
Pour ce type d'ouvrages, on recherche bien évidemment la protection intrinsèque de l'ouvrage, quel qu'en soit le coût, car leur destruction aurait des conséquences catastrophiques pour l'environnement tout autant que pour les vies humaines.
- **Les ouvrages à risque normal**, pour lesquels les conséquences d'un endommagement restent circonscrites à l'ouvrage lui-même, ses occupants, et son environnement immédiat. Pour ce type d'ouvrages, on envisage une protection admettant un certain taux de pertes. Les structures peuvent subir des déformations se situant franchement dans le domaine postélastique, avec toutes les conséquences qui peuvent en résulter : fissurations, destruction de certains éléments non structuraux, déformations permanentes, etc. L'objectif est donc d'éviter l'effondrement total de la structure.

La réglementation parasismique tient compte de ces deux types d'ouvrage. Le niveau de protection recherchée est fixé par la puissance publique.

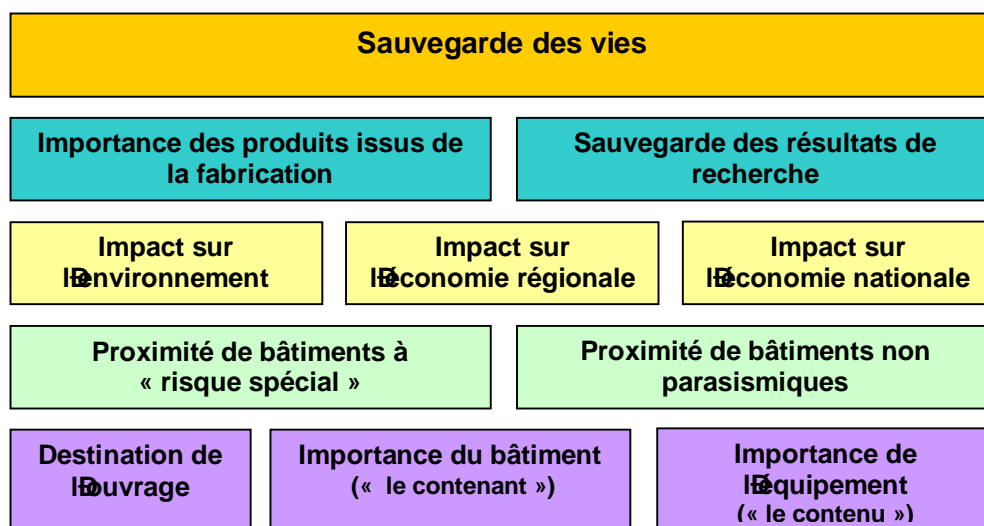


Figure 2.3 : Principaux éléments d'appréciation pour définir le niveau de protection face à l'agression sismique. [Victor Davidovici, 1999].

2.6 La conception parasismique, le noyau d'une construction parasismique

La conception parasismique d'un bâtiment, ou plus généralement d'un ouvrage, consiste à opter pour une architecture qui lui confère un bon comportement lorsqu'il est exposé à un tremblement de terre. Sont concernés : forme d'ensemble du bâtiment et choix du système porteur, ainsi que son organisation en plan et en élévation, donc sa configuration et la disposition des éléments de la structure principale (le système de contreventement). Ces éléments participent nécessairement de l'architecture et relèvent donc du parti architectural recherché, dont le choix est opéré dès l'esquisse.

Pour un séisme donné, l'importance des oscillations auxquelles un bâtiment sera soumis, ainsi que leur nature, dépendent fortement de son architecture. En cas de conception inadéquate, ces oscillations peuvent être très préjudiciables : torsion de l'ouvrage, oscillations asynchrones de ses différentes parties, concentrations des déformations sur certaines zones, etc. L'architecture d'un ouvrage détermine donc l'action sismique à laquelle il sera exposé lors d'un séisme.

Le rôle de la conception architecturale, est donc fondamental pour déterminer le comportement d'une construction frappée par un séisme, elle doit faire la synthèse des deux premiers principes : le choix du site, et le respect de la réglementation parasismique pour rechercher une architecture ou forme parasismique (dite aussi configuration), susceptible de conférer à la construction un bon comportement lors de sa sollicitation par un effort sismique, sans omettre d'intégrer la dimension constructive et les moyens disponibles (technologie, matériaux, contrôle qualité et maintenance).

Une bonne conception architecturale, évite un surcoût du au renforcement de la structure par les calculs.

Les configurations de bâtiment qui confèrent à la construction une résistance au séisme par leur propre forme sont dites : architectures parasismiques.

Cependant, la conception parasismique est un sous-système de la construction parasismique, composé de trois éléments en interaction : le parti architectural, le parti constructif, et le choix du système de contreventement. [cf. figure 2.4].

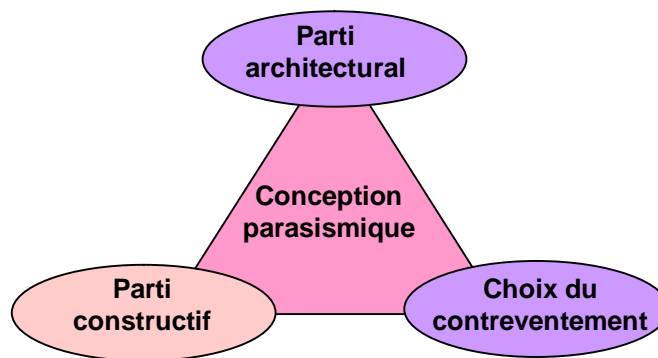


Figure 2.4 : Le sous-système conception parasismique

a. Le parti architectural

Les expériences et les recherches dans le domaine de l'architecture parasismique proposent quelques recommandations, que nous retrouvons d'ailleurs dans les différents règlements parasismiques dans le monde :

- La forme devrait être aussi simple, symétrique et régulière que possible pour éviter des contraintes dues à la torsion d'ensemble dévastatrices qui reste bien souvent un facteur majeur de ruine.

- Il est souhaitable que les variations de rigidité soient progressives en plan et en élévation.
- Il est préférable de fractionner les bâtiments à forme complexe par des joints parasismiques suffisamment larges afin d'éviter des collisions (entrechoquements) entre blocs voisins.
- Les bâtiments en forme de L entraînent des concentrations de contraintes locales dans les angles qui peuvent être très néfastes.
- Le principe de non-résonance entre le bâtiment et le sol pour éviter l'amplification de l'accélération impose que la période propre de vibration du bâtiment doit être différente de celle du sol, il est donc préférable de construire une structure souple sur un sol dur et inversement une structure rigide sur un sol mou (sauf en cas d'utilisation d'isolateurs).

Par exemple une tour flexible de plusieurs dizaines d'étages peut convenir sur un sol rocheux.

- La position du centre de gravité devrait être la plus basse possible avec une distribution uniforme des masses.
- Les éléments d'architecture doivent s'adapter à des dispositions particulières notamment en règle générale il est déconseillé :
 - la présence de poteaux courts vulnérables aux charges sismiques (ex : rupture par des allèges rigides)
 - des angles vifs aux changements de direction et intersection d'éléments porteurs.
 - les variations brusques des sections.
 - les percements trop importants dans les murs porteurs.
- Il est préférable de créer des escaliers portés par des voiles ou à structure indépendante de l'ossature.
- Les mezzanines pourront être aussi traitées par une structure légère et aussi indépendante.
- Les baies d'ouvertures dans les façades seront plus favorables si elles sont superposées et de dimensions modérées.
- Ces éléments d'architecture peuvent revêtir une importance primordiale dans le comportement dynamique de la structure s'ils sont mal positionnés ou mal dimensionnés.
- Dans le même esprit, il ne faut pas négliger la fixation des éléments de façade ainsi que la résistance des cheminées.

b. Le parti constructif

Il concerne le choix du système porteur et de sa disposition ; un choix judicieux va permettre de minimiser les coûts de la protection parasismique.

L'efficacité du comportement parasismique est directement liée à la nature du système porteur, les structures métalliques conviennent bien en toute zone, de même les ossatures en bois et celles en béton armé de type voile.

Par contre certains systèmes tels que les maçonneries non chaînées ou non armées sont à proscrire, les portiques en béton armé avec murs de remplissage en maçonnerie ont quant à eux un comportement médiocre. (c'est le cas le plus répandu en Algérie).

- L'architecte devrait veiller à assurer une bonne continuité mécanique aussi bien verticalement grâce à une descente de charges en alignant les poteaux pour éviter

l'effet baïonnette qui cisaille les poutres, qu'horizontalement en ancrant les planchers correctement dans les murs.

- De même il devra favoriser la symétrie en plan et en élévation ainsi qu'une homogénéité dans les systèmes porteurs et les matériaux.
- Un principe de base à respecter est de stocker et de dissiper de l'énergie en cherchant la redondance structurale c'est à dire un degré d'hyperstaticité maximal (trame régulière). La poutre sur deux appuis simples est à proscrire, il vaut mieux multiplier les appuis et les assemblages de type encastrement.
- Une autre façon de dissiper l'énergie d'oscillation est de favoriser la ductilité aussi bien au niveau des matériaux qu'au niveau de la structure.
- La solution "poteau fort - poutre faible" permet cette démarche.
- Il est nécessaire aussi de se préoccuper de l'effet "poteaux courts" qui risqueraient d'être cisailés et entraîneront l'effondrement des constructions situées dans les terrains en pente; par contre ils peuvent servir de fusible en vide sanitaire sur terrain plat. (Situation vécue plusieurs fois lors du séisme d'El Asnam du 10/10/1980).
- Le système qui présente la meilleure sauvegarde des personnes pour un rez-de-chaussée avec éventuellement un étage reste la construction en murs porteurs chaînés à ossature bois avec une couverture légère. Il peut résister aux secousses très violentes sans dommages graves.
- Celui qui fait le plus de victimes dans le monde reste encore l'ossature poteaux-poutres en béton armé avec un remplissage en maçonnerie de briques ou de parpaings. Sa fragilité est accrue surtout quand le ferrailage est insuffisant, quand le rez-de-chaussée est transparent pour installer des petits commerces et quand il n'y a pas de noyau de contreventement et beaucoup de malfaçons et d'imperfections dans l'exécution des travaux.

c. Le choix du système de contreventement

Les secousses sismiques ont des composantes dans les trois directions. Le système de contreventement permet d'assurer une stabilité de la structure vis-à-vis des charges latérales (vents, séismes).

L'effort sismique agit sur la structure par translation et torsion, le contreventement doit être conçu pour assurer une rigidité de la structure vis-à-vis de ces efforts.

On distingue deux types de contreventement :

- Contreventement horizontal (diaphragme ou planchers, toitures plates ou inclinées)
- Contreventement vertical ou palées de stabilité. (murs en maçonnerie, voiles en béton armé, palées, triangulées ou portiques).

Le rôle du contreventement horizontal est de transmettre les actions latérales aux éléments de contreventement vertical.

Le choix du parti architectural et du parti constructif a une incidence sur la qualité du contreventement. La forme des diaphragmes a une influence sur leur rigidité. Il est recommandé une distribution régulière et redondante et plusieurs points sont à éviter :

- percements trop grands ou mal placés,
- Les diaphragmes flexibles devraient être évités pour combattre le déversement des murs notamment en maçonnerie ;
- Etages souples (sans contreventement vertical).

Ceci dit, ces connaissances de base sont fondamentales pour les concepteurs du projet architectural, ils sont la base de données sur laquelle vont s'opérer les choix conceptuels et constructifs. Tout projeteur qui néglige la connaissance de ces principes est exposé à de graves échecs.

Ils sont aussi décrits d'une manière plus exhaustive et illustrée de schémas dans les ouvrages et guides de conception parasismique.

2.7 L'Aspect réglementaire

S'il est impossible d'agir pour limiter l'ampleur ou l'occurrence des séismes, il est par contre possible d'augmenter la résistance des enjeux exposés : c'est l'objectif de la réglementation parasismique, diminuer la vulnérabilité des ouvrages exposés au risque sismique.

Pour donc :

- Préserver les vies humaines en évitant ou en retardant l'effondrement du bâti,
- Préserver le patrimoine bâti pour limiter le coût économique pour la société.

L'application des règles parasismiques a pour but de conférer aux ouvrages une résistance suffisante vis-à-vis de l'action sismique, qu'elle soit optimisée ou non par la conception.

En fait, la réglementation est le sous-système qui ordonnance la construction parasismique et celui-ci ne peut qu'être complémentaire de la conception parasismique et d'une exécution et maintenance de qualité.

Pour garantir la sécurité des personnes chaque pays a élaboré sa propre réglementation tenant compte de l'historicité des séismes vécus, de ses procédés de construction répandus et de son niveau technologique et économique. Ainsi, différents codes parasismiques sont apparus dans le monde et font l'objet d'actualisation permanente intégrant les résultats de la recherche et les enseignements que procure chaque nouvelle expérience du séisme.

3. L'Architecture, essai d'appréhension

Il est difficile de se prononcer sur la question de l'architecture sachant l'élargissement évolutif de ses champs d'investigation et la pléthore de positions, de discours, et de pratiques qu'il est possible de rassembler autour de cette terminologie, pour ne pas dire cette discipline.

3.1 L'Architecture, aux confins de l'Art et de la science

La définition de l'architecture a évolué à travers le temps, l'origine du mot voulait signifier « art et technique de bâtir ». L'architecte actuel conserve dans sa pratique cette dualité entre l'art et la technique. Pour approcher l'architecture, il convient de s'attacher à l'objet, à ses formes et ses fonctions, autant qu'à une pratique et ses protagonistes dans un cadre culturel et technique donné.

Les définitions classiques de l'architecture soutiennent qu'elle est « la mère de tous les arts », actuellement elle est classée comme premier art se nourrissant des autres arts : la sculpture, le design, la musique, la littérature, etc ; un art qu'on qualifie « d'utile » et qui s'incarne dans un acte de construction pour répondre aux besoins de l'homme. Un art donc, qui a besoin de se servir des sciences : sciences exactes pour sa stabilité, sa durabilité, son confort thermique, acoustique... ; sciences humaines pour mieux comprendre le rapport que l'homme entretient avec le lieu et le temps.

Il ce fut un temps où l'architecte reconnu était tout à la fois homme de lettres, homme de sciences, connaisseur des lois de la musique, peintre, sculpteur et surtout ingénieur et chef de chantier. Le projet architectural n'était pas forcément son activité principale, l'histoire en garde beaucoup de noms : Leonard De Vinci (peintre, ingénieur, architecte), Michel-Ange (peintre, sculpteur, architecte), Thomas Jefferson (troisième président des USA et architecte qui exécuta de remarquables projets), etc.

L'acte architectural évolue donc, au rythme de l'acte de bâtir qui évolue à son tour en fonction de l'évolution de la société, dans ses échelles économiques, technologiques, culturelles et sociologiques. Le bâtiment, construit pour et par l'homme, est à la fois le produit d'une culture, le reflet d'une société et la manifestation d'un mode de vie ; il est tout simplement l'expression de la civilisation.

Aujourd'hui l'acte architectural, entraîne l'architecte à traiter avec plusieurs disciplines et métiers, il s'agit :

- **De la discipline architecturale:** pour les arts plastiques, les compositions formelles, les théories conceptuelles, les techniques de représentations, etc.
- **Des sciences sociales:** pour l'histoire des civilisations et des arts, la sociologie, la psychologie, etc.
- **Des techniques d'organisation et de gestion:** pour le management et la gestion de projet de construction, la réglementation et les normes de conception architecturale, etc.
- **Des sciences d'ingénierie du bâtiment:** pour les techniques de mise en œuvre des éléments constructifs, les calculs des structures, les réglementations techniques et parasismiques, etc.
- **Des sciences d'ingénierie de production:** pour les corps d'état secondaire dans le bâtiment (menuiserie, plomberie, électricité, etc.), les équipements généraux et spécifiques du bâtiment, etc.
- **De l'organisation de chantier:** pour l'installation de chantier, le suivi des travaux l'organisation, coordination et pilotage des tâches, etc.

Ainsi, l'architecture est en même temps le produit de l'art et de la science. « Un art technique : un art intégrateur ; un art contextuel ; un art de l'utilité » [ALAIN MAUGARD, 2006]. L'architecte est à la fois artiste et technicien, l'un ne prime pas sur l'autre, les deux fonctions sont d'égale importance ; et son métier est essentiellement un travail d'équipe, en relation avec différents professionnels : urbanistes, ingénieurs, sociologues, paysagistes, artistes, etc.

Pour la seule conception d'un bâtiment, un seul homme parvient difficilement à réunir tous les savoirs et la capacité de travail requis. Tout projet important est l'œuvre d'une équipe.

3.2 La mutation du champ théorique de l'architecture

Des évènements et des prises de positions historiques ont marqué le parcours de l'architecture, l'environnement théorique de l'architecture s'est déplacé de paradigmes généraux et communément partagés vers des positionnements plus partiels et subjectifs. [cf. figure 2.5]

Dans la période antique, les canons de l'architecture étaient communément partagés entre le public et les architectes.

L'architecte et théoricien romain Vitruve (actif entre 46 av. J.-C. et 30 av. J.-C.) écrivait qu'il faut que l'architecture possède trois qualités, qualité des matériaux, solidité et plaisir pour l'œil. Vitruve exigeait que ces trois qualités soient réunies dans une construction pour que l'on puisse parler d'« architecture ».

A l'âge de la renaissance, l'architecte et théoricien Alberti (1404-1472), avait écrit aussi sur l'avantage de l'évolution des techniques et des sciences mathématiques et physiques dans cette période de l'histoire sur l'évolution de l'architecture.

La notion de styles partagés a longtemps persisté dans l'histoire de l'architecture, jusqu'au boom de la modernité et l'apparition de mouvements d'architectes du début du 20^{ème} siècle revendiquant de nouveaux concepts pour une architecture à l'échelle de l'être humain et de ses nouveaux besoins conditionnés par la machine et par la nouvelle technologie, ainsi apparaissent les tendances fonctionnalistes, minimalistes et organiques avec les pionniers de l'architecture moderne : le Corbusier, Gropius, Wright, etc. Face à cette nouvelle architecture, les périls de la standardisation font surgir beaucoup d'autres mouvements revendiquant l'identité culturelle et historique.

La notion de lecture d'un style partagé et affirmé dans un contexte social et géographique donné disparaît petit à petit pour se multiplier et devenir le propre de chaque architecte. Par contre la démarcation identitaire des sociétés continue à se lire aux procédés et techniques appropriés de la construction.

Dans la période contemporaine, chacune de ces qualités est liée aux normes culturelles et aux procédés techniques d'une société donnée. Toutes les constructions peuvent nous révéler des choses sur les sociétés qui les ont créées : ce qu'elles valorisent, comment elles composent leurs équipes de construction, à quelles techniques elles font appel et quelles valeurs elles véhiculent par le biais des bâtiments qu'elles se font construire. Les aspects fonctionnel et artistique ne suffisent pas à définir l'architecture, car un bâtiment est plus que la somme de ses parties.

Actuellement, dans une définition large, l'architecture appelle à l'équilibre entre l'art et la technique de même qu'entre les traditions populaires et celles du grand art.

L'architecte a la responsabilité de trouver un juste rapport entre l'architecture et les contraintes de son environnement de production architecturale en ramenant toujours de nouvelles idées, de nouvelles solutions. Il cherche à concrétiser ses idées dans un projet qui ne soit pas « du déjà vu ».

L'architecture contemporaine continue à conserver des valeurs qui s'entrelacent : le plaisir du beau, la stimulation de l'esprit et l'adaptation raisonnée à des conditions données, en conservant aussi son ambition de créativité et d'innovation. « Avec l'architecture nous sommes, nous nous mouvons, nous vivons dans l'œuvre de l'homme. C'est le contact le plus immédiat des citoyens avec l'art, avec l'histoire, avec la création. » [Paul Valéry].

L'architecture, acquiert un nouvel état d'esprit avec l'émergence de la question environnementale et les mouvements pour le développement durable.

L'architecture est vue actuellement comme discipline artistique au service de projets à vivre. Elle se doit de rester à l'échelle humaine, d'innover dans le respect des besoins des usagers et de la planète, de revenir sur des principes fondamentaux en s'appuyant sur des technologies de pointes pour retrouver une architecture durable. Elle s'inscrit résolument dans le défi environnemental.

L'architecture parasismique ayant un objectif de durabilité et de résistance au phénomène sismique trouve sa place dans les objectifs du développement durable.

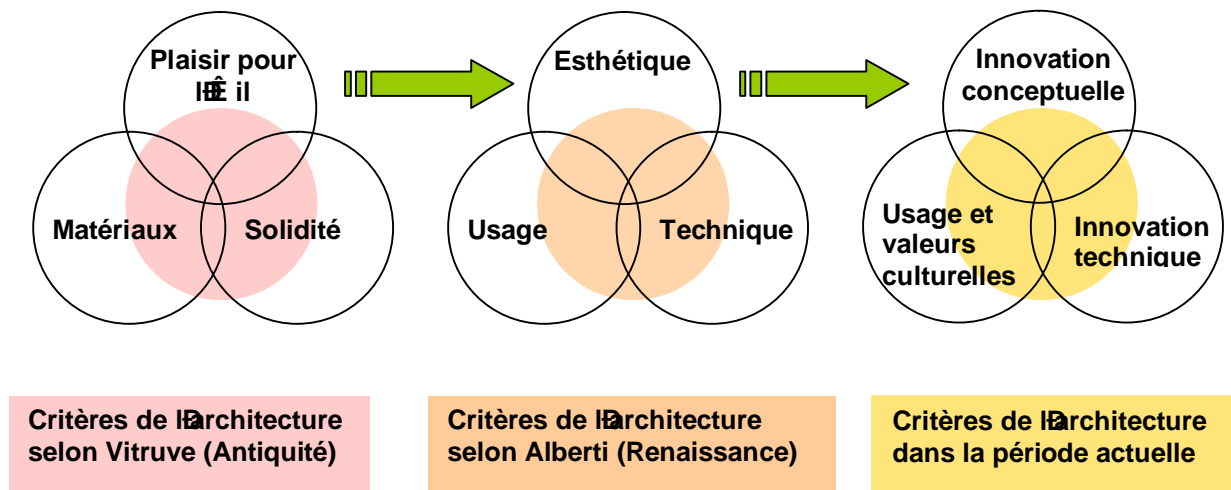


Figure 2.5: Evolution idéologique de l'architecture

L'architecture doit désormais, combiner beaucoup de contraintes, que nous avons tenté de représenter dans la figure 2.6 ci-après.

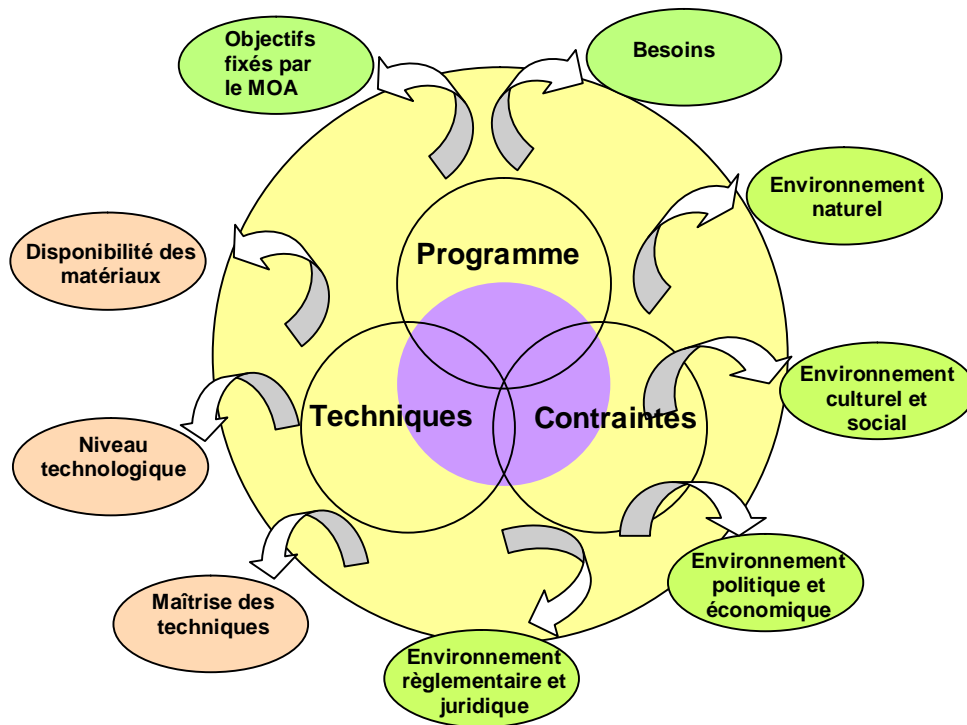


Figure 2.6 : La combinatoire des moyens de l'architecture contemporaine

3.3 La création architecturale comme objet de connaissance

La création architecturale prend naissance dans un processus complexe de conception architecturale. L'essentiel de la complexité de ce processus réside dans la diversité des modes d'élaboration du projet architectural. Cette diversité se traduit par la difficulté de concilier la part objective de la conception (programme, site, réglementation...), et sa part subjective (composition, références, parti...). En effet même si on admet que la conception architecturale a en commun avec la science la recherche d'une solution à un problème posé, on ne peut pas perdre de vue que sa position singulière au carrefour des arts et de la science la soumet à des questions incomplètement formulées (complexité du programme, imprécision de la demande...), ce qui libère l'espace de la créativité et génère des approches multiples. Elle ne relève ni de la rationalité pure ni de l'intuition pure, et par des dosages différents de ses variables, tout semble indiquer qu'il existe autant de modes de conduite du processus de conception architecturale que d'architectes.

La conception est au projet ce que la langue est à la parole [F. de Saussure]. C'est le procès de synthèse qui produit le projet.

Une Synthèse de quoi, une synthèse comment ?

Synthèse des besoins exprimés et implicites définis dans un cahier des charges, dans un programme, synthèse des données d'un environnement politique, juridique, naturel, réglementaire, sociologique, etc.

Le comment ; c'est la compétence des spécialistes concernés à optimiser toutes ses données pour offrir les meilleures solutions.

Répondre à cette question, c'est aussi, s'interroger sur l'objet à concevoir, « l'espace architectural » posé comme structure signifiante, est donc envisagé du point de vue du sens. Résoudre ces questions c'est construire le modèle de conception.

L'activité de l'architecte, est ainsi saisie comme une activité sémiotique, productrice de significations.

L'espace architectural, espace complexe, est défini comme une structure polysémique et polymorphique constituée de plusieurs registres de sens corrélés à divers registres d'espace :

- **L'espace urbain** concerne l'interface espace architectural/espace urbain, ou rapport architecture/ville, édifice/tissu urbain, cet espace renvoie aux idées urbaines, aux types historiques de ville, aux sens des formes urbaines,
- **L'espace d'usage** porte sur les rapports entre espace et pratiques sociales. Il renvoie aux usages organisés selon des typologies distributives particulières, consacrées par le temps (par exemple pour l'habitat, rapports entre espace domestique/type de famille). Il résulte de l'opération de distribution ;
- **L'espace esthétique-symbolique** porte sur les relations entre espace et géométrie, espace et mathématiques (mesure). Il renvoie aux signifiés de la géométrie, à sa symbolique, à travers l'histoire de l'art. Il est donné par l'opération de composition ;
- **L'espace bioclimatique** concerne les relations entre espace et ambiances (espace qualifié par des paramètres environnementaux). Il renvoie à des signifiés comme le confort, le bien-être (culturellement variables)... Il est conçu par l'opération d'installation (équipement de l'espace, mais aussi par dispositif spatial) ;
- **L'espace tectonico-plastique** traite de l'espace sensible (visuellement saisi). Il renvoie à des significations relatives à l'histoire de l'art, et à l'histoire des styles en particulier. Il est obtenu par l'opération d'expression.

Ces registres sont interdépendants et font système entre eux. L'objet architectural est généré par le syncrétisme de registres, de concepts, d'exigences implicites et explicites.

Ce qui définit le projet architectural comme forme globale et processus de compréhension de ce mécanisme syncrétique. Une fois l'inventaire des registres établi, se pose en effet le problème de leur synthèse et de ses modalités, pour faire du projet, une unité de sens et réaliser sa cohérence sémantique du projet, la cohérence de la forme architecturale globale. Ce processus syncrétique qui agit par itérativité, par récurrence sémantique, sur tous les registres est appelé parti architectural, un processus qui a souvent pour volonté l'innovation et la rupture avec les motifs existants de l'architecture, pour en créer de nouveaux.

Ainsi la conception architecturale combine des registres plastiques et esthétiques et des pratiques signifiantes, en plus de ce qu'elle doit gérer comme contraintes du projet de construction. L'architecte commence par bien construire des idées avant de construire des édifices.

La conception architecturale aujourd'hui, est l'alliance subtile du rêve et du réalisme. La créativité doit savoir prendre en compte les contraintes technico-économiques et ne se limite pas à l'emploi de matériaux et de technologies récentes.

La conception demeure le noyau dur de l'expertise professionnelle de l'architecte.

3.4 La création architecturale dans le risque sismique

Dans le même ordre d'idées, que serait la créativité architecturale dans le risque sismique ?

Le séisme est reconnu comme une contrainte à intégrer dans la complexité du processus synchrétique de la conception architecturale.

Pour l'architecte, construire parasismique ne signifie pas construire massif et dépourvu d'originalité architecturale. Il est évident donc pour lui qu'il doit apporter un supplément d'intelligence dans sa conception des édifices pour qu'ils soient capables de résister aux séismes. Son rôle est de trouver des solutions idoines en matière de sécurité et en matière de qualité architecturale.

Il doit bien évidemment, aussi, s'inscrire dans un travail d'équipe avec des spécialistes compétents. Si la conception sollicite les connaissances techniques des ingénieurs, elle doit aussi incorporer quelque chose de beaucoup plus énigmatique, le talent de l'architecte. Le rôle de ce dernier peut s'avérer fondamental dans le succès de l'œuvre.

4. Le séisme et l'architecture, essai d'appréhension dans le contexte algérien

L'architecture algérienne a connu des mutations dans les périodes de l'histoire de l'Algérie, le patrimoine issu des époques antiques, arabo-musulmanes et coloniales témoigne d'un passé florissant et d'une identité architecturale et culturelle démarquée.

La qualité architecturale a connu un déclin depuis la période post coloniale où les impératifs de construire dans l'urgence faisaient qu'on s'intéressait à la quantité au détriment de la qualité. Ces habitudes sont malheureusement restées dans la mémoire des pratiques de construction algérienne. Actuellement, malgré l'essor économique que connaît le pays, permettant l'investissement dans les grands projets, institutions et symboles de l'état, etc ; l'architecture algérienne n'arrive toujours pas à se promouvoir à des valeurs de qualité.

Pourtant le registre législatif algérien, s'intéresse bel et bien à ce ce point. Nous citons, le décret législatif n° 94-07 du 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte. Il vise en outre la promotion architecturale ainsi que la protection et la préservation du patrimoine urbain et de l'environnement bâti. Ces articles 2 et 3 énoncent :

- **Article 2 :** L'architecture est l'expression d'un ensemble de connaissances et un savoir-faire réunis dans l'art de bâtir. Elle est l'émanation et la traduction d'une culture.

La qualité des constructions et leur insertion dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels et urbains, la préservation du patrimoine et de l'environnement bâti sont d'intérêt public.

- **Article 3 :** La réalisation d'œuvres architecturales doit préserver ou améliorer l'environnement. Les autorités habilitées à délivrer les permis de construire et les permis de lotir sont tenues de s'assurer du respect de cet intérêt à travers les règles d'architecture et d'urbanisme.

Mais réellement, retrouvons-nous ces valeurs dans l'image urbaine de l'environnement algérien ?

L'Algérie, est aussi une région où le risque sismique est fortement présent, son Nord est une région historiquement active d'Est en Ouest.

L'architecture et la construction algériennes sont concernées, donc, par le risque sismique.

Dans ce sens, que fait l'Algérie pour palier à ce danger de la nature?

- Des dispositions préventives encadrées par le ministère de l'habitat et de l'urbanisme et par deux centres de recherche, le CGS et le CRAAG qui ont des activités d'évaluation de la vulnérabilité du bâti, de produire les scénarios catastrophe (des opérations qui sont en cours), de dresser la cartographie sismique du territoire national et de fournir des données pour l'actualisation du règlement parasismique.
- Quant à La culture de sensibilisation, de préparation et de prévention dans notre pays, elles restent à développer.
- Veiller à élaborer une réglementation parasismique pour les constructions et à la faire respecter.

Nous nous arrêtons sur ce point et nous proposons de l'explorer dans ce qui suit.

4.1 La mise en place de la réglementation parasismique

La réglementation parasismique algérienne a évolué avec les enseignements tirés de chaque événement sismique survenu en Algérie.

Nous citons les principaux séismes enregistrés, particulièrement ceux qui ont laissés des traces sur la population et le bâti, dans le tableau ci-après.

Tableau 2.3 : Synthèse de l'historicité sismique de l'Algérie

Lieu	Magnitude
Orléans ville en 1954	7.0
El Asnam le 10/10/1980	7.3
Constantine en 1985	5.7
Chénoua le 29/10/1989	6.0
Beni Chougrane (Mascara) Août 1994	5.6
Ain Benian en 1996	5.6
Ain Temouchent le 22/12/1999	5.6
Beni Ouartilane le 10/11/2000	5.5
Boumerdes le 21/05/2003	6.8

La mise en place de la réglementation parasismique a connu plusieurs étapes depuis Orléans ville 1954. Les principaux documents édictés depuis sont : les AS 55 – les PS 69 (complétées

par un additif du MTPC en 1972), le RPA 81/révisé en 83, le RPA 88, le RPA 99, enfin le RPA 99 révisé et complété en 2003.

D'un point de vue de spécialistes, et se référant à l'historique de la réglementation algérienne, on remarque que ces règles ont été préfabriquées par tâtonnements en utilisant le code californien UBC, les règles françaises PS92 et l'Eurocode 8.

« En Algérie, l'absence totale de recherche approfondie dans ce domaine, l'absence de moyens de calcul numérique, l'absence de laboratoires d'essais dynamiques, l'absence de procédures de validation sur les plans expérimental et théorique, l'inexistence d'une équipe de chercheurs pluridisciplinaires — une centaine au moins — spécialisés dans les phénomènes dynamiques et numériques, ne peuvent déboucher que sur un document constituant une simple recherche bibliographique, avec une adaptation intuitive des différents facteurs intervenant dans le calcul de la force sismique de dimensionnement. Ce qui nous fait dire que la démarche adoptée est à la fois improvisée et archaïque parce que sans validation ni fondement technique et/ou scientifique ». [Abdelkrim Chelghoum, mai 2010].

4.2 Les enseignements tirés des expériences de séismes vécus

« D'un point de vue théorique, on a tiré plusieurs leçons des précédents séismes, mais pas d'un point de vue pratique. Maintenant, il est temps de passer à la pratique. ». [Khereddine Ramdane, mai 2010].

D'un premier point de vu, le manque de contrôle de la qualité des constructions a révélé le désastre des séismes passés.

« On s'intéresse uniquement à la quantité au détriment de la qualité. De plus, on construit toujours mal et plusieurs constructeurs ne respectent pas les normes parasismiques. Alors qu'il faut constamment améliorer ces normes.

Sinon, pourquoi les séismes sont toujours plus dévastateurs en Algérie, alors que dans d'autres régions du monde, des secousses plus fortes ont été enregistrées sans engendrer de dégâts humains importants ?

Aussi, il faut noter l'absence de réhabilitation parasismique, le non-respect des normes parasismiques par plusieurs intervenants, et ce, malgré les efforts consentis par l'Etat ces dernières années. » [Khereddine Ramdane, 2010].

D'un autre point de vu « On constate qu'à chaque fois, l'application d'une réglementation grossière et erronée a été l'un des critères dominants dans l'évaluation des causes ayant provoqué les effondrements des ouvrages et édifices. Il est à craindre que la malédiction ne soit portée par une fatalité et l'amnésie des pouvoirs publics tendant à contenir la démarche en matière de prévention des séismes dans un certain nombre de dispositions réglementaires et législatives « philosophiques » et « insignifiantes »...[]... Quant à la solution réglementaire préconisée pour le concept parasismique des bâtiments, elle consiste à injecter des bouts de voile dans la superstructure sans tenir compte des effets interactifs induits sur les plans technique et économique. Quelle trouvaille ! ». [Abdelkrim Chelghoum, 2010].

4.3 Les efforts pour l'actualisation du système parasismique

Dans le sens du paragraphe précédent, on peut conclure que la réglementation parasismique algérienne a besoin d'efforts d'actualisation et d'amélioration pour donner des résultats concrets, elle a besoin d'être respectée aussi ; car malgré, qu'en 25 ans les normes parasismiques ont été actualisés 5 fois, les séismes continuent à être révélateurs de désastre dans notre pays.

« Il faut signaler l'indigence de la puissance publique dans sa stratégie à vouloir pallier les carences et insuffisances en matière de prévention en procédant, dans la précipitation, à une soi-disant mise à jour, encore une fois, des règles en vigueur sans débat national ni consensus des experts. Ainsi, quelques mois après la catastrophe de Boumerdès, l'administration concernée propose une série de modifications sans justification ni validation de certains facteurs et paramètres. Je citerais à titre d'exemple : les systèmes de construction, les joints, la ductilité, les coefficients d'accélération, le coefficient de comportement, etc. Les valeurs affectées à ces facteurs sont fixées sur une base purement « pifométrique ». La proposition d'un nouveau découpage du territoire national en quatre zones sismiques avec une appréciation des coefficients d'accélération. Car elle me paraît à la fois inappropriée et dangereuse sur les plans économique et sécuritaire. Il est connu et admis que l'élaboration d'une telle cartographie nécessite une expertise scientifique et technique de haut niveau avec des moyens matériels considérables pour revoir, analyser, valider et synthétiser les documents de base ayant trait à la sismicité instrumentale, la tectonique, la néotectonique, les discontinuités géophysiques et les imageries satellitaires. Et rien de cela n'a été fait. ». [Abdelkrim Chelghoum, 2010].

On note aussi que la recherche dans le domaine de la réglementation doit recueillir des efforts supplémentaires.

« La réglementation technique en vigueur doit expressément être revue, validée, justifiée et re-analysée sur la base des deux principes directeurs et interdépendants : risque acceptable et coût acceptable. C'est pourquoi il est vivement recommandé de surseoir à l'application de la réglementation actuelle, revoir et corriger la cartographie de sismicité en rectifiant les aberrations suscitées, adopter provisoirement l'Eurocode 8 comme prescriptions générales pour le calcul, le contrôle et le suivi des structures et ouvrages d'art. Mais également charger des cabinets indépendants d'experts pour l'élaboration de nouvelles règles de la construction dûment validées et justifiées expérimentalement et numériquement. D'où l'urgence de mettre en place, immédiatement, une dizaine de laboratoires. » [Abdelkrim Chelghoum, mai 2010].

4.5 Lecture critique du règlement parasismique algérien, actuellement en vigueur : RPA 99 version 2003

Actuellement, en Algérie le RPA 99 : 2003 est le règlement qui encadre le processus de construction parasismique pour les bâtiments neufs. C'est un document technique réglementaire (D.T.R-B.C 2.48). Il met à disposition des professionnels du bâtiment des normes de conception et de calcul. Le règlement vise à prévoir l'intégrité structurelle d'un bâtiment avant sa construction.

Le règlement est applicable à tous les projets soumis à permis de construire par arrêté ministériel paru au journal officiel n°24 du 26 avril 2000.

4.5.1 Contexte de l'élaboration

Le RPA 99 a été élaboré dans un contexte de révision régulière des règlements, il avait tenu compte des enseignements tirés du séisme de Ain Témouchent survenu en 1999 en plus de l'intégration de nouvelles données de zonage sismique et d'accélération nominale. Les enseignements du séisme de Boumerdes survenu en mai 2003 ont entraîné sa révision dans une version 2003.

4.5.2 Objet du règlement

Le RPA 99 vs 2003 repose sur le zonage qui couvre l'ensemble du territoire national et qui distingue quatre zones de sismicité. Le risque sismique est évalué de façon graduelle et sur chacune de ces zones les normes parasismiques sont applicables.

Le RPA 99 dans sa version 2003 offre des orientations pour les concepteurs sur les dispositions constructives, les spécifications relatives au dimensionnement des structures. Il vise à assurer une protection acceptable des vies humaines et des constructions vis à vis des effets des actions sismiques par une conception et un dimensionnement appropriés.

Les normes de constructions parasismiques édictées par le RPA 99 sont un ensemble de règles de construction à appliquer aux bâtiments pour qu'ils résistent le mieux possible à un séisme.

- **L'objet principal du règlement :**
 - sauvegarde du plus grand nombre de vies humaines,
 - Limiter les dommages subis par les constructions ;
 - Proportionner la résistance d'un ouvrage à l'intensité dont on entend le protéger;
 - Protection nominale : faire lier le degré de protection à l'intensité nominale.

- **Il indique de quelle manière on peut conférer à une construction un niveau de résistance à la secousse, notamment :**
 - **Au niveau de la conception :**
 - Sur le sol de fondation
 - La disposition des joints entre blocs
 - Les liaisons des divers éléments de la construction
 - La rigidité des planchers
 - Les canalisations.

 - **Au niveau des matériaux :**
 - Maçonneries
 - Cloisons de distribution intérieure en maçonnerie
 - Plafonds
 - Béton non armé
 - Béton armé (nœuds, poteaux,...).

- **Le contenu du RPA est composé globalement de trois parties :**
 - **Partie 1 :**

Elle présente un ensemble de règles de conception ainsi que cinq critères de classification (zonage, importance de l'ouvrage, type de site, système de contreventement et configuration de l'ouvrage.)

Cette première partie énonce les éléments principaux qui ont un rapport direct avec la conception architecturale de l'ouvrage, ces règles générales interpellent principalement l'architecte.

Elle présente aussi, la répartition du territoire national en 4 zones sismique de (0 à III), subdivisées en sous-zones et édicte, alors, les règles de conception spécifiques à chaque zone.

L'article 11 modifiant l'article 4 de loi n°04-05 du 14 août 2004 modifiant et complétant la loi n°90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme, édicte le rôle du zonage sismique: « Les instruments d'aménagement et d'urbanisme fixent les orientations fondamentales d'aménagement des territoires intéressés et déterminent les prévisions et les règles d'urbanisme. Ils définissent... []...les zones sismiques sont identifiées et classées selon leur degré de vulnérabilité au risque sismique. Les normes de construction dans ces zones seront fixées par voie réglementaire... [] .»

La critique de Abdelkrim Chelghoum apparue dans le quotidien « El Watan » le 22 mai 2010, a retenu notre attention: « Ainsi, le nord de l'Algérie, une région historiquement active d'est en ouest, est subdivisé en quatre zones où la contradiction est flagrante si on se réfère aux résultats des expertises menées in situ après les récentes catastrophes, à savoir la commune de Sendjas dans la wilaya de Chlef, qui a été totalement endommagée lors du séisme d'octobre 1980, se trouve classée en zone IIb (moyenne sismicité), la ville d'Oran dévastée en 1790 est classée en zone II (sismicité modérée à faible) ; la ville de Touggourt dans la wilaya de Ouargla secouée par un séisme de magnitude 5 sur l'échelle de Richter en 2007 est classée en zone 0 (zone sans sismicité) ; la commune de Hammadi dans la wilaya de Boumerdès est classée en zone IIb (moyenne sismicité), etc. La wilaya de M'sila, secouée le 14 mai 2010 par un séisme d'une magnitude de 5.2 — qui est à confirmer — est non prévue dans la cartographie officielle. »

Une autre critique, est que le zonage se fait bizarrement, sur la base des limites administratives des Communes et wilaya et non pas sur la base de limites géographiques, il serait aberrant que la tectonique se confonde avec des limites administratives.

- **Partie 2 :**

Elle concerne les justifications de sécurité à respecter dans le dimensionnement des structures parasismiques et les méthodes de calcul à utiliser: la méthode statique équivalente et la méthode dynamique modale spectrale.

Cette deuxième partie interpelle particulièrement les ingénieurs.

En interrogeant des ingénieurs praticiens sur leur méthode favorite, la plus part répondront que c'est la méthode statique, car la plus simple parce que décomposant la structure en « joint » réguliers.

Alors, nous architectes, on se demande pourquoi ne pas vulgariser aussi la méthode dynamique dans le milieu des ingénieurs, notamment pour l'intérêt, qu'elle permet une simulation de formes architecturales plus ou moins dynamiques. Et pourquoi, aussi, ne pas intégrer d'autres méthodes qui font leurs preuves dans des pays qui sont en avance dans le domaine parasismique ?

Il est cité dans cette partie, la formule de calcul de la force sismique laquelle constitue la l'hypothèse de dimensionnement des structures parasismiques :

La force sismique totale **V**, appliquée à la base de la structure, doit être calculée successivement dans deux directions horizontales orthogonales selon la formule :

$$\underline{V = \frac{A \cdot D \cdot Q}{R} W}$$

A : coefficient d'accélération de zone

D : facteur d'amplification dynamique moyen, fonction de la catégorie de site, du facteur de correction d'amortissement (η) et de la période fondamentale de la structure (T).

R : coefficient de comportement global de la structure

W : poids total de la structure + une partie des surcharges

Q : facteur de qualité

Le facteur de qualité de la structure et de la configuration architecturale est fonction de :

- la redondance et de la géométrie des éléments qui la constituent
- la régularité en plan et en élévation
- la qualité du contrôle de la construction

$$Q = 1 + \sum_1^5 P_q$$

La valeur de **Q** est déterminée par la formule :

P_q est la pénalité à retenir selon que le critère de qualité "q" est satisfait ou non".

Les valeurs de P_q et les critères de qualité "q" à vérifier sont données par le tableau 2.4 ci-après.

Tableau 2.4: Valeurs des pénalités P_q données par le RPA 99 version 2003

Critère « q »	P_q	
	Observé	N/observé
Conditions minimales sur les files de contreventement	0	0,05
Redondance en plan	0	0,05
Régularité en plan	0	0,05
Régularité en élévation	0	0,05
Contrôle de la qualité des matériaux	0	0,05
Contrôle de la qualité de l'exécution	0	0,10

Nous concluons que les paramètres de qualité cités dans le tableau 2.4 sont d'une importance considérable pour la détermination de la valeur de l'effort sismique, qui est une donnée de base pour les calculs de dimensionnement.

Cependant, le tableau 2.4 énonce des critères de qualité tangibles qui sont à vérifier dans le mode structurel (conditions minimales sur les files de contreventement) et dans la configuration architecturale de l'ouvrage (redondance en plan, régularité en plan, régularité en élévation), au même moment où il énonce des critères de qualité qui ne sont pas tangibles dans la phase de dimensionnement de la structure, (contrôle de la qualité des matériaux, contrôle de la qualité de l'exécution) et qui ne peuvent être observés que dans des actions à postériori (les phases de réalisation de l'ouvrage).

Ceci dit, il existe toujours un risque à retrouver un écart entre les modèles de calcul et leur concrétisation en réalité. Nous citons l'exemple des portiques autostables, où le modèle de calcul tient compte d'un coulage en même temps pour la poutre et le poteau (constituant un portique), alors que ce coulage sans reprise de béton est rarement respecté sur chantier. La réaction aux sollicitations sismiques prévue par le modèle théorique ne sera pas concrétisée par le modèle réel.

Nous déduisons, ainsi que le RPA 99 version 2003 insiste implicitement sur une démarche qualité globale dans le projet de construction. Il y a un équilibre à retrouver entre forme architecturale, calculs, et exécution dans les règles de l'art.

Par exemple, l'estimation du « D » dépend des caractéristiques du sol ; le « Q » exige des critères de qualité à retrouver dans la configuration architecturale, dans des documents techniques et réglementaires qui balisent la mise en œuvre de la construction, chez les fournisseurs de matériaux, chez les entreprises de réalisation, etc. Et voilà que la qualité de la construction parasismique incombe à beaucoup d'intervenants qui doivent renfermer des compétences et faire l'objet d'une certaine coordination.

« Au cours des 19^{ème} et 20^{ème} siècles les théories mécaniques des structures et des éléments résistants ont pris une avance qui a fait négliger d'une façon exagérée l'étude des formes en elles-mêmes. » [Eduardo Torroja, 1969].

« Le calcul n'est pas autre chose qu'un outil qui permet de vérifier que les formes et dimensions d'une construction, encore à l'état de projet ou déjà réalisée, sont capables de supporter les efforts auxquels elle doit être soumise. C'est simplement la technique opératoire qui permet de passer d'une conception abstraite aux résultats numériques et concrets des phénomènes de résistance considérés séparément ou en groupe. » [Marc-André Strudes et François Frey, 1996].

- **Partie 3:**

Elle présente les prescriptions et indications à suivre pour le dimensionnement d'ouvrages de différentes constitutions (en béton armé, en charpente métallique, en maçonnerie).

Dans cette partie, nous citons le manque d'exhaustivité pour les structures spéciales et pour les différents modes de fondations.

4.5.3 Principales contraintes du RPA 99 version 2003 pour la conception architecturale

Il y a une grande évidence que la réglementation parasismique rend difficile à mettre en place certains gestes audacieux des architectes en leur posant quelques contraintes :

- Limitation des porte-à-faux, (justification par rapport à la vitesse d'accélération verticale).
- Régularité excessive
- Fractionnement de la composition volumétrique par des joints parasismiques
- Grande épaisseur des joints posant la problématique du remplissage et de la couverture des joints horizontaux et verticaux.
- Injection de morceaux de voiles

Mais, il a été démontré des recherches précédentes et dans plusieurs exemples de construction dans le monde que même sous le risque sismique les architectes peuvent encore laisser libre cours à leur imagination pour peu qu'ils respectent certains principes intangibles mais les ambitions de l'architecte dépendent aussi de ses collaborateurs dans l'acte de construire.

4.5.4 La collaboration dans la construction parasismique

Les règles parasismiques interpellent principalement l'architecte, elles expriment un rapport direct du comportement des structures lors d'un séisme avec la qualité de la conception architecturale.

L'architecte doit intégrer la préoccupation parasismique dans son travail de conception. Il ne s'agit pas seulement de la structure du bâtiment (régularité, forme, système porteur...), mais aussi de tous les éléments qui influent sur le bâtiment lors d'un séisme : le site, le

programme architectural, l'implantation du bâtiment, les équipements, les constructions existantes, etc.

La construction parasismique implique une étroite collaboration entre le concepteur du projet, l'architecte et l'ingénieur dès les premiers stades d'élaboration.

La conception architecturale pour être de qualité, elle doit être un produit d'équipe pluridisciplinaire et recueillir simultanément la vision de chacun des spécialistes de la construction.

Deux spécialistes sont principalement interpellés dans l'acte de concevoir parasismique : l'architecte et l'ingénieur et chacun a sa vision et sa mission spécifiques.

Au moment où l'architecte doit combiner plusieurs contraintes pour apporter une réponse architecturale au projet, l'ingénieur se préoccupe seulement de la stabilité de la structure. L'ingénieur a pour rôle d'aider l'architecte à réaliser les détails qu'il a dessinés et de proposer un dimensionnement de la structure assurant la stabilité de la construction, mais aussi entre concept, gestes architecturaux et exigences structurales, la collaboration est dans le sens de rendre la qualité optimale. Pour une optimisation des solutions architecturales et structurales, il faut qu'il y ait un échange d'avis et une communication efficace entre architecte et ingénieur.

L'architecte et l'ingénieur étant intégrés dans un système de projet de construction, leurs conclusions, leurs décisions, leurs interventions et leurs propositions se développent aussi en coordination avec les autres acteurs du système : maîtres d'ouvrages, organismes de contrôle, laboratoire d'étude de sol, les entreprises de réalisation.

Ainsi, l'optimisation de la qualité architecturale parasismique dépendra non seulement du niveau de compétence de l'architecte et des ingénieurs spécialistes mais aussi des compétences de chacun des intervenants de la chaîne de construction.

Comme, nous l'avons montré dans la figure 2.2, les bons choix conceptuels doivent être doublés d'une mise en œuvre de qualité et d'une maintenance régulière sinon une réhabilitation cyclique. Ceci, sous-tend aussi la nécessité d'existence d'entreprises de réalisation qualifiées ainsi que de moyens et de matériaux de qualité.

Il faut souligner l'importance d'une exécution soignée des travaux, une construction conçue de manière parasismique mais dont l'exécution aura été défectueuse risquera de connaître des désordres graves lors d'un séisme. Tandis qu'une construction conçue et réalisée selon les règles de l'art, même sans précautions parasismiques, a de grande chance de résister aux sollicitations de la plupart des séismes.

Hors, dans le contexte algérien, on observe que le plus souvent, la conception architecturale est découpée en deux étapes, le projet est dans sa phase d'esquisse complètement conçu par rapport à un point de vue d'architecte qui dessine ses grandes lignes, décide de sa forme, etc. Le maître d'ouvrage juge la proposition de l'architecte sans avoir de grandes préoccupations pour la structure, c'est après approbation de l'esquisse que l'ingénieur intervient dans la phase avant-projet. C'est ainsi que le projet va être revu et modifié.

Cette méthode de travail est en fait contradictoire avec les recommandations de la loi n°04-05 du 14 août 2004 modifiant et complétant la loi n°90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et à l'urbanisme. Comportant des modifications entraînées par la révision du RPA 99 dans sa version 2003.

Dans l'article 55 modifiant l'article 5 de l'ancienne loi, il est précisé : « Les projets de construction soumis à permis de construire doivent être élaborés conjointement par un architecte et un ingénieur agréés, dans le cadre d'un contrat de gestion de projet.

Le projet architectural comprend des plans et des documents renseignant sur l'implantation des ouvrages, leur organisation, leur volumétrie, l'expression des façades ainsi que le choix des matériaux et des couleurs qui mettent en relief les spécificités locales et civilisationnelles de la société algérienne.

Les études techniques comprennent notamment le génie civil des structures ainsi que les lots d'état secondaires.

Les modalités de mise en œuvre des dispositions du présent article seront fixées par voie réglementaire ».

C'est effectivement ces visions déphasées de l'architecte et de l'ingénieur qui sont parfois à la cause d'une défiguration du projet architectural.

Les problèmes de qualité du résultat architectural qui en découleront, résident alors, dans les méthodes de gestion du projet dans ses phases conceptuelles et de mise en œuvre. Et il est évident de réclamer une meilleure collaboration architecte- ingénieur pour l'optimisation des solutions architecturales et structurales.

5. Conclusion

A travers ce travail de documentation sur le thème « séisme et architecture » dans ses généralités et dans son contexte algérien, nous pouvons conclure que le séisme est une contrainte majeure que l'architecture intègre à son palmarès de composants qui fait sa complexité et sa richesse en même temps.

La contrainte sismique, entraîne le processus de conception architecturale dans un processus de collaboration étroite entre l'architecte et l'ingénieur, lorsqu'il s'agit de recherche de solutions globales pour la configuration architecturale et d'optimisation de la qualité de la construction parasismique.

Cette contrainte entraîne, aussi, le fait de baliser le travail des intervenants dans l'acte de construire par une réglementation parasismique.

L'art de construire parasismique peut s'articuler autour de trois pôles principaux : conception, calcul, réalisation. Construire parasismique est l'affaire de tous les acteurs de l'acte de bâtir qui doivent respecter une réglementation, et surtout, respecter une démarche qualité dictée par la réglementation, une démarche qui doit être claire pour tous.

On déduit alors, que la qualité de la construction est étroitement liée à la qualité de la réglementation parasismique et aux compétences de spécialistes qui collaborent ensemble. Le sujet de l'architecture et du séisme couvre, aussi, de nombreux domaines, il est donc nécessairement pluridisciplinaire et mobilise beaucoup de spécialistes dans la recherche des possibilités que peut tirer l'architecture de la science.

Emergent, ainsi des objectifs pour notre recherche : la quête d'un management adapté à ces processus collaboratifs et aussi la construction de modèles systémiques pour la conception collaborative intégrant les aspects multipoints de vue des spécialistes.

La définition de la qualité en architecture ne relève pas de critères figés mais au contraire d'horizons ouverts à la conceptualisation d'idées et de formes. Elle reste aussi appréciée différemment par le public et par les architectes et concepteurs de projets.

Toutefois, l'architecture n'est rien sans ambition, vouloir bien construire des édifices et des idées, en toute liberté, c'est l'essence de la pratique de l'architecte.

Entre la recherche architecturale et les balises du RPA 99 vs 2003, la question est, comment innover dans le respect de la réglementation ?

Cette question nous entraîne à interroger le projet de construction, la toile de fond sur laquelle prend forme la concrétisation de l'œuvre architecturale.

LE PROJET DE CONSTRUCTION

“

Le projet de construction, le projet d'architecture, le projet de réalisation, la conduite de projet ; le terme « projet » après d'autres devient évocateur d'avenir et de mobilisation collective.

En impliquant « le faire », il interpelle à la fois les pratiques, le savoir et le savoir-faire. En suscitant « le faire », il provoque la pulsion profonde de réaliser, de produire, d'être au-delà de soi dans une œuvre, une aventure. ||||

1. Introduction

Le projet de construction n'a pas recouvert de tout temps le même processus. Il y a quelques siècles, clients et artisans pouvaient s'entendre sur un édifice simple à bâtir, sans recourir aux dessins, aux plans, aux contrats pour assurer la continuité et la coordination du travail. De nombreuses étapes étaient épargnées à ce que nous appelons aujourd'hui « le projet ».

Dans l'époque contemporaine, même les édifices de moindre importance comportent une telle complexité technologique qu'ils exigent la division du travail, tant au stade de la préparation qu'à l'usine et sur le chantier. Le projet architectural emporté par le mouvement du projet de construction est une proposition concrète à négocier, à développer et à exécuter.

Le projet de construction est le dispositif par lequel l'architecture de papier et son dossier administrativement construit deviennent réalité architecturale. Entre le concept architectural et les modalités de son exécution se créent les prémices de l'acte spécifique du projet.

Actuellement, l'évolution technologique doublée par une évolution de normes et de réglementations du bâtiment exigent des critères de qualité de plus en plus élevés pour les projets de construction, qu'en est-il pour le déroulement du projet de construction dans l'environnement algérien ?

Il s'agit dans ce chapitre, de proposer des réponses à cette question de par l'exploration théorique du projet de construction et par son positionnement dans le contexte algérien, toujours dans le sens de poursuivre notre objectif de construire des connaissances sur la question d'optimisation de la qualité de la production architecturale.

2. Le projet de construction, un processus évolutif et interactif

2.1 Qu'est-ce que le projet ?

Le projet, c'est l'image d'une situation, d'un état que l'on pense atteindre. Projeter, c'est faire dans l'avenir.

La norme ISO 10006 : 1997, définit le projet comme étant : «un processus unique qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences telles que les contraintes de délais, de coûts et de ressources.».

La norme ISO 9000 :2000 définit le processus comme étant : « Un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie. ».

Ce concept est le changement fondamental de la norme qui introduit une approche processus basée sur les points suivants :

- Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sorties d'autres processus.
- Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur ajoutée.
- Lorsque la conformité du produit résultant ne peut être immédiatement ou économiquement vérifiée, le processus est souvent qualifié de « procédé spécial ».
- Le résultat d'un processus est le produit.
- le processus général de l'entreprise est divisé en processus clés ou principaux, eux même divisés en processus plus petits, jusqu'au processus de chaque individu. On en conclut que chaque individu dans l'entreprise a un processus, donc un produit, donc un client.

Lorsque cette approche est utilisée dans un système d'amélioration et de management de la qualité, elle souligne l'importance :

- de comprendre et de satisfaire les exigences;
- de considérer les processus en termes de valeur ajoutée;
- de mesurer la performance et l'efficacité des processus;
- d'améliorer en permanence des processus sur la base de mesures objectives.

Pour pouvoir, donc :

- identifier les processus nécessaires au système de management de la qualité et leur application dans le processus global;
- déterminer la séquence et l'interaction de ces processus ;
- déterminer les critères et les méthodes nécessaires pour assurer l'efficacité du fonctionnement et de la maîtrise de ces processus;
- assurer la disponibilité des ressources et des informations nécessaires au fonctionnement et à la surveillance de ces processus.

L'AFIS définit le processus, comme étant « un ensemble d'activités interactives coordonnées pour transformer progressivement des éléments d'entrée en produits. ».

Un projet, ce sont donc des objectifs à réaliser par des acteurs, dans un contexte précis, dans un délai donné, avec des moyens définis ; nécessitant l'utilisation d'une démarche et d'outils appropriés pour assurer la coordination des acteurs et de leurs activités.

Ainsi, un projet peut renfermer plusieurs processus interdépendants et coordonnés, chaque processus a ses objectifs, ses outils, ses contraintes, ses ressources qu'il doit définir.

Plus simplement, tout processus doit définir « qui » fait « quoi », « quand » et « comment ». [cf. figure. 3.1].

Paradoxalement, et malgré cet effort accru de planification raisonnée d'un processus, il apparaît que les « solutions possibles » se multiplient et éclatent plutôt que de converger vers un projet cohérent. Il y a à cela plusieurs raisons, ressources et possibilités techniques inouïes et diversifiées, contexte normatif et réglementaire spécifique, etc.

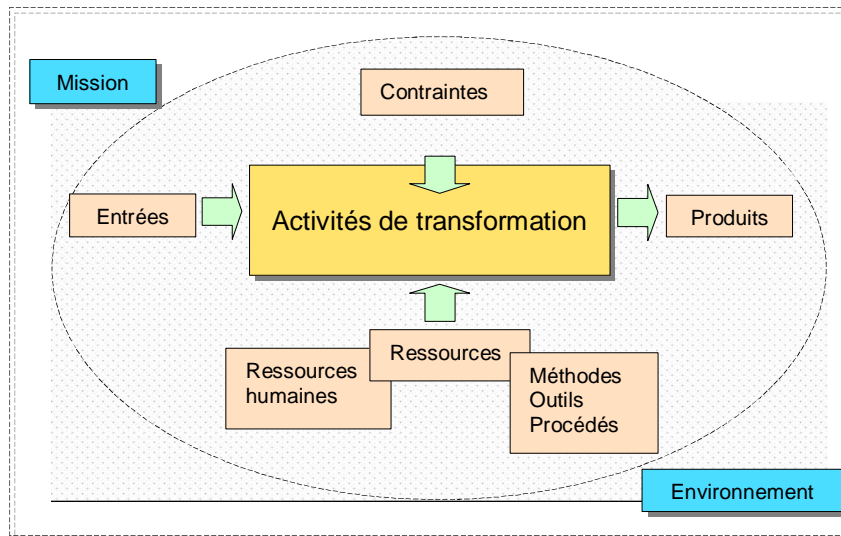


Figure 3.1 : Schématisation d'un processus. [AFIS, 2004].

2.2 Schéma basique d'un processus de construction

Le projet de construction est le processus devant conduire la concrétisation d'un ouvrage de construction à partir de l'expression du besoin par un client jusqu'à l'exécution complète des travaux. Il renferme principalement trois processus corrélés, interdépendants et dont le succès de l'un dépend du succès de l'autre : le projet architectural, le projet de réalisation ; les activités de ces deux processus pour être coordonnées et conduire le projet global vers le succès, nécessitent l'intervention en parallèle d'un troisième processus de gestion et de conduite du projet qui englobe les activités de décision, de coordination, de gestion, de contrôle, etc.

Le processus du projet de construction est un processus qui doit créer de la valeur ajoutée, il est classé alors dans la typologie des processus opérationnels.

Les activités du projet architectural et du projet de réalisation sont décrites dans la figure 3.2, qui montre que ces processus renferment d'autres d'ordre technique et contractuel.

Nous précisons que cette même figure 3.2, considère le processus de construction à partir d'un besoin de réaliser un ouvrage défini dans un programme jusqu'à l'achèvement de sa construction, en réalité il existe un processus d'étude et de définition du besoin et de la faisabilité du projet qui vient en amont et qui a pour éléments de sorties, la définition du site d'implantation, l'enveloppe financière et les exigences du projet.

La figure 3.2 présente un schéma simplifié de ce processus complexe de construction, elle nous révèle aussi que dans le contexte algérien, il y a peu d'intérêt accordé à la coordination alors qu'elle a un rôle indispensable dans la maîtrise de la complexité du projet.

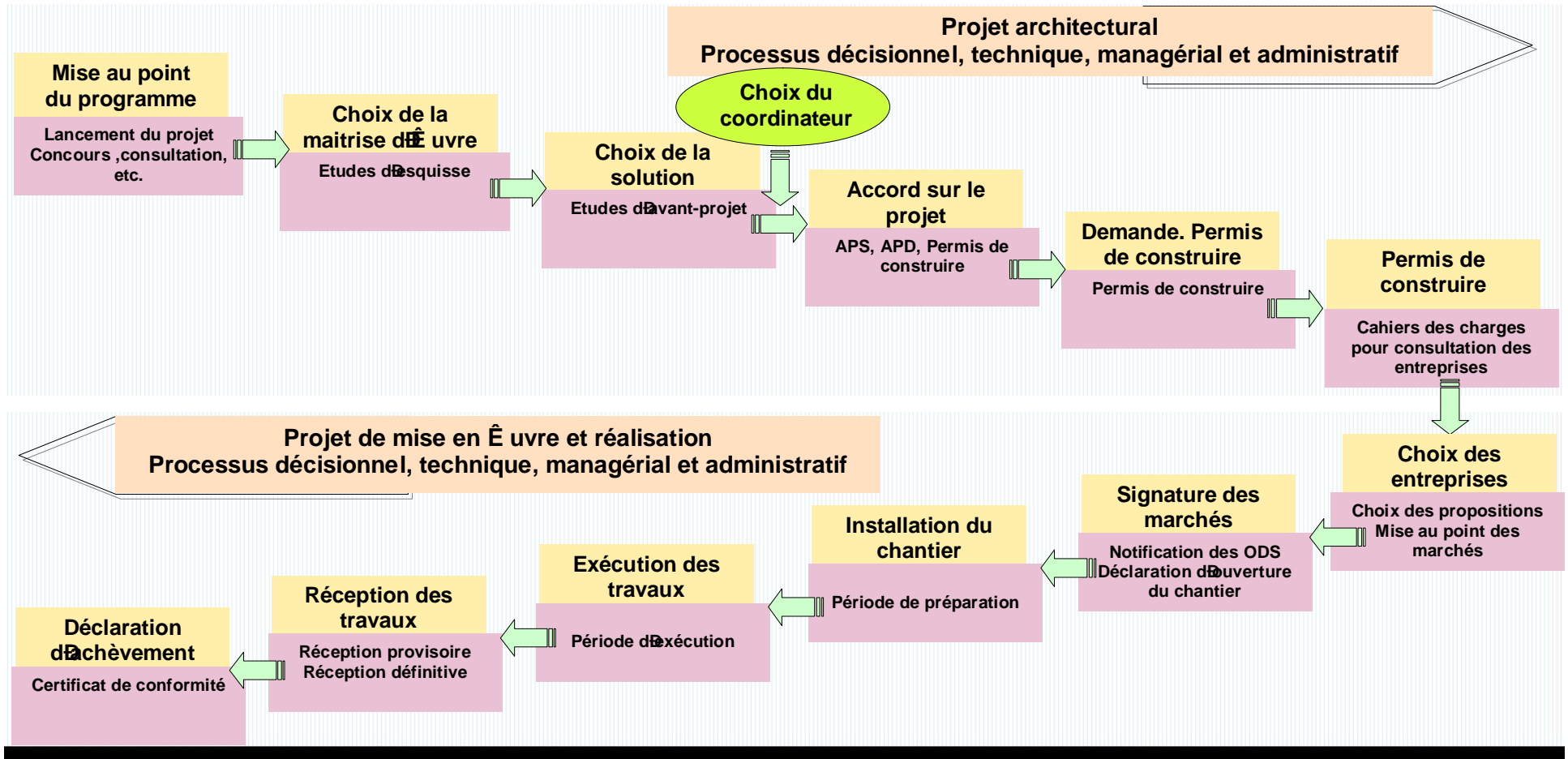


Figure 3.2 : Schéma basique d'un processus de construction

2.3 Le cycle de vie d'un projet de construction

Tandis que les processus constituent une vision opératoire de l'opération de construction, le cycle de vie en fournit une vision séquentielle complémentaire.

L'aboutissement aux objectifs du projet passe par plusieurs étapes de concrétisation. On appelle cycle de vie du projet, l'enchaînement dans le temps des étapes et des validations entre l'émergence du besoin et la livraison du produit. Le cycle de vie de l'ouvrage correspond aux étapes et aux livrables nécessaires à la réalisation de l'ouvrage. Le début et la fin de chaque phase est marquée par un jalon, qui est un événement marquant dans la vie d'un projet et dont la durée est nulle.

Toutefois, l'organisation des étapes identifiant le cycle de vie du projet dépend de la méthodologie de conduite de projet et du contexte réglementaire.

De façon basique, le projet de construction peut être découpé de la manière suivante [cf. figure 3.4]:

- **Phase d'étude de besoin, préparatoire ou phase de planification** : Cette phase permet de prendre conscience du projet, puis d'étudier l'objet du projet pour s'assurer que sa mise en œuvre est pertinente. Recherche du foncier, étude de faisabilité et opportunité de réaliser l'opération, montage fiscal et financier programmation, budget.

Cette phase doit se conclure par la mise au point de documents formalisant le projet et indiquant les conditions organisationnelles de déroulement du projet : le programme et le cahier de charges.

- **Phase de conception ou projet architectural** : Il s'agit de la phase opérationnelle de création de l'ouvrage. Elle est menée par la maîtrise d'œuvre, en relation avec la maîtrise d'ouvrage.

Cette phase commence par la réception du cahier des charges pour études et se clôture par l'acquisition du permis de construire. Ce travail aboutit à la réalisation du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) qui se compose des Plans d'exécution des ouvrages et des Spécifications techniques détaillées.

- **La phase de réalisation** : il s'agit de la mise en œuvre de l'ouvrage, c'est-à-dire sa réalisation conformément au portefeuille technique.

Cette phase commence par le choix des entreprises de réalisation et s'achève par la réception définitive et mise en service de l'ouvrage.

La réception des ouvrages vient marquer l'achèvement des travaux et leur acceptation par le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre. L'édifice entre alors dans la phase d'exploitation.

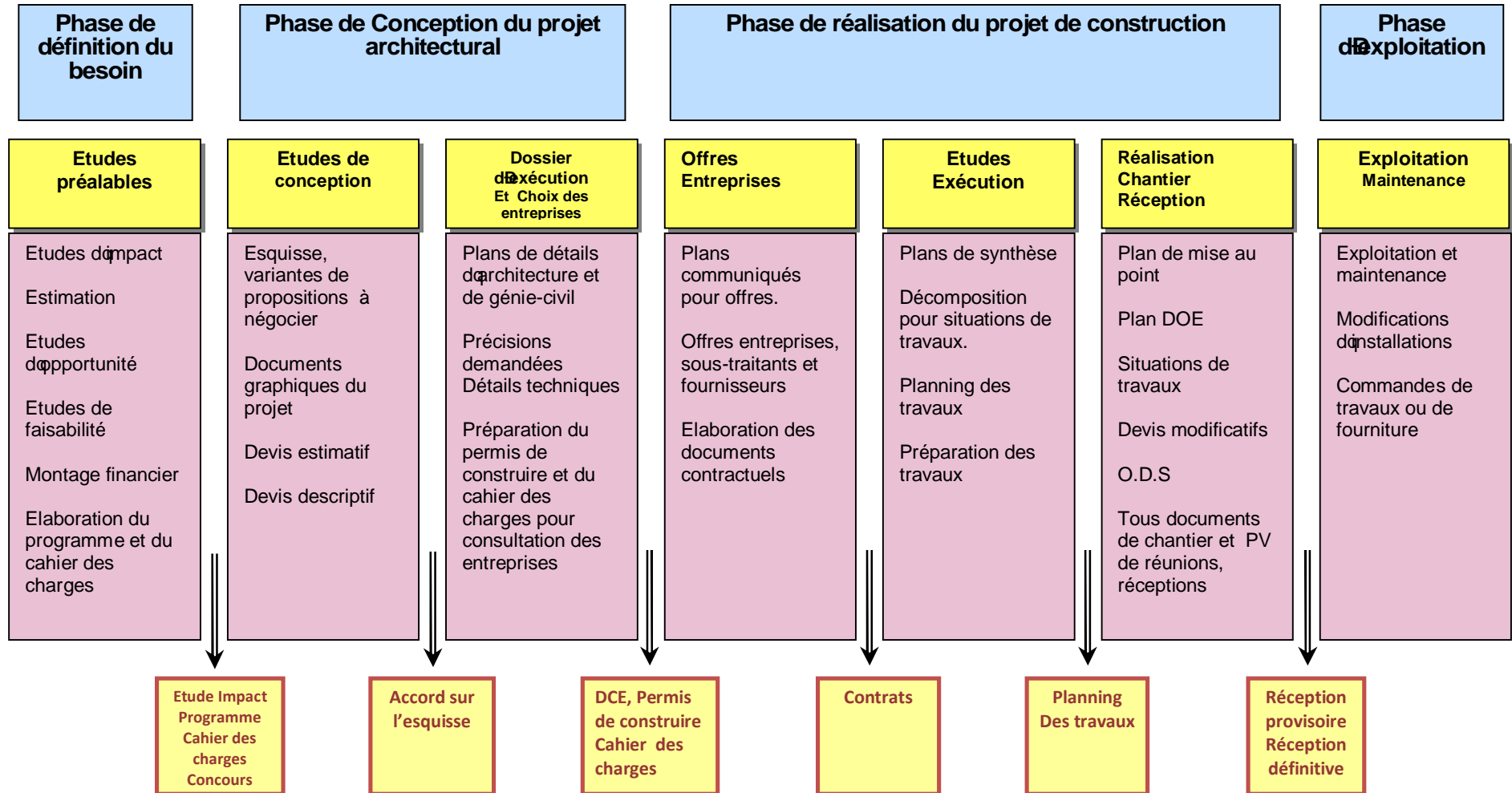


Figure 3.3 : Documents, livrables et jalons résultant de chaque phase du cycle de vie

2.4 Principaux acteurs dans un projet de construction, leurs rôles et leurs missions

D'une manière théorique, on peut identifier six types d'acteurs dans le processus de construction.

2.4.1 Le maître d'ouvrage [MOA]

Dans le cadre législatif algérien, parmi les articles du décret législatif n° 94-07 du 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte, on trouve ceux qui définissent la maîtrise d'ouvrage et ses responsabilités :

- Article 6 : Est désigné au sens du présent décret législatif "maître de l'ouvrage" toute personne physique ou morale qui prend la responsabilité pour elle-même de faire réaliser ou transformer une construction sur un terrain dont elle est propriétaire ou dont elle a acquis les droits à construire, conformément à la réglementation et à la législation en vigueur.

Le maître d'ouvrage public est défini par la réglementation comme ayant deux fonctions principales, celle de directeur d'investissement et celle de conducteur d'opération.

Il existe aussi la formule de Maîtrise d'ouvrage déléguée :

- Article 8 : Est désigné par le présent décret législatif "maître de l'ouvrage délégué" toute personne physique ou morale dûment mandatée par le maître de l'ouvrage pour faire réaliser ou transformer une construction.

2.4.2 Le maître d'œuvre [MOE]

Au sens du décret législatif n° 94-07 du 18 mai 1994 relatif aux conditions de la production architecturale et à l'exercice de la profession d'architecte, la maîtrise d'œuvre est défini comme suit :

- Article 9 : Est désigné par le présent décret "maître d'œuvre", en architecture, l'architecte agréé qui assure la conception et le suivi de la réalisation d'une construction.

Pour ce qui concerne les missions de la maîtrise d'œuvre et ses relations avec la maîtrise d'ouvrage, on retrouve les articles suivants :

- Article 10 : Les relations entre le maître de l'ouvrage ou le maître de l'ouvrage délégué et le maître d'œuvre doivent être formulées par un contrat établi en les formes requises.
- Article 11 : L'étude de l'œuvre architecturale conçue dans le cadre d'un contrat entre un maître de l'ouvrage et un architecte est la propriété du maître de l'ouvrage pour la

construction prévue par le contrat. Le maître de l'ouvrage ne peut en faire un autre usage sans l'accord exprès de l'architecte.

L'architecte conserve la propriété intellectuelle de l'œuvre et peut, sauf dispositions contractuelles contraires, la faire publier. Il ne peut en faire un autre usage au profit d'un autre maître d'ouvrage qu'après l'accord du propriétaire de l'ouvrage.

- Article 12 : Tout projet architectural doit porter la mention du ou des architectes qui ont contribué à sa conception.
- Article 14 : Dans l'exercice de sa mission et conformément aux dispositions de l'article 554 du code civil, le maître d'œuvre est le défenseur des intérêts du maître de l'ouvrage, et répond de l'ensemble des actes professionnels dont il a la charge.

L'article 2 de l'Arrêté interministériel du 15 mai 1988, relatif aux modalités d'exercice et de rémunération de la maîtrise d'œuvre en bâtiment ; décrit la maîtrise d'œuvre comme une mission globale couvrant les missions de conception, d'études, d'assistance, de suivi et de contrôle de bâtiment.

L'article 3 du même Arrêté, énonce que le maître d'œuvre peut être un architecte, un bureau d'études spécialisé ou pluridisciplinaire, agréé conformément à la législation en vigueur.

Au sens de la législation algérienne la maîtrise d'œuvre est confiée à un architecte mandaté et qui endosse aussi la responsabilité décennale de l'ouvrage réalisé.

L'architecte a les missions implicitement décrites, d'être à l'écoute des préoccupations du maître d'ouvrage, son assistance pour le choix des entreprises, d'orchestrer les activités du projet de construction, de contrôler la conformité de la réglementation ; des missions donc, d'assistance administrative, technique et financière qui sont une responsabilité contractuelle du maître d'œuvre.

2.4.3 Les entrepreneurs

Ils sont chargés de la réalisation matérielle du projet, soit pour l'ensemble de la construction (entreprise générale) soit pour les corps d'état dans lesquels ils sont spécialisés.

Responsable de ces ouvrages, l'entrepreneur agit sous la direction générale de l'architecte (également chargé de vérifier la conformité de la réalisation aux documents du marché), mais également du coordonnateur et du contrôleur technique. L'entrepreneur peut également se faire aider par des sous-traitants.

Le sous-traitant réalise pour le compte de l'entrepreneur principal une partie des travaux (interdiction de sous-traiter la totalité). Il n'est en principe lié qu'à l'entrepreneur mais doit être agréé par le maître d'ouvrage. Il peut demander à être payé directement par le maître d'ouvrage pour les travaux qu'il a réalisés.

Le choix des entreprises de construction est fait sur leurs capacités et qualifications attestées et suivant leur typologie dictée par les exigences du projet :

- Recours à un mandataire/ conducteur d'opérations,
- Corps d'états séparés,
- Entreprises générale,
- Groupement d'entreprises conjoints ou solidaires.

2.4.4 Le contrôleur technique

Son intervention est obligatoire dans les cas d'ouvrages publics. Son rôle est de contribuer à la prévention des aléas techniques. Il est lié au maître d'ouvrage par un contrat spécifique. En Algérie, on peut retrouver ces organismes publics qui interviennent dans le contrôle des constructions : les CTC et les CTH et CTPP.

2.4.5 Le coordonnateur

Le coordonnateur peut avoir un contrat distinct avec le maître d'ouvrage, pour avoir des rôles au stade du projet architectural et au stade du projet de réalisation : d'élaborer un plan général de coordination, organiser les activités simultanées ou successives, avoir un suivi continu du projet par le biais d'organisation de réunions, etc.

Le coordonnateur peut avoir :

- des relations avec les différents intervenants selon le cadre juridique choisi ;
- des responsabilités encourues dans les relations avec la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, les entreprises et les sous-traitants, les contentieux et exonérations possibles.

Dans l'environnement algérien, le coordonnateur peut recueillir la forme d'un maître d'ouvrage délégué ou d'un bureau d'étude pilote pour certains projets. Mais cette position lui attribue les responsabilités déléguées du maître d'ouvrage, plutôt qu'une vision globale du projet et des activités de coordination.

2.4.6 Les spécialistes éventuels

Bureaux d'études techniques, ingénieurs conseils, économistes de la construction, architectes d'intérieur, spécialistes divers selon la spécificité de la construction, coordinateur, pilote, etc., peuvent être indifféremment liés au maître d'ouvrage, à l'architecte ou à l'entrepreneur.

2.5 Domaines d'interventions des acteurs dans une opération de construction

La figure 3.4 suivante synthétise le domaine théorique de l'intervention de chaque acteur, les contraintes qu'il doit affronter, ses relations avec les autres acteurs et ses responsabilités dans la chaîne de production.

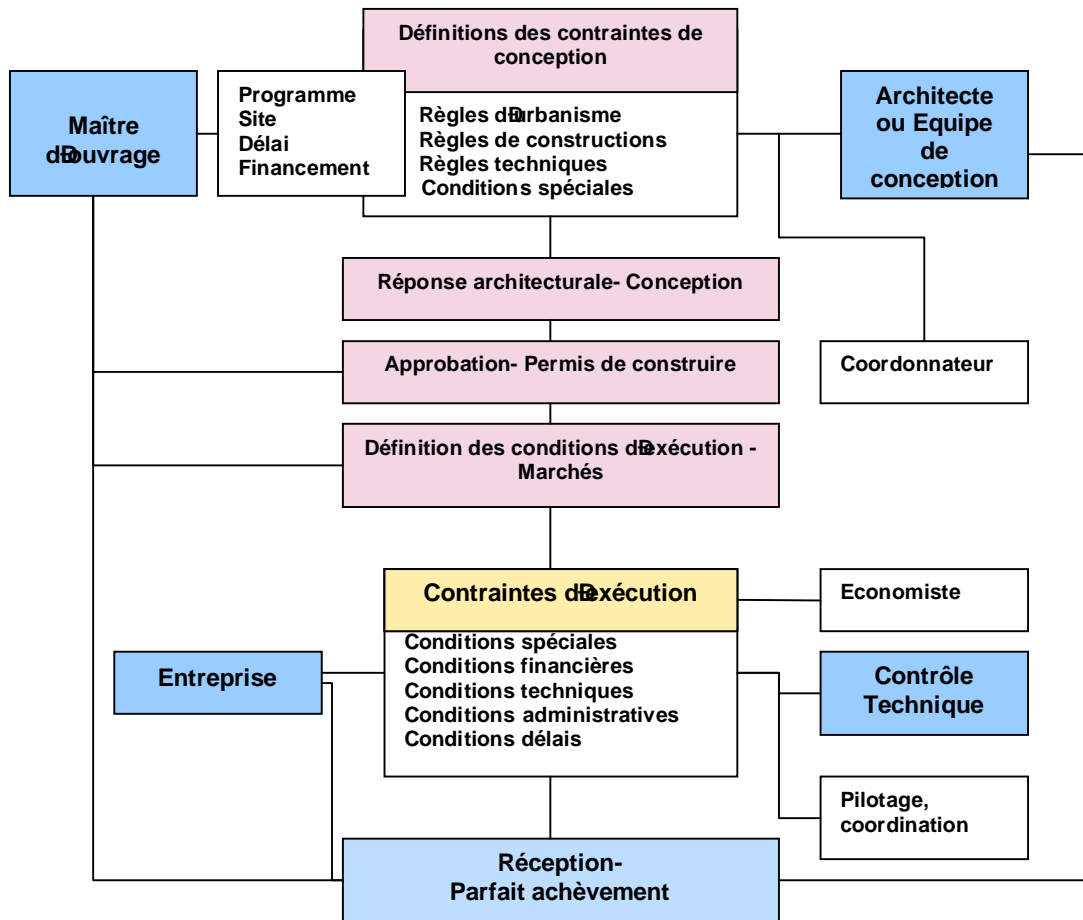


Figure 3.4 : Domaines d'interventions des différents acteurs de la construction
[Neufert .E, 2000]

La figure 3.5 ci- après, insiste sur les horizons d'intervention des principaux acteurs dans le projet ou ce qu'on appelle le triangle classique:

- Maître d'ouvrage : le client
- Architecte : le concepteur
- Entrepreneur : l'exécutant

Réellement, la position de l'architecte, homme de l'art, seul intervenant dans une conception traditionnelle est passée à l'équipe de conception ou de maîtrise d'oeuvre qu'exige la complexité de certains programmes et l'application des techniques modernes.

Dans l'environnement de la construction algérienne cette équipe doit se composer au minimum d'un architecte et d'un ingénieur. [article 55 de la loi n° 04-05].

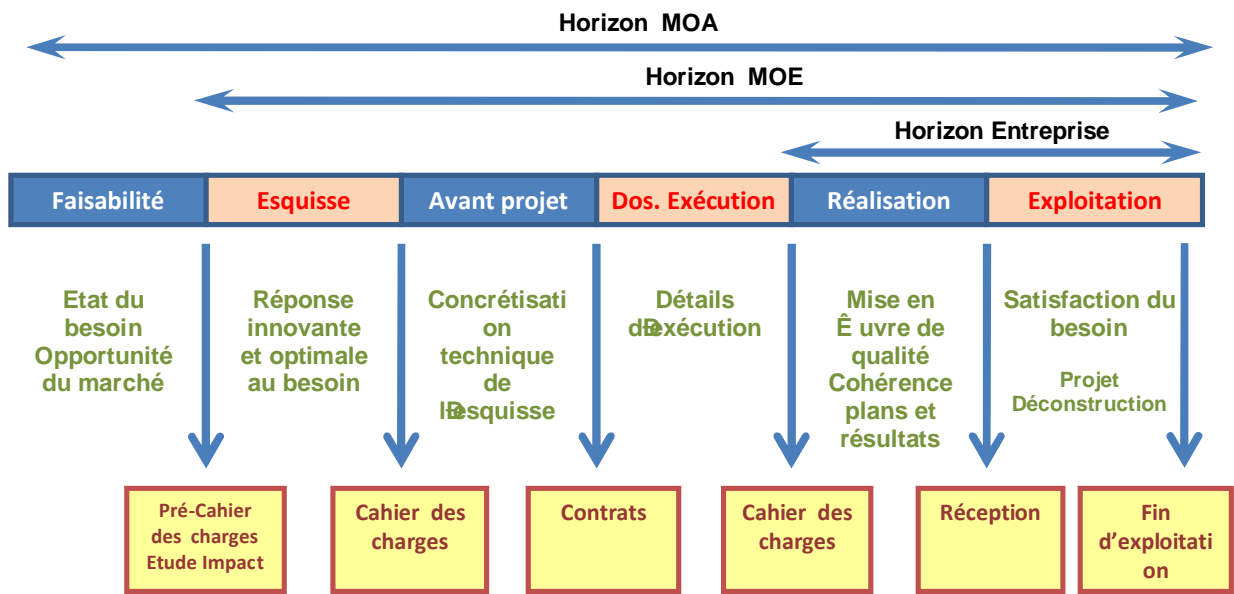


Figure 3.5: Horizons d'intervention des acteurs dans le cycle de vie du projet de construction

2.5.1 Schéma relationnel entre acteurs

Les rôles particuliers et domaines spécifiques à chaque acteur doivent être bien précisés par des liens contractuels bien établis. Il doit bien être précisé qu'il n'y a pas de hiérarchie ni de subordination entre ces divers intervenants. Le seul donneur d'ordre est le maître d'ouvrage. En conséquence, toute modification aux différents contrats doit faire l'objet d'avenants signés par le maître d'ouvrage.

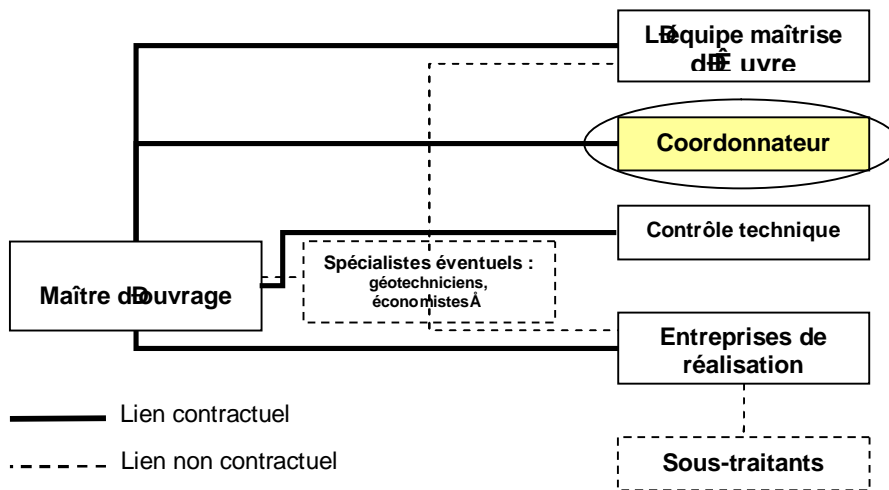


Figure 3.6 : Schéma basique des relations entre les intervenants [Neufert. E, 2000]

La relation MOA – MOE, dépend d'un certain nombre de facteurs est n'est donc pas unique :

- Le mode de financement ;
- L'existence d'une réglementation dans le domaine d'activités ;
- L'existence d'une ingénierie chez le MOA ;
- Le degré de « novation » de l'ouvrage ;
- Les niveaux comparés d'expérience et de compétence du MOA et du MOE.

Le schéma théorique de la figure 3.6 propose la position d'un coordonnateur dans le projet, lié contractuellement au maître d'ouvrage, mais sa présence dans l'environnement algérien est presque nulle.

Aussi, ce schéma présente une des formes de relations des entités dans le projet, la forme classique et la plus répandue, cependant d'autres formes existent suivant que maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage et entreprises soient une seule entité ou des entités séparées.

2.6 La spécificité du projet de construction

2.6.1 Le contexte méthodologique d'une opération de construction

En général, une opération de construction répond à la commande d'un maître d'ouvrage pour la construction d'un ouvrage dont il confie la concrétisation à la maîtrise d'œuvre et aux entreprises qualifiées.

Dans un schéma théorique simplifié cette opération répond à cinq questions :

- Expression des besoins et des possibilités de financement en fonction du site: le programme ;
- Définition des ouvrages: la conception;
- Choix des constructeurs: les marchés des travaux;
- Réalisation conformément aux prévisions: la direction des travaux et règlement des litiges éventuels
- Livraison des ouvrages: la réception des ouvrages

Le besoin du maître d'ouvrage se formalise par l'élaboration d'un programme qui exprime ses exigences. Du contenu de ce programme dépendront les options et choix fondamentales prises par la maîtrise d'œuvre. Il en présente d'abord une esquisse qui sera négociée pour poursuivre la suite des étapes de conception.

Sur la base des discussions de l'esquisse se développe un Avant Projet Sommaire (APS) qui sera intégré au dossier administratif de demande de permis de construire. Ces documents font l'objet d'une évaluation, sur la base des règlements techniques (règlement parasismique) et documents de droits des sols en vigueur (POS) ; ils apportent un éclairage aux questions administratives, juridiques et réglementaires que pourront se poser les responsables des droits des sols.

Une fois la décision administrative du permis de construire notifiée, l'équipe de maîtrise d'œuvre élabore un Avant Projet Détaillé (APD) en mettant au point les propositions de l'APS et choisit les solutions techniques qui seront évaluées par les partenaires de la conception (bureaux d'études, spécialistes consultants, etc.).

Ce travail aboutit à la réalisation du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) qui se compose des Plans d'Exécution des Ouvrages et des Spécifications Techniques Détaillées.

Ce qui est à souligner en premier dans le contexte méthodologique, est l'influence de « l'environnement réglementaire » sur les pratiques d'acteur. En Algérie le code des marchés, codifie les missions de chaque acteur intervenant dans la conception et la réalisation d'ouvrages publics. Les ouvrages et bâtiments y font l'objet d'un phasage du cycle de vie en phase étude et phase suivi. Ce cadre légal constitue un instrument privilégié de gestion des activités liées au secteur de la construction pour les pouvoirs publics.

2.6.2 Un besoin incomplètement défini, une réponse largement discutée et négociée

L'interprétation du besoin du programme arrêté par le maître d'ouvrage, fait l'objet d'une mission complexe pour le maître d'œuvre qui commence par la proposition d'une esquisse renfermant les idées clés et les lignes directrices du projet architectural qui est de ce fait estompée par un geste architectural.

Le geste architectural est reconnu comme étant la marque de la spécificité architecturale du projet. L'architecture est une prise de position, la perception de son produit : l'objet architectural par les spécialistes du métier et des usagers « profanes » est différente et peut prendre plusieurs niveaux d'appréciation. Il est fort intéressant de noter que l'architecture est un des éléments susceptibles de déclencher la polémique politique. La connaissance et l'expérience offrent à l'architecte une compréhension plus profonde du monde dans lequel il agit.

Le "génie" (incarné par le trait et la compréhension synthétique du programme proposé par le maître d'ouvrage), le savoir (des techniques et des matériaux utilisables) et le savoir-faire de ce qui, à un moment, va plaire et va être reconnu comme un élément de la "grande architecture adéquate à sa fonction", sont les éléments déterminants façonnant le goût du maître d'ouvrage à la recherche d'une "incarnation spatiale" de ce que contient le terme vague de "qualité architecturale".

Ce qui est indissolublement décrit selon des critères culturels et esthétiques, tant par les acteurs sociaux participant à la décision que les utilisateurs de la construction ; c'est un ensemble de relations, formant système, entre le pouvoir décisionnel, le pouvoir financier et le pouvoir politique, le choix de l'architecte, le choix par l'architecte des formes de l'édifice faisant partie d'une pratique du pouvoir alimentant la rhétorique politique de l'encensement ou du dénigrement.

Le projet n'est dès lors plus vu comme la seule satisfaction d'un besoin et de sa résolution technique et économique. Il engendre une dimension intellectuelle, artistique et publique, qui déborde le mandat professionnel explicite.

« Toutes les tentatives de faire du projet un processus essentiellement déductif ont échoué. Même l'ordinateur n'a pu, jusqu'à ce jour, modifier cet état de fait. Cela est non seulement dû à la dimension culturelle de l'architecture, mais aussi à l'impossibilité de définir à l'avance toutes les nuances importantes d'un problème d'architecture et d'urbanisme.

En réalité, le projet est lui même un instrument de recherche du problème à poser et non pas simplement la recherche d'une solution.

Les personnes extérieures à ce processus, le public, les autorités politiques, les clients et les ingénieurs éprouvent parfois quelques difficultés à comprendre et à admettre cette incertitude de départ, cet aspect inductif du projet d'architecture, cette manière de « produire les certitudes à travers le projet ». [Von Meiss .P, 2003].

2.6.3 Un processus de décision sur la notion « flou » de la qualité du produit, l'objet architectural

Un schéma d'organisation de la décision peut être décrit à partir du choix de l'architecte, de la définition toujours complexe de la qualité architecturale, des négociations et des navettes de dossiers dans les services techniques du maître d'ouvrage. [cf. figure 3.7]

Ce schéma révèle un système dans lequel la définition de la qualité architecturale est un enjeu de pouvoir.

Le pouvoir de définir les critères permettant de décider ce qu'est ou n'est pas la qualité architecturale. Ce schéma est organisé à partir de la construction de papier, c'est-à-dire de la construction du dossier technique et administratif permettant le déroulement du processus de construction de l'édifice. Le pouvoir sur la durée plus ou moins longue de la construction du dossier est aussi un pouvoir de jugement sur la qualité fonctionnelle mais également esthétique d'un projet architectural, la tentation de qualification esthétique de l'objet de recherche.

La psychologisation du processus de décision se double d'un autre type de discours dont il faut tenir compte comme étant une des parties intrinsèques de la décision : il s'agit des variations sur le beau et le laid qui interviennent comme des justifications à posteriori du choix de l'architecte. L'aventure architecturale et le risque de l'innovation esthétique sont souvent mis au devant de la scène du discours par le maître d'ouvrage sur la critique de ce qu'est la qualité architecturale.

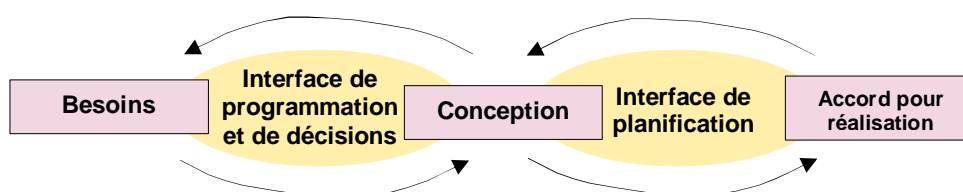


Figure 3.7: Le processus de négociation du projet architectural

Entre esthétique et fonctionnalisme, le critère fonctionnel est donc mis en avant puisque la critique de la qualité architecturale ne peut être exposée directement.

Un processus de décision se crée pour donner l'accord. Les reconstructions discursives des pratiques de choix du maître d'œuvre banalisent et magnifient tour à tour les types de rapports que le maître d'ouvrage entretient avec l'architecte. Cette notion floue de qualité architecturale reflète l'état, toujours sujet à négociations symboliques, d'un "consensus vague" n'aboutissant jamais à une définition. Les jugements des acteurs intervenant dans le

processus de construction n'élaborent pas une définition de la bonne architecture mais produisent malgré tout un accord sur le malentendu.

L'entendu dans le malentendu a pour effet de laisser dans l'imprécision la caractérisation de ce qu'est la qualité architecturale.

De ce fait la réponse à une demande ambiguë et complexe d'un maître d'ouvrage quant à ses finalités de qualité architecturale, rentre dans l'aventure de la décision prise par le maître d'ouvrage, elle est donc supportée symboliquement par des rationalisations de l'intuition : magnifier l'intuition artistique de l'architecte, discourir sur "le coup de foudre" au regard d'une esquisse ou d'un projet c'est, pour le maître d'ouvrage, accepter plus ou moins consciemment de valoriser l'enchantement aventureux des suppléments d'idées.

2.7. La diversité des métiers de la maîtrise d'œuvre en bâtiment, des spécialités requises et des intervenants

On peut retrouver plusieurs formes de métiers qui assurent la maîtrise d'œuvre dans le bâtiment :

- Les bureaux d'études architecturales et urbanistiques, les cabinets d'architectes, les agences d'architecture (sous la responsabilité d'un architecte ou d'architectes associés), ou même sous formes de sociétés commerciales (EURL, etc.)
 - Les bureaux d'études pluridisciplinaires et d'ingénieurs conseils (sous la responsabilité d'architecte ou d'ingénieur)
 - Les économistes de la construction : ils ont pour rôle le contrôle permanent des coûts, pendant les études de conception comme pour l'analyse des offres des entreprises et comme pendant le chantier jusqu'à la réception des ouvrages.
 - Les économistes et managers.
 - Les autres professions
- Les urbanistes : Les urbanistes interviennent soit dans le secteur public ou associatif, soit à titre libéral, en individuel ou en société.
D'origines diverses (architectes, ingénieurs, géomètres, sociologues, économistes, juristes) ils disposent souvent d'une double formation, et se répartissent entre des activités d'assistance à maître d'ouvrage, de conseil et de maîtrise d'œuvre stricto sensu.
 - Les paysagistes
Les géomètres-experts : Formation réglementée, régie par un ordre, les géomètres-experts ont pour vocation première d'établir les données de division parcellaire et de lotissements. Ils tendent cependant à intervenir de plus en plus en dehors de leur champ réservé.
C'est dans le domaine de l'aménagement qu'ils exercent des missions de maîtrise d'œuvre.
 - Les architectes d'intérieur : Les architectes d'intérieur interviennent généralement sur l'aménagement d'espaces bâtis de prestige, postérieurement à l'intervention du maître d'œuvre principal. Dans certains cas, comme celui des musées, par exemple, ils peuvent cependant avoir une influence déterminante sur la conception.
Leur titre n'est pas protégé et ne leur permet pas de signer de permis de construire.

Les architectes occupent une place à part dans les professions de la maîtrise d'œuvre, de par leur statut de profession réglementée, de par le caractère généraliste et transversal de leur vocation en raison d'un rôle éminent de création. L'architecte est le premier responsable de l'œuvre, concevoir, coordonner et contrôler la conformité de la mise en œuvre,... relèvent souvent de sa mission. Pour la conduite de ces missions, l'architecte se fait assister par des techniciens (B.E.T, ingénieurs conseils, économistes, etc.) avec lesquels il forme une équipe de maîtrise d'œuvre.

L'équipe maîtrise d'œuvre est essentiellement pluridisciplinaire, la définition de l'article 55 de la loi n°04-05 l'impose, la définition aussi des missions de la maîtrise d'œuvre = réponse technique + économique et architecturale ; donc 3 branches, ce qui impose au maître d'ouvrage une demande aux différentes professions qui respecte cette obligation. Tous les appels à candidatures de maîtrise d'œuvre des maîtres d'ouvrage publics reposent sur cette obligation, ils demandent des équipes pluridisciplinaires, au sein d'un même contrat, conclu sous forme de groupement, dont l'architecte est mandataire.

Si le maître d'ouvrage n'est pas précis dans sa demande aux professionnels, il aura un groupement branlant et peu qualifié. C'est donc au maître d'ouvrage de définir ses besoins et par conséquent le profil, les compétences, les savoir-faire qu'il veut dans la maîtrise d'œuvre spécialisée en structure, en réseaux, en parasismique, en climatisation, etc.

En plus de la variété des métiers de la maîtrise d'œuvre se rajoute une variété des intervenants et de parties prenantes dans le projet, ce qui pose un enjeu de coordination et de visions concourantes pour les obstacles :

- économiques et politiques : accroissement des parts de marché, réaliser des objectifs concurrentiels se distinguer des concurrents, conquérir et maintenir des gros marchés.
- techniques : opportunité des matériaux et des procédés de construction.
- règlementaires et législatifs : conduire le projet dans les balises du contexte réglementaire
- humains: gestion des ressources humaines, gestion des compétences, formation des équipes de travail

2.8 La normalisation : le contexte normatif et réglementaire algérien

Dans la période contemporaine où nous sommes, les projets sont encadrés par des normes, des lois qui dictent les critères qui les définissent et balisent la manière de les conduire.

L'accélération de l'innovation technique s'est accompagnée d'une accélération du processus de protection par la norme et le règlement.

On définit les normes comme étant des documents définissant surtout les propriétés essentielles des matériaux, des composants et des produits constituant les bâtiments ainsi que leurs dimensions, leurs caractéristiques et leurs performances. Elles renseignent souvent aussi sur la façon dont ces caractéristiques peuvent être vérifiées.

D'une manière générale, les normes sont liées aux règlements de construction du fait que les caractéristiques qu'elles définissent, satisfont aux exigences de ces règlements. C'est pourquoi les règlements y font, souvent, référence.

Ces documents sont de deux natures [cf. figure 3.8] :

- Documents « d'ordre supérieur » : Ils ont un caractère législatif et sont promulgués par les hautes autorités de l'Etat : c'est les décrets, lois et règlements.
- Des documents « d'ordre inférieur » ayant un caractère technique ils sont en général élaborés par les institutions ou organismes chargés de la normalisation et de la réglementation technique, en coopération avec les entités professionnelles, on y distingue des normes de conception et de calcul, des normes d'exécution et des normes de qualité.

Les documents de caractère technique exigent une subdivision qui correspond aux deux phases principales du processus de construction, à savoir :

- celle de conception et d'étude d'un ouvrage, laquelle pose la question : comment concevoir et étudier un bâtiment donné pour satisfaire aux exigences fixées ?
- et celle de réalisation d'un ouvrage, où la question posée est : comment construire pour satisfaire aux dites exigences et aux dispositions prévues par la conception et les études ?

A ces deux questions s'ajoute la troisième, qui intéresse ces deux phases à la fois: quelles sont les caractéristiques et les qualités des matériaux, produits et composants à employer ?

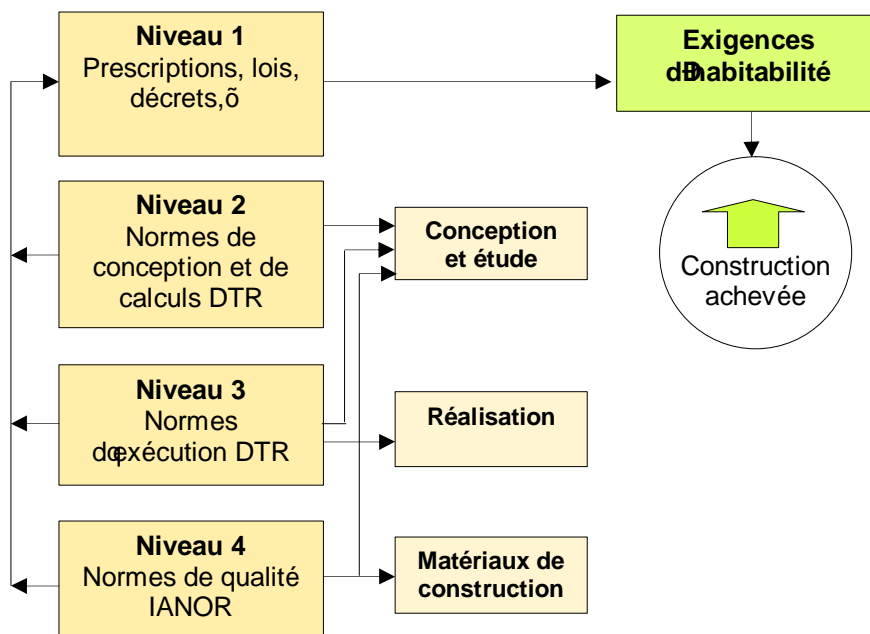


Figure 3.8 : Schéma général des documents techniques réglementaires de construction [Ministère de l'habitat et de l'urbanisme, 2009]

Il existe en Algérie une Commission Technique Permanente pour le contrôle technique de la construction (CTP) avec les prérogatives de « conseil » et de « coordination » dans les deux domaines du contrôle et de la réglementation techniques (décret 86-213 du 19.08.86).

Le rôle de la Commission Technique Permanente (CTP), sous l'impulsion de la puissance publique représentée par le ministère chargé de la construction, est de mettre en application les orientations du Gouvernement concernant :

- l'élaboration de la réglementation technique algérienne de la construction,
- la promotion du contrôle technique de la construction.

En matière d'exercice du contrôle technique, la (CTP) :

- propose aux tutelles concernées toute nouvelle procédure de contrôle, veille à l'harmonie des procédures de contrôle,
- propose l'établissement et l'actualisation des nomenclatures des ouvrages à contrôler spécifiques aux différents secteurs,
- évalue périodiquement l'état d'application des modalités d'exercice du contrôle et les modalités d'application des règlements techniques.

L'objet de l'élaboration de recommandations et de guides est de rassembler et exposer sous une forme compréhensive les règles de l'art propres à l'utilisation de chaque matériau dans la construction ou à un système constructif.

On retrouve dans l'environnement algérien de la construction une liste de ces guides et règlements, établis par le CGS, le CNERIB, le CTC, l'IANOR, etc.

Cependant, on se pose la question sur la connaissance de ces documents de référence pour la qualité de la construction par l'ensemble des intervenants dans l'acte de construire.

Le RPA 99 version 2003 fait partie des règlements qui balisent le projet de construction, et insiste dans une démarche de qualité et sur des pratiques de qualités qui doivent être vérifiées dans les matériaux et leur mise en œuvre par d'autres règlements techniques. Ceci dit, il ya nécessité aussi de considérer la réglementation du bâtiment dans sa globalité et de repérer les interrelations entre les règlements.

Il ya aussi le phénomène de certification par la norme ISO, des organismes concernés par le secteur de l'architecture et la construction qui a commencé à prendre de l'ampleur ces dernières années dans l'environnement algérien (depuis l'année 2000 près de 1000 entreprises algériennes sont maintenant certifiées ISO). L'Algérie est représentée dans cette organisation mondiale de la normalisation (l'ISO) par l'IANOR. La question qui se pose est sur la valeur apportée par cette certification pour les projets de construction ?

Aussi l'introduction de nouveaux matériaux sur le marché algérien entraine leurs normalisation, (actuellement l'IANOR est en phase d'élaboration de normes sur les BPE [bétons prêts à l'emploi], cette nouvelle norme aura automatiquement des interactions avec le RPA99 : 2003.

3. Les différents processus dans le projet de construction, essai d'appréhension

3.1 Le projet architectural dans le projet de construction

Le projet architectural, est un processus d'interprétation du besoin exprimé dans le programme, c'est un processus conduit par la maîtrise d'œuvre. Les exigences sont constamment revues et négociées avec la maîtrise d'ouvrage. (Nous avons expliqués des détails de ce processus dans les paragraphes précédents de ce chapitre).

Nous rappelons, ce processus qui a pour éléments d'entrée le programme et l'expression du besoin et pour éléments de sortie : le dossier d'exécution, le permis de construire et le cahier des charges pour consultation des entreprises. [cf. figure3.9].

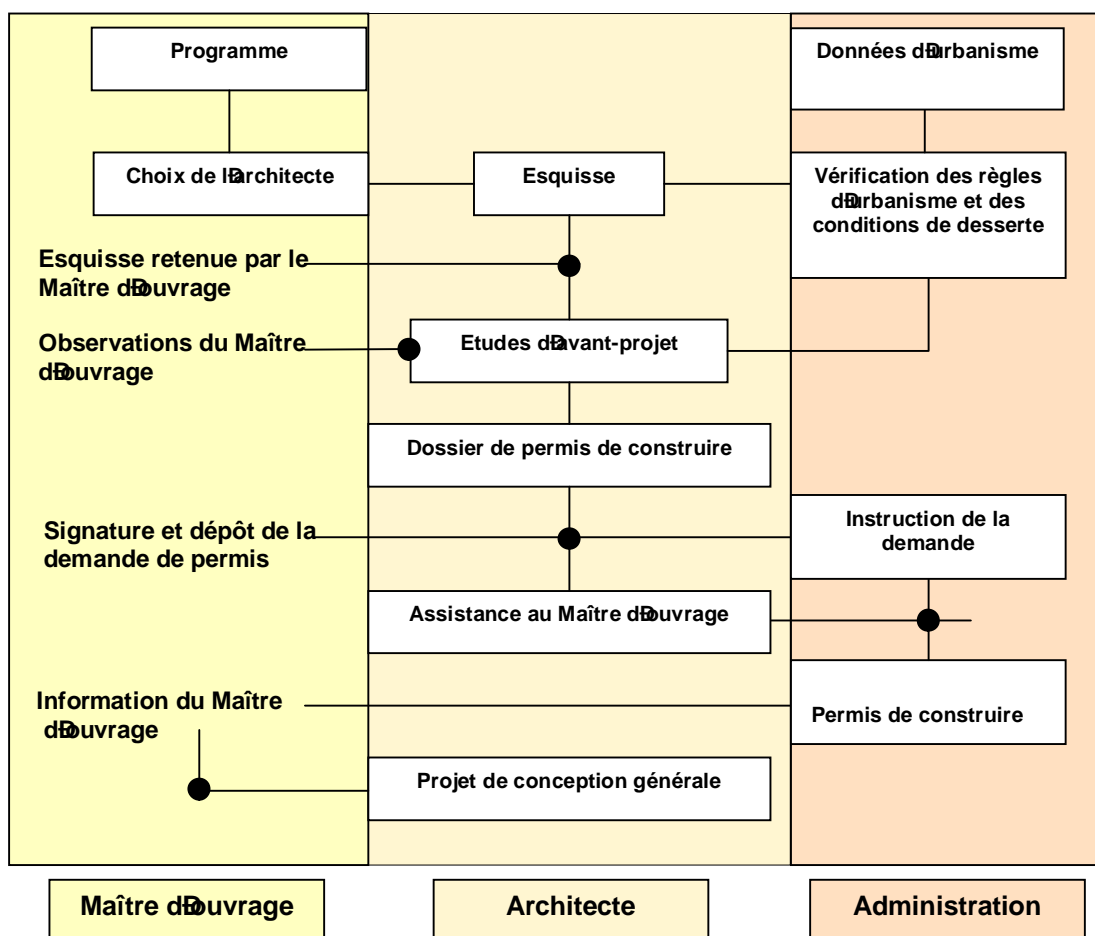


Figure 3.9: Organisation théorique du projet architectural [Neufert E., 2000]

Nous insistons ici sur le rôle de deux pièces maîtresses pour l'optimisation de la réponse architecturale, le programme et le cahier des charges. Car, dans notre pays les programmes font le plus souvent défaut de qualité du contenu ainsi que les cahiers de charge. On rencontre souvent des délais d'étude mal estimés dans des concours d'architecture importants et des budgets insuffisants pour couvrir l'envergure du projet de construction.

Le projet doit donc se dessiner à partir de la confrontation entre les différentes exigences du programme. La créativité de l'architecte a pour objectif dans un premier lieu de donner une réponse cohérente à ces exigences. L'acte créatif doit se faire par des allers et retours entre des situations différentes dans un processus itératif de la conception.

3.1.1 Le programme

Avant toute opération, le maître d'ouvrage (MOA) doit définir l'enveloppe budgétaire et le programme.

- Le programme est un document destiné à la MOE
- Qui doit fournir tous les éléments nécessaires pour lui permettre d'apporter la réponse architecturale, technique et économique aux besoins du MOA
- Il sera annexé au marché de MOE, comme pièce contractuelle
- Le maître de l'ouvrage définit dans le programme les objectifs de l'opération et les besoins qu'elle doit satisfaire ainsi que les contraintes et exigences, de qualité sociale, urbanistique, architecturale, fonctionnelle, technique et économique, d'insertion dans le paysage et de protection de l'environnement, relatives à la réalisation et à l'utilisation de l'ouvrage

L'élaboration du programme se fait en deux étapes : pré-programmation et programmation

a. Le préprogramme, un document interne aux services du MOA:

Son but est de décrire tous les besoins, exigences et contraintes pour que la conception réponde de façon optimale aux demandes du MOA (communiquer la vision que le MOA s'est fait du projet) :

- Présentation générale de l'opération
 - justification, nature, principaux acteurs avec leurs fonctions respectives
- Objectifs qualitatifs et quantitatifs du MO
- Contexte l'opération
 - caractéristiques physiques du site,
 - environnement immédiat, voies de desserte, avec potentialités et contraintes
 - réglementations applicables au site: notamment règles d'urbanisme
- Synthèse des études pré-opérationnelles
- Vérifie opportunité et faisabilité de l'opération
- Vérifie que l'opération intègre les enjeux politiques, urbains et économiques qui ont présidé à sa commande
- Formule et définit les principaux axes du projet en termes
 - d'engagements, de moyens à mettre en œuvre
 - calendrier d'exécution
- Dresse l'historique des décisions prises au fur et à mesure des discussions
- Evoque les différentes hypothèses examinées et fait état des raisons qui ont justifié leur abandon

b. Le programme :

- Mode de fonctionnement du futur équipement
 - principes de fonctionnement de l'ouvrage,
 - principales fonctions et activités exercées
- Contraintes et exigences générales,
 - en matière d'urbanisme, d'aménagement,
 - d'architecture, de sécurité, de modularité, de coûts d'exploitation etc...

b1. Contenu détaillé

Les données préexistantes

- physiques : plans, servitudes, réseaux, topographie, dessertes, caractéristiques des sols, climatologie...
- socio – économiques : enquêtes sur l'environnement de l'ouvrage, son historique, ses modes d'utilisation actuels, ses perspectives d'évolution
- réglementaires : informations sur droit des sols (POS actuel et évolutions éventuelles), les réglementations spécifiques (ERP, sanitaires, éducation nationale)

Les besoins à satisfaire

- quantitatifs : avec descriptif détaillant en surfaces et volumes l'organisation spatiale, par ensembles et sous ensembles, des activités spécifiques exercées à l'intérieur et, le cas échéant, aux abords immédiats de l'ouvrage
- qualitatifs : niveaux d'équipement des différents ensembles et sous ensembles, exigences quand aux perspectives d'évolution de l'ouvrage ou de certaines de ses parties

Les contraintes du MOA à respecter

- Coûts investissement / fonctionnement / exploitation
- Délais pour démarrage travaux / livraison
- Mode de réalisation tranches?
- Toute autre contrainte : hauteur limite, végétation existante / éléments architecturaux à préserver / travaux en site occupé etc.

Les exigences à atteindre

- Si niveau d'exigence supérieur aux minima réglementaires dans des domaines variés : confort thermique, acoustique, qualité de l'air, luminosité, conditions d'exploitation ou de maintenance
- Si demandes plus subjectives: parti architectural / convivialité des espaces /ergonomie des postes de travail / demandes particulières en matière de sécurité

Autant de précisions importantes pour que le MOE propose les solutions les mieux adaptées à l'esprit de la demande du MOA.

Le programme est l'expression des besoins du futur utilisateur, aussi reste-t-il de la responsabilité du maître d'ouvrage même si, compte tenu de l'importance des éléments

techniques, il lui est recommandé d'être assisté d'un architecte s'il ne possède pas les services ou les compétences requises.

3.1.2 Le cahier des charges

Le cahier des charges est un document juridique qui a fait son apparition au moyen âge et ère de la renaissance, son rôle est toujours de constituer une pièce contractuelle pour l'assurance qualité. Il intègre le programme et des clauses juridiques.

Les différents contrats dans le projet de construction ne se passent pas de ce document, qui a pour rôle de définir les missions et obligations des contractants ainsi que les modalités et les moyens de conduite du projet.

3.1.3 La conception architecturale, un acte collectif

La conception architecturale réunit beaucoup de disciplines et de spécialistes, elle est ainsi une synthèse de multiples visions.

« La conception architecturale est une activité complexe qui exige l'intégration de différents domaines de connaissances, tels que l'ingénierie, l'ergonomie, la sociologie... dès les premières phases de la conception. ». [Boudon, 2009]. A. Farel (1995) note que « dès le tout début des études de conception, au moins une quarantaine de personnes sont à pied d'œuvre, des chefs d'agence et de chefs de projet, des architectes, des ingénieurs généralistes et spécialisés, des paysagistes, des designers, des économistes, etc.

Concevoir serait donc une démarche collective réunissant des connaissances d'experts et de métiers différents, s'impliquant dans la conception dès les premières phases du projet. Cette diversité pose la question de la communication et de la collaboration entre ces compétences multiples.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à la communication dans la conception architecturale collaborative en vue de proposer des outils pour la faciliter et notamment depuis le développement d'internet (Mitchell1992, Maher1993, Kohler2005). Les systèmes issus de ces recherches sont cependant peu utilisés dans la pratique professionnelle, parce qu'ils restent inadaptés à l'activité de conception architecturale. Ils n'assurent par ailleurs qu'une communication asynchrone entre les experts qui collaborent.

Dans le contexte algérien d'élaboration de projets de construction, tous les projets sont soumis à permis de construire sont soumis aussi à la réglementation parasismique, la réglementation impose aussi la collaboration de l'architecte et de l'ingénieur pour l'établissement des pièces du permis de construire (voir chapitre1), en particulier, le dossier d'exécution (plans d'architecture, plans de génie-civil, la note de calcul pour le dimensionnement de la structure, le document descriptif et estimatif du projet).

Dans le cadre de la concrétisation du dossier de permis de construire conjointement par l'architecte et l'ingénieur [article 55, loi n°04-05]. Ce commentaire par D.DJEGHADER, B. REDJEL et S. DJOUIMAA (2008) a retenu notre attention : « Lorsqu'il s'agit de concevoir un bâtiment, de nombreux maîtres d'ouvrages et architectes croient encore à tort qu'il suffit d'associer l'ingénieur civil à la fin du processus, en lui confiant le mandat consistant à «calculer» la structure porteuse pour résister aux séismes. Or, cette démarche doit être

qualifiée de mauvaise. Elle peut avoir de graves conséquences et occasionner des surcoûts importants. En effet, aussi poussés soient-ils, les calculs et le dimensionnement ne sont pas à même de compenser à posteriori les défauts de conception de la structure porteuse et les erreurs dans le choix des éléments non-porteurs, notamment des cloisons intérieures et des éléments de façade.

Il est impératif que l'architecte et l'ingénieur collaborent étroitement dès la première étape de tout projet de bâtiment, pour en assurer le bon déroulement, garantir la sécurité de l'ouvrage, limiter sa vulnérabilité et maintenir les coûts dans des limites raisonnables. Ce faisant, les deux partenaires regroupent des compétences aussi différentes qu'indispensables. L'architecte s'occupe essentiellement de l'esthétique du bâtiment et de ses fonctions, tandis que l'ingénieur conçoit au meilleur prix une structure porteuse sûre et efficace. C'est pourquoi la collaboration entre l'architecte et l'ingénieur doit commencer dès les premiers coups de crayon.

La démarche «en série» est notoirement mauvaise et inefficace. Il n'est pas du tout pertinent que l'architecte attende d'avoir élaboré un projet de structure porteuse et choisi les cloisons intérieures non-porteuses et les éléments de façade, avant de s'adresser à l'ingénieur pour lui confier le calcul et le dimensionnement de la structure porteuse. Il est tout aussi faux de commencer par concevoir la structure porteuse en fonction des seules charges verticales, puis de choisir les cloisons intérieures non-porteuses et les éléments de façade et enfin de compléter la structure pour qu'elle résiste aux actions sismiques. Il en résulte souvent un «bricolage» onéreux et insatisfaisant. ».

Cependant, il ya un niveau d'intérêt accordé à la réglementation parasismique dans chacune des phases du processus d'élaboration du projet architectural. [cf. tableau3.1]

Tableau 3.1 : Niveaux d'intérêt parasismique dans les phases du projet architectural

Phases du projet architectural	Echelles de présentation	Éléments à définir	Conception parasismique	Incidence du site et de la nature du sol	Implantation des bâtiments et environnement constructif	Parti architectural	Parti constructif	Contreventement	Éléments d'architecture	Liaisons entre éléments constructifs	Traitement des sols et fondations	Isolation parasismique
programmation		Nature des locaux, niveau de protection										
Plan de situation		Implantation. Propositions d'études géologiques et géotechniques										
Etudes de APS	Plans 1/500 Détails 1/200	Composition en plan et en volume. Fractionnement. Parti constructif										
APD	Plans 1/500 Détails 1/200	Choix des matériaux. Composition de la structure. Eléments de construction. Equipement technique										
Dossier d'exécution	Plans 1/50 Détails 1/20 à 1/2	Projet détaillé. Dimensionnement. Devis descriptif										



Vérification des exigences parasismiques

3.2 Le projet de réalisation dans le projet de construction

La réalisation de l'idée architecturale conçue est un nouvel enjeu dans le projet de construction.

Le projet de réalisation prend en charge la concrétisation du dossier d'exécution par la construction. Ses activités se déroulent essentiellement sur chantier. Il nécessite donc une gestion des ressources humaines et matérielles et une stratégie pour faire face aux risques et imprévus.

Ici commence, la mission « Suivi » allouée à la maîtrise d'ouvrage et la mission « Réalisation » allouée aux entreprises. Ce processus verra apparaître de nouveaux documents administratifs (comptes-rendus de chantier, ordres de services et procès verbaux de constatation, planning, calendrier de fournitures des documents, attachements, décomptes, situation, etc.) ainsi que des documents techniques mis à jour de manière systématique dans les plans des ouvrages exécutés.

La mission Suivi renferme une mission OPC (ordonnancement, pilotage et coordination de chantier). Cette mission peut intégrer la donne management du projet et des équipes.

Le projet est une intention, donc il est légitime de rencontrer des inadéquations entre le fond et la forme, entre le dossier d'exécution et le résultat final. Les modes constructifs et organisationnels sont un facteur influent, d'où une recherche de compromis autour de trois points importants : conformité au cahier de charge, efficacité, performance (optimiser, améliorer).

Quelques facteurs de maîtrise du projet :

L'ordonnancement et la planification des tâches

- analyse et définition des tâches
- détermination des contraintes
- présentation des méthodes d'ordonnancement
- l'élaboration des graphes et des calendriers
- le suivi des calendriers

Le pilotage du chantier

- Maîtriser les spécificités liées au type de marché EG/GE/CES,
- la prise en compte des avancements et le calage de calendrier ;
- la gestion des retards et la détermination des pénalités.

La coordination

- L'organisation générale et gestion des informations,
- L'animation des équipes ;
- La gestion documentaire.

Cette mission peut être attribuée à un chef de projet désigné par le maître d'ouvrage.

La mission réalisation confiée à l'entrepreneur se déroulera sous le contrôle du maître de l'œuvre et des organismes de contrôle.

Le problème est l'adéquation entre le projet (conception) et les capacités des entreprises (capacités techniques à réaliser, choix des matériaux et techniques constructives), d'où le retour sur la question de base: la définition du programme sous tous ses aspects, déjà pour pouvoir choisir les professionnels qu'il faut.

3.3 Le processus de conduite et de gestion d'une opération de construction

Tout projet s'inscrit dans des objectifs d'optimisation de la qualité entre des exigences de coût, de délai et de performances. [cf. figure3.4].

3.3.1 Les objectifs d'un projet de construction

- **La satisfaction des attentes du client**

Chaque projet vise à répondre à des attentes et à des besoins qui lui sont spécifiques. Les intervenants se doivent de les définir clairement et globalement. Ces définitions composeront le programme des besoins, lequel constitue l'essence même du projet. Il en exprime sa raison d'être et en définit la portée ainsi que les enjeux majeurs.

- **Le respect du budget**

Considérant que les ressources sont généralement limitées, le budget constitue la contrainte majeure dans l'atteinte des objectifs du projet. Bien que tous les intervenants s'entendent sur l'importance de respecter les limites budgétaires du projet, il est très fréquent que celles-ci deviennent difficilement contrôlables en cours de réalisation. Il s'avère donc très important d'identifier et de faire état de toutes les données ayant une influence sur le budget, et ce préalablement à la phase de réalisation. Il faut de plus mettre en place les méthodes et les outils permettant de respecter les engagements financiers du projet.

- **Le respect de l'échéancier**

Le temps constitue la seconde contrainte en importance dans le processus de réalisation du projet. L'ouvrage doit être livré à une date déterminée à l'avance qui correspond généralement au calendrier des opérations du client. Cette situation force le gestionnaire de projet à établir son échéancier en fonction de la disponibilité des lieux et des ressources, ainsi que de nombreuses contraintes telles que l'accès au financement, la complexité des interventions projetées, l'ordonnancement des travaux, les saisons et les conditions du marché de la construction.

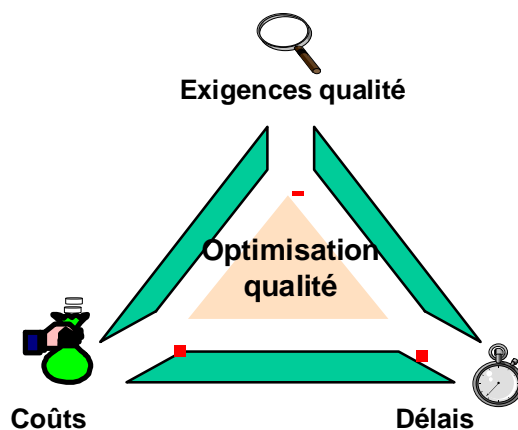


Figure 3.10 : Le triangle d'optimisation de la qualité dans un projet

Aboutir à ces objectifs nécessite une méthodologie de gestion voire une stratégie managériale.

« La gestion de projet est l'application des connaissances, expertises, outils et techniques de planification, d'organisation et de contrôle des activités et des ressources dans le but de satisfaire les exigences et les attentes des intervenants ayant un intérêt dans le projet. ». [ISO 10006 ,1997].

On assiste aussi à un nouveau phénomène : la multi-nationalité du projet et l'éloignement géographique entre les participants d'un projet ou encore la multidisciplinarité. Ce qui introduit :

- nouvelles innovations technologiques
- complexités des projets
- approche par les risques
- médiatisation extrême
- contrôle par les organismes internationaux
- extension du référentiel normatif
- management et gestion du travail collaboratif

Faciliter la coopération entre les acteurs d'un projet de construction est un enjeu majeur, afin d'améliorer l'efficacité des projets, mais aussi de répondre à des besoins nouveaux.

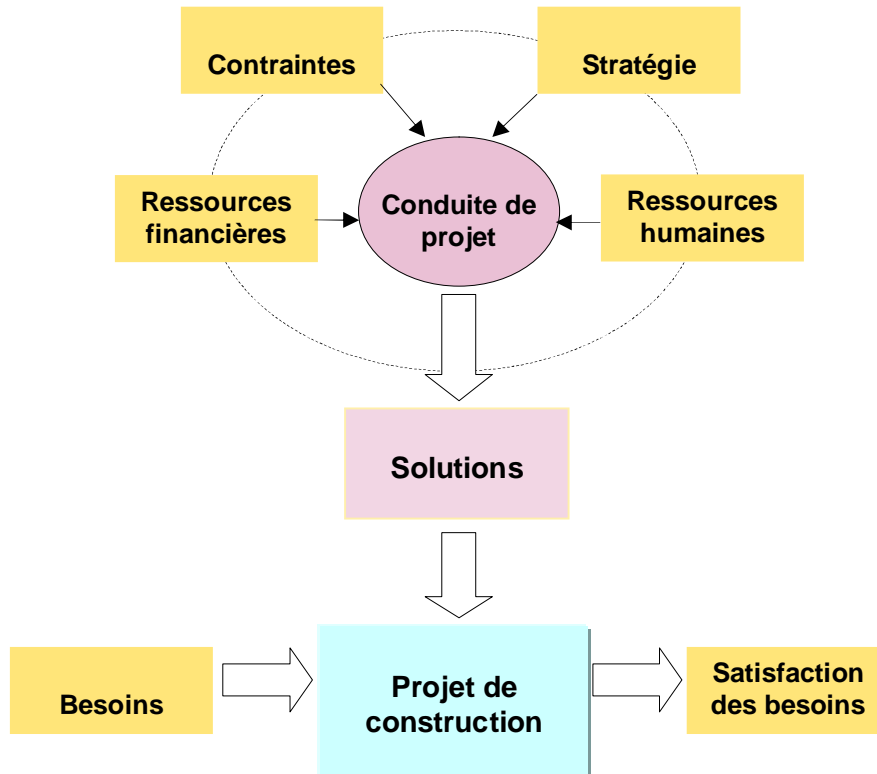


Figure 3.11: Schéma de conduite d'un projet de construction

Il s'agit essentiellement donc, de :

- planifier l'opération de construction, fixer les objectifs et les dates buttoirs pour les atteindre
- d'organiser les tâches multiples du projet, identifier les responsables de chaque tâche, leurs rôles et leurs interactions, la coordination ...pour aboutir à l'efficacité et l'efficience du projet
- de contrôler, vérifier la cohérence du produit avec les critères de qualités élies en amont du projet, au niveau de l'élaboration des pièces administratives, vérifier que les plans d'exécution reflètent les exigences du programme au niveau de la réalisation sur chantier.

Le projet de construction nécessite aussi la synergie des parties prenantes du projet.

La synergie du projet s'inscrit dans la convergence des objectifs des parties prenantes du projet : maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, entrepreneurs, fournisseurs, employés, investisseurs, la communauté, etc. Tous ceux qui tirent profit du projet.

- **Objectifs du maître d'ouvrage** : avoir un ouvrage de qualité avec les meilleurs coût et délais.
- **Objectifs du maître d'œuvre** : avoir la reconnaissance de l'œuvre, réaliser ses ambitions de créativité et avoir une renommée.
- **Objectifs de l'entrepreneur** : réaliser des bénéfices à travers une exécution de qualité qui lui permet d'avoir une meilleure réputation et décrocher davantage de projet à l'avenir.

3.3.2 Une parenthèse sur les écueils du projet de construction en Algérie

Le projet en Algérie se heurte à beaucoup d'écueils :

- Le travail dans l'urgence, le temps de réflexion du projet est raccourci, ses détails imaginés par l'architecte souvent redessinés et simplifiés par le maître d'ouvrage ; par prétention de non qualification des entreprises de réalisation pour leur exécution.
- Dans ce même prétexte d'urgence, on accorde peu de soin à élaborer des programmes et des cahiers de charge constituant une référence fiable pour la maîtrise d'œuvre et la réalisation.
- On omet souvent aussi le côté ordonnancement des tâches dans le projet et coordination, les objectifs de respect du coût et de l'échéancier sont ainsi rarement atteints.
- Le projet change de figure de l'esquisse au dossier d'exécution souvent par la faute d'une communication efficace entre architecte et ingénieur dans sa phase de conception. Le côté intégration des règles parasismique est laissé en dernier.
- L'enchaînement dans le temps des activités administratives est rarement respecté, ce qui se répercute par des dysfonctionnements dans le projet.
- La renommée du projet revient le plus souvent au maître d'ouvrage, on se souvient de tel ou tel organisme qui a réalisé un projet, du Wali, du président ou de n'importe quel responsable qui l'a ordonné mais rarement de l'architecte, de l'ingénieur, ou de l'équipe maîtrise d'œuvre. Ce constat fait de la situation de la maîtrise d'œuvre diminue de sa motivation pour provoquer l'innovation.

4. Conclusion

En Algérie tous les projets de construction soumis à permis de construire sont assujettis à la réglementation parasismique, de ce fait la recherche de la qualité architecturale dans ce cas renferme nécessairement une recherche d'une qualité parasismique.

La spécificité du projet de construction est qu'il renferme un besoin de qualité incomplètement formulé, une imprécision sur ce qui caractérise la qualité architecturale, de ce fait la recherche de cette qualité peut prendre de multiples sens.

Le programme du projet et le cahier des charges élaborés par le maître d'ouvrage sont en mesure de mieux décrire le besoin à condition que leur contenu soit bien détaillé sur le plan des exigences spatiales, fonctionnelles, techniques, budgétaires et sur la portée du projet. L'architecture est un art qui dépend d'abord de la commande et de la commande « intelligente ».

Ainsi la commande du maître de l'ouvrage amorce des exigences de qualités, la maîtrise d'œuvre quant à elle, doit interpréter cette commande dans un processus de conception architecturale qui devra créer de la valeur ajoutée, dans le défi de ne pas sacrifier la qualité architecturale à la recherche de l'efficacité globale du projet de construction.

Les propositions de la maîtrise d'œuvre (esquisse, avant-projet) rentrent ensuite dans un processus décisionnel qui présente l'enjeu de les valoriser ou de les dévaloriser.

Le discours des maîtres d'ouvrage peut conduire parfois à produire des banalités esthétiques ou des redondances innovatrices.

A ce titre, la qualité architecturale n'est pas la seule responsabilité des architectes et des professionnels de la maîtrise d'œuvre, elle incombe pour une large part aux maîtres d'ouvrage, et à l'ambition qui doit les animer.

Le projet architectural donc fait partie intégrante du projet de construction qui se présente non pas comme une juxtaposition d'interventions isolées ou cloisonnées, mais comme un faisceau convergeant de participations interactives dont l'équipe constitue le meilleur creuset.

Réellement, toute construction est l'œuvre d'une équipe pluridisciplinaire où chaque participant assure la place qui lui revient en propre, sans préséance ou privilège sur les autres. Dans une équipe se crée des liens de collaboration et une équipe a besoin de stratégie d'outils de coordination pour conduire ses objectifs.

Pour intégrer ces différentes dimensions, le projet doit devenir plus collaboratif, réceptacle de compétences multiples, moteur de l'innovation, support d'une négociation continue.

Ce chapitre nous révèle plusieurs points quant aux interactions relatives à l'optimisation de la qualité architecturale :

- La qualité de la conception architecturale est fondamentale pour la qualité du produit architectural. Cette qualité dépend de compétences collaboratives tout autant que de compétences individuelles de spécialistes. La conception partagée et la complexité accrue qu'elle engendre, ne peuvent se mettre en œuvre sans une méthodologie de gestion et une instrumentation collaborative adaptées ; où les visions séquentielles et successives doivent passer à une vision globale et concourante.
- Le projet de construction présente par la multiplicité des acteurs impliqués et l'ensemble complexe des problématiques financières, sociétales, organisationnelles et qualitatives qui leurs sont associés, la nécessité d'une cohérence technique et humaine.
- Le succès du projet de construction dépend essentiellement de l'énergie qu'on accorde à sa gestion, au management de ses différents processus et aussi à la rigueur qu'on déploie dans l'ordonnancement de ces très nombreuses activités.

- L'arrivée à un rythme rapide de nouveaux produits sur le marché, l'innovation vivante dans les matériaux et techniques de construction, sont des facteurs qui obligent la réglementation technique à s'actualiser pour suivre cette évolution. Le RPA 99 version 2003 étant un DTR qui insiste sur la qualité de la mise en œuvre doit s'actualiser aussi en coordination avec ces autres documents de contrôle.
- Ce qui est fait régulièrement. Actuellement une révision du RPA 99 version 2010 est en préparation.
- L'optimisation de ces réalités intrinsèques au projet de construction peut se rechercher dans des méthodes de conception collaboratives, de management des connaissances, dans de nouveaux découpages du cycle de vie du projet (l'exemple des étapes concourantes et non séquentielles).

Ainsi, nous constatons que nos objectifs de recherche d'une optimisation de la qualité architecturale se déplacent vers des objectifs de gestion et de maîtrise globale du projet de construction.

La question est comment rendre le projet de construction un acte collectif synergique englobant toutes les dimensions et les paramètres de la qualité ?

C'est la question pour laquelle nous allons tenter de répondre dans le chapitre suivant, par un essai de proposition de modèles systémiques adaptés.

ESSAI DE MODELISATION SYSTEMIQUE POUR L'OPTIMISATION DE LA QUALITE

“

Depuis toujours, l'homme modélise sans le savoir, c'est une activité essentielle de notre esprit : nous ne fonctionnons, n'existons, que par modélisations successives. Dans le développement de l'humanité, des techniques diverses sont apparues progressivement pour répondre à des besoins de conception de modèles dans des domaines divers || || ■

« Le paradigme systémique est aujourd'hui la forme la plus aboutie des principes de modélisation. L'objet est perçu d'une manière indissociable dans ses fonctions, ses projets, sa transformation et son environnement actif ». || || ■

[Le Moigne, 1994].

1. Introduction

Après une exploration systémique entreprise dans les chapitres 2 et 3 précédents, en vue de reconnaître les composants et l'environnement de notre système considéré (le système de production architecturale dans son contexte algérien), enfin arrive ce dernier chapitre qui développe l'aboutissement de notre méthodologie de recherche vers un modèle systémique optimisant la qualité du produit architectural contraint par la réglementation parasismique algérienne.

Nous présentons ainsi le déroulement de la modélisation systémique d'abord par la définition des objectifs de la qualité pour lesquels notre système doit être finalisé, puis les principes, phases et étapes du modèle, ensuite les propositions issues de la modélisation.

2. Synthèse de l'exploration systémique

L'investigation sur le thème de la qualité dans la production architecturale contrainte par un règlement parasismique nous conduit à faire ressortir les caractéristiques de notre système ; de rendre transparent le système responsable de la concrétisation du projet d'architecture soumis au RPA99 version 2003 dans le contexte algérien.

Le système de production architecturale est représenté selon le modèle systémique de Le Moigne (voir chapitre 1) par :

- Un aspect ontologique spécifiant ses composants et ses limites ;
- Un aspect fonctionnel de représentation des activités de conception et réalisation des bâtiments ;
- Un aspect transformationnel décrivant l'évolution par rapport aux états ;
- Un aspect téléologique de production des acteurs.

L'ensemble interagit en perspective d'atteindre une qualité architecturale et parasismique [cf. tableau 4.1].

Tableau 4.1 : Phases, étapes, principes et outils de notre modèle systémique

Pôles Systemiques	Phases	Etapes	Principes	Outils
Finalités (Projet) Complexe d'actions téléologiques	Expliquer d'abord la finalité, la raison d'être du système	Définition des objectifs qualité et élaboration du plan d'amélioration Qualité	Principe de finalité Principes de la qualité	Outils sémantiques de qualité
Environnement Actif et évolutif	Prendre en compte les actions et les évolutions de l'environnement et particulièrement le contexte de la réglementation parasismique algérienne			
Pôle fonctionnel Fonctions (Activités) Complexe d'actions synchroniques	Définir les fonctions à assurer pour tendre vers la finalité	Fonctionnement de conception	Principes de la qualité	Outils de la qualité
Pôle ontologique Organisation (Interactions)	Définir la structure. Organiser les fonctions entre elles et les gérer	Mise en place et gestion de l'équipe Projet		
Pôle génétique Evolution et transformation Complexe d'actions diachroniques	Faire évoluer le système pour le garder opérant au fil du temps	Evaluation continue des processus		

2.1 Les limites du système : son environnement

Il est essentiel d'analyser les relations entre l'environnement et notre système, on pourrait d'ailleurs définir le système de production architecturale comme l'ensemble des décisions qu'il faut prendre sur les relations dynamiques entre le système et son environnement.

La figure 4.1 représente les groupes de niveaux de l'environnement de la production architecturale dans le contexte algérien.

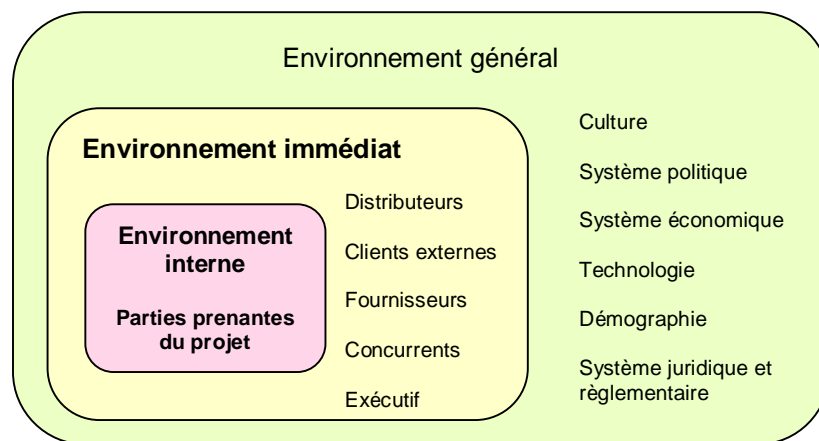


Figure 4.1 : Niveaux de l'environnement du processus de production architecturale [Bertrand et Guillemet, *in* Nouiga 2003]

Notre système est ancré dans un contexte organisationnel, « un contexte est quelque chose de multiple, fluctuant et hétérogène ». [Genelot, 1992 *in* Nouiga 2003].

Le contexte organisationnel représente « les forces sociales, culturelles, politiques, technologiques et économiques qui exercent une influence sur une organisation. » [Bertrand et Guillemet, 1991 *in* Nouiga 2003]. Ces auteurs pensent que les forces de l'environnement ne peuvent pas toujours être contrôlées par une organisation donnée. « Bref, une organisation se marie à un environnement et donne un contexte organisationnel. Les deux exercent des forces sur l'un et sur l'autre ». Ils rajoutent : « L'environnement est tellement complexe qu'il faut absolument établir des catégories pour le comprendre. ».

« Les organisations sont des sous systèmes d'un plus grand système que l'on nomme environnement. » [Bertrand et Guillemet, 1991 *in* Nouiga 2003].

Ces auteurs distinguent trois niveaux de l'environnement : l'environnement général, l'environnement spécifique et l'environnement interne. En plus des trois niveaux, Nouiga Mohammed (2003) ajoute que la mondialisation nous oblige à distinguer et à prendre en compte un quatrième niveau : l'environnement international.

Ces niveaux sont présentés comme suit :

- **Environnement général**

L'environnement général ou sociétal correspond à tout ce qui est externe à l'organisation.

L'environnement général se définit comme « la société qui exerce un ensemble de forces sur une organisation : culturelle, sociale, politique, légale, économique, technologique. » [Bertrand et Guillemet, 1991 *in* Nouiga 2003].

- **Environnement spécifique (immédiat)**

L'environnement spécifique correspond au milieu immédiat dans lequel œuvre une organisation.

« L'environnement spécifique ou immédiat comprend généralement les forces suivantes : compétiteurs, fournisseurs, clientèle, public en général, institutions financières, etc. » [Bertrand et Guillemet, 1991 *in* Nouiga 2003].

- **Environnement interne**

« L'environnement interne de l'organisation ou micro environnement comprend : les entités d'appartenance, les entités transverses, les entités constituantes, les groupes socioprofessionnels, les clients et fournisseurs internes.» [Bertrand et Guillemet, 1991 *in* Nouiga 2003].

Pour [Beriot, 2006], « l'environnement contient des éléments potentiellement influents sur le système, soit parce que le système lui-même émet des flux qui vont faire réagir son environnement, soit tout simplement parce que l'environnement, par définition, évolue. En réalité, l'un et l'autre sont en perpétuelle interaction et mutation de telle sorte que l'un ne peut être considéré sans l'autre ». Confirmant [Edgar Morin, 1990 *in* Nouiga 2003] : « le système ne peut être compris qu'en incluant en lui l'environnement, qui lui et à la fois intime et étranger et fait partie de lui même tout en lui étant extérieur ».

Pour [Genelot, 1992 *in* Nouiga 2003], « l'environnement sert de base pour toute action du système, mais le système peut intervenir et structurer cet environnement. Les systèmes, en effet, essaient de répondre et de satisfaire des besoins exprimés par l'environnement. Le système peut évidemment amplifier ces besoins voir, les créer de toutes pièces. Il possède des détecteurs pour repérer les besoins de son environnement. Le sous système de gestion définit des objectifs afin de répondre à ces besoins. Il peut aussi changer ces objectifs et s'adapter à toute modification générée par l'environnement. Il peut, enfin, tenter d'infléchir le cours des événements et modifier la nature des besoins».

2.2 Aspect fonctionnel

2.2.1 Les acteurs de la qualité dans le processus de production architecturale

L'interaction de notre système est l'ensemble des règles et codes de communication entre les acteurs composants ce système. Nous présentons dans la figure 4.2 ces acteurs par leurs statuts professionnels. L'intérêt de cette représentation est de permettre de formaliser un cadre de travail collaboratif proche d'une situation réelle.

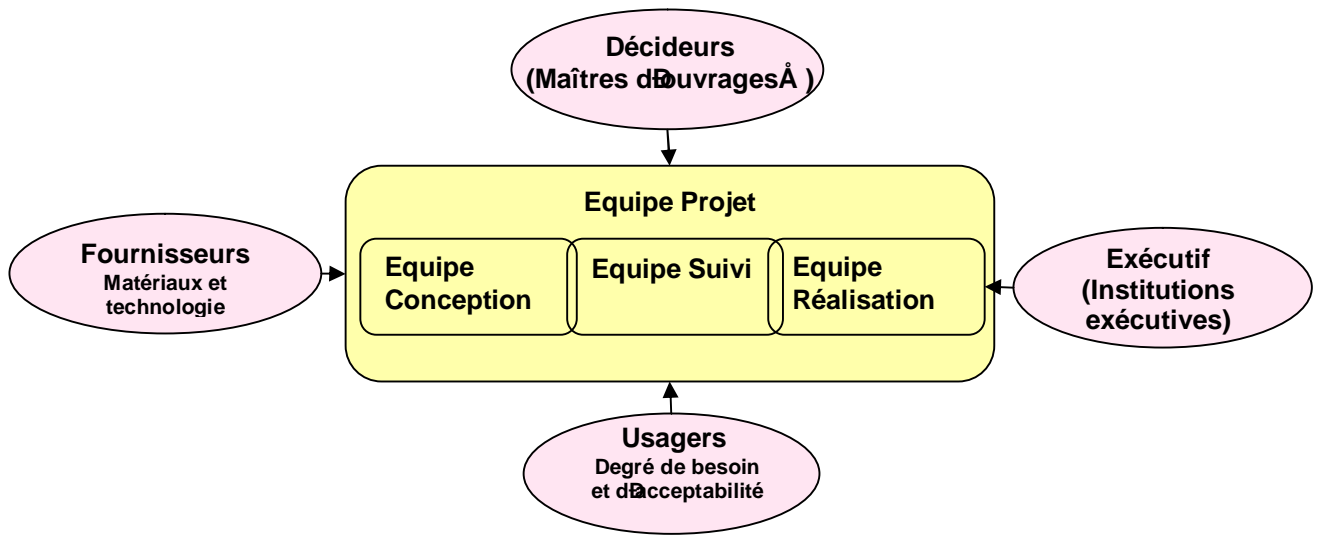


Figure 4.2 : Interactions des acteurs

2.2.2 La triangulation systémique de notre processus : interaction fonctionnelle

Les composants du système de production architecturale évoluent dans un référentiel méthodologique en vue de générer des solutions qualitatives dans un référentiel conceptuel. Les représentations de ces solutions sont prises en charge par un référentiel normatif [cf. figure 4.3].

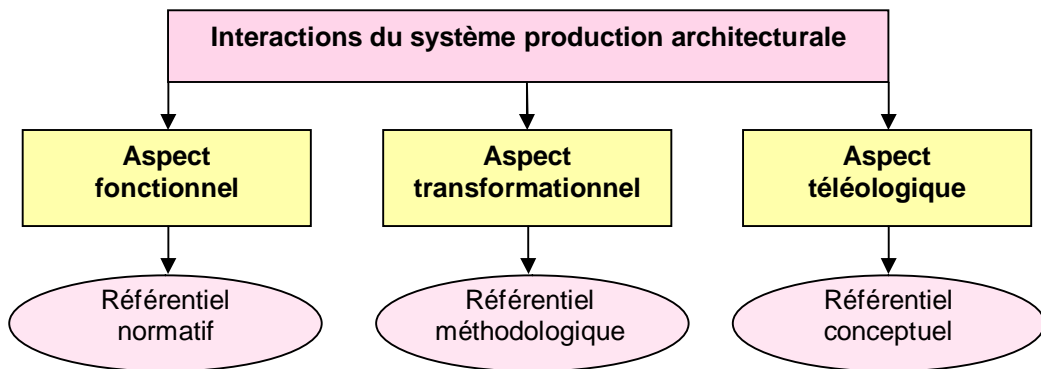


Figure 4.3: Définition des référentiels d'interactions

La figure 4.4 ci-après, intitulée : définition du produit architectural, devient significative d'interaction des trois référentiels pour générer le produit architectural. Les exigences de ces référentiels sont caractéristiques d'un produit générique décrit dans l'aspect téléologique. [cf. figure 4.5]

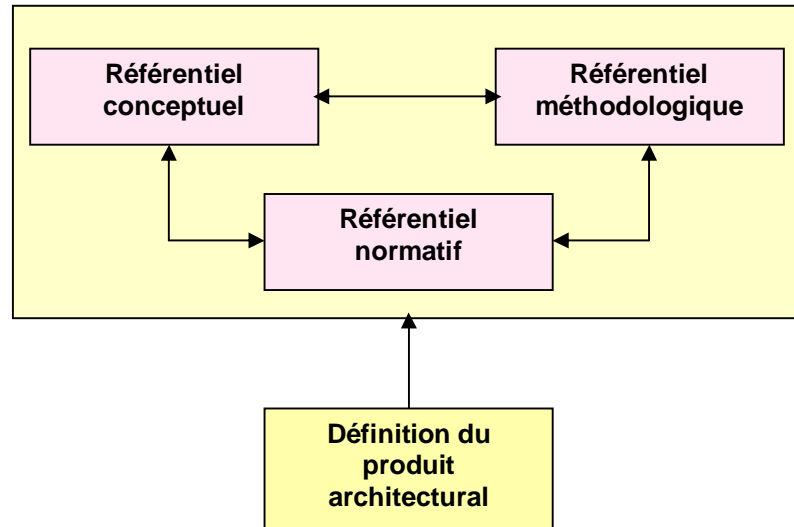


Figure 4.4 : Définition du produit architectural

2.3 Aspect téléologique

Le système de production architecturale génère des représentations de solutions d'acteurs relatives à un besoin émis. Les caractéristiques des solutions générées sont de deux natures architecturales et parasismiques, qui sont en interaction.

Ainsi, un produit générique est considéré (selon une approche systémique) par rapport à la valeur ajoutée qu'il génère et à sa qualité parasismique et architecturale.

La valeur ajoutée est relative au : savoir-faire engagé, le degré de créativité et d'innovation, délais de réalisation, coût et durée de vie estimée. La qualité architecturale parasismique, à la performance structurale du bâtiment vis-à-vis d'un séisme, son originalité et sa concrétisation par une mise en œuvre soignée. La génération de ces caractéristiques spécifiques doit recourir aux multiples points de vue d'acteurs. [cf. figure 4.5].

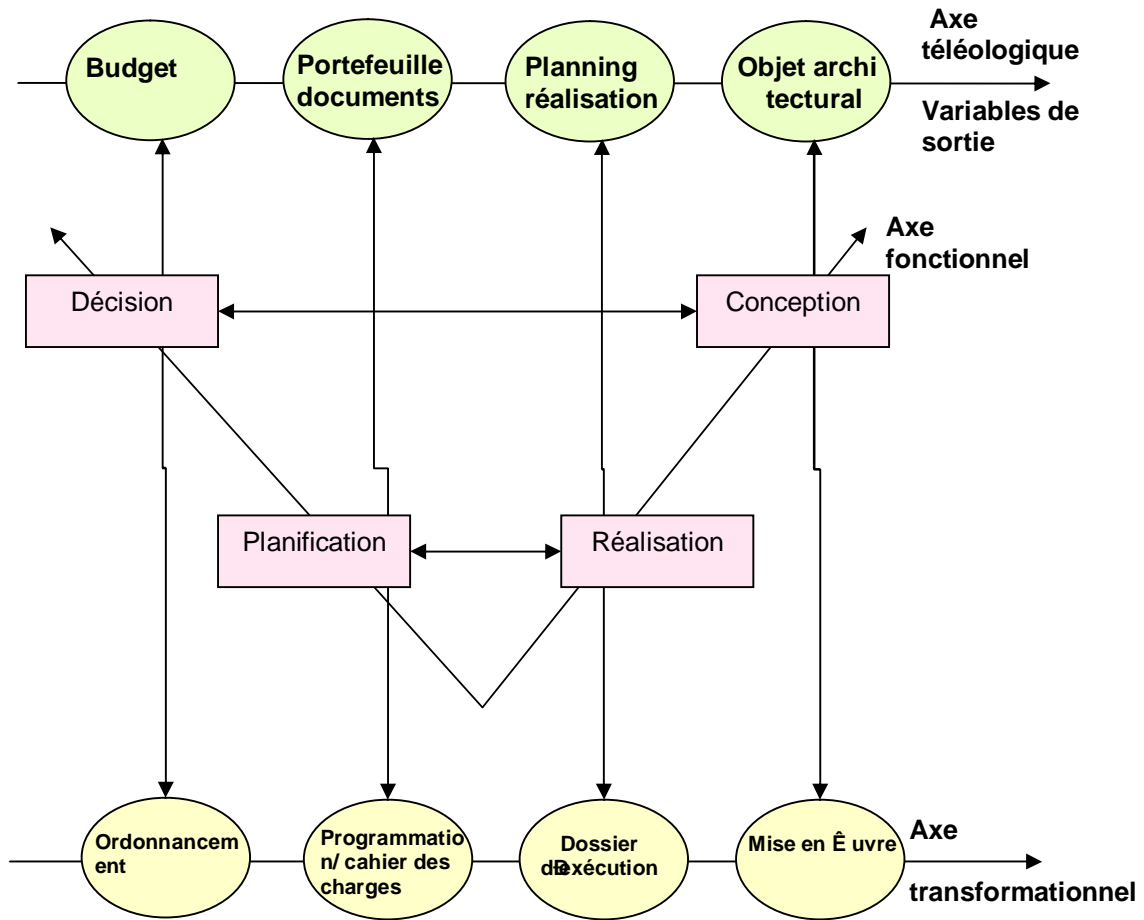


Figure 4.6: Interactions du système de production architecturale parasismique (Abstraction des rôles d'acteurs)

3. La qualité sous-tendue par le système de production architecturale

La qualité du produit architectural parasismique est une qualité globale qui doit être présente dans toutes les phases de son processus de production, dans les décisions à prendre quant à son financement et les moyens à déployer, dans ses phases de conception, de planification, de réalisation, et surtout dans une phase transverse de coordination.

La qualité architecturale des constructions a toujours été une question délicate, Le concept même de qualité et sa définition font apparaitre de multiples points de vue. La qualité est compromise à toutes les dimensions (réglementaire, technique, politique, économique et sociale, etc.).

3.1 Le concept qualité dans le projet

Plusieurs concepts ont été élaborés pour définir la notion de qualité :

- « La qualité, c'est l'aptitude à l'emploi. » [J. JURAN]
- « La qualité, c'est la conformité aux spécifications. » [P. CROSBY]
- « La qualité, c'est la conformité aux besoins. » [C. HERSAN]
- « La qualité, c'est la satisfaction du besoin apprécié par le client ou l'utilisateur. » [P. LYONNET]
- « La Qualité, c'est zéro défaut, zéro panne, zéro stock, zéro délai, zéro papier, zéro accident, zéro mépris. » [H. SERIEYX]

La norme ISO 9000 : 2000 définit le concept Qualité comme suit : « Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences ». L'exigence étant définie par « Besoin ou attente formulés, habituellement implicites, ou imposés ».

En décomposant l'ensemble des concepts contenus dans cette définition, on relève :

- caractéristiques et propriétés
- produit ou service
- aptitude à satisfaire
- besoins exprimés et implicites

L'élargissement du terme qualité, le besoin de références (les normes), l'ouverture sur l'éthique, sont une évolution en rapport avec :

- l'économique - la Relation Client/Fournisseur ;
- le technique - l'amélioration permanente ;
- l'humain - la démarche participative et la gestion des compétences.

3.1.1 Evolution des démarches qualité

La qualité a évolué avec l'évolution de l'activité humaine dans le temps, de l'assurance qualité par la mise en place de documents règlementaire et normatifs vers des techniques de management. Nous décrivons dans ce qui suit le parcours de cette évolution.

a. Essor de la normalisation (à partir de 1920), notion de qualité par prévention : l'assurance qualité

b. Le contrôle qualité : Contrôle pendant la production pour assurer la conformité aux exigences :

- Mise en place de l'autocontrôle
- Mise en place d'une dynamique de progrès continu
- La qualité devient une technique de management

c. Le management industrielle : (après 1980), apparition de la notion de certification et de la qualité totale :

- Inondation des marchés par les produits japonais avec une qualité meilleure pour un prix moindre,
- Augmentation de l'exigence des clients ;

- L'offre est supérieure à la demande : il faut se battre sur tous les plans pour vendre.

d. La certification ISO 9000 : c'est une étape qui suit éventuellement l'assurance qualité :

- Reconnaissance par un organisme extérieur indépendant de la mise en place et de l'efficacité du système d'assurance qualité
- Développement de la certification depuis une dizaine d'année à la demande des grands donneurs d'ordre industriels pour s'assurer la qualité de leurs sous-traitants

e. La Qualité totale : Management de l'Entreprise par la qualité : c'est l'étape ultime des démarches qualité :

- Prise en compte des notions d'optimisation des coûts,
- Prise en compte de la motivation du personnel ;
- Extension de l'impact : d'une reconnaissance par le client à une reconnaissance par le marché, des labels produits aux certifications de management.

f. Évolution des normes et évolution exponentielle des certifications

Une évolution dans l'action, avec l'évolution technologique,... une révolution économique :

- De la notion de tâche à la notion de projet,
- De la notion de contrôle à la notion de management ;
- De la notion de coûts à la notion de valeur ajoutée.

Avec l'évolution culturelle, ... une révolution systémique

- De l'individu au groupe,
- Du compliqué au complexe ;
- De la chaîne au réseau.

g. Vers le management intégré

Le SMI ou Système de Management Intégré est le regroupement du système de management de la Qualité, de la Sécurité et de l'Environnement à partir de concepts normatifs communs

- ISO 9001 : 2000 (2008) ou ISO TS 16949 : 2002 (2007) pour le concept Qualité
- ISO 14001 : 2004 pour le concept Environnement
- OHSAS 18001 pour le concept sécurité

Un système de management intégré permet :

- d'avoir une vision globale de l'entreprise,
- de faciliter l'aide à la décision lorsqu'il s'agit d'établir une politique et des objectifs cohérents ;

- de faciliter l'aide à la décision lorsqu'il s'agit de définir des priorités et de procéder aux éventuels arbitrages.

Il constitue l'outil idéal pour aider à s'engager dans la voie des démarches de changement pour la qualité.

La figure 4.7 ci-après, décrit les composantes du système de management intégré à prendre en considération pour une qualité globale. Le système doit prendre en charge l'ensemble des exigences découlant de : l'aspect technique et réglementaire, commercial, économique, organisationnel, humain ; dans une démarche de management global de la qualité.

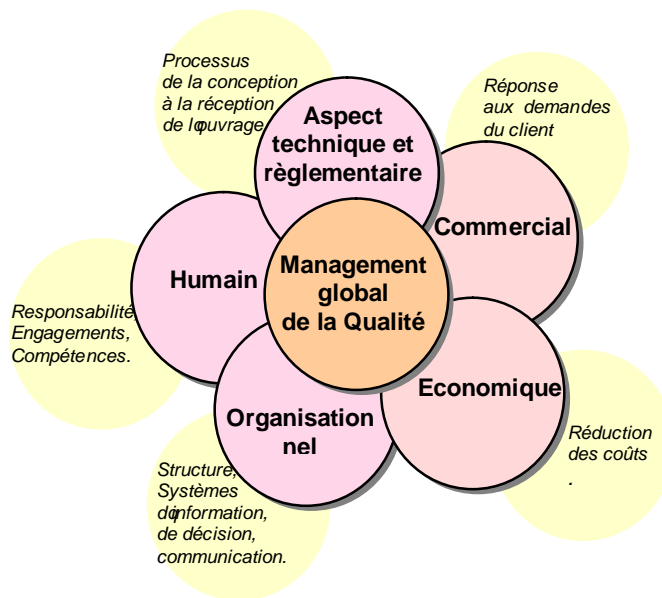


Figure 4.7: système de management intégré.
[[Université de Bourgogne, 2010]

3.2 Les niveaux de qualité dans le processus de production architecturale

Le projet a vocation à être une œuvre collaborative et invite l'implication de tous.

3.2.1 La qualité dans le processus de conception architecturale

Cette question a été abordée dans les chapitres 2 et 3, la conclusion qui a été faite est qu'il nous est presque impossible de lui trouver des critères tangibles et figés pour définir la qualité architecturale. Cependant, la question peut être déviée vers la recherche d'un degré d'innovation, de créativité, d'un supplément d'idées.

Le processus de conception architecturale, s'il est expliqué dans une vision générale, peut être décrit comme un processus de résolution de problèmes (synthétisant données environnementales, besoins explicites et implicites) par une conceptualisation

(établissement de concepts, prise de parti) qui a pour objectifs de créer de la valeur ajoutée en passant par des phénomènes de créativité. [cf. figure 4.8]

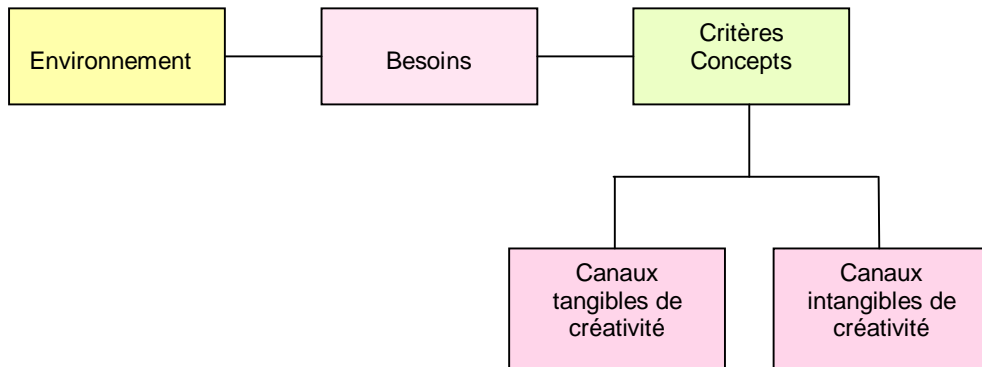


Figure 4.8: Le concept résultant de l'environnement socioculturel
[Saïd Mazouz, 2006]

Robert Prost (1995), soulève l'importance de trois activités qui guident l'innovation dans le projet d'architecture : la création, l'invention et la conception. [cf. tableau 4.8].

Pour définir les trois activités qui se complètent au sein du projet : la création « qui établit la référence la plus explicite avec la culture, l'artistique, avec le talent » ; la conception qui « sous-tend généralement une rationalisation » ; l'invention qui « se profile comme une modalité de l'agir supposant un rapport étroit à la connaissance, à l'expertise, et le plus souvent impliquant une solide expérience ». La conception est une activité plus rationnelle, plus procédurale, plus répartie aussi, tant dans l'espace que dans le temps, et donc plus partagée entre des acteurs et des expertises diversifiées. La conception a un message ou une image, l'important étant, comme l'écrit Jean Nouvel, « de pouvoir articuler à chaque projet un concept ». Car si la création reste l'acte « le plus magique, le plus individualiste », la conception ne peut être qu'un acte d'intelligence collective fondé sur l'apprentissage, le partage de savoir-faire et de méthodes assimilables à la gestion de systèmes complexes.

Tableau 4.2 : Comparaison des termes relatifs à l'innovation conceptuelle [ROBERT PROST, 1995]

Créer	Inventer	Concevoir
<p>C'est le terme le plus « magique », le plus individualiste, le moins prévisible, le plus instantané, le plus original, le plus valorisé, le plus direct et le plus proche du résultat de l'artefact , le plus enraciné dans le faire, le concret mais celui qui établit la référence la plus explicite avec le « culturel », l'artistique, avec le talent.</p>	<p>Mais inventer n'est pas moins un acte mystérieux qui, au-delà d'un « Euréka » et d'un enracinement dans la science, se profile de plus en plus comme une des modalités de « l'agir », parfois plus technique, voire plus scientifique supposant toujours un rapport étroit à la connaissance, à une expertise, et le plus souvent impliquant une solide expérience et un long cheminement pour aboutir un résultat qui marque un saut, une avance, voire une rupture par rapport à l'existant.</p>	<p>Quant à ce terme il puise dans les deux précédents, ne voulant rien perdre de la dimension créative tout en indiquant un rapport plus ou moins obligé à la connaissance. Il sous-tend généralement une rationalisation et de loin il est le plus abstrait, celui qui prétend procéder du concept et par là celui qui a été le plus investigué par la réflexion scientifique, celui qu'on a cru pour un temps pouvoir enfermer dans une logique de scientification et d'instrumentalisation mais que l'on sait maintenant impossible à formaliser, à régimenter.</p>

Le terme « innovation » exprimant le fait d'introduire quelque chose de nouveau est très proche de celui de « créativité ». Il est sans doute aussi le plus global car celui qui est partagé entre les termes de création, invention, conception ; et celui qui les réunit sous le chapeau du nouveau.

Christophe Midler, définit l'innovation dans la conception comme « le fruit de compromis permanents, un jeu de négociation et d'intégration ». La production architecturale n'échappe ni à cette nécessité d'innovation, ni à son essence collaborative.

La création devient un objectif intentionnel dans le processus de conception, et est remplacée par le terme créativité. La créativité se différencie de la création par le fait que cette dernière est un acte presque spontané tandis que la créativité met en jeu un mécanisme d'intentions, de méthodes de recherche et de fabrication des idées.

Aussi la créativité est la capacité d'un individu ou d'un groupe à imaginer ou construire et mettre en œuvre un concept neuf, un objet nouveau ou à découvrir une solution originale à un problème.

Elle peut être plus précisément définie comme « un processus psychologique ou psychosociologique par lequel un individu ou un groupe d'individus témoigne d'originalité dans la manière d'associer des choses, des idées, des situations et, par la publication du résultat concret de ce processus, change, modifie ou transforme la perception, l'usage ou la matérialité auprès d'un public donné. ». Elle croise notamment la créativité individuelle avec la sérendipité ; l'aptitude à utiliser des éléments trouvés alors qu'on cherchait autre chose. Opérationnellement, la créativité d'un individu ou d'un groupe est sa capacité à imaginer et produire (généralement sur commande en un court laps de temps ou dans des délais donnés), une grande quantité de solutions, d'idées ou de concepts permettant de réaliser de façon efficace puis efficiente et plus ou moins inattendue un effet ou une action donnée.

Ceci dit la qualité du processus de la conception architecturale est étroitement liée aux capacités d'une équipe de travail à innover dans un acte collaboratif.

a. Comment faire preuve d'un travail collaboratif de créativité et d'innovation ?

De Bono .E (1992) met l'accent sur les principaux concepts de la créativité :

- Ouverture d'esprit, penser hors des sentiers battus, la créativité ne peut se faire dans un environnement clos ;
- Trouver des solutions alternatives plutôt que de corriger et de complexifier des solutions historiques ;
- Anticiper les solutions à venir ;
- Générer, évaluer et oser proposer une réponse différente ;
- Trouver des solutions conceptuelles créatives puis proposer les moyens de les concrétiser en innovation marché.

b. Quels facteurs clés du succès pour l'innovation et la créativité ?

Des ressources :

- Travail en équipe pluridisciplinaire ;
- Capitalisation des connaissances et compétences ;
- Des sources d'informations (résultats des recherches, technologie...).

Un état d'esprit :

- nouveau mode de pensée et de raisonnement, curiosité, goût du changement, travail en équipe, esprit critique, capacité à formaliser un problème ;
- Exploration et évaluation des idées ;
- Gestion de projet innovant ;
- Faisabilité commerciale, technique et économique ;
- Esprit d'ouverture (réseaux d'experts, conseils extérieurs, concurrents, ...) ;
- Planification de la mise en œuvre des idées innovantes ;
- Gestion de l'information (collecte, analyse, diffusion, capitalisation, ...) .

3.2.2 La qualité dans la réalisation

Les rêves interprétés dans la phase de conception ne peuvent voir le jour que dans la phase de réalisation.

Il est évident alors que trouver des compétences chez les entreprises de réalisation pourrait faire exaucer ces rêves et libérer de ce fait les ambitions des concepteurs.

3.2.3 La qualité dans la conduite du projet

Vérifier la conformité de la réalisation avec le portefeuille document fait l'objet d'un processus de management qui doit assurer la coordination entre collaborateurs, résoudre les conflits, faire respecter les délais et les budgets.

Hors les pratiques managériales ne sont toujours pas en vigueur dans l'environnement algérien de production architecturale, et les projets de constructions ne respectent souvent pas leurs objectifs.

Mener à bien un projet de construction s'avère souvent complexe. Respect des délais, maîtrise du budget, optimisation des tâches, garantie de qualité ou satisfaction du client sont autant de paramètres à intégrer. Chaque projet de bâtiment constitue un prototype et en cela, il met en œuvre un processus unique. En outre, les intervenants chargés de la conception de l'objet et de son exécution sont non seulement nombreux mais également dotés de savoir-faire hétérogènes. Et, il est bien connu que depuis quelques décennies l'organisation des chantiers s'est profondément transformée avec l'apparition d'équipes pluridisciplinaires, l'intégration de nouveaux intervenants et l'innovation en matière de produits, matériaux et techniques de mise en œuvre. C'est dans ce contexte que nous pouvons concevoir la mission essentielle de coordination visant à gérer les interfaces entre les intervenants et entre les tâches de construction.

L'activité de pilotage prend donc une place de plus en plus considérable car il est dans l'intérêt de tous que le projet soit mené au mieux. Aussi, nous voyons apparaître sur le marché des outils innovants qui permettent d'assister cette activité.

3.2.4 La qualité des équipes de travail

La qualité dépend aussi du choix des intervenants dans le projet, de leurs compétences, de leurs profils et de leur prédisposition à collaborer ensemble.

Dans le cadre d'une architecture contrainte par le risque sismique, le choix d'un bureau d'étude pluridisciplinaire spécialisé regroupant architecte et ingénieur expérimentés devrait être normalement une préoccupation primordiale du maître de l'ouvrage quant au choix d'une équipe de conception et de suivi du projet.

Parfois il en faut plus qu'un seul architecte et un seul ingénieur ; le travail créatif de groupe en nécessite plusieurs, les échanges d'expériences et d'avis peuvent produire plus d'idées nouvelles. Peut être, qu'ici le maître d'ouvrage devrait penser à faire appel à des agences d'architecture spécialisées au lieu de bureaux d'études.

Mais, le constat fait en Algérie, est que les bureaux d'étude pluridisciplinaires sont très rares, il en est de même pour le groupement d'architectes en agence, le travail conceptuel se fait en sous-traitance entre architecte et ingénieur et non pas en entité unique et synergique.

Ici, on relève le rôle important des institutions, telles que les ministères concernés et l'ordre des architectes à cadrer les missions professionnelles et encourager certaines formes de collaborations et de partenariats.

Il en est de même pour le choix du maître d'ouvrage pour des entreprises de réalisation qualifiées, car la concrétisation des efforts de conception ne peut voir le jour que dans une réalisation fiable et conforme au dossier d'exécution.

Hors, le travail de mise en œuvre nécessite souvent plus qu'une seule entreprise mais des entreprises spécialisées ; alors, la réussite du projet exige une très bonne coordination entre ces entreprises.

Ce travail entre entreprises est souvent source de conflits dans le projet ce qui fait objet de réticence de la part des maîtres d'ouvrages dans le contexte algérien, qui au lieu de rechercher des méthodes de coordination efficaces, tout au contraire, s'orientent vers des solutions au détriment de la qualité architecturale. C'est le cas par exemple de projets défigurés complètement par des joints qui n'ont en fait, ni un rôle parasismique ni structural mais sont présents seulement pour créer des zones de travail indépendantes pour les entreprises.

Donc le rôle des institutions à baliser certains comportements des maîtres d'ouvrages remonte en surface pour marquer de son empreinte l'assise solide des ambitions de la qualité dans le projet de construction.

4. Pour une optimisation de la qualité

Optimiser c'est tirer le meilleur de quelque chose, trouver le meilleur résultat par une action adaptée.

Pour nous la question est de trouver comment tirer le meilleur des potentialités actives dans le projet, le meilleur des situations, comment créer une synergie créative entre les groupes de travail, alors nous recherchons les moyens de combattre les obstacles de l'innovation et de réussir une collaboration efficace.

La figure 4.9 ci-après représente l'imbrication des objectifs de qualité du produit architectural et leur insertion dans une vision globale.

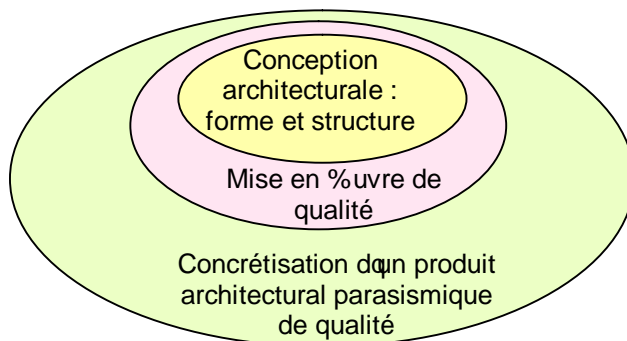


Figure 4.9 : la globalité qualitative du produit architectural.

Concrétiser cette qualité globale, est en fait un combat pour une amélioration perçue et vécue. Soit un combat pour réussir à imposer une bonne idée — une idée qui apporte quelque chose — et la faire accepter par un environnement qui n'en comprend pas de prime abord l'intérêt, soit un combat pour apporter et d'installer de nouveaux outils et démarches qui y conduisent.

Combattre pour la qualité c'est pallier à :

- la vision obtuse du processus décisionnel quant à l'acceptabilité ;
- la mauvaise gestion du processus collaboratif ;
- aux défaillances du processus de mise en œuvre,

C'est aussi s'intéresser

- au rapport connaissance/ action ;
- aux enjeux attachés à la conception/invention / création ;
- aux contours de la notion de projet et les nouvelles représentations de l'action qu'elle introduit à l'époque contemporaine.

4.1 La qualité globale, une contribution d'un travail collaboratif

Il a été démontré dans les phases d'exploration systémique (chapitres 2 et 3) que l'innovation dans le projet de construction est étroitement liée à un travail d'équipe, un travail collaboratif.

Il est important de mettre l'accent sur certains aspects considérés comme fondamentaux dans une démarche d'optimisation des processus, quelques clés du succès du travail collaboratif :

- D'abord et avant tout, créer et maintenir un climat de confiance avec les personnes concernées. Sans ce climat de confiance, il sera impossible de changer quoi que ce soit.
- Assurer une communication transparente, continue et variée.
- Faire participer toutes les parties concernées.
- Valider les données recueillies et les changements proposés.
- Tenir compte du rythme du personnel et des orientations de la direction.
- Produire des résultats concrets et générer des bénéfices tangibles.
- Transférer les habiletés et les connaissances afin d'assurer la continuité dans la poursuite de la démarche.
- Assurer un suivi du travail accompli.

4.2 La qualité globale, une contribution des méthodologies de gestion

L'apprentissage fait des chapitres précédents, nous a permis de conclure que l'un des critères de la maîtrise de la complexité des projets est de recourir à des stratégies adéquates de gestion et de coordination. Les méthodologies de gestion se développent de plus en plus dans le monde du management, on y retrouve plusieurs formes : management du projet,

des équipes de travail, des compétences, des connaissances, management de la qualité totale.

5. Recentrement des objectifs de qualité pour notre système

En réalité la problématique de la qualité est devenue pour nous, par le biais de l'approche systémique un véritable projet de production de connaissances.

Ainsi, nous commençons à voir la ramification du problème de la qualité dans les constructions assujetties à une réglementation parasismique, de ses sous problèmes de compétences collaboratives.

L'aspect téléologique de notre système décrit une qualité d'un produit générique parasismique qui présente des exigences ramifiées sur plusieurs niveaux : conceptuel, organisationnel, réalisation, etc.

Il s'avère que notre objectif d'optimisation de la qualité se dilue dans des sous objectifs de collaboration, de partenariat, et de management.

Une synthèse de l'approche de la problématique de la qualité est présentée ci-après dans la figure 4.10.

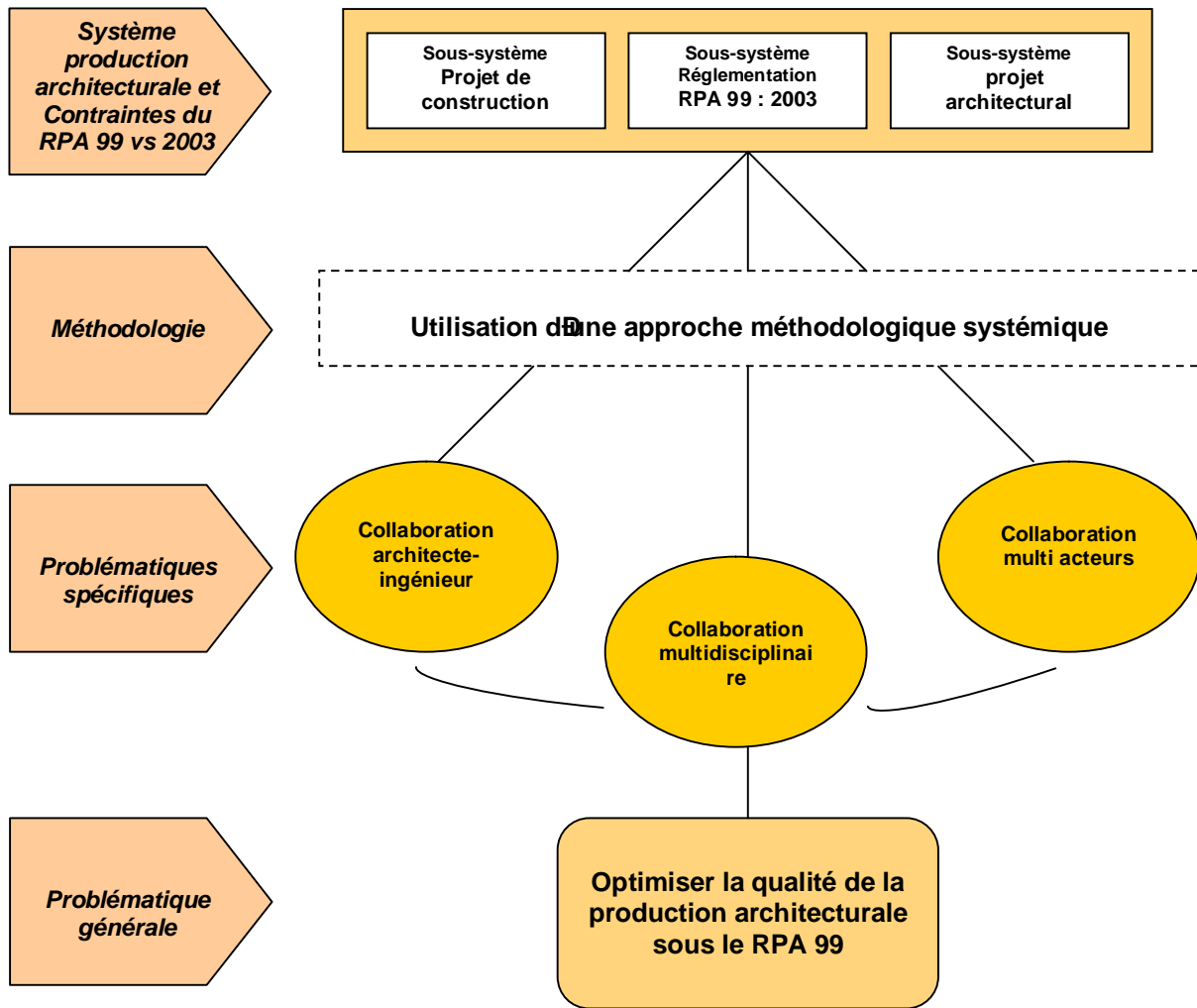


Figure 4.10: Synthèse graphique de la problématique vue dans une approche systémique

Comme présenté dans la figure 4.10, le système de production architecturale révèle l'interaction entre trois sous-systèmes fondamentaux : le processus projet de construction, le processus de conception architecturale et les règles parasismiques algériennes. Ce système, vu dans une exploration systémique sous l'angle de l'optimisation de la qualité architecturale en tenant compte de la réglementation parasismique algérienne, fait émerger de nouveaux axes pour atteindre cet objectif tous convergeant vers le concept de collaboration dans le projet ; en effet, le travail collaboratif est source de créativité et d'innovation.

Il est important d'insister ici sur le terme « axe de recherche », car les solutions pour l'aboutissement à ces objectifs peuvent s'étendre via l'exploration de ces axes.

Ainsi, après avoir relevé dans une vision systémique des objectifs pour la qualité dans les chapitres 2 et 3 et en s'appuyant sur les définitions théoriques de la qualité citées plus haut, notre objectif initial d'optimisation de la qualité architecturale se voit maintenant décliner en trois principaux axes :

- La modélisation du travail collaboratif entre architecte et ingénieur dans les premières phases de conception.
- La modélisation du travail collaboratif pluridisciplinaire dans le projet
- La modélisation du processus décisionnel multi-acteurs dans le projet

Ces objectifs exigent une modélisation synchronique notamment pour le projet architectural (la conception) mais aussi diachronique dans le projet général de construction

La figure 4.11 ci-après, synthétise les problématiques spécifiques à notre système de production architecturale dans l'environnement algérien, contraint par le RPA 99 : 2003. Ces problématiques sont relatives à la conception collaborative du projet architectural et au travail pluridisciplinaire et multi-acteurs dans le projet de construction, ce qui fait que le système évolue dans un contexte de processus projet dédié à la collaboration, un processus qui pour activer « un mécanisme » de conduite vers la qualité, doit se doter de méthodes managériales.

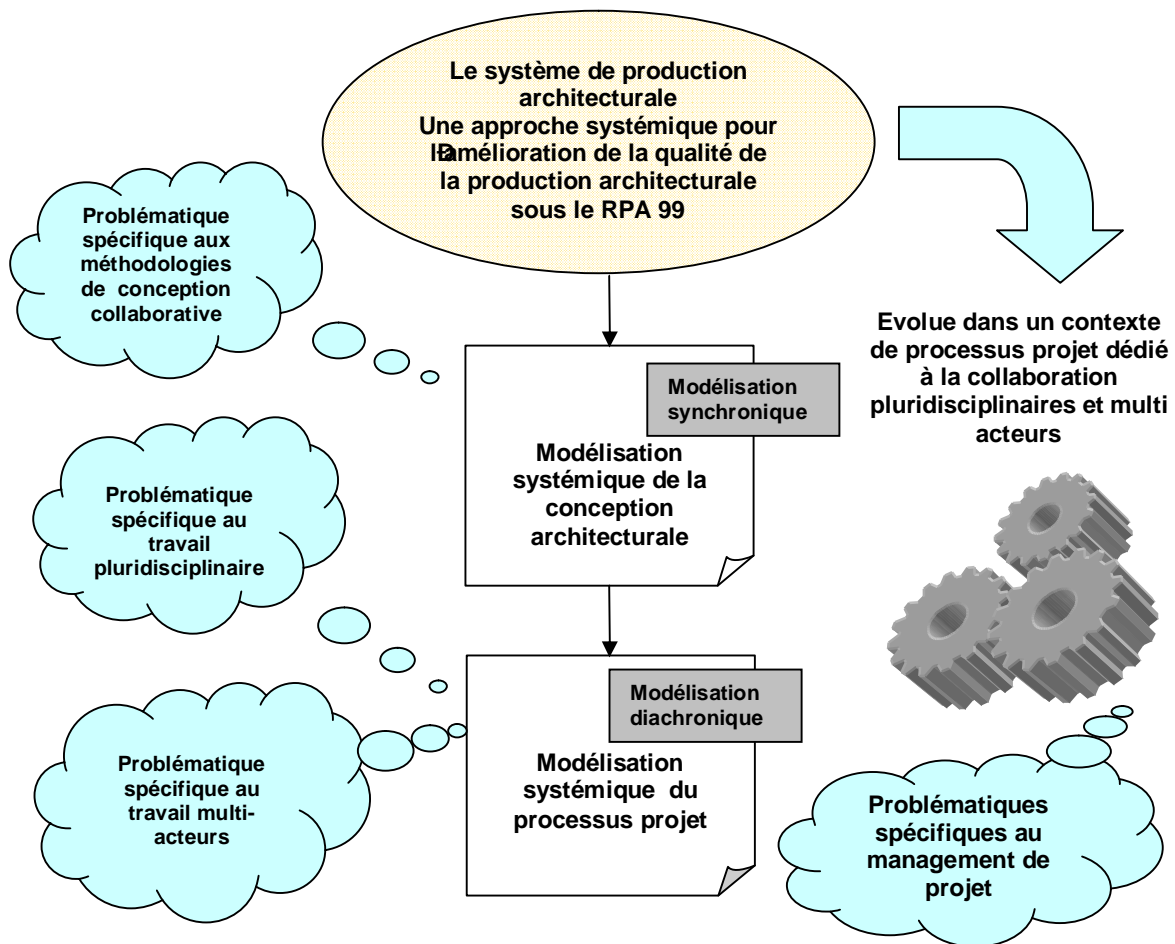


Figure 4.11 : Synthèse graphique du processus de la modélisation systémique

5.1 La convergence du système vers un objectif principal de collaboration

Le travail collaboratif, présente l'intérêt majeur d'associer les capacités de création et de potentiellement obtenir ce qu'il y a de mieux avec les ressources disponibles dans un groupe, si les éléments de ce groupe sont motivés. Il associe trois modalités d'organisation :

- il propose à tous et chacun, dans le projet, de s'inscrire dans un principe d'amélioration continue de chaque tâche et de l'ensemble du projet,
- il organise le travail en séquences de tâches parallèles ;
- il fournit aux acteurs de chacune des tâches une information utile et facilement exploitable sur les autres tâches parallèles et sur l'environnement de la réalisation.

Outre qu'il est une source de créativité et un outil d'amélioration continue permettant maintenant de s'affranchir de la distance géographique qui sépare les acteurs coopérant entre eux, dans le monde économique, le travail collaboratif fait émerger quelques avantages:

- Mieux partager l'information créée et stockée ;
- La gestion documentaire qui vise à harmoniser la gestion des différentes versions de documents (classification, indexation, etc.) ;
- La gestion de projet, permettant de conduire au mieux celui-ci ;
- La gestion des connaissances pour capitaliser sur les savoirs dans les organisations pour lesquelles l'innovation est clé ;
- La gestion des relations sociales pour valoriser les relations entre collaborateurs mais aussi avec l'externe et l'écosystème des entreprises.

Dans un processus projet, le travail collaboratif s'appuie sur des solutions "synchrones" (les réunions audio ou visio à distance, les web conférences, le chat électronique ...) ou "asynchrones" (le partage de documents ou la rédaction collaborative de documents). Le travail collaboratif prend appui sur les TIC et sur les méthodes managériales.

5.2 Le partenariat : une forme de collaboration

Le partenariat encourage le développement d'activités de coopération entre les acteurs clé de l'architecture et de la construction.

5.2.1 Conditions de réussite

- Créer un lien de confiance et faire preuve d'ouverture,
- Travailler en équipe, en concertation et en consultation, ;
- Respecter la mission organisationnelle de chaque partie ;
- Respecter les attentes et les limites de chacun ;
- Partager les pouvoirs, les risques et les responsabilités ;
- Investir conjointement les ressources ;
- Favoriser l'engagement et la permanence des intervenants.

5.2.2 Moyens utilisés

- Établissement de protocoles de collaboration (partenariat),
- Création de tables de concertation ;
- Conférences ou formations conjointes.

5.3 Une collaboration efficace, une culture managériale

Tous les niveaux du système de production se retrouvent confrontés par choix ou par obligation à la problématique du travail collaboratif. Le travail collaboratif n'étant pas un projet technologique élémentaire, il est global donc complexe. Et surtout, il impacte violemment l'épicentre de l'organisation du travail humain : la communication.

Les sciences managériales font comprendre les nouvelles pratiques de communication, coopération et coordination.

Faciliter la coopération entre les acteurs d'un projet de construction est un enjeu majeur, afin d'améliorer l'efficacité des projets, mais aussi de répondre à des besoins nouveaux comme l'éloignement géographique entre les participants d'un projet ou encore la multidisciplinarité nécessaire à la conception.

6. Les trois modèles systémiques pour l'optimisation de la qualité architecturale et parasismique

6.1 La modélisation systémique du travail collaboratif de la conception

L'objectif de construire parasismique fait rencontrer l'architecte et l'ingénieur par obligation (voir chapitre 1), les soumet au respect du RPA 99 :2003 et de ses exigences qui doivent induire la qualité parasismique de la construction. Cependant, le souhait d'innovation par l'architecte concepteur le conduit vers des choix et solutions à étudier avec l'ingénieur.

Dans une interférence de complémentarité au sein de l'équipe architecte-ingénieur, l'ingénieur n'a pas les compétences requises d'un architecte pour encadrer un projet de construction et l'architecte n'a pas les compétences d'un ingénieur à dimensionner des structures parasismiques sûres, il n'a pas aussi les qualifications qui lui permettent de contredire les résultats de calcul de l'ingénieur. Le partage de cette responsabilité s'impose donc et implique une collaboration étroite entre ces deux acteurs de la construction parasismique.

Le modèle que nous présentons dans la figure 4.12 ci-après est basé sur un diagnostic collaboratif architecte-ingénieur des données de base du projet architectural. Un programme de besoin bien détaillé ainsi qu'une réglementation parasismique de référence bien élaborée sont donc fondamentaux pour constituer la vision conceptuelle.

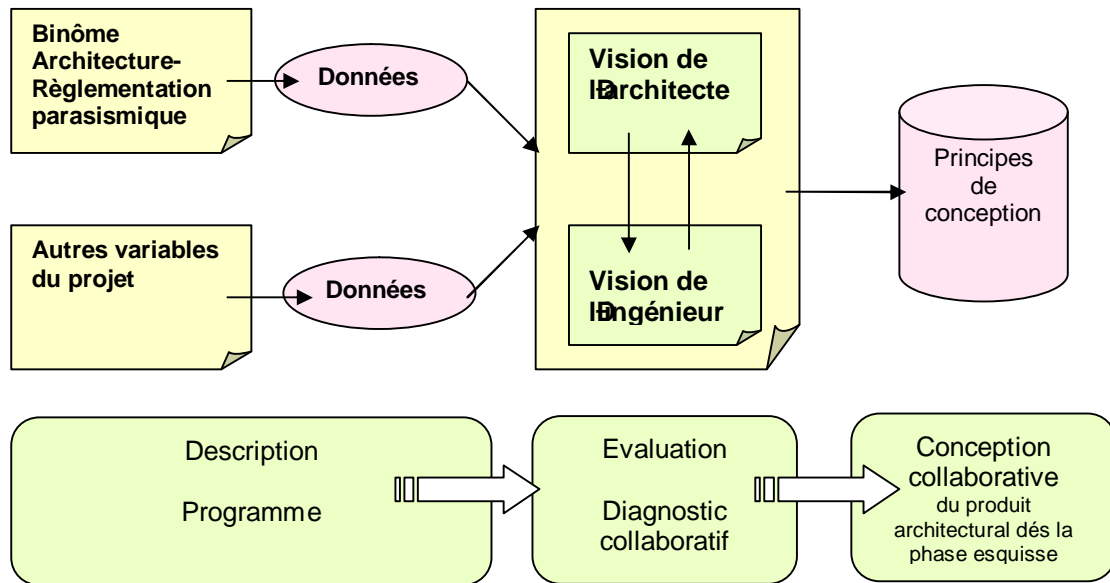


Figure 4.12 : Modèle de la conception collaborative architecte-ingénieur

Ainsi, pour revenir au choix du maître de l'ouvrage pour l'équipe de maîtrise d'œuvre, nous pouvons dire, que ce choix ne devrait pas être basé sur les seules compétences et renommée de l'architecte mandataire de l'équipe mais aussi sur les compétences de l'ingénieur, et surtout de s'assurer que la présence de celui-ci ne soit pas un leurre pour justifier une rémunération due à la maîtrise d'ouvrage, mais une présence efficace dès la phase de conception du projet architectural.

Le nom de l'ingénieur ne doit pas apparaître dans une formalité de liste nominative du personnel de suivi, il ne doit plus être un personnage effacé mais présent et reconnu administrativement et comme un collaborateur indispensable de l'architecte.

L'histoire de l'architecture se rappelle de beaucoup de noms d'architectes qui ont réussi à graver leurs noms sur des œuvres grâce à leur collaboration avec des ingénieurs compétents, on a bien dit sur l'architecte Sullivan qu'il a perdu de sa bonne réputation à cause d'une rupture d'association avec son ingénieur, l'ingénieur s'étant retiré, le public n'était plus rassuré de l'intervention de l'architecte.

Les évènements sismiques survenus en Algérie, ont révélés aussi qu'on peut toujours réaliser des prouesses architecturales tout en assurant la résistance parasismique de la construction.

Nous citons l'exemple de l'immeuble avec château d'eau sur terrasse (Dar El Baïda, Alger) dont le séisme de Boumerdes en 2003 avait révélé une bonne réaction aux sollicitations des efforts sismiques. Cet exemple pourrait faire un cas d'étude intéressant, les constructions avoisinantes d'un aspect régulier et simple ont subi des dégâts (l'exemple du siège de l'office nationale de la météo, les logements de la cité Aissat Idir et la mosquée de Dar El Baïda) alors que cette construction est restée intacte.

En posant des questions à des ingénieurs qui ont analysé ce cas, nous avons constaté que déjà le système constructif n'est pas celui répandu couramment (portique auto-stable), la structure du bâtiment est composée d'un noyau cylindrique type voile intégrant la cage d'escalier et supportant le château d'eau de la terrasse associé à un réseau de voiles orthogonaux.

Les figures suivantes, décrivent les éléments de structure du bâtiment et démontrent une concertation judicieuse entre choix structural et choix architectural.



Figure 4.13 : Immeuble avec château d'eau en terrasse à Dar El Baïda, Alger datant de la période coloniale



Figure 4.14 : Rez-de-chaussée libre avec accès à partir du noyau, structure apparente en voiles et plancher en dalle pleine, permettant un encorbellement de environ 3m.



Figure 4.15 : Aspect de la structure supportant le château d'eau en terrasse



Figure 4.16 : Aspect intérieur des logements de l'immeuble

Nous citons un autre exemple de concertation architecture – structure parasismique, celui des tours avec structure poteaux- poutre en béton armé. Les pré-dimensionnements et les calculs de l'ingénieur peuvent induire une structure massive avec poteaux de grande section

et poutres de grandes retombées. Ces résultats posent des contraintes spatiales pour l'architecte (encombrement des espaces), ainsi une concertation peut conduire à opter pour un choix de structure en voiles porteurs et planchers en dalle pleine.

En fait, nous avons cités ces exemples pour démontrer que les contraintes du RPA 99 :2003 qui ont été déjà cités dans le chapitre 1 (consoles difficilement acceptables, régularité exagérée, épaisseurs de joints parasismiques, etc.) peuvent être surpassées une fois le projet architectural ayant recueilli une attention particulière par ses concepteurs architectes et ingénieurs.

Nous rajoutons aussi, que le RPA 99 :2003 prescrit des exigences qui doivent induire la qualité parasismique sans préciser des solutions techniques. En parallèle des règlements parasismiques, des ouvrages sur la thématique parasismique sont en permanente actualisation avec les résultats de la recherche, ainsi, il est du devoir des concepteurs du bâtiment d'y puiser des solutions innovantes pour les cas de projets qu'ils rencontrent ; et de même, il est du devoir des institutions de l'état de prendre en compte les innovations technologiques dans l'élaboration des règlements , pour qu'ils puissent couvrir toutes les alternatives possibles de solutions (l'exemple des isolateurs parasismiques, des matériaux conférant aux structures une grande ductilité), car ne l'oublions pas, choix des matériaux et méthodes d'édification rentrent en compte très tôt dans le processus de conception parasismique.

6.2 La modélisation systémique du travail collaboratif pluridisciplinaire dans le projet

Aujourd'hui, la complexité toujours croissante des opérations de construction nécessite des compétences pluridisciplinaires, architectes et ingénieurs mais aussi, paysagistes, urbanistes, etc..., selon le degré de novation du projet.

Avec des donneurs d'ordre exigeant des niveaux de pertinence élevés, une pluridisciplinarité variée s'impose dès la phase d'esquisse du projet.

La qualité d'une construction parasismique n'est pas seulement mesurée par son aptitude à résister aux séismes mais aussi par sa capacité à mettre en scène des exigences fonctionnelles et esthétiques.

On attend aujourd'hui d'une équipe de conception qu'elle mobilise de concert ingénieurs, architectes, et différents spécialistes de la construction pour réaliser d'avantage qu'une simple performance constructive et économique.

Nous citons l'exemple du projet de la Grande Mosquée d'Alger, où la nature du sol d'assise (un sol meuble exposé au risque de liquéfaction) pose une problématique de concertation entre les résultats des laboratoires de sol, les avis de géotechniciens et les alternatives de solutions proposées par les ingénieurs et architectes quant au système constructif et mode de fondations. Ceci dit un projet de construction parasismique doit recevoir les multiples visions de spécialistes et bénéficier des échanges d'expériences de tous les corps de métiers qu'il regroupe dans un processus synergique.

Ainsi, il nous semble fondamental de recourir à des moyens de capitalisation des connaissances et d'insister sur ce point particulier qui est susceptible de contribuer à la concrétisation des ambitions d'innovation des concepteurs. La capitalisation et gestion des connaissances a une importance cruciale pour constituer une opportunité pour l'amélioration de la qualité architecturale.

Une capitalisation de connaissances est synonyme d'un apprentissage en équipe, dont l'objectif est l'émergence d'une synergie qui rend l'équipe plus intelligente que la somme des intelligences de ses membres. Elle prend appui sur une communication transparente et la pratique d'un dialogue sain et constructif. L'épanouissement du travail d'équipe serait favorisé par un décloisonnement des professions.

Nous présentons dans ce qui suit [cf. figure 4.17], les acteurs de la conception architecturale non pas par leurs statuts et appartenance administrative mais par leurs statuts métiers ou bien encore compétences et aptitudes professionnelles. L'intérêt de cette représentation est de permettre de formaliser un cadre de travail collaboratif capitalisant les connaissances des intervenants, voire concrétiser une interopérabilité dans le projet.

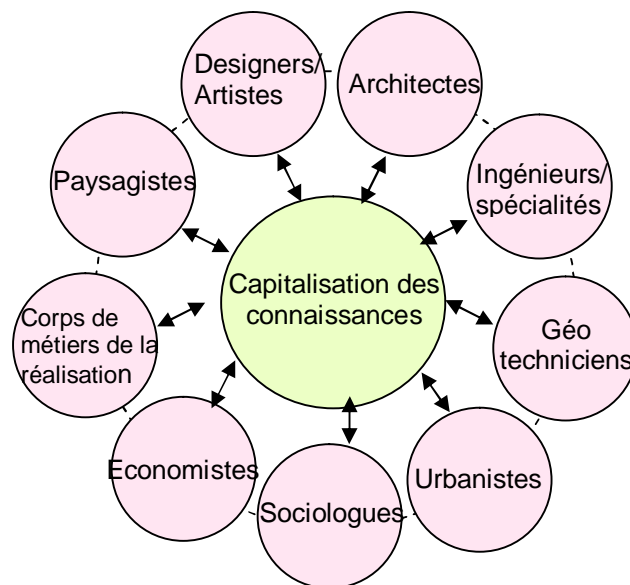


Figure 4.17: Modèle de capitalisation des connaissances pour une collaboration interdisciplinaire et pluridisciplinaire

L'innovation impose des méthodes de co-conception. Christophe Midler (1993), qui observe depuis de longues années les processus de conception chez les industriels et leurs sous-traitants, parle aujourd'hui de co-innovation. Il montre par exemple que l'industrie automobile traditionnelle constitue un cadre trop étroit pour favoriser l'innovation et que l'apport des fournisseurs extérieurs est devenu essentiel pour atteindre des résultats plus compétitifs. Dans le monde du bâtiment, secteur éclaté s'il en est, la fragmentation de l'intelligence entre de multiples acteurs aux compétences diverses et aux logiques souvent antagonistes ne favorise pas la convergence et l'intégration des points de vue.

Cette diversité des métiers et disciplines pose la question de la communication et de la collaboration entre ces compétences multiples. Plusieurs chercheurs (Mitchell 1992, Maher 1993, Kohler 2005) se sont intéressés à la communication dans la conception architecturale collaborative en vue de proposer des outils pour la faciliter et notamment depuis le développement d'internet, les systèmes issus de ces recherches sont cependant peu utilisés dans la pratique professionnelle, parce qu'ils restent inadaptés à l'activité de conception architecturale. Ils n'assurent par ailleurs qu'une communication asynchrone entre les experts qui collaborent par l'interface de l'informatique et d'internet.

Les organisations internationales considèrent en outre que la révolution que connaissent actuellement les TIC peut permettre de lancer une culture de la gestion des connaissances.

Les progrès technologiques dans le domaine des communications (courrier électronique, bases de données électroniques, sites Web, moteurs de recherche, visioconférence, bibliothèques virtuelles...) fournissent de nouveaux moyens de gestion des connaissances.

Le sommet mondial sur la société de l'information (2008), souligne ainsi qu'une gestion efficace des connaissances et de l'information peut contribuer sensiblement à la promotion du secteur de la construction.

La gestion des connaissances est définie comme : « un ensemble de principes, d'instruments et de pratiques qui permettent aux individus de créer des connaissances, et de mettre en commun, traduire et appliquer ce qu'ils savent pour créer de la valeur et gagner en efficacité ». Les nouveaux modes de gestion des connaissances, notamment ceux qui font appel aux technologies de l'information et de la communication, peuvent améliorer l'efficacité en permettant de mieux gérer le temps, d'offrir des services de meilleure qualité, de favoriser l'innovation et de réduire les coûts.

La gestion des connaissances doit considérer d'une part le savoir formel et explicite, découlant de la recherche, et d'autre part le savoir tacite, c'est-à-dire celui présent dans l'esprit des gens et relatif aux expériences individuelles et collectives.

Cependant, dans le contexte algérien, l'amélioration de la performance et des résultats du système de production architecturale pourrait être possible grâce à une gestion efficace des connaissances en matière d'architecture, d'ingénierie et de construction.

En effet, cette gestion des connaissances est considérée actuellement dans le monde développé comme un facteur déterminant de la performance et de la compétitivité des organisations.

6.3 La modélisation systémique du travail collaboratif multi acteurs dans le projet

Dans un projet interviennent une multitude d'acteurs qui en tirent profit et collaborent en même temps à sa réussite. Nous inspirant du cycle PDCA ou la roue de DEMING qui propose une démarche d'amélioration continue et constitue un des huit principes d'un système de management de la qualité, nous proposons un modèle qui ouvre le système général aux propositions et objectifs de l'ensemble des équipes intervenantes. [cf. tableau 4.3].

La plupart des problèmes viennent de la mécanisation inhérente à la fermeture du système, l'organisation rentre dans un sillon d'habitudes et s'endort. Un système ouvert est créatif, un système fermé se contente de générer une attitude productive.

Ainsi, les propositions que nous faisons dans le tableau 4.3 ci-après pour l'amélioration continue de la qualité, tiennent compte des propositions qui ont été faites dans les deux modèles : collaboration architecte-ingénieur et collaboration multidisciplinaire pour s'intégrer maintenant dans la globalité du système de la production architecturale et recueillir la vision de tous les acteurs pour une démarche qualité.

Tableau 4.3 : Principales phases du processus de mise en œuvre de la démarche Qualité.

	Phases
[P] PLAN	Engagement de la maîtrise d'ouvrage et définition des objectifs
	Choix de l'équipe maîtrise d'œuvre
	Définition collaborative des exigences de qualité à atteindre
[D] DO	Capitalisation des connaissances et expériences
[C] CHEK	Méthodologie de collaboration et de mise en œuvre du projet de construction du projet
[A] ACT	Amélioration continue, retour d'expérience

Nous obtenons ainsi un modèle descriptif respectant les objectifs de la roue de Deming (PDCA), représenté dans la figure 4.18. Ce modèle explique l'imbrication des entités actives dans le projet de construction (maîtrise d'œuvre et réalisation) dans l'entité (maîtrise d'ouvrage et donneurs d'ordre) et démontre son rôle de gouvernance.

Conviction est faite du rôle de la gouvernance pour amorcer des objectifs de qualité, formalisés dans l'élaboration des programmes et cahiers de charge; et aussi dans la mise en place des méthodologies de conduite de projet.

Les activités et les ambitions des équipes de maîtrise d'œuvre et de mise en œuvre, sont largement conditionnées par les formes de gouvernance dans le projet.

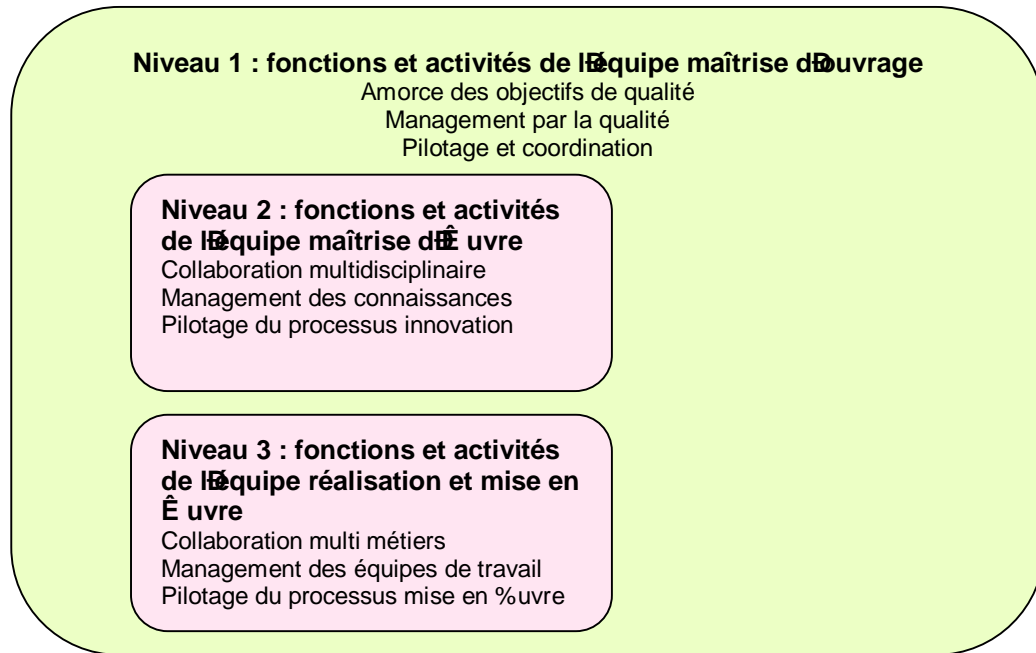


Figure 4.18 : Définition fonctionnelle du modèle collaboratif multi acteurs

Le projet de construction pour pencher vers des objectifs d'optimisation de la qualité, se doit d'être conduit dans un esprit d'équipe et une démarche participative.

Pour travailler en équipes organisées et créer une force de groupe, où chaque entité est responsable, source d'innovation et de progrès ; l'exemple doit venir d'en haut.

Ainsi, nous pensons que, de même que la révision du RPA 99 en 2003 a induit l'introduction de nouvelles clauses dans la législation, notamment celle sur la collaboration architecte-ingénieur dans l'élaboration du permis de construire (article 55 de la loi n° 04-05) ; elle peut toujours induire de nouvelles exigences sur les formes de collaboration dans le projet, sur la constitution des équipes de maîtrise d'œuvre, sur l'intervention fondamentale des laboratoires de sol et le recours aux conseils de géotechniciens dans les phases du projet de construction, sur la coordination des normes et règlements de la construction, sur la sensibilisation de l'ensemble des intervenants dans l'acte de construire aux exigences parasismiques de la construction, etc.

7. Apport et limites des modèles systémiques

Les modèles que nous avons proposés ont un intérêt de transposer l'objectif d'optimisation de la qualité dans ses variantes création, invention, créativité et innovation dans un objectif de recherche de collaboration efficace dans le travail. Ce nouvel objectif nous entraîne dans plusieurs pistes de recherche : les processus créatifs, les sciences managériales, les processus coopératifs, la conception de logiciels pour servir la collaboration voire l'interopérabilité créative, etc.

Comme l'évoque JEAN-JACQUES TERRAIN (2009) : "En ce début de XXIème siècle [...] des exigences environnementales, économiques et sociales, de plus en plus vigoureusement

soutenues par les instances nationales et internationales, imposent des démarches de production plus responsables. [...] Les processus de conception de notre cadre bâti doivent être profondément renouvelés. L'observation de ce recadrage dans d'autres domaines, notamment dans les milieux industriels et artistiques, montre que l'évolution des pratiques s'accompagne de l'adoption de méthodes collaboratives et plus interactives, et d'outils adaptés ».

Ce travail de modélisation que nous avons mené justifie de la nécessité d'adopter des démarches de conception et de réalisation répondant mieux à la complexité accrue des projets actuels assujettis à la réglementation parasismique. Il positionne le RPA 99 : 2003 comme une exigence dans le projet de construction qui incite aux démarches collaboratives pour induire la qualité.

Cependant, une modélisation systémique est toujours doublement finalisée, elle renferme les finalités fixées par les objectifs de la recherche et renferme aussi la vision spécifique du concepteur du modèle qui est une proposition à discuter et à critiquer.

8. Conclusion

Les représentations que nous avons fait de notre système sont une image simplifiée de la réalité et nous inspirent pour des actions futures. Les modèles que nous proposons ont l'objectif de transposer le projet de construction dans un processus de co-innovation, et de transposer les objectifs d'optimisation de la qualité architecturale dans des objectifs de création d'outils et d'élaboration de stratégies d'aide à l'innovation et à la gestion du travail collaboratif, « *La qualité s'invente et se partage* ».

Les modèles que nous avons élaborés permettent d'avoir une vision partagée par les intervenants dans l'acte de construire.

Ces propositions nous orientent vers un redéploiement des ingénieries, de nouveaux partenariats et une profonde révision du partage des missions. Elles font émerger des types de groupement de maîtrise d'œuvre différents où les frontières entre les métiers et leurs responsabilités se déplacent.

Le recours à ces formes de collaboration devrait faire l'objet d'une motivation par les institutions dans lesquelles sont encrées les professions et les pratiques du projet de construction.

L'optimisation de la qualité architecturale est une mission globale portant à la fois sur le financement, la conception, la construction et la gestion du projet.

La qualité exige le recours à des documents de référence. Il est nécessaire donc que les lois, les décrets, les DTR soient bien élaborées pour faire preuve d'une bonne référence. Aussi, il faudrait veiller à vulgariser la connaissance de ces documents pour l'ensemble des intervenants dans l'acte de bâtir. Ceci passe par les techniques et stratégies de communication et d'information.

Un point qui revient toujours pour la motivation des équipes, c'est la récompense et la reconnaissance du mérite ; la récompense des efforts de la maîtrise d'œuvre pour ses apports de suppléments d'idées dans les concours d'architecture, la récompense des

entreprises et fournisseurs pour leurs contributions à la concrétisation des ambitions de la maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, etc.

Les institutions de l'état notamment l'ordre des architectes, pourraient avoir un rôle considérable dans la promotion de l'architecture algérienne, par l'ouverture du débat interdisciplinaire sur la qualité architecturale ; par l'information des nouveautés législatives et technologiques, par la création de partenariats entre les parties prenantes du projet et par le contrôle des pratiques professionnelles.

Pour servir l'optimisation de la qualité, l'exemple des activités de l'ordre des architectes dans les pays développés, à prendre des initiatives pour promouvoir les échanges d'expériences et le partenariat ; est à encourager en Algérie.

CONCLUSION GENERALE

“

Tout effort que l'on fait dessert la pratique, car il fait des vagues dans notre esprit. D'autre part, il est impossible d'atteindre le calme absolu de l'esprit ! || || ■

[Shunryu Suzuki]

La qualité est la vertu et la quête de l'humanité depuis son existence. La question que nous nous sommes posée dans ce travail de recherche est sur l'optimisation de la qualité architecturale, dans le contexte algérien de production architecturale, un contexte qui a pour caractéristique principale de soumettre les projets de constructions aux directives d'un règlement parasismique, le RPA 99 version 2003.

Compte tenu d'un risque sismique présent dans le nord du territoire algérien, l'on peut dire que l'architecture algérienne se veut une architecture prioritairement parasismique spécialement dans cette zone.

Commence ici, une dualité entre les prérogatives de l'architecture et ce qu'elle réclame comme promotion de la qualité par des ambitions de créativité et d'innovation et les prérogatives de la construction parasismique et ses objectifs de durabilité et de résistance face à un séisme.

Pour aborder la complexité de la question et la cerner dans sa globalité, nous avons adopté une approche systémique, une méthodologie qui nous a permis d'explorer la question par couches « impressionnistes » : sur ses aspects disciplinaires, scientifiques, réglementaires, organisationnels, techniques, économiques, sociologiques et humains.

L'enjeu de notre recherche était d'éclairer certaines pratiques du système de production architecturale dans son environnement algérien dans une vision plus élargie, et de reconnaître les relations transversales qui lient l'architecture à un acte de construire et à un contexte environnemental et réglementaire spécifique.

Ainsi cette approche a rendu transparent pour nous le système de production architecturale algérien, dont nous avons relevé quelques caractéristiques :

- La qualité architecturale parasismique fait référence à un règlement parasismique qui doit être une exigence non contraignante qui induit la qualité.
- Le règlement parasismique décrit des exigences qualité qui imposent implicitement une démarche qualité globale dans le projet de construction et qui doit recueillir plus d'intérêt.
- La qualité parasismique relève d'une qualité globale du projet, de la qualité des choix opérés dès les premières phases du projet (choix du site, de la configuration architecturale...) jusqu'aux dernières phases d'une mise en œuvre soignée. Aussi cette démarche impose une collaboration avec les laboratoires d'analyse du sol et avec les instruments de contrôle de la qualité des matériaux et de la mise en œuvre de la construction.
- Le RPA 99 version 2003 impose une collaboration efficace entre deux spécialistes convoités par la conception architecturale parasismique, l'architecte et l'ingénieur ; leur collaboration est ordonnée par la loi n° 04-05.
- Il ne suffit pas donc, d'instaurer une loi, il faut veiller à son application, ainsi les services chargés de délivrer des permis de construire doivent disposer de compétences capables d'assurer pleinement leurs missions de contrôle.

- Le RPA 99 version 2003 fait partie d'un palmarès de documents techniques et règlementaires qui sont une référence pour le contrôle de qualité, une coordination du domaine normatif et réglementaire s'impose. La vulgarisation de leur connaissance par l'ensemble des intervenants de l'acte de bâtir est une nécessité aussi.
- La qualité architecturale relève d'un consensus entre acteurs et spécialistes dans le projet de construction.
- L'aventure architecturale et le risque de l'innovation esthétique sont souvent mis au devant de la scène du discours par le maître d'ouvrage. La commande du projet renferme pour une grande partie les exigences de qualité architecturale dictées par un maître d'ouvrage. Les réponses à cette commande par la maîtrise d'œuvre font l'objet de négociations sur ce qu'est l'esthétique et la qualité architecturale et de compromis sur les moyens à déployer.
- Se pose alors la question de l'évaluation et la perception de la qualité du projet architectural par les donneurs d'ordre.

Ceci dit, la question de notre recherche est un sujet nécessairement pluridisciplinaire où les chercheurs de tous horizons sont les bienvenus. Les institutions de l'état devraient trouver le moyen de prendre cette multidisciplinarité en charge et de coordonner les propositions émanant des différents domaines. Il nous semble fondamental de reconnaître les différents regards portés sur cette thématique, de tenir compte des valeurs particulières qui lui sont attribuées par les acteurs et les décideurs concernés et, de les intégrer dans des propositions d'amélioration de la qualité.

Ainsi, nous constatons que l'optimisation de la qualité est liée à l'ensemble du système de production architecturale et relève de démarches participatives, l'objectif qui peut bien relier tous les composants du système pour servir la qualité est la recherche d'un travail collaboratif efficient et efficace à tous les niveaux.

Dans ce sens nous avons proposé des modèles systémiques :

- pour la collaboration architecte –ingénieur dès la phase de conception architecturale ;
- pour le travail collaboratif multidisciplinaire et la capitalisation des connaissances ;
- et pour le travail collaboratif multi-acteurs, regroupant la vision générale et synergique des objectifs des intervenants.

Ceci nous fait aboutir à quelques propositions pour défendre une certaine idée de l'architecture et de l'innovation :

- Moraliser la maîtrise d'ouvrage pour susciter une véritable demande et un goût de l'architecture.
- Promouvoir une commande renouvelée pour susciter une véritable ambition architecturale au sein de la commande publique.

- Développer le réseau d'information sur l'architecture et les architectes et soutenir les initiatives de formation et d'échanges d'expériences associant maîtres d'ouvrages publics et privés, architectes, constructeurs, pour créer le débat sur les valeurs de l'architecture, les textes et les lois, le mode d'élaboration des programmes et cahiers de charges, le mode d'élaboration des concours d'architecture et de leurs évaluation.
- Améliorer la formation initiale et la formation permanente dans le sens d'une professionnalisation et d'un « métissage culturel » des différentes professions. Favoriser l'émergence d'une culture commune aux différentes professions en aménageant des rapprochements entre la formation des architectes, celle des ingénieurs et celle des urbanistes.
- Encourager les formes de maîtrise d'œuvre pluridisciplinaires, décroiser les professions.
- Elargir le champ de la législation pour intégrer les enjeux actuels de la complexité du projet de construction, de façon à déboucher sur une approche plus transversale et intégrée des différents métiers de la maîtrise d'œuvre, au terme d'une concertation approfondie avec l'ensemble des catégories d'acteurs concernés.
- Inciter les responsables à apporter un soin particulier à la préparation des cahiers des charges et programmes, et à y associer les spécialités de la maîtrise d'œuvre et entreprises.
- Inciter les donneurs d'ordre et maîtres d'ouvrages à juger les candidats aux concours non seulement sur les critères économiques, mais sur la qualité globale des ouvrages et en particulier sur la valeur ajoutée de la qualité architecturale.

Au terme de ce travail, nous pouvons dire, que, comme pour le principe de l'approche par processus, les résultats de notre recherche seront « des entrées » pour un nouveau processus d'investigation à entamer. Sous la coupe de la collaboration et de la coordination, apparaissent des pistes de recherches pour les méthodologies de communication, d'information, d'organisation, de management et de capitalisation des connaissances. Des recherches sur les outils d'aide à la conception collaborative, à la décision dans les systèmes complexes, à l'innovation collaborative.

De grands possibles pour améliorer la qualité architecturale sont encore ouverts devant les architectes, ingénieurs et entrepreneurs pourvu que les projets se dotent de méthodes de travail adaptées aux univers de l'innovation.

Ainsi notre travail de modélisation peut servir de base et se prolonger dans une modélisation dynamique orientée vers l'action et la création de modèles opérationnels de promotion et de gestion de la qualité, dans une perspective de cheminement vers la connaissance et un transfert opératoire de la créativité collective distribuée.

Pour faire preuve d'optimisme, nous savons maintenant (mai 2010) qu'une révision du RPA 99 : 2003 vient d'être entamée, et nous espérons la prise en compte de son intégration dans une cartographie des processus du projet de construction, qui ne peut aboutir à la qualité qu'avec une collaboration multidisciplinaire efficace.

BIBLIOGRAPHIE

AFSCET, (2004), *L'approche systémique : de quoi s'agit-il ?* Synthèse des travaux du groupe AFSCET "Diffusion de la pensée systémique", France.

AFPS, (2004), *Guide de la conception parasismique des bâtiments*, Editions Eyrolles, France.

AMATO. A, (2006), *Vers un management systémique des organisations*, Diffusion de l'association « Systémiques », Les Cahiers de l'Actif N°308/309, France.

BALLANTYNE.A, (2005), *L'Architecture*, Infolio Editions, France.

BEN RADJEB.S, (2006), *Collaboration entre experts dans la conception architecturale assistée, Cas d'Architectes et d'ingénieurs*, Publication scientifique, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture, de Paris La Villette, France.

BERIOT. D, (2006), *Manager par l'approche systémique*, Publication scientifique, Editions d'Organisation, Groupe Eyrolles, France.

BOUDON.P, DESHAYES.P ; POUSIN.F ; SCHATZ.F, (2004), *Enseigner la conception architecturale, Cours d'architecturologie*, Editions de la Villete, France.

CHELGHOU.M.A, (2010), *Le séisme de Koléa est un signe précurseur qu'il faut prendre au sérieux*, in EL WATAN N°5949, Quotidien indépendant, Algérie, le 22 mai 2010.

DAVIDOVIDCI.V, (1999), *La construction en zone sismique*, Editions Le Moniteur, Paris, France.

DE BONO.E, (1987), *Six chapeaux pour penser*, Paris Inter Editions, France.

DE BONO.E, (1992), *Boîte à outils pour la créativité*, Editions D'organisation, Paris, France.

DJEGHADER.D, REDJEL. B, DJOUIMAA.S, (2008), *Conception parasismiques des constructions . principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes et autorités*, Communication au Colloque National : Pathologie des Constructions, Du Diagnostic à la réparation, Université Mentouri Constantine, Algérie, Département de Génie Civil.

DURAND.D, (2006), *La systémique. «Que sais-je ? »*, 2^{ème} Edition Puf, Paris, France.

EACF / CERTU / GERPHAU, (2004) *Penser en projets. Chroniques d'une pédagogie 1997-2002*, Edition CERTU, France.

FREY.F, STRUDES. M-A, (1996) *Introduction à l'analyse des structures*, Edition. Presses polytechniques et universitaires romandes (PPUR), Suisse.

HUET.M, (2001) *Le droit de l'architecture*, 3^{ème} Edition Lavoisier, France.

LE MOIGNE.J-L, (1977) *Théorie du système général, théorie de la modélisation*, Editions PUF, Paris, France.

MARTINON.J-P, (1982) *Elaboration et mise en œuvre du projet architectural*, Géorgi publishing Company, Suisse.

MAUGARD.A, (2006) *Regards sur le bâtiment*, Editions Le Moniteur, France.

MAZOUZ.S, (2006) *Eléments de conception architecturale*, Edition OPU, Algérie.

MINISTERE DE L'HABITAT, (1998) *Règlementation technique algérienne du bâtiment*, Edition Révolution africaine, Algérie.

MINISTERE DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME, (2003) *RPA 99 : 2003 D.T.R . B.C. 2.48*, Edition OPU, Algérie.

NEUFERT.E, (2000) *Les éléments des projets de construction*, 7^{ème} Edition Dunod, Paris, France.

NOUIGA.M, (2003) *La conduite du changement par la qualité dans un contexte socioculturel. Essai de modélisation systémique et application à l'entreprise marocaine*, Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure des arts et métiers, Centre de recherche et d'enseignement de Paris, France.

OUMEZIANE.H, (2005) *Approche systémique pour une ingénierie du bâtiment intégrée, Contribution à l'interopérabilité des acteurs en conception avancée*, Thèse de doctorat, Ecole centrale des arts et manufactures « école centrale paris », France.

PROST.R, (1995) *Créer, concevoir ou inventer. Réflexion sur les pratiques*, Edition L'Harmattan, Paris, France.

RAMDANE.K-E, (2010) « *Il faut suivre l'expérience de la Californie et du Japon pour limiter les dégâts* », In EI WATAN IMMOBILIER N°186, Hebdomadaire, Algérie, semaine du 25 au 31 mai 2010.

TAIBI. M-A, (2005), *Le séisme et l'architecture, Entre exigences techniques et conception architecturale*. Mémoire de magistère, Université des Sciences et de la Technologie, Oran, Algérie, Faculté d'architecture et du génie civil, Département d'architecture.

TERRIN.J-J, (2009), *Conception collaborative pour innover en architecture Processus, méthodes, outils*, Edition Paris, L'Harmattan, Collection « Questions Contemporaines », France.

TORROJA.E, (1969), *Les structures architecturales, leur conception, leur réalisation*. Eyrolles, Paris, France.

VERGAUWE. J-P, (1991), *Le droit de l'architecture*, Afriques-Editions, Bruxelles, Belgique.

VON MEIS.P, (2003) *De la forme au lieu*, 2^{ème} Edition, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse.

ZACEK.M, (1996) *Construire parasismique*, Editons Parenthèses, France.

ZACEK.M, (2003) *Construire parasismique. Niveau Avant-projet*, Collection des cahiers parasismiques publiée par les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, Editons Parenthèses, France.

BIBLIO WEB

<http://www.archi.fr/MIQCP/>

[Joradp - joradp dz - www.joradp.dz - journal officiel algerie](http://www.joradp.dz)

<http://pastel.paristech.org/3677//>

<http://projet-idea.u-strasbg.fr/>

<http://www.u-bourgogne.fr/2Fmaster/>

Notre travail de recherche, a pour corpus d'étude, l'architecture, le séisme, la réglementation parasismique algérienne, dans une question posée sur l'optimisation de la qualité architecturale dans le projet de construction.

La complexité de la question, la multiplicité des intervenants et des disciplines qu'elle fait rencontrer, le flou sur la définition de la qualité en architecture et sur la manière dont elle est perçue, nous entraînent dans une méthode traitant de la globalité dans une logique conjonctive, et recherchant ainsi, les rapports des parties à l'ensemble, les relations qui lient les objets d'étude et la manière de les faire converger vers la concrétisation des finalités dictées par la qualité.

Petit à petit, le système de production architecturale s'éclaircit et des objectifs se tracent dans le support de la méthode qui organise notre synthèse bibliographique et nos conclusions tirées du vécu d'une petite expérience dans la profession architecturale.

C'est donc, notre adoption de l'approche systémique et de son concept de modélisation qui ont guidé nos propositions de modèles pour approcher cet objectif d'optimisation de la qualité architecturale dans son environnement algérien et dans les balises du RPA 99 version 2003.

Mots clés : Systémique, RPA 99 : 2003, Architecture, Séisme, Projet de construction.

Abstract

Our actual investigation works are focusing on: Architecture, seism, Algerian seismic design code, stating issue about architectural quality optimization in building project.

The intricacy of the issue, the several stakeholders and fields covered by this one, also blurring aspect about the meaning of quality in architecture and its comprehensiveness, lead us to a method that deals with globality in connective logic, in search of relationships between the parts and the whole, links between subjects of study and how to make them convergent towards achieving the aims imposed by quality.

Gradually, architectural production system becomes obvious and goals are marked in the background of the way that rules our bibliographic synthesis and conclusions remaining from our modest professional experience in architecture.

Therefore, adopting systemic approach with its modelling concept has led us to hold out prototypes to almost achieve our goal of architectural quality optimization in Algerian area marked out into "RPA 99 version 2003".

Keywords: Systemic approach, RPA 99: 2003, Architecture, Seism, Building project.

ملخص

يدور محور هذه الدراسة حول الهندسة المعمارية و الزلازل وكذا النظام الجزائري للبنىات المضادة للزلازل وذلك في سياق متصل يعالج إشكالية تحسين وتطوير الجودة المعمارية لمشروع بناء.

إن نسبة التعقيد فيما يخص هذه المسألة وتعدد المهتمين بالموضوع والمجالات التي تتطرق إليها هذه الدراسة بالإضافة إلى الغموض والإبهام الذي يرافق مفهوم الجودة المعمارية وكيفية إدراكها جعلنا نسير نحو اتخاذ منهجية تعالج بشكل إجمالي وفي إطار منطقي عام، بغية البحث عن العلاقة بين الأجزاء والكل، والروابط التي تجمع بين محاور الدراسة والوسيلة التي تجعلها تصبو إلى تحقيق الأهداف التي تفرضها علينا الجودة المعمارية.

بالتدرج، يتبين نظام الإنتاج الهندسي بوضوح كما تسطر الأهداف في ظل المنهجية التي تؤسس عملنا المرجعي واستنتاجاتنا الخاصة من تجربة بسيطة في أداء مهنة الهندسة المعمارية.

وبهذا، يكون تبيننا للمنهجية النموذجية ولمفهومها المثالي هما اللذان سمحا لنا بتقديم نماذج تقترب من مسعانا المتمثل في تحسين الجودة المعمارية في الميدان الجزائري وذلك تبعاً لما يمليه النظام الجزائري الخاص بالبنىات المضادة للزلازل – طبعة 2003.

كلمات مفتاحية: منهجية نموذجية، RPA 99 : 2003 ، هندسة معمارية، زلزال، مشروع بناء.