

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED KHIDER DE BISKRA
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE

Présentée pour obtenir le diplôme de Magistère nouveau régime en Architecture
Option
Architecture dans les milieux arides et semi arides

THEME :

**TENTATIVE D'ÉLABORATION D'UN PROCESSUS
RATIONNEL DE CONCEPTION ARCHITECTURALE**

« Vers une codification de la conception »

[L'Intervention de la composante Bioclimatique : Un exemple parmi « N » composantes]

Cas des milieux arides à climat chaud et sec

PAR
LABIDI FAYÇAL

Devant le jury :

Président :	Dr : ZEMMOURI Nouredine.....	M.C. Univ. BISKRA
Rapporteur :	Dr : ALKAMA Djamel	M.C. Univ. BISKRA
Examineurs :	Dr : BELAKEHAL Azzedine.....	M.C. Univ. BISKRA
	Dr : MOUMI Abdelhafidh.....	M.C. Univ. BISKRA

Année 2010

REMERCIEMENTS

- *A Dieu ; le sacro-saint, le tout-puissant qui a instauré la miséricorde et qui s'impose d'être Miséricordieux.*
- *Une Gratitude spéciale pour mon encadreur :*
 - ➔ *DR : ALKAMA Djamel.*

Car cette recherche n'aurait jamais abouti sans ses précieux Conseils et orientations et surtout son support et encouragements.

- *J'ai le plaisir de remercier infiniment les membres du jury pour leurs efforts de mener au mieux cette modeste tentative.*
 - ➔ *DR : ZEMMOURI Nouredine.*
 - ➔ *DR : BELAKHAL Azzedine.*
 - ➔ *DR : MOUMI Abdelhafidh.*
- *A ceux qui m'ont soutenue ; qui m'ont supporté durant toute cette recherche.*

DEDICACE

A mes parents...

Mes frères et sœurs...

Et surtout a ma sœur la défunte Dakhia.

ABSTRACT

Architecture is a multivariable science, indeed it is the most known, but it is the most wrong understand.

Architects feel uneasiness when they start to design a new project, and feel like they are seeking in a sea of multidisciplinary data.

Until this day, there is not any clear method witch prescribe how architects would proceed, to tell by what component they start and by what each other they finish their task.

The problem is not about the necessary data with which the project would be well designed, but the problem is how to use these set of data and in what way they will be globally integrated and related, then the method of how processing these data is the crucial thing.

Indeed there are many attempts to define this process by many philosophers and architects, but they all have more complicate the problem than they have found new solutions.

Almost all precedent researches were basing over a partial factors, little visions, subjective or ideological concepts.

These data consist on different components and they are several and not countable at all. They are overlapped and interacted and they work in the same time and the same space coherently, like the development of the embryo; his head, abdomen end limbs are simultaneously developed and this process can not absolutely began by one of them and get over with another one.

To solve this problem we should find the logic which link these components and if this is done it would be necessary to analyze itch component lonely.

Among these components there is the bio climatic factor “which is the option of our thesis». All other components are let to other researchers and other participations in the optics of more clarifying the process and founding “if possible” an « eternal method for design.

In this research we take an interest in the bioclimatic component and we should find how it intervenes and how we should consider it in the task of designing architectural projects.

In this research we find that it is necessarily to establish the global process of architectural design in witch all the components would be introduced (the bioclimatic one constitute an example among these components).

RESUME

L' Architecture est une science multi-variable, sans doute elle est la plus connue et la plus mal compris des sciences.

Pendant la conception d'un projet architectural, les architectes éprouvent : angoisse, trouble et perturbation et se sentent comme ils sont noyés dans une mer de données multidisciplinaires.

Jusqu'à ce jour, il n'existerait aucune méthode qui dicte clairement comment les architectes procèdent dans leurs projets de conception, une méthode qui prescrite par quel intervenant on commence et par quel autre intervenant on doit achever la tache de conception architecturale.

Le problème ne réside pas dans les connaissances et données nécessaires grâce à lesquelles le projet architectural devrait être convenablement conçu, mais la question est comment utiliser, intégrer et relier ces milliers de connaissances et données d'une manière globale, rationnelle et fiable. De ce point de vue ; cette procédure constitue la pierre d'angle dans une conception architecturale.

Certainement ; différentes tentatives ont essayé de décrire ce processus par des philosophes et architectes, mais toutes ces tentatives ne faisaient qu'ajouter de l'équivoque et de l'obscurité au sujet plutôt qu'ils ont trouvé de nouvelles solutions.

Presque toutes les recherches précédentes sur le sujet étaient basées sur des facteurs partiels, des visions minimales ou des concepts subjectifs et idéologiques.

Les données inhérentes au projet architectural comportent différents composants et facteurs, ils ne sont pas nombrables du tout. Ils sont chevauchés et inter reliés. En plus ils agissent tous au fur et à mesure et dans la même topologie spatiale. Comme l'embryon : sa tête, son abdomen et ses membres sont simultanément développés et ce processus ne doit jamais débiter par un, pour finir par d'autre.

Afin de résoudre le problème, nous devons découvrir la logique qui relie ces composants et les analyser chacun seul.

Parmi ces composants, Il y'a le facteur bioclimatique (qui est l'exemple analysé dans cette recherche) .Quant aux autres composants ; on espère être étudiés en cours de futures recherches et participations dans l'optique de mieux élucider la question pour enfin aboutir (si possible) à une « **méthode éternelle de conception architecturale** ».

Dans cette recherche, la composante bioclimatique est étudiée et démontée afin de trouver comment elle intervient dans le processus global de conception et comment elle doit être considérée.

Dans cette tentative, L'élaboration et le fondement d'un processus global et rationnel est fortement nécessaire pour la conception architecturale

❖ ملخص

- العمارة علم كثير المتغيرات فهي العلم الأكثر شيوعا عند المجتمعات منذ التواريخ الأولى و لكنها للأسف و في نفس الوقت العلم الأقل فهما حتى عند المعماريين أنفسهم.
- فالمهندسين المعماريين يجدون صعوبة وقلقاً واضحاً عند محاولتهم تصميم مشروع معماري معين، كما يشعرون و كأنهم غارقين في بحر من المتغيرات و المعطيات المتعددة الاختصاصات.
- إلى غاية يومنا هذا لا توجد أية طريقة ممنهجة و واضحة المعالم و التي تصف كيف يمكن للمعماريين التسلسل تدريجياً في عملية التصميم المعماري أو تملّي عليهم الأطوار التي يجب البدء بها و الأطوار الأخيرة التي بها يكتمل تصميم المشروع.
- بدون شك هناك العديد من البحوث و المساعي و التي تهدف إلى شرح المنهجية المثلى للتصميم المعماري و لكن جلها كانت قد أضافت عليها من الإبهام و الالتباس أكثر مما أضافته من وضوح و قوة للمنهجية.
- كما يجدر القول بأن المحاولات السابقة قد تعمدت في تأسيسها على عوامل جزئية، رؤى ضيقة أو مفاهيم ذاتية و إيديولوجية. كما أنها لم تأخذ في عين الاعتبار وجوب التسلسل المنطقي الثابت و المهيكل و الدائم للطريقة المؤسسة.
- و المشكلة هنا ليست في توفر المعلومات و المعطيات و المعارف التي يتم بها التصميم المعماري على أكمل وجه و لكن المشكلة تكمن في كيفية تصريف و استعمال هته المعطيات و ربط و إدماج هته المعارف مع بعضها البعض في نسق منسجم (معارف موجودة في جزر على رأي أليكسيس كاريل) ليتسنى تصميم المشاريع بكيفية شمولية و دقيقة و متسلسلة في الزمان بحيث لا يجد المهندس المعماري نفسه قد أهمل بعض العوامل السابقة و هو في مرحلة لا يمكن الرجوع فيها إلى ما هو سابق.
- إن المعطيات و المعارف سابقة الذكر كثيرة و متعددة الاختصاصات و لا يمكن الإحاطة بها كلها في وقت واحد، كما أنها متشابكة و مترابطة و تتقدم في نفس الزمان و المكان ويمكن تشبيهه هذا التقدم المترابط بنمو الجنين حيث أن رأسه و جسمه و أطرافه تنمو في نفس الوقت و بنفس الوتيرة و في نفس المكان و من غير الممكن حدوث عكس ذلك ، أي أن ينمو الرأس حتى حجمه النهائي ثم يليه الجسم في النمو.
- لحل هذه المسألة و يجب إيجاد المنطق الذي يسيّر عليه تقدم التصميم المعماري و المنطق الذي يربط كل المعارف و المعطيات، و عندها يمكن ببساطة تحليل كل مركبة (متدخل) على حدى.
- من بين هته المركبات هناك المتدخل البيومناخي و الذي يشكل المثال المدروس في هذا البحث من بين كل المركبات. كما ننصح في بحوث مستقبلية إلى إمكانية التطرق و التحليل للمركبات الأخرى بنفس الطريقة المتبعة في هذا البحث و ليس دراسة المركبات بانعزال تام عن المكونات الأخرى و هي الحالة و هي الحالة التي لا تعبر عن حقيقة المشروع المعماري.
- إن الهدف من هذا البحث مع كل البحوث السابقة و المستقبلية التي تتطرق إلى مشكلة " فوضوية التصميم " هو الوصول إلى تأسيس طريقة مهيكلية و ثابتة، دقيقة و شاملة، علمية و يمكن استعمالها تكراراً و مراراً أثناء التصميم المعماري.

S O M M A I R E

Remerciements.....	I
Dédicace	II
Résumé	III, IV, V
Sommaire.....	VI

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1- Introduction	1
2- Constats du problème	3
3- Questionnements	4
4- Mots- clés	5
5- Hypothèses	6
6- Objectifs	6
7- Méthode de travail.....	6
La démarche globale de la recherche.....	7
8- Visée de la recherche.....	8

CHAPITRE UN :

POUR UNE DEFINITION D'UN

PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE

INTRODUCTION	9
PARTIE 01. LES RECHERCHES SUR LA CONCEPTION ARCHITECTURALE.....	9
1-1- l'approche scientifique de la conception en architecture.....	9
1-1-1- Le projet architectural et la conception	12
1-1-2- La conception ne peut se limiter ni à « la résolution de problèmes » ni à une « activité d'organisation de multiples acteurs sociaux »	12
1-1-3- la scientification du processus de conception	12
1-1-4- Le langage architectural et l'herméneutique (Science de 'interprétation)	13
1-2- Les différentes acceptations de l'architecture	14
1-3- La conception architecturale face à la pensée contemporaine	17
Partie 02. LE PROCESSUS DE CONCEPTION.....	21
2-1- Quelques travaux du domaine	21

PARTIE 03. LE PROJET ARCHITECTURAL ENTRE METHODE DE CONCEPTION

ET MODE DE REPRESENTATION.....	30
3-1. L'architecture et le dessin.....	31
3-2. La conception architecturale comme recherche de la forme finale à travers le dessin.....	31
3-3. Le dessin d'architecture	34
3-4. La CAO et l'informatique en architecture	41
CONCLUSION.....	49

CHAPITRE DEUX :

LA CONCEPTION ARCHITECTURALE COMME LOGIQUE DE TRAITEMENT DE DONNEES « PROCESSING »

INTRODUCTION.....	50
Partie 01. LE RAISONNEMENT	51
1-1- Définition du raisonnement	51
1-2- Fonctions du raisonnement.....	51
1-3- Nature du raisonnement.....	51
2- Le processus de conception architectural doit être méthodique.....	52
2-1- La méthode: Qu'est ce qu'une méthode ?	52
2-2- La démarche heuristique	53
3- Analogie entre raisonnement architectural et raisonnement informatique	
« Implémentation des modèles de conception de l'intelligence artificielle ».....	53
3-1- La méthode en général : « processing » : traitement des données :.....	53
3-2- La modélisation de la conception architecturale : Le processus Qui ? , fait quoi? a quel moment ?	
et de quelle façon ?	54
3-2-1. Modélisation par les fonctions « la forme suit la fonction ».....	54
3-2-2. Modélisation par les données.....	55
3-2-3. le modèle en MESH	55
3-2-4. le modèle en cascade.....	55
3-2-5. Modèle en V.....	56
3-2-6. Modèle en spirale: comparable à l'approche de Carl Popper.....	57
4- Le model théorique d'une procédure –Notation et artefacts.....	57
Partie 02. ANALYSE D'UN MODÈLE DE CONNAISSANCES ARCHITECTURALES	
EN CHEVAUCHEMENT AVEC LE MODEL INFORMATIQUE.....	59
CONCLUSION.....	76

CHAPITRE TROIS:
LA GENÈSE DE LA METHODE

Avant propos	77
PARTIE 01 : ETAT DE L'ART DES METHODES DE CONCEPTION.....	78
1- INTRODUCTION.....	78
2- Les méthodes holistes jusqu'à maintenant connues	79
2-1. la méthode de conjecture et réfutation selon « Karl Popper »	79
2-2. la méthode des canevas et l'aspect déterminant élaborée par le Professeur : S.Mazouz	80
2-3. la « méthode structurée améliorée » de Isabelle M.M.J. Reymen(Improving Design	
Processes through Structured Reflection 'A Domain-independent Approach').....	81
Les « CBR » le raisonnement se basant sur les cas précédents.....	88
2-4-1. Les notions de la base du raisonnement pendant le processus de conception	
architecturale.....	88
A- Le structuralisme	88
B- L'holisme.....	89
C- THEORIE DE LA COMPLEXITE.....	89
D- C-3. La Complexité Du Réel.....	91
E- C-4. Les Systèmes Complexes.....	91
F- La redondance	94
G- L'explosion combinatoire	95
H- Les Fractales	96
I- théorie du chaos déterministe et les attracteurs étranges « the butterfly effect »	97
J- La codification	98
K- L'espace Métrique.....	99
L- La topologie « l'étude du lieu ».....	100
M- LA CALCULABILITÉ DE CHURCH-TURING.....	103
N- Problème de la décidabilité de Hilbert.....	103
O- Les problèmes de décision.....	104
PARTIE 02 : LA GENESE DE LA METHODE.....	106
2- la genèse de la méthode	106
2-1. la difficulté de schématiser la pensée architecturale.....	106
2-2. l'intelligence utilisée dans un processus de conception architecturale.....	106
2-3. Quelle intelligence adopter ?.....	107.
2-4. L'intelligence en conception architecturale	108
3- PRINCIPES TIRES DE LA REFLEXION SUR LE THEME CONCEPTION ARCHITECTURALE	109
4- LES SYSTEMES DE LA METHODE	111
LA FORMULE MAGIQUE.....	115

5- LES PRINCIPES DE BASE DE LA METHODE	118
6- LE DEROULEMENT DE LA METHODE	128
PHASE 01: ETABLISSEMENT DE L'AGENT DE CONTROLE « autonome »	128
PHASE 02 : AUTO-ANALYSE DES TENDANCES DE L'ARCHITECTE	129
PHASE 03- ANALYSE CONTEXTUELLE	130
PHASE 04 : ANALYSE DU PROGRAMME	130
PHASE 05 : LA GENERATION	130
7- LES CARACTERISTIQUES DE LA METHODE	132
8- LES DERIVEES DE LA METHODE GLOBALE DE CONCEPTION	133
C O N C L U S I O N	135

APPERCU SYNOPTIQUE SUR LA METHODE GLOBALE

(APPERCU EN A3 SUR LE VERSO).....	137
--	------------

CHAPITRE QUATRE:
LA DIMENSION BIOCLIMATIQUE DANS
LE PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE.

1- I N T R O D U C T I O N	138
2- LE CLIMAT.....	139
2-1- Définitions	139
2-2- Le Système Climatique.....	140
3- LES ECHELLES CLIMATIQUES.....	141
3-1- Echelle macro-climatique	141
3-2- Echelle méso-climatique.....	141
3-3 Echelle micro-climatique.....	142
3-4 Echelles climatologiques temporelles	142

4- ANALYSE DES PHENOMENES PHYSIQUES	142
4-1 Phénomènes relatifs aux transferts thermiques	142
4-2- Rayonnements de courtes et grandes longueurs d'ondes.....	142
4-3 Phénomènes conductifs	144
4-4 Phénomènes convectifs	144
5- LE CLIMAT DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES :	
5-1- Température	145
5-2- Humidité relative/ evaporation.....	146
5.3- Précipitations.....	146
5-4- Diagramme ombrothermique.....	147
5-5- Durée d'ensoleillement et radiations solaires.....	147
5-6- Vents.....	147
6- LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE.....	148
6-1- La composante énergétique dans le projet d'architecture.....	148
6-2- L'Architecture bioclimatique	150
6-3- La démarche bioclimatique.....	151
6-3-1 Capturer la chaleur.....	151
6-3-2 Transformer/Diffuser la chaleur.....	152
6-3-3 Conserver la chaleur.....	153
6-3-4 L'intégration intelligente au site et la régulation thermique naturelle.....	154
6-3-5 L'éco-conception et le bioclimatisme.....	156
7- La démarche « Haute Qualité Environnementale HQE ».....	156
7-1 Avantages de la démarche HQE	159
8- Les paramètres du confort thermique et la démarche bioclimatique.....	160
9- les méthodes d'analyse bioclimatique.....	162
9-1- Qu'est ce qu'une méthode d'analyse bioclimatique ?.....	162
9-2- les diagrammes bioclimatiques.....	162

10- LES NOUVEAUX OUTILS DE DIMENSIONNEMENT.....	168.
- Les outils simplifiés (guides de dimensionnement, abaques ou méthodes de calcul sur tabl.....	169
- Les logiciels de simulation " lourds"	169
- Les logiciels de simulation intermediaries.....	169
10-1. Les Logiciels D'aide A La Conception Climatique.....	170
10-1-1. Grille Synoptique.....	170
10-1-2. Critères de choix d'utilisation.....	170
a- les outils axés sur des exemples	171
b- Les outils basés sur le projet du concepteur	171
10-1-3. La modélisation architectural	172
- De l'évaluation à la conception.....	173
10-1-4. Critères de choix financiers.....	176
11- ANALYSE DE QUELQUES LOGICIELLES D'AIDE A LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE.....	180
11-1. Classification Des Logiciels D'aide A La Conception Bioclimatique	180
- Logiciels interpolant les données climatiques	180
- Logiciels de simulation de la performance énergétique dans les bâtiments.	180
- logiciel d'évaluation des éléments du confort dans les espaces architecturaux.....	181
- logiciel d'évaluation du comportement mécanique et physiques des éléments constructifs du système bâti : Exemple : le logiciel : OPAQUE.....	181
- logiciel d'évaluation du comportement des formes, des volumes et éléments Constructifs du point de vue géométrique et orientation à l'égard du soleil	181
12- LA DECOMPOSITION DE L'INTERVENANT – BIOCLIMATIQUE	187
12-1. l'enveloppe architecturale entre les éléments du climat et les différentes solutions.....	188
12-2. entre le projet architectural comme produit et la méthode de conception comme rocédure (outils et variables).....	189
12-3. le déploiement des intervenants de la dimension bioclimatique.....	190
12-4. comparaison entre un système expert proposé et un système expert habituel.....	191
12-5. l'interactivité d'un système expert proposé avec les autres intervenants.....	193
C O N C L U S I O N.....	195

L'INTERVENTION DE LA DIMENSION BIOCLIMATIQUE DANS LA METHODE

(APPERCU EN A3 SUR LE VERSO).....	196
--	------------

**CHAPITRE CINQ:
VALIDATION & ANALYSES**

1-	INTRODUCTION	197
2-	VALIDATION DE LA METHODE.....	197
	A- Choix des projets.....	197
	B- Choix des architects.....	197
3-	La grande difficulté rencontrée lors de la validation.....	198
4-	Le déroulement de la validation (vérification).....	198
5-	Explication de la Méthode	198
6-	La vérification par la contraposée	199
7-	AUTOCRITIQUES FAITES PAR LES TROIS ARCHITECTES SCHEMATISEES PAR L'AUTEUR.....	199
	- projet 01 gare routière a Biskra	199
	- projet 02 aménagement urbain à Biskra	205
	- projet 03 : habitat collectif à Biskra	209
	- projet 04 habitat rural à Biskra	211
	- projet 05/ 1000 places pédagogiques à BBA conçu par l'architecte 03 à Biskra	212
8-	ANALYSE DE LA METHODE	215
9-	LES AVANTAGE DE LA METHODE	218
10-	L'INFORMATISATION DE LA METHODE GLOBALE	221
	10-1- Aperçus sur les différentes fiches des protocoles de la méthode proposée.....	221
11-	CONCLUSION.....	229
	AMELIORATIONS, OPTIMISATIONS ET PERSPECTIVES DE LA METHODE (APPERCU EN A3 SUR LE VERSO).....	231

CONCLUSION & PERSPECTIVES

1-	CONCLUSION	232
	Résultats décisifs	234
2-	L'ABOUTISSEMENT DE LA RECHERCHE	235
3-	PERSPECTIVE DE LA RECHERCHE	236
	1- Optimiser la procédure	236
	2- Mieux classifier et démonter les différents types d'intervenants et de facteurs	236
	3- Cerner plus de données, de connaissances et d'informations	236
	4- l'élaboration de la méthode en mode opérationnel	236
	5- L'établissement de l'algorithme informatique de la méthode	237
	ANNEXE 01:	238
	BIBLIOGRAPHIE:	262

Introduction générale

Introduction

*Faire simple est extrêmement difficile. Les connaissances acquises par l'humanité
Jusqu'à présent ne sont que des connaissances Implantées dans des îles.
Alexis CARREL « L'homme cet inconnu ».*

1- INTRODUCTION :

Concevoir un projet architectural est une opération suffisante et concrète parmi les opérations de traitement mental discursives et effectives simultanément, constituant des réponses à des questions de départ plus ou moins précises. Les problèmes d'un projet d'architecture sont des problèmes flous « fuzzy » mais en réalité ils sont très excessivement définis par leurs systèmes et sous systèmes, leurs composants et sous composants ce qui rend leur définition très complexe et mentalement insaisissable en sa totalité. Le concepteur s'implique donc dans un processus créatif, manipulant de plusieurs données et de larges connaissances qui dépendent à des sciences différentes et à des domaines « parallèles ». Selon « **Charles Le Bahar 1983** » ils sont beaucoup plus transversaux que verticaux (il semble que c'est dans les deux sens : idée clé à élucider par cette recherche)(1 : l'auteur), appartenant soient à des domaines techniques (diverses techniques et sciences du bâtiment et de génie civil) soient à ceux qui relèvent de l'art et de l'esthétique : « *La poétique du beau échappe au pouvoir de la raison* » Schinkel Karl Friedrich,) ou ceux qui dépendent de l'homme ;son aspect humain dont son comportement ,son activité et son ergonomie ou son aspect physiologique dont sa perception des ambiances climatiques comme la température, l'humidité, la vitesse de l'air. Comme il faut tenir compte de son patrimoine historique et socioculturel (le contexte).

Dans les bureaux de maîtrise d'œuvre et les ateliers d'études d'architecture ; il s'avère que les concepteurs se trouvent toujours confrontés en premier lieu à des problèmes de méthode qu'à ceux de connaissances inhérentes au métier.

Longtemps les architectes s'inscrivent dans un processus flou influencé soit par l'aspect iconique et l'architecture des spectacles soit par la rhétorique et les discours philosophiques qui se heurtent souvent entre eux. Dans cette situation ; l'architecture se trouve le seul perdant puisqu'elle reste toujours en quête d'une définition. Selon des

Introduction Générale

critiques : « le centre culturel George Pompidou est un cristal », et selon autres : « le centre culturel George Pompidou est un monstre au cœur de paris ».

Selon des critiques :

- ⇒ La Chapelle Notre Dame du Haut (Ronchamp) est le chapeau du pape.
- ⇒ Selon autres : elle constitue les mains d'un fidèle qui prie Dieu
- ⇒ Mais encore elle est une colombe de paix.

Quelle raison ! N'est il pas le temps de faire **démystifier** l'architecture et l'acte de concevoir. « Dans la majorité des travaux étudiés par les critiques, la conception est plutôt l'expression d'une certaine philosophie. Les formules manifestent et les slogans semblent dominer la pensée créatrice de l'architecte et ils ont, à leur manière, contribué à **éluder les autres paramètres du processus de conception architecturale**. L'exemple de Mies Van Der Rohe est édifiant à ce propos. Son fameux slogan « less is more » donne une idée des intentions de l'architecte de réduire au maximum la texture de ses bâtiments. (Harkness et Mehta, 1978) nous apprennent que l'architecture de Mies est simple, dans la plupart des cas rectiligne. Peu des travaux lui appartenant sont fonction de la complexité de la géométrie solaire, les deux auteurs affirment que :

« La simplicité de la géométrie de Mies est rarement trouvée dans la nature et la raison pour cela est que **l'ordre naturel est complexe**. Les organismes vivants, en réagissant à l'ordre naturel, deviennent complexes pour survivre. Il est clair en passant en revue les travaux de Mies qui n'a pas interagi avec les nombreux paramètres et variables de l'environnement qui constituent une contrainte et sur ses bâtiments et sur leurs occupants » (Harkness et Mehta , 1978) .

Fitch (1972) stipule que l'histoire moderne est dominée par l'aspect iconique des constructions. Si depuis la rupture avec le système des beaux-arts, le caractère utilitaire de l'architecture, à la différence d'une œuvre littéraire ou artistique, est reconnu, dans les milieux de la critique qui fait et défait le paysage architectural, le discours continue de tenir le même raisonnement anachronique. La pérennité du discours iconique, pictural, et parfois mystique a tendance à occulter les **aspects importants du projet architectural**. De plus, les jugements portés sur l'œuvre architecturale du genre moderne, pas moderne...etc. ne se basent pas sur la technologie utilisée, les qualités d'ambiances spatiales, le confort thermique et phonique a moindre coût, la temporalité et rythmique des jours et des saisons tels que reflétés par l'œuvre en question, mais, dans bien souvent des cas, uniquement sur une certaine image extérieure de la bâtisse, sur quelques facilités fonctionnelles ou sur quelque prouesse technologique. On peut

Introduction Générale

donc parler d'une certaine prédominance de l'iconique dans le discours développé dans les revues d'architecture. (Fitch, 1972).

Les influences conceptuelles et les autres slogans et manifestes sont des éléments inhérents à toute approche complexe du projet architectural. « *La forme suit la fonction* », ou « *le moins c'est plus* », ont eu assez d'effets néfastes sur la pratique architecturale. (Mazouz, 1988).

Pour clarifier la situation ; on peut dire que tous les aspects d'un subjectivisme avéré sont seuls exprimés (visions personnelles, philosophies et idéologies, inspirations et rêves) et au contraire les bases et principes rationnels et scientifiques sur lesquels le projet architectural est normalement fondé sont négligés et mal estimés.

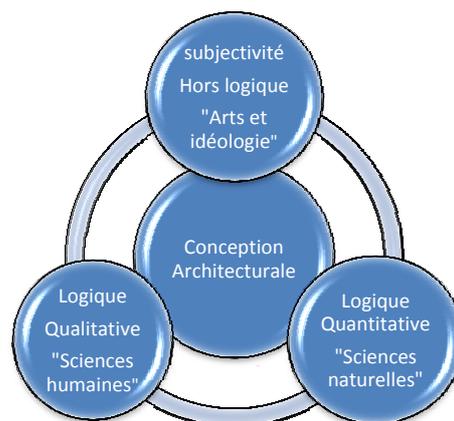
L'Architecture quelque soit sa définition : une science, une technique, une discipline, un métier, un savoir faire ; ne peut pas persister si les fondements théoriques et les bases rationnelles et scientifiques ne trouveront pas d'image et d'échos dans la pratique architecturale (conception, discours et justification).

Certes on ne confrontera pas l'anomalie par l'anomalie et on ne traite pas l'indifférence à l'égard des bases scientifiques par l'indifférence à l'égard des philosophies et des idées subjectives : si le but de cette recherche est une vision rationnelle et scientifique pour l'architecture alors ce qui est scientifique doit être universel, holiste et généralisable.

Incontestablement l'architecture relève de trois grands domaines : des arts ; des sciences naturelles et des sciences humaines : dans le cadre de cette recherche une réconciliation apparente devrait être établie entre les trois grandes rivières de l'activité intellectuelle caractérisant l'acte de concevoir :

Fig.01 : Les trois types de raisonnement dans un processus de conception architecturale.

Source : Auteur



2- Constats du problème :

« *Comme toute œuvre humaine, l'architecture n'a pas échappée à l'influence des modes, des tendances et des courants de pensée. En plus de la complexité inhérente au*

Introduction Générale

processus de conception en architecture, le fait que le cadre bâti représente un support d'activités sociales et soit un mode de représentation de la société ajoute à sa complexité intrinsèque et en fait un enjeu capital. Subissant l'influence de cette trame sociale sous-jacente, le processus de conception n'a pas suivi un long chemin tranquille d'évolution suivant un paradigme technologique ou économique mais a plutôt fluctué suivant les enjeux et les choix politiques et idéologiques de la société et de l'époque ». (Mazouz, 2002).

Plusieurs démarches ont tenté d'établir un modèle plus ou moins clair pour la conception architecturale ; soient :

- Des définitions philosophiques subjectives et superficielles.
- Des visions artistiques partielles ou idéologiques à prôner.
- Des modèles experts objectivés restreintes.

La plupart des modèles élaborés demeurent ; soient des modèles subjectifs influencés par les tendances artistiques, le verbalisme ou les recommandations iconiques, soient des modèles « *d'évaluation* » ou « *Partiels* », qui ne se basent non plus sur une vision holiste ou exhaustive en plus ils ne considèrent le projet architectural comme une complexité systémique et multi variables.

La présente recherche à comme but de clarifier cette extraordinaire entité d'un processus de conception architecturale, de réviser les manières d'intervention des différents composants dans le processus et en outre d'élaborer un model qui réintègre les facteurs de l'environnement non considérés couramment afin de globaliser l'objectif (pas seulement un confort thermique optimal comme objectif prépondérant mais toutes les autres qualités qui déterminent une ambiance idéale).

Il nous faut un processus établis par des architectes et l'intervention des concepteurs car c'est eux seuls capables de rapprocher le problème d'une façon globale et de l'appréhender avec son caractère de polyvalence.

3- Questionnements :

- En ce qui concerne la composante traitée dans cette recherche (le bio-climatisme): [La composante bioclimatique], le bioclimatisme est toujours traité par des « thermiciens » ou plutôt des physiciens de bâtiment: Dans ce cas ou est l'apport des architectes ? et quels types de recherches font –ils et faudrait –ils faire dans le domaine ?
- Si la participation des architectes est toujours présente dans l'élaboration du processus de conception, pourquoi ces recherches sont élémentaires et partielles ce qui est

Introduction Générale

contradictoire par rapport à la qualité systémique et multivariable de la conception architecturale ?

Dans le même contexte il semble que ce **phénomène** n'est pas exprès, mais c'est une polarisation inconsciente des architectes chercheurs d'entamer les notions et les approches physiques ; en marginalisant toutes les facteurs d'ordre humain, social et esthétique..... .

En ce qui concerne la composante bioclimatique (un exemple parmi N autres composantes) on remarque fréquemment l'utilisation de la notion de « performance énergétique » comme intérêt primordial dans certaines recherches dans le domaine :

- ✓ premièrement elle traite le projet architectural en tant qu'une solution "extraordinaire" pour un meilleur confort thermique en marginalisant toutes les autres facteurs d'ordre social, humain ou contextuel.
- ✓ deuxièmement elle a comme but prépondérant de diminuer la consommation énergétique et pas de fournir des espaces passivement confortables par l'intervention des autres facteurs non climatique : car cette performance énergétique ne soit pas aboutis si on ne traite pas le bioclimatisme dans un processus globale avec les autres composantes conceptuelles et topologiques du projet architectural.
- ✓ En outre cette vision partielle de la notion du confort séparée des autres facteurs et systèmes qui peuvent contribuer à des ambiances humaines, implique que le concepteur considère tous les critères et facteurs inhérents au confort : forme, volumétrie, matériaux, texture, couleur, distribution spatiale ; tous dans le même temps, tandis que chacun de ces éléments peut influencer énormément cette qualité.
- ✓ Il est donc indispensable de valoriser toutes les recherches précédentes on les conjugue dans un processus unifié et systémique.

4- Mots - clés :

Processus, méthode, conception, système, facteur, bioclimatisme, holisme, complexité, simplicité, chaos, butterfly-effect, désordre apparent, projet architectural, créativité interactivité, pluridisciplinarité, multi-variables, réductibilité, solvabilité, canevas, Conjecture et réfutation, Discursive, Effective, récursivité, , Compromis, Déduction, Induction, performance énergétique, partiel, partial, déterminisme, topologie, raisonnement approximatif, , système multi agents, processus de conception architecturale, recherche opérationnelle, problèmes de décision, réductibilité, complexité, décision multicritère, problème : combinatoire, aléatoire, concurrentiel, linéarité, résolution algorithmique, , techniques d'analyse bioclimatiques, interaction des systèmes, systèmes parallèles, systèmes experts. Case Based Reasoning.

Introduction Générale

5- Les hypothèses :

- La composante bioclimatique et ses outils reliés ne sont pas pris en considération du tous par les concepteurs. Et la phase de son intervention n'est pas placée du tout ou mal placée dans le processus de conception architecturale, et chaque concepteur la considère comme il veut, quand il veut et s'il veut !
- Bien que les concepteurs adoptent ces outils, ils les trouvent infructueux car ils traitent des facteurs fractionnés et partiels ce qui s'oppose au caractère exhaustif du projet architectural.

En analysant ces hypothèses on se trouve obligés de répondre à un problème double :

01- la méthode de contrôle bioclimatique n'est pas unifiée et reste toujours partielle et fragmentée ce qui nous incite d'élaborer pour cette composante un modèle unifié et rationnel prêt à être intégrer : soit-elle

- a. implantée dans un stade défini : en amont, au fur et à mesure ou en aval.
- b. intégrée et distribuée sur plusieurs stades dans le processus.
- c. intervenir récursivement dans le processus de conception global.

02 - on constate que le processus de conception globale dans lequel nous allons planter ou intégrer le sous- processus bioclimatique est lui-même très ambigu ni établis jusqu'à maintenant.

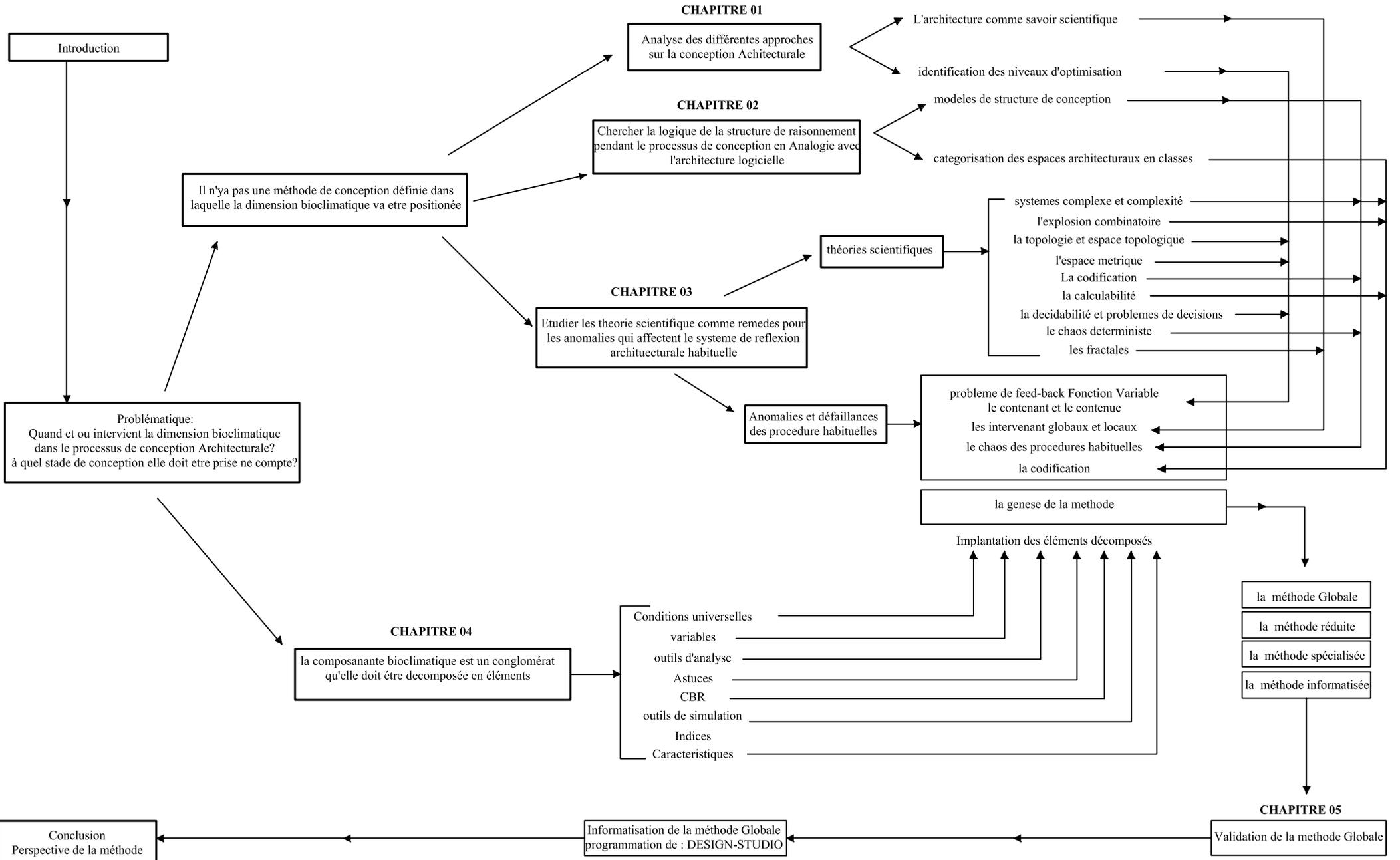
6- Les objectifs :

De ces hypothèses on pourrait déduire les objectifs finaux de notre recherche :

- 01 – une tentative d'élaborer un processus logique et facile pour la conception architecturale.
- 02 - Elaborer une méthode exhaustive et globale pour la composante : maîtrise bioclimatique et rechercher son stade d'intervention dans le processus de conception architecturale.

7- Méthode de travail :

La présente recherche dans sa démarche traite seulement le côté méthodique dans le processus de conception architecturale, elle exclue par conséquent tout recours aux calculs ou toutes matérialisations numériques.



LA DEMARCHE GLOBALE DE LA RECHERCHE

Introduction Générale

Après la cueillette satisfaisante de données théoriques et l'analyse des différentes méthodes et outils de conception, nous avons extrait les lacunes qui, selon notre recherche son indispensables pour la réussite d'une conception architecturale quelconque.

Ensuite nous allons chercher les approches scientifiques et logiques qui peuvent être à la base de l'organisation du processus en tant que raisonnement humain et les taches qui constituent le processus global en ce qui concerne la **robustesse du processus**.

En troisième étape intervient la décomposition du facteur bioclimatique afin d'omettre l'aspect congloméré, car la composante bioclimatique ne peu pas être traitée sans son démontage ensuite les variables et les paramètres seront placés dans leur situation adéquate dans la méthode de conception globale.

L'étape finale dans laquelle nous validerons le processus, consiste à tester l'efficacité du processus élaboré par la collaboration de trois (03) architectes agréés (des maitres d'œuvre).

8- Visée de la recherche :

L'exactitude absolue et l'exhaustivité total ne sont pas assurées dans ce processus (dans sa phase primaire d'élaboration) : des facteurs peuvent manquer, des itinéraires peuvent êtres mal tracées et des composants peuvent êtres mal placés. En effet ce qui envisagé est l'acceptation d'une logique de traitement mental [processing] des milliers de systèmes et de facteurs, de composants et d'intervenants de constantes et de variables, d'indices et de critères ; nécessaire pour un processus de conception architecturale **robuste, réutilisable** et surtout « **généralisable** » qualité indispensable de la théorie scientifique.

La découverte de l'absence d'un composant, le manque d'un facteur ou le contournement d'un sou processus sont eux-mêmes visées car les défaut d'un systèmes ne pourraient être trouvés si la logique de sa structure « **moteur d'inférence** » n'est pas compris : « l'exception confirme la règle ».

Chapitre un :
Pour une définition d'un
Processus de conception architecturale

« L'architecture est une science qui embrasse une grande variété d'études et de connaissances ; elle connaît et juge de toutes les productions des autres arts. Elle est le fruit de la pratique et de la théorie. » Vitruve

INTRODUCTION :

Ce premier chapitre débute par un bref survol historique sur les recherches qui traitent la conception architecturale en explorant le processus de conception. Puis en second lieu, l'analyse de la représentation graphique en architecture ainsi que son apport durant les diverses étapes du processus de conception. On examine l'aspect technologique de la représentation spatiale en architecture, en introduisant la notion de la technologie informatique et ses applications dans le domaine architectural. Enfin, les caractéristiques et les limites de ces technologies sont présentées.

Partie 01. LES RECHERCHES SUR LA CONCEPTION ARCHITECTURALE

1-1. l'approche scientifique de la conception en architecture

Les recherches *sur la conception architecturale* ont été stimulées à la fin des années soixante par les premiers essais de simulation de la créativité du cerveau humain.

Ceux-ci cherchaient à rendre compte par des analyses de système des processus d'induction dont *Hadamard* et *Poincaré* avaient fourni les descriptions canoniques.

Christopher Alexander, qui cherchait à analyser les processus de création de formes dans l'espace, a perçu la nécessité d'approfondir les modèles théoriques de l'induction. Il s'est tourné vers les conceptions probabilistes de l'induction développées par Carnap. En dépit de son ingéniosité, sa théorie n'a pas été confirmée par les recherches empiriques qu'elle a suscitées. Lui-même s'en est éloigné, se tournant vers une idée profondément imbue de métaphysique de la conception architecturale; opposant, en quelque sorte, science et architecture après avoir tenté vainement d'en démontrer l'identité profonde.

Un examen prudent des rapports entre ces deux domaines de la pensée fait apparaître des différences profondes quant au statut de la vérification, aux formes sociales d'établissement de la légitimité d'un problème, au rapport entre travail intellectuel et contraintes matérielles, mais aussi un aspect central commun : *l'importance de la pensée analogique*. Ceci appelle sans doute à la collaboration avec les sciences de *l'intelligence artificielle* plutôt qu'au rejet manifesté par

Chapitre 1 - Pour une définition d'un processus de conception architecturale.

Alexander, mais aussi à la prise en compte de ce qui fait la différence entre science et architecture. Cela suggère que la conception architecturale ne devrait pas se donner pour seuls modèles les systèmes experts.

Au cours du séminaire portant sur "Les processus de conception en architecture", organisé en 1992 par le ministère de l'Équipement Boudon propose un article, pour sa partie théorique a rendu manifeste la diversité des "conceptions de la conception" que pouvaient se faire les divers chercheurs. Rien de plus normal dès lors que l'on prend conscience de la multiplicité des points de vue théoriques suivant lesquels peut être abordée, dans sa complexité, une connaissance de l'architecture à l'endroit de son élaboration. D'un côté des disciplines existantes tendent à utiliser leur point de vue classique pour aborder cet objet, la conception, et se donnent là un nouveau terrain d'investigation tout en conservant par définition leur objet scientifique initial : le social pour le sociologue par exemple. De l'autre côté, des approches nouvelles, parmi lesquelles l'Architecturologie, postulent que l'objet de connaissance qui a nom conception pose à la recherche scientifique des problèmes épistémologiques particuliers, que les disciplines existantes n'ont pas été en mesure d'aborder jusqu'ici en raison de la démarche analytique qui caractériserait les sciences classiques. Ici s'exprime le souci de considérer la conception dans la spécificité des problèmes qu'elle pose, tandis que les disciplines existantes, qu'elles soient de sciences exactes ou de sciences humaines, se donnent seulement la conception pour nouveau terrain d'investigation. Suivant que la conception se donne comme terrain d'étude ou comme objet scientifique à part entière - comme le préconisent des auteurs tels H. Simon ou J.-L. Le Moigne - la conception donne donc lieu à des approches variées. S'ajoute, pour baliser le paysage des différentes recherches du domaine, la question de savoir quelle place est donnée, dans la recherche concernant la conception, aux objets architecturaux qu'elle produit : l'objet architectural est-il résultat d'une conception ou peut-il être abordé lui-même comme conception ? Ainsi sont évoquées les diverses positions qui distinguent les chercheurs de ce champ, dans la variété des postures épistémologiques qui fondent la richesse des travaux effectués sur la conception architecturale. (Boudon Ph, 1992) « *Conceptions de la conception - Une réflexion épistémologique* ».

Personne aujourd'hui n'oserait défendre absolument le contraire. Une première raison est son interdisciplinarité. Il fait appel aux mathématiques (formes), aux sciences de la matière et de l'environnement (construction, ambiances) ainsi qu'aux sciences sociales et politiques (usages,

insertion urbaine, décision collective) sans qu'aucune science particulière ne l'embrasse en tant que tel. Mais l'interdisciplinarité apporte peu de lumière et même banalise le projet architectural sans le caractériser car, si l'on y prête attention, il n'est pas d'application de la science qui ne soit interdisciplinaire. Ce qui nous intéresse au contraire est de voir par quelle qualité intrinsèque le projet architectural sort des procédures éprouvées et, sans être une production de connaissances au sens habituel, s'apparente néanmoins à cette alchimie elle-même de la science qui se fait.

Suivons pour cela un chemin progressif qui appréhende l'architecture par niveaux successifs selon la voie la plus naturelle possible.

En philosophie, Gilles Deleuze s'est employé à dégager pour plusieurs auteurs, Platon, Spinoza, Nietzsche, en amont du système qu'ils proposent, le problème qu'ils voulaient résoudre qui vient de l'histoire et de la société dans laquelle ils se trouvaient. De même l'oeuvre architecturale se présente naturellement comme une solution dont on peut s'attacher à reconstituer le problème. Il y a toujours un site, un terrain, des lignes de niveau, un sous-sol, une latitude, un ensoleillement, un lieu urbanistique aussi, des accès, une fréquentation, un site social enfin, des acteurs, un maître d'ouvrage, des clients, des habitants, des riverains. Comparer, dès lors, la solution et le problème posé est cette lecture culturelle de l'architecture que les architectes souhaiteraient voir davantage partagée et enseignée. Elle permet, au-delà du spontanéisme primaire, une analyse élaborée à laquelle contribuent critiques et historiens en nous faisant revivre les contraintes, les objectifs et l'originalité des choix dans leur contexte.

Sous l'angle de la conception et non plus de la lecture, le problème est présent avant la solution. Il est possible de l'analyser et de le spécifier par des conditions limites, spatiales, fonctionnelles et de coût. Le projet se formule alors comme un problème d'optimisation sous contraintes, ce qui ne signifie pas qu'il soit aisé à résoudre ni que sa solution soit unique comme le montrent certains travaux d'ingénieur. Tenir compte de tous les facteurs y compris formels et culturels est assez ambitieux⁴, mais après tout ceci n'effraie pas les économistes lorsqu'ils prétendent rendre compte du social en pensant les agents comme optimisateurs de leur fonction d'utilité. Cette façon de voir tire sa 3 C'est loin d'avoir toujours été le cas, par exemple, dans les années 1960, l'ouvrage *Savoir bâtir* de G. Bachelard ramenait la conception à des procédures entièrement rationalisées. Cf. Christopher Alexander première manière (*De la synthèse de la forme*, Dunod 1971). Légitimité d'une imitation de la nature qui, souvent, avec les moyens disponibles,

Optimise. Par exemple, ainsi que Maupertuis l'a démontré au XVIIIème siècle, la lumière d'un point à un autre, à travers divers milieux, optimise son chemin.

Au demeurant cette formulation du projet architectural reste vaine si la complexité est telle qu'on ne parvient pas à résoudre. Incontestablement le développement prodigieux de l'informatique nous a ici illusionnés, en particulier l'intelligence artificielle. On attend toujours le "*general problem solver* " qu'Herbert Simon décrivait dans les années 1960. Il y a d'abord la difficulté propre à l'allocation spatiale (ranger des boîtes dans un tiroir) ensuite l'interpénétration des divers registres constructifs, fonctionnels et de coût. Déjà, à l'aide d'un vocabulaire de formes, le passage d'un organigramme à un agencement spatial semble, dans les cas les plus simples, dépasser la complexité des problèmes combinatoires typiquement insolubles.

1-1-1. Le projet architectural et la conception :

Selon Pierre VON MEISS : le projet architectural n'a pas recouvert en tout temps un même processus. Il y a quelques siècles, clients et artisans pouvaient s'entendre sur un simple édifice simple à bâtir, sans recourir au dessin. Quelques entretiens et visites de chantiers suffisaient, étant donné que les modèles de dispositions spatiales et les modes de construction ne changeaient guère.

1-1-2. La conception ne peut se limiter ni à « la résolution de problèmes » ni à une « activité d'organisation de multiples acteurs sociaux » : Quelle que soit l'importance de cette dernière elle ne saurait suffire à comprendre une conception architecturale qui par ailleurs ne trouve pas, d'éclairage satisfaisant dans l'idée de résolution de problèmes. Dès lors une troisième voie s'impose entre une sociologie des acteurs et une psychologie cognitive ou une approche relative à l'intelligence artificielle pour poser les bases d'une connaissance de la conception architecturale de façon complémentaire aux démarches applicationniste et herméneutique. Nommé "axiomatique" le genre de recherches qui s'imposent ici signifie que la recherche dans ce domaine doit faire des hypothèses sur la spécificité de la conception architecturale prise comme objet de connaissance et développer les connaissances conséquentes à ces hypothèses (mode sur lequel travaille l'architecturologie selon Philippe Boudon).

1-1-3. la scientification du processus de conception :

Le deuxième point sur lequel je voudrais attirer l'attention est le fait qui menace en permanence la recherche fondamentale en architecture et dont la confusion est présente dans les travaux présentés ici s. C'est le grand risque de confusion entre l'architecture comme connaissance

scientifique et l'architecture comme objet de connaissance scientifique. Quels que soient le paradigme et le degré de scientificité de la connaissance qui peuvent être souhaités, ils n'impliquent aucunement une quelconque scientification du processus de conception. Or on détecte dans la plupart des propos tenus un horizon de scientificité de l'architecture elle-même qui d'une part n'a rien à voir avec la connaissance de l'architecture (c'est pourquoi l'architecturologie n'est pas l'architecture) et cette confusion est aussi néfaste pour l'architecture que pour la connaissance de celle-ci. Cet écueil m'était apparu dans le travail d'Alexander dans les années soixante-dix et m'avait incité à écarter du travail architecturologique la volonté utilitariste des travaux méthodologiques qui, sous prétexte de visée opératoire, empêchent le développement d'une véritable activité théorique de connaissance scientifique.

C'est pourquoi je n'ai pas indiqué de piste "méthodologique", celle-ci ne relevant pas à mes yeux d'une recherche scientifique.

1-1-4. Le langage architectural et l'herméneutique (Science de l'interprétation) :

On doit faire une analogie entre l'expression architecturale et l'expression littéraire (d'ailleurs c'est Presque la même chose puisque le processus de compréhension d'une volumétrie architecturale et d'un texte est le même dans tous les cas), On devrait évoquer les propos de *philipe boudon* concernant l'herméneutique.

Les origines de la tradition herméneutique coïncident avec la théorisation de l'exégèse, ou commentaire, des textes bibliques par les théologiens protestants. Depuis le XIX^e siècle, l'herméneutique a été prise en charge par la philosophie et repensée hors du domaine des textes sacrés. Elle est devenue une théorie du sens et de la compréhension et pose le problème de l'interprétation des textes littéraires. Au XIX^e siècle, les théoriciens de l'herméneutique, Schleiermacher et Dilthey, ont décrit la compréhension comme un processus de reconstruction, par le lecteur, de l'intention originelle de l'auteur. Dans cette optique, le texte est l'expression de cette intention. Cette théorie postule de la sorte l'existence d'un sens déterminé, qu'il suffit de se réapproprier. Une des critiques qui ont été formulées à son égard est qu'elle est fondée sur la croyance que le sens préexiste au texte et que le processus d'interprétation consiste à retrouver ce sens préexistant.

Des conceptions ultérieures, celles de Heidegger et de Hans-Georg Gadamer, ont posé le problème de la distance temporelle qui nous sépare du sens du texte. Le travail de compréhension est vu alors comme s'il devait nécessairement partir « d'anticipations et de préconceptions

susceptibles de nous fournir un premier sens », ce qui revient à dire que « l'interprétation n'est que le développement et la rectification d'une compréhension préalable » et que « la différence entre le sens qui résulte de l'interprétation et le sens interprété est destinée à s'abolir au cours du processus » (J. Bouveresse).

1-2. Les différentes acceptions de l'architecture

A l'origine, le concept d'architecture est attaché aux objets bâtis, il couvre en fait aujourd'hui un domaine d'objets beaucoup plus large (on parle également de l'architecture des ordinateurs...). Hanrot (Hanrot, 1989), dans sa thèse, a défini les trois acceptions de l'architecture que nous adopterons :

(a) Architecture comme objet : « *l'architecture est un ensemble d'objets architecturaux (les édifices, les bâtiments, les fabriques, les abris et leurs parties) qualifiés par des propriétés fonctionnelles, morphologiques, constructives, techniques, économiques, esthétiques, symboliques, établis dans un site, et ordonnancés du tout aux parties et des parties au tout* ».

(b) Architecture comme art du projet : « *l'architecture est l'art de la description d'une architecture objet qui n'existe pas dans le monde réel, en vue de sa réalisation, de son usage et de sa cohérence contextuelle (site, culture, technique et économie...)* ».

Cette définition rejoint celle de Pérouse de Montclos (Pérouse, 1972) qui est : « *Architecture, art de construire les édifices et d'aménager les jardins* ».

(c) L'architecture comme savoir : « *le savoir architectural est la somme des connaissances élaborées sur l'architecture et sur le projet* ».

Viollet-le-Duc a donné de l'architecture la définition suivante : « *L'architecture se compose de deux éléments, la théorie et la pratique* ». La pratique renvoie à la définition de l'architecture comme art du projet, et la théorie comme une formalisation du savoir en architecture. La théorie est entendue comme une forme de connaissance abstraite, comme représentation de la pratique. Les textes *théoriques* architecturaux prennent leur distance par rapport à *la pratique* et prétendent à une certaine universalité. Ils se donnent comme but de mettre en forme le savoir architectural, c'est-à-dire qu'ils proposent un énoncé organisé et succinct qui permet de rendre compte de sa complexité avec économie. Dans le passé, de nombreux architectes et penseurs ont essayé de théoriser le savoir architectural, parmi les travaux théoriques qui ont le plus marqué l'histoire de l'architecture, citons :

Chapitre 1 - Pour une définition d'un processus de conception architecturale.

- Ceux de *Vitruve* l'architecte romain, décédé en l'an 29 av. JC. Ayant servi César en Gaule et en Espagne, il a écrit le premier ouvrage sur l'architecture dont on ait conservé des traces : « l'architecture est un art et une science ». Vitruve distingue différents niveaux de composition en architecture et a surtout développé la théorie des trois ordres de l'architecture classique : « Dorique, Ionique et Corinthien ». Des règles précises accompagnent ces ordres pour l'établissement d'une façade ou d'un plan.
- Selon les propres écrits de Vitruve : « *L'architecture est une science qui embrasse une grande variété d'études et de connaissances ; elle connaît et juge de toutes les productions des autres arts. Elle est le fruit de la pratique et de la théorie. La pratique est la conception même, continuée et travaillée par l'exercice, qui se réalise par l'acte donnant à la matière destinée à un ouvrage quelconque, la forme que présente un dessin. La théorie, au contraire, consiste à démontrer, à expliquer la justesse, la convenance des proportions des objets travaillés. Aussi les architectes qui, au mépris de la théorie, ne se sont livrés qu'à la pratique, n'ont pu arriver à une réputation proportionnée à leurs efforts. Quant à ceux qui ont cru avoir assez du raisonnement et de la science littéraire, c'est l'ombre et non la réalité qu'ils ont poursuivie. Celui-là seul, qui, semblable au guerrier armé de toutes pièces, sait joindre la théorie à la pratique, atteint son but avec autant de succès que de promptitude.* »
- Ceux de *Durant*, architecte et archéologue, professeur à l'École Polytechnique au 19^{ème} siècle a formé plusieurs générations d'élèves à sa méthode de conception en architecture (*Durant*, 1801).
- Ceux de *Viollet-le-Duc* (1814-1879) qui a développé sa théorie dans ses « Entretiens sur l'architecture ».
- Ceux d'*Arnaud*, (*Arnaud*, 1928) architecte et professeur à l'École Centrale de Paris, dans son cours de 1925 intitulé « La composition en architecture » a décrit le processus de conception préliminaire d'un bâtiment en prenant un exemple concret concernant le déplacement de l'École Centrale de Paris.
- Ceux de *Lurçat*, architecte-urbaniste français du mouvement fonctionnaliste qui entre 1937 et 1944 a écrit un ouvrage de référence sur la théorie en architecture : « Formes, composition et lois d'harmonie » (*Lurçat*, 1955).
- Bien entendu, les travaux de *Le Corbusier* qui, pour l'architecture moderne, reste une légende bien inscrite dans notre siècle. Les travaux de Le Corbusier sont innombrables, nous nous contenterons de citer la définition du modulator, système de mesure basé sur le corps humain que Le Corbusier a souhaité appliquer à l'architecture et à la mécanique : « Le Modulor est un langage des proportions qui rend compliqué le mal et simple le bien » (*CGP*, 1987), Plutôt que

Chapitre 1 - Pour une définition d'un processus de conception architecturale.

le Modulor, la notion de module définie par Viollet-le-Duc comme une « unité de convention, mesure arbitraire servant à établir les proportions des parties d'un édifice ».

- Ceux de *Neufert* (Neufert, 1967 et 1983), architecte et professeur à l'École Supérieure Technique de Darmstadt a établi, dans un souci de réglementer et de standardiser la construction, une encyclopédie très utilisée par les élèves et les architectes lors de la conception d'un projet architectural.
- L'une des dernières tentatives de l'approche scientifique de la conception en architecture fut celle d'Alexander, architecte et enseignant à l'université de Berkeley dans son ouvrage « La synthèse de la forme » (Alexander, 1971 ; Elalouf, 1974), Alexander met en relation l'adaptation réciproque de la forme en architecture et du contexte dans lequel elle est bâtie, c'est-à-dire l'adaptation de la forme au contexte et du contexte à la forme, contrairement à d'autres objets manufacturés comme une voiture qui est conçue indépendamment de son environnement.

D'après le traité le plus ancien que nous connaissions sur le sujet, *De Architectura* de Vitruve, l'architecture repose sur une combinaison harmonieuse et équilibrée de trois principes : Beauté (Venustas), Solidité (Firmitas), Utilité (Utilitas).

Cette trinité est restée au fil du temps, mais les termes ont changé, alors qu'on mettait l'accent sur d'autres aspects de ces trois critères, comme indiqué sur le tableau suivant :

Vitruve (-Ier)	utilitas	firmitas	venustas
Alberti (XVe)	nécessitas	commoditas	voluptas
Blondel	commodité	solidité	agrément
Blondel	distribution	construction	décoration
Guimard (XIX-XXe)	l'harmonie	la logique	le sentiment
Nervi (XXe)	fonction	structure	forme
Christian de Portzamparc (XX-XXIe)(1)	perception (corps vécu, phénoménologie)	production (technique, construction)	représentation (discours esthétiques et idéologiques, modèles, styles)

Tableau.1 - les trois critères de l'architecture à travers l'histoire
Source : encyclopédie Wikipédia 2007.

1-3. La conception architecturale face à la pensée contemporaine :

La conception architecturale est aujourd'hui un objet privilégié de recherches. En témoigne le nombre et la diversité des publications sur ce thème depuis une dizaine d'années — (Lebahar, 1983) Boudon et al. (1992, 1994, 1997), Conan (1981, 1990), Prost (1992,1994), etc. L'intérêt suscité par cet objet d'étude semble résulter de la conjonction de trois grands courants : sciences de la conception, psychologie cognitive et Architecturologie (Raynaud, 1998).

1-3-1. Les sciences de la conception

La science de la conception, traduction de l'anglais «Design science», désigne l'étude du processus de conception, en particulier la façon dont l'informatique et les technologies du numérique l'assistent.

La réflexion actuelle sur la conception architecturale doit beaucoup aux recherches anglo-saxonnes sur le «design », inaugurées par Herbert A. Simon (1963). On lui doit d'avoir formulé l'idée d'une modélisation de la conception commune à l'architecte, à l'ingénieur, etc. et d'avoir mis en évidence certains processus de pensée spécifiques aux concepteurs. En ce sens, l'essai sur «La science de la conception » (1974) montre que la conception architecturale est un domaine à solutions sous-optimales ou satisfying « le concepteur n'ayant en général, ni le temps, ni les ressources cognitives pour accéder à la solution optimale, à supposer que celle-ci existe » ; et un domaine d'heuristiques « le concepteur, ne pouvant appliquer un algorithme ou faire l'inventaire des solutions possibles, doit en général imaginer des méthodes de Résolution ».

Christopher Alexander, architecte et mathématicien, fut l'un des premiers à profiter des réflexions de Simon et de ses collaborateurs, et à considérer que des méthodes mathématiques pouvaient être appliquées au traitement des programmes architecturaux. Sa contribution principale concerne la décomposition de problèmes en problèmes semi-indépendants. Alexander (1964) part de la constatation que tout objet architectural est un objet complexe répondant à de multiples exigences (ou variables). La méthode proposée consiste à construire un graphe dont les sommets figurent les variables et les arcs, les relations entre les variables. Le problème initial est alors décomposé en sous-problèmes semi-indépendants, selon la partition minimisant le nombre d'arcs interceptés. Une telle décomposition permet alors de résoudre chaque sous-problème, puis de recomposer les sous-solutions obtenues en une forme globale.

Quelles que soient leurs limites, les travaux de Simon (1963) et d'Alexander (1964) sont pour beaucoup dans l'idée d'une exploration rationnelle du processus de conception, et leur marque est encore perceptible dans les travaux contemporains.

1-3-2. La psychologie cognitive

Le second courant utile aux recherches sur la conception architecturale est constitué par les travaux de psychologie expérimentale et cognitive. Aux premières recherches, qui visaient à caractériser des phases du processus de conception, ont succédé des recherches sur la nature même des opérations mentales et sur les situations de résolution de problème. Pratiquement, on peut parler de résolution de problème quand le sujet «recherche un moyen d'atteindre un but », cette activité étant dirigée par un but unique (gagner une partie d'échecs, résoudre une équation) ou par des buts multiples (adapter la forme d'un bâtiment aux contraintes implicites et explicites du projet). L'activité de conception peut également relever de la catégorie des « problèmes mal définis » (Holyoak, 1995), suscitant alors un recours à l'analogie ou à l'intuition (Cauzinille-Marmèche et al. 1985 ; Metcalfe et Wiebe, 1987). Les études sur la résolution de problème se sont fait l'écho du débat sur l'imagerie mentale. Dans le sillage de la théorie analogique opposée au propositionalisme, les travaux de Huttenlocher (1968), Carroll, Thomas et Malhotra (1980), Denis (1989) ont maintenu l'hypothèse d'un rôle fonctionnel de l'image mentale dans la résolution de problème. Carroll et al. (1980) ont notamment montré que, dans la résolution de deux versions isomorphes d'un même problème — une version spatiale et une version temporelle —, la version spatiale, qui suscite davantage l'imagerie visuelle, entraîne de meilleures performances et un temps de résolution plus court que la version temporelle. Dans une revue des travaux consacrés à cette question, Denis écrit : « Dans la résolution des problèmes spatiaux, surtout lorsqu'ils comportent un degré élevé de nouveauté, les sujets s'appuient très spontanément sur une stratégie figurative » (1989 : 225). Cette idée, concernant l'architecte en train de concevoir, est corroborée par les observations indépendantes de Schmeidler (1965), de Hall et MacKinnon (1969), qui établissent la forte propension des architectes à recourir à l'imagerie. L'utilité de l'image mentale dans la conception provient du fait qu'elle permet d'« instancier des hypothèses », formule qui se déduit de quelques propriétés fondamentales :

- 1- il existe un isomorphisme entre l'image mentale et l'objet représenté, comme l'ont montré les expériences sur la transformation de l'image par rotation (Shepard et Cooper, 1982) ou par changement de taille (Bundesen et Larsen, 1975). La représentation d'un bâtiment est

donc isomorphe à l'édifice réel — même si celui-ci est un objet virtuel au moment de sa conception ;

- 2- l'image mentale procède d'une sélection de l'information pertinente. Elle présente des différences systématiques avec le réel, en particulier quand il s'agit de « modèles mentaux » dans lesquels l'information est restreinte aux seules relations utiles pour la tâche à accomplir (Leplat, 1985 ; de Vega et Rodrigo, 1997) ;
- 3- l'image a un degré de plasticité supérieur à celui de l'objet réel. Il est plus facile, *ceteris paribus*, d'augmenter la surface d'un projet que d'augmenter celle d'un édifice construit. Ces propriétés expriment l'économie des stratégies figuratives. L'imagerie permet à l'architecte de tester des hypothèses constructives plus rapidement, et d'une façon significativement moins coûteuse, que s'il devait se prononcer sur la base d'un test en vraie grandeur.

1-3-3. L'Architecturologie :

Le troisième courant ayant suscité, et nourri beaucoup plus directement, le développement des recherches sur la conception architecturale est lié au projet d'une « Architecturologie », présenté par Philippe Boudon (1971).

Relevant judicieusement que les architectes entendent souvent par « théorie d'architecture » un ensemble plus ou moins lâche de propositions orientées par des jugements axiologiques (sur le beau ou sur le bien), Boudon a proposé aux architectes de s'attacher à constituer une connaissance de l'architecture, distincte des doctrines esthétiques et des discours normatifs (On pourra également s'intéresser au travail de Philippe Boudon sur cette notion ; notamment concernant l'architecture avec entre autre son ouvrage incontournable "Sur l'espace architectural" aux éditions Parenthèses.). Même si l'Architecturologie tient à la spécificité des phénomènes qu'elle analyse, elle partage le canevas général des épistémologies constructivistes décrit par Le Moigne (1995). En atteste l'avant-propos du dossier MCX rédigé par Boudon et Deshayes (1997), où les auteurs rappellent les points essentiels des recherches sur la conception architecturale. Il conviendrait de :

- 1- s'intéresser à des objets virtuels (l'édifice en projet plutôt que l'édifice réalisé).
- 2- explorer les processus plutôt que les états (non pas les esquisses de l'architecte, mais le passage d'une esquisse à l'autre).

3- considérer ces processus sous l'angle matériel aussi bien que cognitif, approche qui met en cause le partage conventionnel entre les sciences naturelles et les sciences humaines.

4- aborder ces processus dans une perspective « poïétique » (Aristote, Valéry) impliquant la reconnaissance d'actions humaines finalisées.

Il est aisé de reconnaître que l'Architecturologie adhère ici à quatre points qui définissent le programme minimum des sciences de la conception. Si elle s'en distingue, ce n'est que par quelques inflexions, qui touchent notamment aux réticences à rattacher la conception architecturale aux situations de résolution de problème, comme le veut pourtant une longue tradition de recherche inaugurée par Newell et Simon (1972).

1-3-4. les Limites:

Dominique Raynaud présente dans une optique critique les limites de ces études énonçant que les trois approches qui viennent d'être rappelées constituent le cadre de référence des développements qui vont suivre. Si l'on admet, à la suite de Wittgenstein (1961), que les mots sont passibles d'usages plutôt que de définitions, la difficulté centrale est de tenter une articulation entre des domaines qui, pour être connexes, ne s'accompagnent pas pour autant d'un usage régulier et uniforme des notions. Par exemple, le terme de « modèle » est connu en psychologie cognitive, de même qu'en Architecturologie, mais les usages de ce mot n'y sont que partiellement concordants. On a tenté de clarifier l'usage des mots chaque fois qu'une confusion de ce type pouvait apparaître, soit en rappelant l'acception du mot, soit en le contextualisant, mais en évitant, autant que possible, de recourir à des néologismes. (Raynaud, 1998)

La conception architecturale présente certaines particularités (résolution de problèmes mal définis, à buts multiples et à solutions sous-optimales) qui la soumettent plus facilement à l'observation qu'à l'expérimentation. L'observation présente cependant des difficultés que l'on ne doit pas sous-estimer :

- 1- les modèles-sources et les modèles-buts d'une opération se traduisent rarement par des représentations matérielles systématiques (un architecte peut ne rien dessiner et recourir à la mémoire interne : les opérations sont alors inaccessibles à l'observation) ;
- 2- l'architecte peut effectuer simultanément plusieurs opérations élémentaires de conception ;
- 3- une opération élémentaire de conception répond rarement à une seule pertinence.

Mais — autre différence entre les trois approches exposées — le projet d'une Architecturologie expérimentale (Boudon, 1997) n'en est qu'à ses premiers pas. Il semble donc prématuré de placer

les réflexions qui suivent dans ce cadre, même si la perspective d'une expérimentation ne doit pas être perdue de vue.

Cette approche suppose que le concepteur recourt à des représentations matérielles (croquis, esquisses, plans, etc.) pour fixer le résultat d'une action effectuée sur le projet, ce qui n'est pas toujours le cas, comme il a été dit. Par conséquent, les séries de documents doivent faire l'objet d'une sélection afin de pouvoir être analysées. On suppose en outre que de telles séries sont complètes, ce qui est loin d'être une caractéristique régulière des documents d'archives. On peut néanmoins estimer la complétude des séries de représentations graphiques par des critères extérieurs, tels que leur nombre et leur distribution chronologique. En bref, pour être exploitables, les séries d'esquisses doivent être sélectionnées en fonction de leur tracabilité, c'est-à-dire en fonction de la possibilité qu'elles offrent de suivre l'évolution d'un même élément architectural (escalier, poteau, etc.) à travers les représentations consécutives du projet. L'analyse des changements d'état, qui sont ainsi rendus manifestes, procède quant à elle de reconstructions rationnelles, du type de celles qui sont pratiquées en épistémologie, et qui consistent, dans ce cas précis, à chercher les raisons pour lesquelles le concepteur a introduit un changement entre deux esquisses consécutives. C'est, si l'on veut, la partie interprétative du travail. On peut fixer des critères pour que cette interprétation ne soit pas arbitraire : celle-ci ne doit pas être contradictoire avec la connaissance commune des pratiques de conception ; elle doit en outre être étayée par le témoignage, écrit ou oral, de l'architecte.

Partie 02. LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Le processus de conception couvre l'ensemble des étapes de la production d'un bâtiment allant du premier contact entre l'architecte et le client jusqu'à l'établissement des plans d'exécution. L'analyse du processus de conception est une démarche nécessaire pour pouvoir comprendre les interactions entre les différentes étapes et la logique d'élaboration du projet architectural. Notre objectif étant de prendre en charge ces premières étapes de conception, il nous était indispensable non seulement de comprendre mais de formaliser les étapes de la conception d'un bâtiment.

2-1 Quelques travaux du domaine

Le processus de conception est un problème complexe à cause de l'imbrication de plusieurs domaines : techniques, économiques, artistiques...

Quintrand (Quintrand et al, 1985) a défini le processus de conception en trois étapes :

a - L'intention : c'est la phase de préparation de l'information (physiques, sociales, juridiques, économiques...) nécessaire à la réalisation du projet. Ces informations sont regroupées dans ce qui est communément appelé le programme ou le cahier des charges. Cette phase se solde par des organigrammes ou schémas fonctionnels. Un schéma fonctionnel représente les relations topologiques entre les espaces, c'est-à-dire les relations de voisinage et de communication, les espaces sont représentés sous forme de cercles et les relations par des traits.

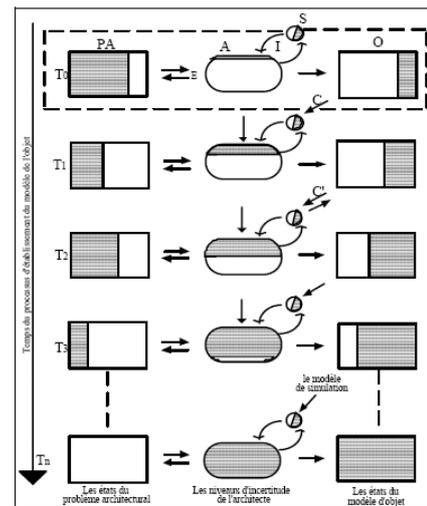
b- La proiettation ' Néologisme de Quinrand' (Quinrand et al, 1985) :c'est la phase où le projet d'architecture est développé. Elle est divisée en deux sous-étapes :

b-1 la conception : c'est la phase principale de la création architecturale. Cette sous-étape est caractérisée par la composition architecturale et l'élaboration des esquisses.« Composer, c'est grouper des éléments choisis pour en faire un tout homogène et complet, de telle sorte qu'aucune partie de ce tout ne puisse prétendre se suffire à elle-même, mais que toutes, au contraire, se subordonnent plus ou moins à un élément commun d'intérêt, centre et raison d'être de la composition. L'architecture est l'expression concrète d'une idée. Cette idée doit être franche, unique et clairement exprimée » (Gromort) (Duplay, 1985).

b-2 l'instrumentation : qui consiste à rendre faisable le projet, l'architecte met à l'échelle le projet en tenant compte des aspects techniques. On appelle aussi cette étape mise à l'échelle.

c- la réalisation : cette phase concerne l'architecte dans ses missions de coordination et de contrôle du chantier.

Figure-1 : Schéma général de la recherche de l'objet par simulation graphique (Lebahar, 1983). Le grisé représente la précision de l'objet au cours du processus.



Quintrand comme Lebahar présentent des analogies dans leurs définitions. La seule différence réside dans le fait que Quintrand introduit la phase de réalisation contrairement à Lebahar, ceci s'explique par le fait que ce dernier ne traite que les phases de conception dont le dessin est le support.

Dans (Coyne et Gero, 1990), le processus de conception est représenté en trois niveaux d'abstractions illustrés dans la Figure-2 Ces trois niveaux représentent un schéma fonctionnel, une esquisse et un plan mis à l'échelle.

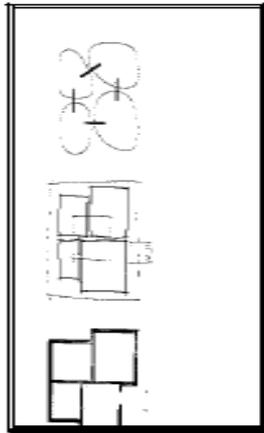


Fig.2 : Les trois niveaux de conception de (Coyne et Gero, 1990)
Schéma fonctionnel, esquisse et plan. Source : (Benachir, 1996)

Dans chaque étape du processus, l'architecte manipule des informations qui se précisent au fur et à mesure qu'il avance dans le temps. Contrairement à la forme linéaire (partition en phases) représentée dans le processus, celui-ci est itératif. D'ailleurs on parle souvent «d'aller et retour» ou bien le « feed-back » entre les différentes phases, ceci nous semble être une expression réductrice et simplificatrice de la véritable complexité de ce problème. Chaque fois que le concepteur revient à une phase précédente, ça se solde toujours par un état nouveau, étant **donné que les raisons d'un retour en arrière enrichissent le processus de conception et l'expérience même de l'architecte. (Benachir, 1996).**

A partir du cahier des charges d'un jardin d'enfants (exemple proposé par Maculet (Maculet, 1991)), BENACHIR Medjdoub (Benachir, 1996) a illustré chaque étape de conception et voir les différents systèmes de représentation graphique utilisés dans chacune d'elles. L'important, dans cet exemple, est la démarche et les différents systèmes de représentation utilisés.

Définition du cahier des charges ; Deux cas de figures peuvent se présenter. Le premier cas touche les grands projets où, en général, un cahier des charges est déjà établi et remis à l'architecte. Dans le deuxième cas, c'est à l'architecte d'établir le cahier des charges selon les recommandations et les informations qu'il a recueillies auprès de son client. La partie du cahier des charges portant sur les contraintes spatiales du jardin d'enfants est donnée dans le Tableau 2. Les surfaces bien qu'apparemment instanciées ne le sont pas considérées comme telles par un architecte car, traditionnellement, il s'autorise jusqu'à une augmentation de 5%.

Activités	Surface (en module)	Activités	Surface (en module)
1 Classe 1	32	13 Salle de réception	5
2 Classe 2	32	14 Toilette	2
3 Classe 3	32	15 Bureau des institutrices	4
4 Classe 4	32	16 Entrée	10
5 Classe 5	32	17 Salle de rangement	2
6 Patio	60	18 Salle de rythmique	50
7 Préau couvert	70	19 Vestiaire 1	4
8 Salle de repas	50	20 Vestiaire 2	4
9 Cuisine	10	21 Vestiaire 3	4
10 Salle d'eau	10	22 Vestiaire 4	4
11 Infirmerie	4	23 Vestiaire 5	4
12 Bureau de la directrice	4		
1 module de surface = 3 m ²			

Tableau. 2 : Cahier des charges du jardin d'enfants. Source : (Benachir, 1996).

1- L'établissement du schéma fonctionnel ; Parmi les premiers actes graphiques de l'architecte, nous retrouvons les schémas et organigrammes. Ils représentent une solution d'agencement des circulations avec les différentes activités du projet : c'est ce que Maculet (Maculet, 1991) a appelé la conception logique. Cette représentation demande également une hiérarchisation des différentes activités qui composent le programme (surtout dans le cas d'un programme important : bibliothèque, théâtre, installation industrielle...). Cette hiérarchisation permet également de dégager les différents niveaux de conception. Nous pouvons citer au minimum deux niveaux :

- (1) **niveau 1** : le plan de masse (on manipule des ensembles d'activités) ;
- (2) **niveau 2** : le niveau des activités (où on manipule les activités du programme).

2- Le regroupement des activités du cahier des charges en plusieurs ensembles et sous-ensembles permet de réduire le nombre d'éléments manipulés par le concepteur et par conséquent la complexité du problème. Ces ensembles regroupent des activités de même nature qui font appel à une analyse de chacune d'elles dépendant de deux facteurs :

- Le programme (taille, complexité...),

— le concepteur (son savoir faire, son expérience et son parti pris).

Il avait regroupé les activités en cinq sous-ensembles, un nom évocateur de la fonction de l'espace a été attribué a chaque sous-ensemble (les numéros référencent les activités définies dans le cahier des charges) :

(A) (Classes) = {{1, 2, 3, 4, 5},{19, 20, 21, 22, 23}}

(B) (Administration) = {11, 12, 13, 14, 15}

(C) (Réfectoire) = {8, 9, 10}

(D) (Circulation) = {6, 7, 16}

(E) (Sport/Gym) = {17, 18}

Il a illustré dans la Figure.3 le schéma fonctionnel du jardin d'enfants pour lequel il a considéré deux niveaux de conception : le plan de masse et le niveau des activités. Nous remarquerons que ce dessin représentant un graphe avec des nœuds et des relations entre ces nœuds, est une interprétation graphique encore embryonnaire de l'idée de l'architecte. Ces relations ne traduisent pas des relations précises de positionnement relatif (orientation et distance), mais plutôt des relations moins contraignantes, d'ordre topologique (adjacence, non-adjacence, adjacence au nord...).

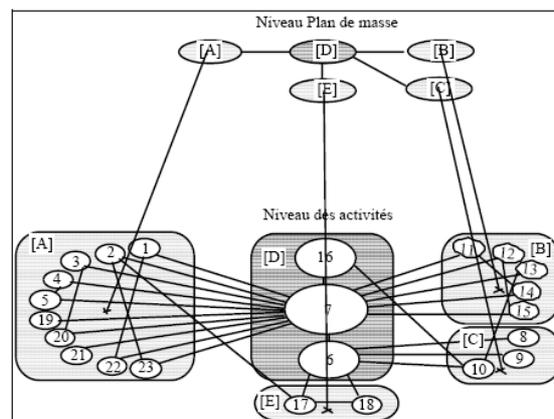


Figure-.3 : Schéma fonctionnel (plan de masse et niveau des activités)

Source : (Benachir, 1996)

3- L'établissement des esquisses et la composition en architecture ; C'est la phase principale de la création architecturale. L'étape d'esquisse est une étape de créativité où l'architecte propose des principes de représentation géométrique sans grande précision dimensionnelle mais en respectant toutefois le schéma fonctionnel (voir Figure .4). Elle est le résultat de

l'articulation entre la modélisation logique (schémas fonctionnels) et la modélisation géométrique dont le dessin est le principal support. C'est au cour de l'élaboration des esquisses que l'architecte procède à ce qui est appelé la composition architecturale.

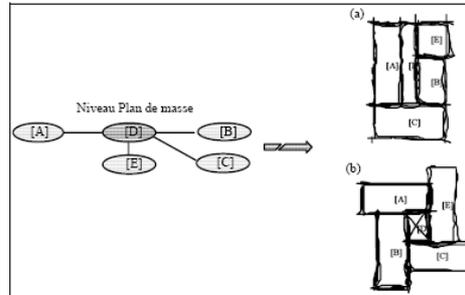


Figure- 4: Deux esquisses possibles du plan de masse, les arêtes du graphe représentent les adjacences entre les sous-ensembles (A), (B), (C), (D) et (E).

Source : (Benachir, 1996)

Le mode d'expression utilisé dans cette phase, est essentiellement du dessin 2D (plans, coupes, façades...) dont la particularité est d'être incomplet, imprécis et déformable (l'expression est rarement quantitative). Ce modèle évolutif est un support de réflexion pour l'architecte.

A chaque niveau de conception, le schéma fonctionnel pourra être traduit par plusieurs esquisses. Ainsi, la Figure.5 illustre quatre esquisses possibles (S11, S12, S21 et S22) des sous-ensembles (A), (B) et (D) à partir de chaque esquisse du plan de masse proposée dans la Figure .4. Il existe donc pour un problème architectural donné un nombre élevé d'esquisses pouvant le satisfaire.

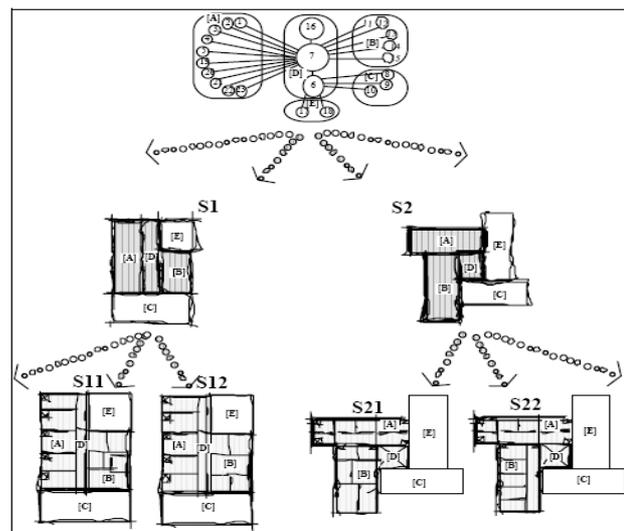


Figure- 5: (S1) et (S2) représentent deux esquisses possibles du plan de masse. (S11), (S12), (S21) et (S22) représentent quatre esquisses possibles du sous-ensemble (A)(B)(D).

Source : (Benachir, 1996)

On est en droit de se demander ce qui pousse l'architecte à dessiner une esquisse plutôt qu'une autre, ou à n'en dessiner qu'un nombre limité. Est-ce dû à ses propres limites d'imagination ou bien entrevoit-il (comme les joueurs d'échecs) les meilleures solutions immédiatement ? En fait, comment raisonne-t-il pour opérer cette transformation de modèles ? Il serait difficile de répondre à ces questions sans un certain niveau d'abstraction, ceci-dit, il sera difficile de standardiser le processus de raisonnement des architectes en situation de projet car ils ont souvent des méthodes de travail différentes. Par contre, nous allons tenter de dégager les mécanismes les plus importants de manière à mieux comprendre donc à mieux concevoir les outils de CAO du futur. L'architecte opte pour une forme d'expression plutôt qu'une autre afin d'élaborer son esquisse en se référant à son parti pris. Par contre, il peut toujours proposer plusieurs solutions. L'homme, contrairement à la machine, est intellectuellement dans l'impossibilité de considérer d'une manière exhaustive toutes les esquisses.

« On peut alors, à juste titre, se poser la question si, comme les grand joueurs d'échecs qui s'aident de programmes d'ordinateur pour résoudre des problèmes ardu, les architectes n'auraient pas intérêt à utiliser des logiciels de conception pour être certains de ne pas avoir oublié d'esquisses intéressantes. Le cheminement du schéma fonctionnel à l'esquisse se fait grâce au système d'interprétation des relations topologiques de l'architecte en rapport avec son parti pris, qui passe directement d'une relation générale entre les espaces à une solution plus précise. L'architecte crayonne d'ailleurs plusieurs solutions avant de s'arrêter à l'une d'entre elles. Souvent, il commence à dessiner une esquisse qu'il abandonne car, à un moment donné, il ne peut trouver une solution à cause de l'impossibilité de respecter toutes les relations décrites dans le schéma fonctionnel, il va alors procéder à un retour arrière sur sa réflexion et reprendre la recherche d'une autre solution. »

Dans la Figure .6 s'illustre un exemple de retour arrière. L'architecte va revenir en amont dans l'historique de conception et va corriger son erreur en déplaçant un espace. Il n'y a pas de règles prédéfinies qui nous indiquent à quel moment le concepteur s'aperçoit de cette incapacité, chaque architecte réagit différemment. L'architecte va modifier la position d'un espace ; un espace étant placé au nord sera déplacé au sud, tout en restant en conformité avec le schéma fonctionnel. Dans le cas étudié (exemple proposé par Maculet (Maculet, 1991) et (Benachir, 1996)) l'impossibilité de placer le sous-ensemble (E) en relation avec (D) ils ont conduit à rebrousser chemin. Cette décision de revenir en arrière s'est produite *de manière très naturelle, ils avaient pu juger très globalement de l'incapacité d'aller plus loin. Plus tôt se fait ce constat d'échec, plus ils diront que l'architecte possède une capacité d'évaluer rapidement la cohérence topologique de son projet.*

Benachir a mentionné que « Les relations entre les espaces représentées dans un schéma fonctionnel sont d'ordre topologique, par exemple une relation d'adjacence entre deux espaces regroupe quatre possibilités (adjacence au nord, au sud, à l'Est, ou à l'ouest). Or l'architecte passe directement du schéma fonctionnel à l'esquisse, ce qui implique dans son raisonnement la recherche d'une relation topologique précise (soit adjacent au nord, au sud, à l'Est ou à l'ouest).

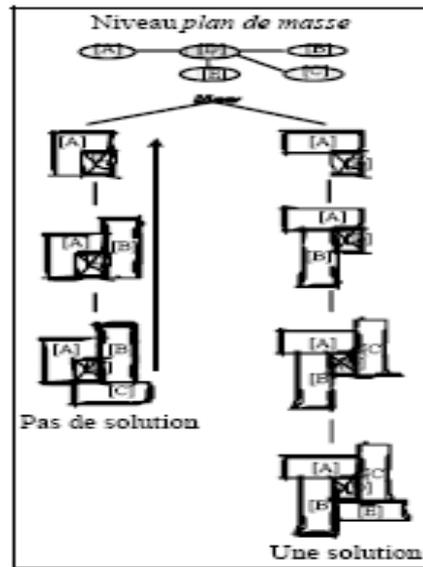


Figure- 6: Le retour arrière lors de l'élaboration d'une esquisse par un architecte.

Source : (Benachir, 1996)

4- La coordination dimensionnelle L'étape de coordination dimensionnelle rend faisable le projet du point de vue géométrique (mise à l'échelle) et technique (mise en œuvre du système constructif). Une fois l'élaboration de l'esquisse achevée, l'architecte procède à la mise à l'échelle qui consiste à déterminer avec précision les dimensions des différents espaces. L'architecte a recours pendant cette étape à des éléments de régulation du projet comme le module, les trames et les axes. La mise à l'échelle se fait parallèlement à la mise en œuvre du système constructif choisi (ex : poteaux/poutres...), le choix de ce dernier étant fait bien en amont car c'est un critère à prendre en compte dès le départ. Nous pouvons considérer cette phase comme une phase de mise au point numérique des différents paramètres du projet. Le concepteur aura surtout recours à des modifications

locales d'ordre dimensionnel, contrairement aux modifications des relations topologiques plus précises d'une esquisse. Nous avons illustré dans la Figure 2.7 la phase de coordination du projet où nous voyons bien la précision numérique de la géométrie du projet.

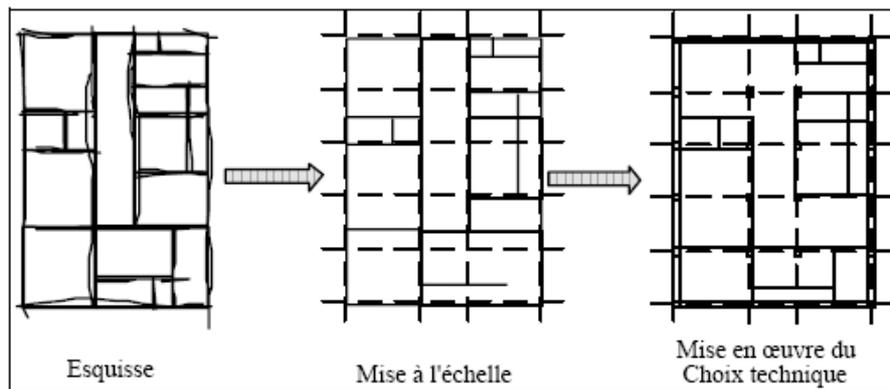


Figure- 7: La phase de coordination dimensionnelle. Source : (Benachir, 1996)

LA PROPOSITION DU PROCESSUS DE CONCEPTION SELON (BENACHIR MEDJDOUB (BENACHIR, 1996)) :

En se basant sur l'analyse précédente, benachir pouvait dégager les principales étapes du processus de conception en architecture. Le processus peut être divisé en trois phases :

(1) l'établissement du schéma fonctionnel : élaboration des organigrammes qui décrivent les contraintes spatiales entre les différents espaces qui composent le cahier des charges, cette phase correspond au *niveau fonctionnel*.

(2) la phase d'esquisse : c'est la phase de création architecturale, l'architecte élabore des dessins à main levée imprécis et flous, cette phase correspond au *niveau topologique*.

(3) la coordination dimensionnelle : c'est l'étape de mise à l'échelle du projet. C'est également là que l'architecte rend constructible son projet, cette phase correspond au *niveau d'optimisation numérique*. La Figure -8 illustre notre compréhension du processus de conception préliminaire.

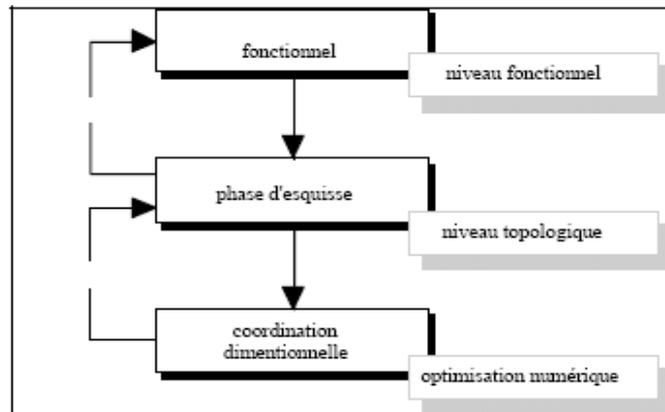


Figure- 8: Le processus de conception préliminaire en architecture et le modèle du processus proposé par benachir madjdoub .Source : (Benachir, 1996)

Partie 03. LE PROJET ARCHITECTURAL ENTRE METHODE DE CONCEPTION ET MODE DE REPRESENTATION

Trois architectes ont été interrogés en 1992 par *Richard Scoffier* sur le rapport entre leur méthode de conception et leurs modes de représentation.

Christian de Portzamparc critique le plan, la coupe, l'élévation ainsi que l'axonométrie pour leur trop grande abstraction et met leur utilisation en parallèle avec la tendance déshumanisante de l'urbanisme des années soixante. Il cherche, par l'utilisation de perspectives ou de maquettes, à mettre ses concepts à l'épreuve de la perception d'un corps en mouvement dans l'espace projeté. Cette démarche se fonde sur la définition d'un rapport générique entre le corps du sujet percevant et les volumes qui déterminent le vide dans lequel il évolue. Ce qui sous-entend l'existence d'une culture archaïque de l'espace, totalement différente de la culture parlée ou écrite.

A l'inverse, *Christian Hauvette*, pour lequel la question de l'espace n'est pas déterminante, considère que l'architecture tend à se structurer comme un langage. C'est plutôt le texte, qui permet l'expression des concepts, des idées, qu'il semble privilégier. Plus que la représentation d'un objet, il semble s'agir pour lui de définir des agencements mécaniques qui doivent entretenir des rapports avec le sens, le mythe, la culture. Ainsi malgré un certain intérêt pour l'axonométrie éclatée, la représentation est considérée comme un moyen de communication plutôt qu'un véritable outil de conception.

Pour Bernard Tschumi, plus radical, l'objet architectural, en soi, n'existe pas. L'architecture surgit comme la résultante d'une multiplicité d'événements contradictoires (usage, mouvement, espace, lumière, structure, matière). Pour concevoir, il récuse tous les modes de représentation traditionnels, qui s'attachent par essence à la composition d'une forme, pour en inventer un autre, la notation. Ce nouveau type d'écriture lui permet d'exprimer, sur des registres parallèles et autonomes, ces composants hétérogènes qui se juxtaposent selon une logique proche du "montage-cut" des cinéastes.(Scoffier ,1992).

3-1. L'architecture et le dessin :

Nul besoin d'aller plus loin dans les détails de la conception architecturale pour constater que le dessin tient une place prédominante dans ce processus, et ce à toutes ses étapes. Bien entendu, l'architecte a aussi recours à d'autres représentations visuelles. Il utilise divers documents dans les premières phases d'analyse, mais ce ne sont que des apports à sa construction du problème, non des vecteurs de sa résolution. De la même manière, il peut construire des maquettes physiques ou virtuelles de son projet, mais cela présuppose déjà d'une solution aboutie au problème. Elles vont servir à la présentation du projet, à sa communication. Dans une moindre mesure, elles permettront une évaluation supplémentaire de la solution pouvant entraîner des raffinements, mais elles ne constitueront pas un support créatif comme l'est le dessin.

3-2. La conception architecturale comme recherche de la forme finale à travers le dessin :

Piaget distingue et définit trois types de représentation de l'espace en les regroupant sous trois approches successives:

- a- **L'approche topologique** : c'est la moins élaborée car elle correspond à une exploration, de proche en proche, par tâtonnements. Par exemple, l'architecte peut bricoler une esquisse de plan en juxtaposant des zones schématiques afin de rechercher une organisation spatiale et connaître leur place les unes par rapport aux autres.

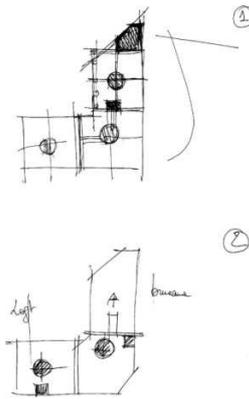


Figure-9: Représentation Topologique. Source : (Benachir, 1996)

- b- **L'approche euclidienne** : elle permet de fournir un repérage définitif de la position réelle des figures les unes par rapport aux autres grâce à un système de coordonnées, de distances et d'angles.

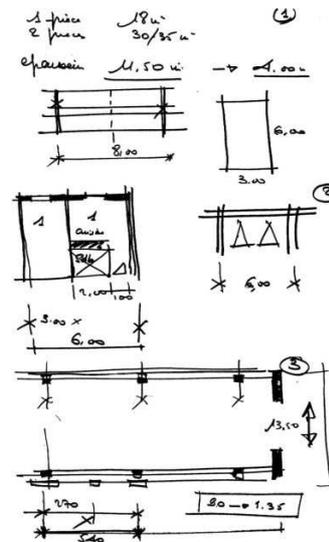


Figure-10 : Représentation Topologique. Source: (Benachir, 1996)

- c- **L'approche projective** : elle simule une image visuelle, de la même manière que la perspective, mais elle ne respecte pas obligatoirement les distances ou les proportions.

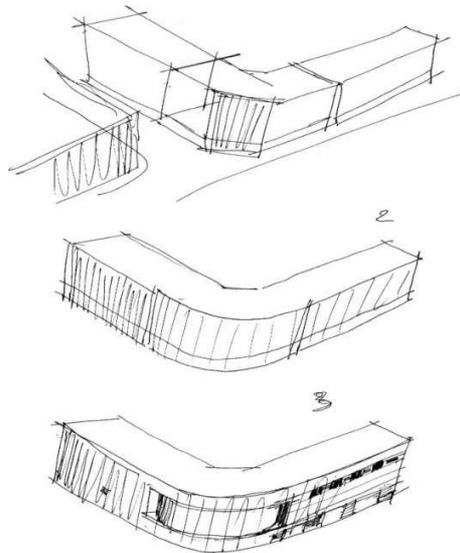


Figure-11: representation projective. Source: (Benachir, 1996)

Lebahar (Lebahar, 1983), quant à lui, a défini le processus de conception à travers le dessin comme outil de simulation des problèmes et des solutions, il l'a divisé en trois étapes :

- a- Le diagnostic architectural.** C'est dans cette phase de la résolution du problème que l'architecte va le cerner et le définir en respect des contraintes de base. Il va alors prendre en compte les contraintes financières du client, la surface et topologie du terrain, les contraintes écologiques, juridiques, les règles de conformité. Il va pour cela visiter les lieux, discuter avec son client mais aussi utiliser des documents liés à ces données: des photographies, des plans de géomètre, etc. Combinant le tout avec ses connaissances et savoirs propres, il est alors en phase *d'exploration* dont le résultat sera une première «base graphique de simulation», mélange de notes et de premiers dessins.
- b- La recherche de l'objet par simulation graphique.** Dès lors, le concepteur va entamer ce que nous avons appelé la *génération des solutions* et leur *évaluation*, dans un processus incrémental et itératif. Et c'est le dessin qui va être le vecteur privilégié de cette démarche. Il va supporter la *simulation*, basée sur les transformations successives que va développer le raisonnement de l'architecte, jusqu'à une définition précise de solutions acceptables au problème. Dans cette situation, comme nous l'avons déjà évoqué en parlant de conversation entre le concepteur et son dessin, le dessin est plus qu'un support. Il représente, comme le souligne Jean-Charles LEBAHAR, «l'objet en création et la pensée qui le crée».

c- L'établissement du modèle de construction. Cette phase est l'établissement des représentations graphiques précises, destinées à rendre claire la solution pour les constructeurs. C'est la «décision définitive concernant l'ensemble du projet» (plans, dessins précis et métrés, avec une échelle spécifiée, etc.).

Nul besoin d'aller plus loin dans les détails de la conception architecturale pour constater que le dessin tient une place prédominante dans ce processus, et ce à toutes ses étapes. Bien entendu, l'architecte a aussi recours à d'autres représentations visuelles. Il utilise divers documents dans les premières phases d'analyse, mais ce ne sont que des apports à sa construction du problème, non des vecteurs de sa résolution. De la même manière, il peut construire des maquettes physiques ou virtuelles de son projet, mais cela présuppose déjà d'une solution aboutie au problème. Elles vont servir à la présentation du projet, à sa communication. Dans une moindre mesure, elles permettront une évaluation supplémentaire de la solution pouvant entraîner des raffinements, mais elles ne constitueront pas un support créatif comme l'est le dessin.

3-3. Le dessin d'architecture

Afin de cerner les types de dessin d'architecture et leurs fonctions dans la durée d'un projet architectural, nous reprenons dans cette section les trois fonctions adoptées par Daniel Estevez: le dessin spéculatif, dessin descriptif et le dessin prescriptif (Estevez, 2001).



Figure- 12: Dessin sur un coin de table. Photographie: © Thomas Mayer.

Le dessin descriptif est le vecteur de communication de l'architecte. Il permet de montrer, mais aussi de voir «ce que ça donne». *Le dessin prescriptif* est celui qui va permettre la construction, la

réalisation de l'édifice. Enfin, *le dessin spéculatif* est celui que nous avons le plus évoqué jusqu'à présent, le support principal de l'activité créative et conceptuelle. Il ne résulte toutefois pas de cette décomposition une séparation imperméable des fonctions du dessin dans le processus de conception architecturale. Ces fonctions, isolées par Daniel Estevez pour organiser son discours, s'imbriquent et s'influencent tout au long du processus. Il est d'ailleurs impossible de cloisonner chacune d'elles dans les trois phases décrites précédemment, même et surtout si le «bon sens» suggère une certaine distribution de ces fonctions du dessin au cours du temps.

Toutefois, il s'avère qu'elles offrent une vision claire des différents objectifs du dessin d'architecture. Dans le contexte de nos travaux (modélisation du processus de conception architecturale) elles vont permettre d'identifier les besoins en la matière mais surtout les apports possibles, en particulier dans les phases préliminaires de conception. Dans ce contexte, les fonctions descriptives et prescriptives du dessin ainsi que les techniques qui leurs sont associées, ne paraissent pas essentielles *finalisée* l'écarte à priori des phases préliminaires de conception. Il est par contre plus aisé de voir le dessin descriptif s'inscrire dans les premiers moments de la démarche créative, permettant ainsi une évaluation individuelle ou collective du résultat. Nous verrons pourtant l'importance relative que peuvent prendre ces deux fonctions dès le début de la conception.

3-3-1. Le dessin descriptif : Le dessin descriptif va permettre à l'architecte de «rendre visible» l'objet qu'il crée. Il va par ce biais chercher à communiquer ses idées et leurs concepts aux autres acteurs du projet, mais tout particulièrement à son client. Dès lors, il doit garder une part d'indéfini et s'attacher à représenter une idée générale, dans l'optique de ne pas figer la vision de son commanditaire. Cela aurait l'effet de brider ses démarches exploratoires ultérieures si la conception n'est pas terminée, ou de provoquer un désaccord si les premières descriptions ont été considérées comme finales.

Ce dessin descriptif utilise principalement la technique de la perspective afin de rapprocher le plus possible l'objet en création de sa future réalisation. Un point intéressant sur le dessin en perspective est que la technique proprement dite, basée sur la géométrie projective, ne concorde pas avec les propriétés du système perceptif humain. C'en est une simple réduction géométrique, écartant certaines notions essentielles de la perception: flou des contours lointains, incertitude des limites du champ visuel, appréciation des fuyantes. Dès lors, le dessinateur va devoir adapter son

dessin afin de le rendre cohérent avec la vision réelle qu'il veut en donner. Cela passe par un choix précis de la disposition des objets et de la distance d'observation, mais surtout par de légères violations des règles géométriques de la perspective.

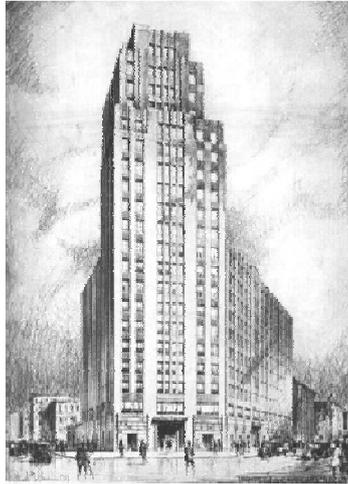


Figure- 13: Représentation perspective. source : **J.C. Lebahar**. Le dessin d'architecte. Édition Roquevaire : Parenthèse, 1983.

3-3-2. Le dessin prescriptif : Le dessin prescriptif va servir à la construction du bâtiment. Il va établir la communication finale entre les idées de l'architecte et les acteurs de la réalisation physique du projet: les dessins de construction, plans et nomenclatures. Plus qu'une simple transformation *technique* de ces précédents croquis, l'architecte va, à partir des solutions qu'il a établies et qu'il considère comme valables, poser un nouveau regard permettant la détection d'inconsistances (Lebahar, 1983). Ce passage du conceptuel au constructible implique une grande clarté, supprimant les ambiguïtés. Les représentations figuratives obéissent alors à un code graphique précis et définis, associé à des nomenclatures, détails des matériaux, etc... C'en est fini de «l'espace des solutions» et de la «réversibilité des choix», l'une des solutions est choisie.

3-3-3. Le dessin spéculatif : Nous avons souligné que la conception est une manipulation d'abstractions par leur schématisation, axée sur la globalité, une vue détachée mais unifiée de l'objet. Dès lors, en architecture comme dans un cadre plus général, le dessin lors des phases préliminaires de conception est plus qu'une simple représentation graphique, mêlant conceptualisation et évaluation. L'architecte va utiliser le dessin pour sélectionner et façonner les traits significatifs et pertinents de ce qu'il crée, en fonction des concepts qui guident son analyse.

Un point très important est la propension qu'à le dessin à dialoguer avec son auteur. Outre le fait qu'il favorise l'émergence d'idées spontanées, support incontestable de l'expérimentation, sa disposition spatiale entraîne la perception des relations et inconsistances entre les concepts qu'il représente, point indispensable de la conception architecturale. En effet, la mise en relation successive, rapide et simultanée de contraintes et d'objectifs de sources différentes (structure, fonction, usage, ...) facilite la recherche de cohérence, menant à ce que Jean-Charles LEBAHAR appelle la «réduction d'incertitude» (Lebahar, 1983).

Finalement, le dessin dit *spéculatif* en architecture ne présente pas vraiment de caractéristiques spécifiques. Il est par contre important d'observer plus avant les aspects techniques propres à ce domaine, du *croquis* au dessin en plans, coupes et élévations (le dessin *géométral*). Nous évoquerons aussi l'utilisation d'un support cher aux architectes: le *calque*.

3-3-4 Le croquis : Au vu de nos lectures, observations et discussions avec des architectes, si l'on devait n'utiliser qu'un seul mot pour caractériser le croquis d'architecture ce serait *liberté*. Le croquis à main levée, bien que souvent dans une vue perspective, n'obéit en effet à aucune règle graphique ou technique, visant avant tout la concision et la rapidité d'exécution. Il illustre une intention plus qu'une réalité ou qu'un but, afin de produire l'effet spéculatif sur son observateur (le dessinateur, dans la plupart des cas). Dès lors, toute considération de précision est écartée (mesures, échelle, ...) pour susciter l'exploration, la projection mentale (voir figure .3), illustre parfaitement l'aspect conceptuel du croquis. Il illustre un concept, se basant ici sur la métaphore de la spirale, dont la déclinaison va progressivement construire l'objet. Il ne fait appel à aucune technique particulière, ou plutôt il fait appel à toute représentation utile.

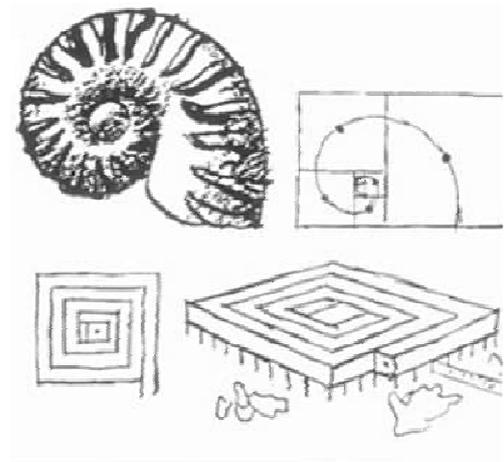


Figure-14: Le croquis. Ce croquis de LE CORBUSIER, *le musée à croissance illimitée* - 1939, J.C. Lebahar. Le dessin d'architecte. Édition Roquevaire : Parenthèse, 1983.

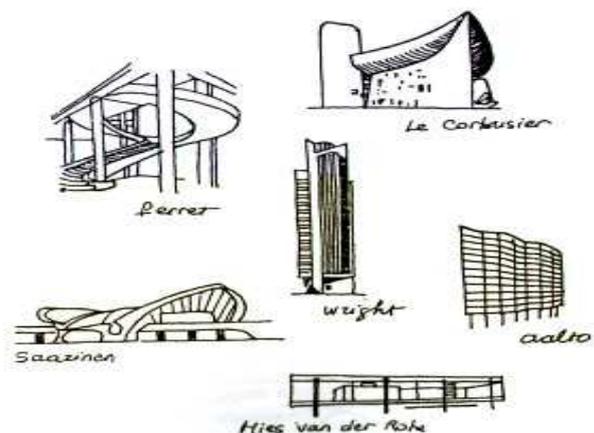
Le croquis est donc pour l'architecte «un moyen de simplifier la réalité pour illustrer une intention en allant à l'essentiel» (Estevez, 2001). Il n'est pas juste de le qualifier de «photographie de la pensée», le terme de photographie impliquant trop de précision et d'exhaustivité. *Le croquis* suit la pensée de l'architecte, lui permet de sélectionner les traits qu'il va considérer comme importants et de les remettre en cause par leur observation. Nous employons d'ailleurs le mot traits dans deux sens: le trait de crayon, et le trait au sens de caractéristique. Les choix des caractéristiques importantes, les itérations dans l'espace des solutions se font par la sélection et la superposition des traits du dessin. Les traits accentués par repassage (avec ou sans calque) sont plus que de nouvelles versions, ce sont des révisions et combinaisons d'idées. Dès lors, l'on peut qualifier le croquis de prolongement de la pensée de l'architecte, sa concision étant liée à la nécessité de suivre la rapidité du raisonnement, son imprécision étant liée aux aspects flous de ce même raisonnement (représenter une intention, et ne fermer aucune porte).

Le croquis d'architecture se décompose en deux catégories:

- *Le croquis d'analyse et d'observation*, essentiellement voué à extraire le concept architectural qui a sous-tendu la conception d'un bâtiment construit ou au moins conçu.
- *Le croquis d'étude*, qui est l'esquisse de conception, celui dont nous discutons ici. Il diffère du croquis d'observation par sa démarche de simulation graphique, contrairement à la vision à posteriori du premier.

Bien que pouvant être distinguées par leur finalité, ces deux catégories de dessins demeurent proches de par leur caractère conceptuel.

Figure-15: croquis. Ces croquis illustrent de fameux projets d'architectes, J.C. Lebahar. *Le dessin d'architecte*. Édition Roquevaire : Parenthèse, 1983.



3-3-5. Le dessin géométral

Le dessin géométral est un mode de dessin que l'on peut qualifier de plus technique, en deux dimensions, et qui consiste à fragmenter la représentation en coupes, plans et élévations. Le qualificatif de «technique» n'implique pas pour autant, dans les premières phases de conception, une notion de précision dans les mesures et l'échelle. Car, c'est un fait constaté par tous les observateurs de la tâche de conception architecturale, ce type de dessin est celui qui est utilisé majoritairement par les architectes. La perspective, ou autres représentations que l'on pourrait qualifier de réalistes (maquettes), n'interviennent que plus tard dans le projet.

L'utilisation de cette décomposition des dimensions soulève, selon Daniel ESTEVEZ, le « paradoxe du géométral». En effet, ces dessin fragmentent le projet, ce qui est à priori contraire à la démarche globale de la résolution du problème, et de plus ne semblent pas prendre en compte les aspects volumiques (deux dimensions). Il ressort que c'est une décomposition de l'horizontal et du vertical, privilégiant le plan (là où l'Homme évolue), et focalisant l'architecte sur les points d'intérêt, sans pour autant les déconnecter. Ces représentations ne négligent pas l'aspect tridimensionnel, mais rendent la figuration plus proche des images mentales du concepteur, habitué à les manipuler.

3-3-6. Le calque

Bien plus qu'un papier «semi-transparent» comme nous le connaissons pour recopier des dessins, le calque fut longtemps pour les architectes le papier à dessiner. Cette tendance à toutefois diminuée, mais les habitudes sont tenaces (sûrement parce qu'elles ont fait leurs preuves) et les architectes utilisent toujours du papier calque, appelé *calque d'étude*, sous forme de rouleaux de petite dimension. Ce papier est surtout utilisé comme support pour réaliser des croquis rapides, à tous moments et endroits. Mais le calque sous cette forme est aussi utilisé pour effectuer des retouches ou différentes variantes sur un dessin, plan ou croquis, en déroulant une pièce du rouleau sur la première feuille.

Dès lors, il est à prendre en compte que l'architecte peut, en plus de la technique de dessin en elle-même, faire intervenir le support physique dans sa démarche. La propriété de transparence du calque permet de l'utiliser comme un support à des alternatives issues d'une même base de départ. Mais cette utilisation est rare en architecture. En effet, le calque est principalement utilisé pour assurer la conservation de solutions satisfaisantes tout au long du projet. Il fait alors office

de mémoire, permettant de constituer des *couches* dans l'élaboration des solutions au problème. Lorsqu'une solution semble convenable, l'architecte la conserve et rajoute un calque par dessus pour continuer à travailler sur des parties encore insatisfaisantes ou tout simplement pour élaborer de nouvelles solutions. Le projet évolue, sans que les nouvelles solutions ne remplacent jamais vraiment les anciennes, ou toutefois en gardant une trace de leur évolution, leur mise en relation étant assurée par la transparence.

L'architecte Louis I. KAHN, avait associé le calque au fusain. Outre les apports « transparents » du calque, l'utilisation du fusain lui permettait d'estomper, quasiment effacer des traits de la main lorsque ceux-ci ne le satisfaisait pas. La conjonction fusain-calque fait alors qu'il reste une trace du trait sur le calque, mémoire du dessin (la figure 2.5, croquis de phase préliminaire de conception de Louis I. KAHN, montre à plusieurs endroits des corrections faites par le concepteur).

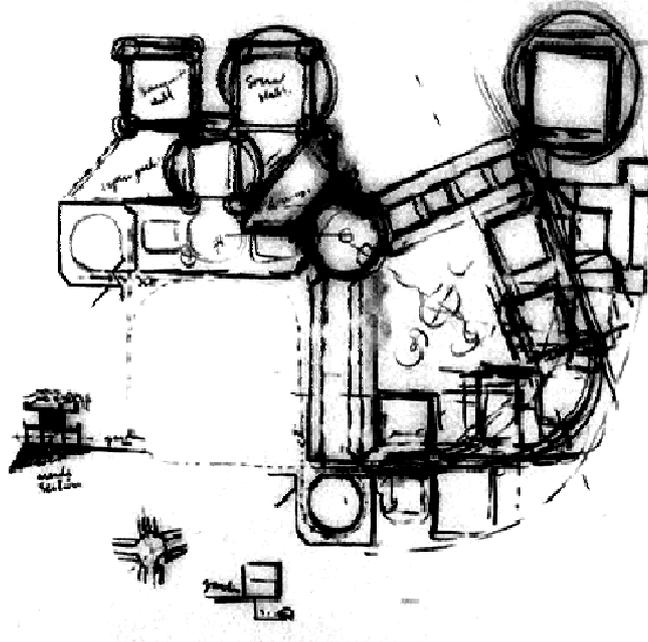


Figure-16: Calque et fusain. Un dessin de conception de l'architecte Louis I. KAHN, réalisé au fusain, sur du calque. Ce croquis porte la mémoire des étapes de la conception, par les traits, leur superposition et leur persistance. Source : Image tirée de The Louis I. Kahn Collection, University of Pennsylvania,

Finalement, il nous paraît clair que le dessin spéculatif, le dessin de la pensée (de l'analyse aux solutions), se caractérise avant tout par la liberté que prend l'architecte pour arriver à ses fins. Liberté qu'offre le croquis, de par sa simplicité d'emploi. Il est en effet courant d'observer un (ou

plusieurs) concepteur(s) en train de griffonner sur un coin de table, comme le montre la figure 2.1 au début de cette section. Le croquis est accessible à tous moments et en tous lieux. Mais la notion de liberté se retrouve aussi dans les aspects techniques du dessin de conception de l'architecte. Il va utiliser toutes les représentations figuratives dont il dispose (croquis, en perspective ou plans, coupes, élévations, calques) pour supporter son processus de création mental, dégagé de beaucoup d'aspects techniques (Michel-Ange disait qu'«*On ne dessine pas avec sa main; mais avec son cerveau.*»). La figure 2.6 est une esquisse d'étude tirée de (Lebahar, 1983) qui illustre bien ce propos de mélange des techniques sur un même dessin.

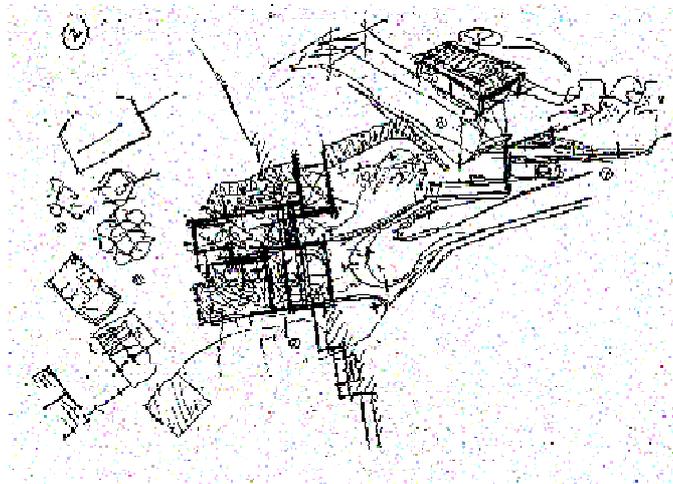


Figure-17: Esquisse d'étude. Source : Cette esquisse tirée de (Lebahar, 1983) illustre l'emploi de différentes pratiques figuratives pour supporter la conception architecturale.

Dès lors que nous avons vu les trois activités principales de la conception architecturale (diagnostique, simulation graphique et modèle de construction), ainsi que les différents types de représentations graphiques qui s'y entrecroisent (dessins spéculatif, descriptif et prescriptif), nous pouvons nous poser la question de la place que tient l'informatique dans ce processus.

3-4. La CAO et l'informatique en architecture

De par les capacités de calcul et de représentation qu'ils offrent, les outils numériques ont rapidement été perçus comme pouvant aider à la conception, en particulier en architecture: simulations, rendus graphiques, archivage, etc. Historiquement, l'ordinateur a d'abord permis de produire des images, des *sorties* graphiques. Ces premiers systèmes datant des années 70 ne

proposaient pas d'interfaces graphiques et de fonctionnalités *temps réel* comme nous les connaissons aujourd'hui.

La conception architecturale fait indéniablement partie (si ce n'en est le symbole même !) de ces activités qui unissent d'une part l'art et d'autre part la science et la technique pour produire les artefacts. Cette dualité apparaît nettement dès qu'on essaye " d'automatiser " la conception architecturale, de faire de la CAO en architecture. Dans son activité scientifique et théorique l'architecte construit et agit sur les modèles informatiques pour étudier leurs comportements. Dans son activité artistique et pratique, il construit les modèles infographiques représentant ses hypothèses de travail pour les vérifier. En tant que " scientifique ", il recherche un sens profond dans le contenu du modèle et s'intéresse peu à la forme de son expression. En tant qu'artiste, il cherche à produire un sens justement par l'écart qu'il peut créer entre le contenu et la forme de l'expression. Ayant des buts différents, ces deux activités sont des activités cognitives qui ont en commun la construction et le maniement des modèles. La conception spatiale inclut donc la mosaïque des activités diverses, en prouvant qu'il existe " un plan conceptuel universel " à toutes ces activités, et notre préoccupation est de découvrir ce plan conceptuel commun.

3-4-1. Le processus de conception et ses besoins de représentation

A travers l'histoire de l'architecture, les concepteurs n'ont cessé de se doter d'outils pour mieux représenter et concevoir l'objet architectural et pour se rapprocher de sa « réalité », de manière à faciliter la communication d'informations entre les différents acteurs du projet. En effet, comme le rappelle Porter (1997), des fouilles archéologiques ont permis les découvertes en Égypte ancienne du premier plan gravé sur pierre datant de 2100 avant J-C, à El-Dier el-Bahari près de Memphis (cf. figure1). Aussi furent découvertes des maquettes de détails en argile d'édifices romains, des tentatives d'axonométries sur des céramiques grecques et des premiers plans et élévations tels que nous les connaissons aujourd'hui vers 1100 après J-C par la redécouverte, en occident, de la géométrie euclidienne. a part l'utilisation des maquettes, toutes ces représentations étaient construites par le biais du texte ou du dessin. La première révolution dans le domaine de la représentation architecturale survint avec l'avènement de la perspective au quinzième siècle souligné entre autres en 1435 par Leon Battista Alberti et son traité sur les règles de la perspective. Bien que ce ne fût pas la première fois qu'un concepteur ou artiste essaya de représenter un espace en 3 dimensions, il s'agissait néanmoins de la première formulation

systématique des règles de la perspective. Au 18^e siècle, les architectes ont fait évoluer davantage la représentation de leurs œuvres architecturales par l'utilisation des différentes formes de projections parallèles géométriques, notamment l'axonométrie (figure 2.7).

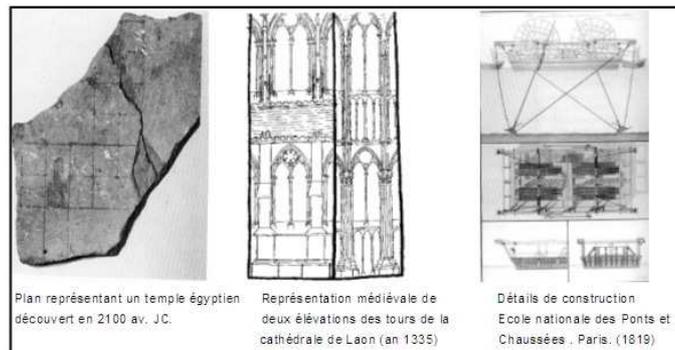


Figure-18 : Évolution de la représentation architecturale. Source : Porter, 1997.

Puis survint une seconde révolution à la fin du siècle dernier, au début des années 80, avec l'apparition de la micro-informatique et des logiciels de DAO et de CAO qui servaient à produire essentiellement des dessins techniques 2D avant d'évoluer et de permettre la production de modèles 3D avec des rendus de plus en plus réalistes. Aujourd'hui, des ordinateurs personnels (PC) comparables aux plates-formes performantes tel les Silicon Graphics permettent le rendu de scènes réalistes en temps réel (Schnabel et al, 2001). Pour la représentation architecturale l'apport de la machine se situe surtout à deux niveaux: le premier est la possibilité d'accéder en même temps aux dessins techniques et au modèle 3D ce qui permet un gain de temps et d'effort, le second est l'introduction du facteur « temps », la quatrième dimension, lors de l'utilisation d'animation ou de maquette numérique interactive.

De nos jours, que ce soit par le biais de moyens traditionnels ou informatisés, la représentation architecturale est devenue une marque de commerce, une signature propre à chaque architecte et il suffit de consulter des revues d'architecture pour s'en convaincre : quel étudiant ou professionnel en architecture ne saurait reconnaître un projet de Zaha Hadid ou de Tadao Ando du premier coup d'œil? Cela étant dit, il y a une nuance très importante à faire sur ce type de représentation, retrouvée dans les magazines ou les concours, appelée représentation d'exposition/présentation qui a pour fonction principale de communiquer le projet à un jury d'architecte, au maître d'ouvrage ou au public. Or par expérience l'architecte sait qu'avant

d'aboutir à cette représentation finale, il doit passer par une multitude d'étapes avec des moyens et des méthodes de représentation aussi diverses.

3-4-2. La représentation numérique dans le processus de design

Depuis le début des années 60, avec le développement de la recherche théorique liée à la pratique architecturale, les chercheurs se sont intéressés de plus près aux liens qui peuvent exister entre les différentes étapes du processus de conception et le besoin de représenter ces dernières. Aujourd'hui, on s'accorde pour qualifier le design architectural comme un processus collectif, lent (Maher et al., 2000) et surtout complexe (Prost, 1992 ; Simon, 1969). Complexe, parce que l'architecture fait référence à la composition d'un ensemble d'éléments abstraits et physiques en interrelation (interdépendants) et aussi qu'elle est une pratique multidisciplinaire qui nécessite la participation de plusieurs acteurs pour la conception et la réalisation physique d'un projet, et enfin parce que c'est un exercice itératif de recherche d'une solution « acceptable » à partir d'hypothèses de design initiales (Conan, 1990). Ce processus de conception a été examiné et observé par différents chercheurs (Alexander 1971, Lebahar 1983, Prost 1992, Schn 1987, Zeisel 1984). Toutes ces études ont statué sur la nécessité de recourir aux représentations durant tout le processus quel que soit le médium utilisé. En effet, comme le souligne Gross et al (2001), un seul type de représentation ne permet pas le dévoilement de tous les aspects d'un projet et surtout, ce dernier varie en fonction de l'étape du processus. Un projet architectural par sa représentation se doit d'être compréhensible et accessible à tous les intervenants.

3-4-3. La place actuelle

La CAO tiens de nos jours une place importante dans la majorité des bureaux de conception architecturale. Place ouvrant même des possibilités inédites, selon l'architecte Franck O. GEHRY: «The Guggenheim museum in Bilbao and the Walt Disney Concert Hall (in Los Angeles) could not exist today if we hadn't met Dassault, because there was no way to explore these kinds of shapes and make them economically feasible» (Day, 2004).

Si l'on écarte toute considération de partenariat et de publicité pour la firme produisant le logiciel CATIA (Dassault Systèmes, 2002 - 2004) utilisé par l'équipe de l'architecte, cette phrase situe

tout à fait la situation actuelle de l'informatique dans le processus architectural: la vérification du matériellement possible.¹

La modélisation 3D extrêmement précise qui a été produite à partir des concepts de l'architecte a permis de *valider* leur faisabilité (matérielle et économique), mais elle n'en n'a pas été le support. Nous ne renions en aucun cas cet apport. Mais force est de constater qu'il n'a pas aidé le concepteur dans sa démarche première, dans les premières étapes de la conception. Il est toutefois évident que cette démarche d'utilisation de l'informatique fait partie du processus de conception, car il est probable que les premières simulations ont engendrées des retours en arrière, des modifications du projet. Mais pour le concepteur, nous sommes d'avis que «tout était déjà joué» au niveau conceptuel.²

Le constat est donc assez aisé à faire. Si l'on met en relation la CAO et le dessin de l'architecte, celle-ci n'intervient qu'à des niveaux *descriptif* et *prescriptif*, dans les phases avancées du projet. La CAO permet de produire des maquettes virtuelles, à des fins de présentation.

La CAO offre aussi la possibilité, par des modèles construits au fur et à mesure du projet, d'orienter des choix de conception ou de vérifier des contraintes qui n'ont pas encore été prises en compte dans les premières phases. Cela s'étend au niveau prescriptif par l'utilisation de logiciels

¹ **Le musée Guggenheim de Bilbao :**

Le musée Guggenheim de Bilbao n'aurait pu être construit sans le recours aux technologies de l'information. Ce projet, qui s'est étalé de 1993 à 1997, est un exemple typique de la façon dont les technologies de l'information TI redessinent le processus de CONCEPTION ET DE construction, en intégrant les phases de conception, de fabrication et de construction. Ce musée est l'œuvre de l'architecte torontois Frank Gehry. Son design repose sur l'utilisation de lignes courbes et il a été d'abord représenté au moyen d'une maquette faite à la main. Cette maquette a ensuite été numérisée à partir d'un scanner 3D conçu initialement pour la numérisation d'une tête humaine, à des fins d'interventions chirurgicales. Les données obtenues ont servi à créer des modèles numériques. Ces courbes étaient difficiles à modéliser à l'aide des systèmes CAO traditionnels (AutoCAD ou MicroStation utilisant des méthodes polygonales pour la représentation de surfaces). Puis il a donc eu recours au logiciel CATIA, de la firme Dassault, conçu pour le design d'avions et d'automobiles et exploitant une autre forme de représentation des surfaces, les « splines ».

² L'utilisation de **CATIA** a permis une meilleure définition de chaque élément constituant la structure du bâtiment. Des simulations structurales basées sur des méthodes de prototypage rapide ont été menées et les données obtenues ont été transmises électroniquement au fabricant de matériaux. Chaque pièce préfabriquée était identifiée avec un code à barres et ultérieurement installée sur le site par le constructeur à l'aide d'un système de positionnement au laser relié à la base de données de CATIA. Ces techniques étaient courantes dans l'industrie aérospatiale, mais inédites dans le domaine de la construction.

Le processus de construction du musée de Bilbao a placé le concepteur au centre du projet et a permis de le relier à tous les intervenants. C'est le concepteur qui a produit les données nécessaires à l'ensemble du projet. La base de données de CATIA a servi à fabriquer les composants à partir de méthodes de fabrication assistée par ordinateur (FAO), reprenant les données du concepteur. L'installation des composants s'est également faite en utilisant les mêmes données. Ce processus a en outre minimisé les pertes dues aux défauts de fabrication et aux ajustements sur le site.

spécialisés à l'architecture, permettant la correction automatique de plans, ainsi qu'une production aisée des dessins de construction, des prévisions de coûts, etc. voir La figure- 19.

3-4-4. Les logiciels CAO du marché

Les outils de CAO actuellement sur le marché sont essentiellement orientés vers la représentation et la production du projet architectural, aucune phase préliminaire de conception n'est effectuée à l'aide de ces outils. L'exemple de la conception du centre culturel français de Santiago du Chili (Le Moniteur, 1991), projet remporté sur concours, illustre bien nos propos. Après une phase de réflexion sur les contraintes propres du cahier des charges et les réponses conceptuelles à apporter pour résoudre les problèmes d'allocation spatiale, une première esquisse a été dessinée à la main. Dès que la structure générale du bâtiment s'est avérée satisfaisante, l'architecte l'a saisie sur PC au moyen d'une tablette à digitaliser. Cette base d'information a permis à l'architecte d'avoir des perspectives afin de cerner parfaitement les volumes intérieurs et extérieurs perceptibles à l'œil. Par ailleurs, cela a permis la production des documents (plans, coupes, façades...) pour l'APS (avant projet sommaire) et l'APD (avant projet détaillé).

Différents types de logiciels CAO sur le marché :

(1) La CAO classique : dans un système de CAO classique comme Star ou KEOPS, l'utilisateur travaille dans des environnements graphiques et alphanumériques. Le but principal est de construire une maquette numérique qu'on pourra représenter selon différents modes : plans, coupes, perspective. (Phase d'esquisse).

(2) la CAO paramétrique : Contrairement à la CAO classique, la CAO paramétrique a permis au concepteur de tenir quelque peu compte de la conception préliminaire, en permettant de stocker des contraintes géométriques pour pouvoir décliner des géométries avec des dimensions différentes. Il est également possible de définir des relations d'ingénierie avec la géométrie du produit.

(3) la CAO variationnelle : Un modéleur variationnel ne présuppose pas d'un ordre de prise en compte des relations d'ingénierie ni d'un sens d'interprétation d'une contrainte géométrique. Ce sont pour lui des équations qu'il résout globalement avec un solveur mathématique (Chung et al, 1989 ; Bourdin et Godillot 1991 ; Paoluzzi, 1992 ; Kurland, 1993). Contrairement à un modéleur paramétrique, le système variationnel peut prendre en compte et représenter graphiquement des systèmes sous-contraints pour lesquels il existe plusieurs solutions numériques, tout en assurant

qu'il existe bien au moins une solution numérique (cohérence).



Figure-19 : Gehry, Musée Guggenheim (Bilbao). Source : Microsoft Encarta - 2008. © 1993-2007

3-4-5.Limites des outils informatiques CAO et DAO

La conception architecturale, abordée comme un processus itératif de recherche d'une solution « acceptable » à partir d'hypothèses de design initiales (Simon, 1969), sollicite le besoin en représentations. Ces dernières sont essentielles à tout acte créatif et à toutes les phases du processus de design puisqu'elles constituent un moyen de projection de la pensée de l'architecte et de son savoir-faire. La représentation demeure l'outil indispensable à la boucle de rétroaction qui elle-même est consubstantielle au processus d'évaluation des hypothèses de design. À propos du processus de conception, Prost (1992) avance qu'il « *faut agir en pensant et penser en agissant* » ce qui incite à penser que les représentations internes (mentales) et externes doivent se faire de manière interactive et dynamique pour atteindre une solution jugée acceptable. L'outil qui facilitera l'extériorisation de ces idées, doit donc jouer un rôle déterminant dans le processus de conception puisqu'il influence directement le processus de design.

Pour être pleinement efficace, la CAO doit donner une représentation fonctionnelle des projets d'architecture, non une série de dessins commentés. On mentionne à ce propos :

- Une plus grande convivialité est nécessaire. Les mises à jour fréquentes des logiciels ralentissent les apprentissages et nuisent à la productivité ;
- Les outils CAO sont orientés «dessin» plutôt que «design», ce qui entrave le travail et la créativité de l'architecte ;
- la CAO devrait permettre une évaluation automatique des modifications apportées au design, en intégrant divers outils d'aide à la conception (simulation structurale ou énergétique, vérification des interactions entre les systèmes, compatibilité avec les codes du bâtiment, etc.) ;
- Une évaluation automatique des modifications du design au niveau de la gestion de projet, des coûts et des échéanciers est souhaitable ;
- Il faut introduire une plus grande flexibilité dans les sorties graphiques ;
- Il est important de favoriser la compatibilité des échanges entre organisations différentes.

Ces demandes reflètent la complexité du travail de design et de conception qui fait appel à de nombreux experts. Cette complexité explique en partie pourquoi les outils informatiques pénètrent le secteur de l'architecture à un rythme moins rapide qu'on pourrait le souhaiter. Les outils de conception disponibles n'ont pas toujours été à la hauteur des exigences de la profession.

La CAO est donc largement utilisée dans la conception architecturale, mais n'est pas encore beaucoup plus qu'un support à l'ingénierie. Il est d'ailleurs amusant d'observer dans des magazines spécialisés en architecture, ou dans des discussions sur internet, les craintes qu'émettent nombre d'architectes ou d'étudiants de tous âges en regard de la place que prend la CAO dans leur domaine. Beaucoup semblent s'inquiéter d'une possible disparition du dessin classique au profit des technologies informatiques.

Même si nous ne partageons pas ces craintes, étant convaincues au moins autant qu'eux de l'importance du dessin dans la conception créative, nous comprenons toutefois leurs inquiétudes, probablement la conséquence de leurs références en matière de logiciels. Car il serait en effet dramatique, même si c'est improbable, que les outils actuels de CAO deviennent les papiers/crayons de demain. (Conseil de la science et de la technologie au Québec, 2008).

C O N C L U S I O N

Après avoir analysé l'ensemble des théories et des tentatives qui visent à la clarification de la conception architecturale, il est à noter que ces tentatives se distinguent entre celles qui veulent fonder un processus clair, scientifique et procédural comme la conception basée sur les contraintes élaborée par *Benachir Madjdoub* ou celles qui se satisfont par des simples descriptions de la procédure de conception architecturale qui s'appuient généralement sur la conjecture et la réfutation. Cette dernière ne peut se promouvoir à une méthode universelle et utilisable si elle ne sera catégorisée, classifiée et instanciée dans une procédure algorithmique bien planifiée et détaillée.

La codification est une opération très indispensable pour le développement de la procédure de conception architecturale selon les bases scientifiques.

Chapitre deux :
La conception architecturale comme
Logique de traitement de données
« processing »

« L'avenir tu n'as pas à le prévoirTu as à le permettre ».

Antoine de Sainte-exubéré

« Il ne faut point demander aux autres ce que nous ne pouvons pas le faire ».

Platon

INTRODUCTION

La conception architecturale est une activité surtout mentale menée par des personnes « hautement qualifiés » qui participe que très rarement à la réalisation de l'objet à concevoir (Darses & Falzon, 1996, p. 123). Elle nécessite des savoirs multiples (Boudon, 1997) (esthétiques, graphiques, techniques, juridiques, financiers, etc.), partagés avec et entre les différents acteurs. Il y a de fait et c'est là notre propos, une forte interaction de l'architecte en tant que sujet avec l'environnement du projet (textuel, graphique, physique) mais également avec son client co-acteur fondamental de la conception. Il existe aussi une interaction avec d'autres partenaires (autre architecte, maître d'ouvrage, constructeur,...).

L'œuvre architecturale est le produit d'un processus complexe où se conjuguent l'intuition, sensibilité individuelle, savoir, connaissances de techniques appropriées (concernant tant les outils que les méthodes), culture, savoir-faire, faire-savoir. L'architecte doit faire advenir l'idée et rendre celle-ci partageable, donc communicable aux différents intervenants du projet (dans notre cas, le client). C'est donc au travers de représentations graphiques et d'échanges verbaux conversationnels (un ensemble de propos naturels et spontanés avec utilisation d'une langue familière) qui accompagnent ou précèdent leur exécution —, que nous nous intéressons simultanément à un aspect énonciatif ou intentionnel (par exemple dire ce que l'on veut ou a voulu représenter) et à un aspect cognitif (la représentation graphique liée à ce dire).

« Les recherches et tentatives qui ont été faites jusqu'à maintenant par les scientifiques sont des connaissances dans des îles » (Alexis Carrel l'homme cet inconnu).

Partie 01. Le raisonnement

1-1. Définition du raisonnement :

Enchaînement d'arguments logiquement liés et aboutissant à une conclusion, il est le développement d'arguments visant à étayer une preuve, un exercice logique de la raison, une manière de démontrer (caractérisé par une méthode particulière) ou un type de démonstration (propre à une discipline)

Le raisonnement est aussi l'enchaînement ou l'articulation des idées constitutives de la pensée discursive. Le terme est utilisé en logique classique, mathématiques, philosophie, psychologie, rhétorique, logistique (ou théorie de l'organisation) et philosophie cognitive.

1-2. Fonctions du raisonnement

Le raisonnement est une association logique d'idées qui conduit à une conclusion. Il établit des rapports entre différents éléments, mais différemment de l'association d'idées, la conscience y a ici une visée précise. Les fonctions d'un raisonnement peuvent être les suivantes :

- Test d'une hypothèse,
- Application de connaissances générales à un cas particulier,
- contrôle de la cohérence d'une proposition ou d'une thèse avec un ensemble de thèses,
- argumentation rhétorique ou persuasive,
- Préparation de l'action par constitution d'un scénario approprié.
- Le raisonnement, enfin, prend place dans les stratégies de décision.

1-3. Nature du raisonnement

Le raisonnement est intrinsèquement lié à la pensée causale. La capacité de raisonnement varie selon les âges (Jean Piaget , 1998) et l'éducation. Elle peut être calculée par des tests appropriés. Le raisonnement peut être **inductif** (du particulier au général) ou **déductif** (du général au particulier). On peut distinguer également le raisonnement concret, qui tire des conclusions de l'observation des choses, le raisonnement abstrait qui enchaîne ses arguments à partir de concepts ou de synthèses d'éléments concrets, et le raisonnement délirant qui enchaîne les arguments sans référence concrète explicite pour une communauté déterminée. L'analogie établit le rapport : ce que A est à B, C l'est à D. Dans le raisonnement par l'absurde, on démontre que la négation de ce qu'on suppose est contradictoire, d'où l'on peut déduire que ce que l'on suppose est juste.

Si la validité d'un raisonnement dépend de sa logique de déduction et du passage des prémisses (point de départ) aux conclusions, il est néanmoins important de situer le contexte d'un raisonnement qui lui assigne des référents (objets) implicites : raisonnements pratique, religieux, philosophique, etc. Le raisonnement est évidemment inséparable de la notion du discours et d'argumentation.

2- Le processus de conception architectural doit être méthodique.

2-1. La méthode : Qu'est ce qu'une méthode ?

Une méthode définit une démarche reproductible qui fournit des résultats fiables. Tous les domaines de la connaissance utilisent des méthodes plus au moins sophistiquées et plus au moins formalisées. Les cuisiniers parlent de recette de cuisines, les pilotes déroulent des check-lists avant le décollage, les architectes dessinent des plans et les musiciens suivent des règles de composition.

Une méthode d'élaboration d'un projet architectural décrit comment modéliser et construire des systèmes bâtis de *manière fiable et reproductible*.

En général les méthodes permettent de construire des modèles à partir d'éléments de modélisation et constituent des concepts fondamentaux pour leur représentation de systèmes ou de phénomènes. Les notes reportées sur les partitions sont des éléments de modélisation pour la musique.

Les méthodes définissent également une représentation souvent graphique et permet d'une part de manipuler aisément des modèles, et d'autre part de communiquer et d'échanger l'information entre les différents intervenants.

Une bonne représentation offre un équilibre entre la densité d'information et la lisibilité. En plus des éléments de modélisation et de leurs représentations graphiques, une méthode définit des règles de mise en œuvre qui décrit l'articulation des différents points de vue, l'enchaînement des actions, l'ordonnancement des tâches et la répartition des responsabilités.

Ces règles définissent un processus qui assure l'harmonie au sein d'un ensemble d'éléments coopératifs et qui explique comment il convient de se servir de la méthode.

Avec le temps, les utilisateurs des méthodes développent un savoir- faire lié la mise en œuvre de la dite méthode. Ce savoir- faire, également appelé expérience, n'est pas toujours *formulé* clairement, ni aisément *transmissible*.

Les architectes ont beaucoup plus de mal à trouver ce qu'il faut faire, qu'à trouver comment le faire.

2-2. La démarche heuristique :

Un courant de pensée, accordant une plus large place aux intuitions qu'à l'analyse, a également donné lieu à une réflexion sur des méthodes de conception architecturale :

« *Le modèle d'apprentissage* » : considère que la conception est le fruit de la confrontation du contexte et d'une image constituée intuitivement par le concepteur au préalable.

« *La méthode d'intégration interactive* » : est dégagée par les travaux de Julia Robinson et Stefan Weeks et repose le principe que toute la difficulté de la conception consiste à passer de l'analyse à la formalisation.

« *L'escalade* » : on choisit à chaque étape l'action qui rapproche le plus du but recherché. Cette stratégie est irrévocable ; on ne revient pas sur les choix effectués, même si des possibilités précédemment négligées auraient pu être plus prometteuses ;

« *La méthode systématique aveugle* », qui permet de revenir en arrière si la voie choisie ne tient pas ses promesses.

3- Analogie entre raisonnement architectural et raisonnement informatique :

« Implémentation des modèles de conception de l'intelligence artificielle »

Il sera procédé à l'implémentation de modèles et de structures de conception informatique vers la procédure de conception d'un projet architectural, puisque les deux domaines traitent la décomposition, la synthèse et la structuration des systèmes de données.

3-1. La méthode en général : « processing » : traitement des données :

Définition : Guide plus ou moins formalisé, démarche reproductible permettant d'obtenir des solutions fiables à un problème. Capitalise l'expérience de projets antérieurs et les règles dans le domaine du problème

Une méthode définit :

- Des **concepts de modélisation** (obtenir des modèles à partir d'éléments de modélisation, sous un angle particulier, représenter les modèles de façon graphique)
- Une **chronologie** des activités (construction des modèles)
- Un **ensemble de règles et de conseils** pour tous les participants

Description d'une méthode

- Des gens, des activités, des résultats.

Évolution des méthodes :

Origine :

- Problèmes de qualité et de productivité dans les grandes entreprises, mauvaise communication utilisateurs / informaticiens
- Méthodes = guides pour l'analyse et aide à la représentation du futur SI
- Conception par découpage en sous-problèmes, analytico-fonctionnelle
- Méthodes d'analyse structurée

Ensuite

- conception par modélisation : « construire le SI, c'est construire sa base de données »
- méthodes globales qui séparent données et traitements.

Maintenant

- Conception pour et par réutilisation : Frameworks, Design Patterns, bibliothèques de classes
- Méthodes
 - Exploitant un capital d'expériences
 - Unifiées par une notation commune (UML)
 - Procédant de manière incrémentale
 - Validant par simulation effective

3-2. La modélisation de la conception architecturale : Le processus

- **qui ? , fait quoi ? a quel moment ? et de quelle façon ?** pour atteindre un certain objectif : Ensemble de directives et jeu partiellement ordonné d'activités (d'étapes) destinées à produire des projets de manière contrôlée et reproductible,

3-2-1. Modélisation par les fonctions « la forme suit la fonction »

L'analogie avec le Processus de conception et UML « Unified Modeling Language ».

- *Approche dite « cartésienne »*
- *Décomposition d'un problème en sous-problèmes*
- *Analyse fonctionnelle hiérarchique : fonctions et sous-fonctions*
 - avec fonctions entrées, sorties, contrôles (proche du fonctionnement de la machine)
 - les fonctions contrôlent la structure : si la fonction bouge, tout bouge
 - données non centralisées
- *Méthodes de programmation structurée*
 - *Points faibles* : focus sur fonctions en oubliant les données, règles de décomposition non explicitées, réutilisation hasardeuse.

3-2-2. Modélisation par les données

- *Approches dites « systémiques » = structure + comportement*
- *Modélisation des données et des traitements*
 - privilégie les flots de données et les relations entre structures de données.
 - traitements = transformations de données dans un flux (notion de processus)

3-2-3. le modèle en MESH :

- *Approche « systémique » avec grande cohérence données/traitements*
- *Système*
 - Ensemble d'objets qui collaborent.
 - Considérés de façon statique (ce que le système est : données) et dynamique (ce que le système fait : fonctions)
 - Evolution fonctionnelle possible sans remise en cause de la structure statique du logiciel
- *Démarche*
 - Passer du monde des objets (du discours) à celui de l'application en complétant des modèles (pas de transfert d'un modèle à l'autre)
 - À la fois ascendante et descendante, récursive, encapsulation.
 - abstraction forte
 - Orientée vers la réutilisation : notion de composants, modularité, extensibilité, adaptabilité (objets du monde), souples

3-2-4. le modèle en cascade :

- Linéaire, flot descendant.
- Retour limité à une phase en amont.
- Validation des phases par des revues.
- Échecs majeurs sur de gros systèmes.
- délais longs pour voir quelque chose
- Test de l'application globale
- *Difficulté de définir tous les besoins au début du projet* (Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006)

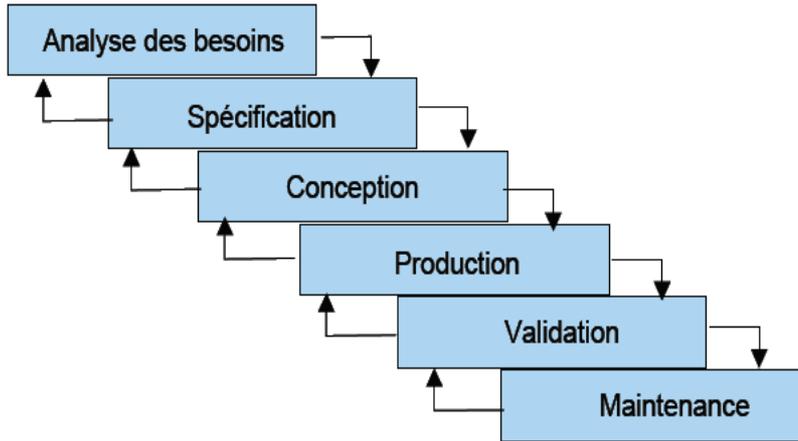


figure-1 : le modèle de conception en cascade
Source : Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006

3-2-5. Modèle en V :

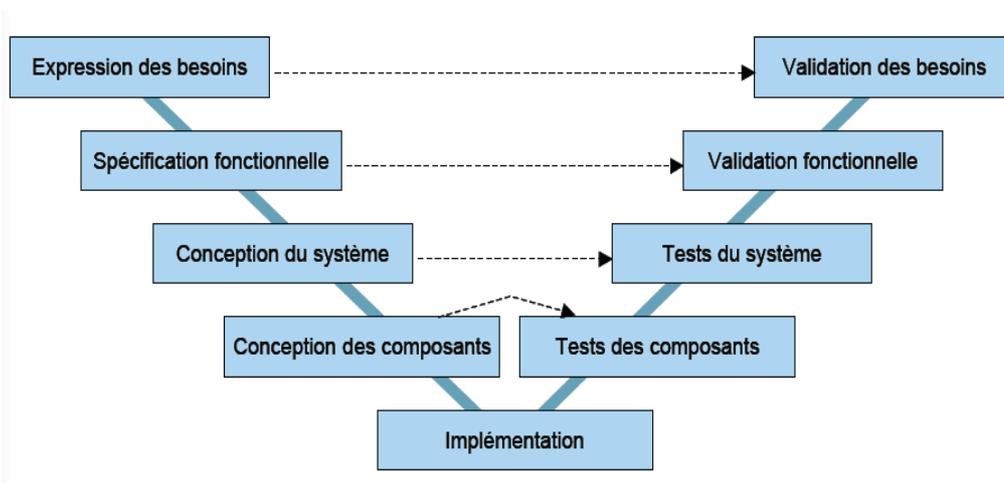


figure-2 : le modèle de conception en V
Source : Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006

- Variante du modèle en cascade
- Tests bien structurés
- Hiérarchisation du système (composants)
- Validation finale trop tardive (très coûteuse s'il y a des erreurs).
- Variante : W (validation d'une maquette avant conception). (Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006).

3-2-6. Modèle en spirale : comparable à l'approche de Carl Popper

- Incréments successifs ———> itérations (récurrences).
- Approche souvent à base de prototypes
- Spécification des incréments difficile
- De plus en plus difficile de modifier
- Gestion de projet pas évidente.

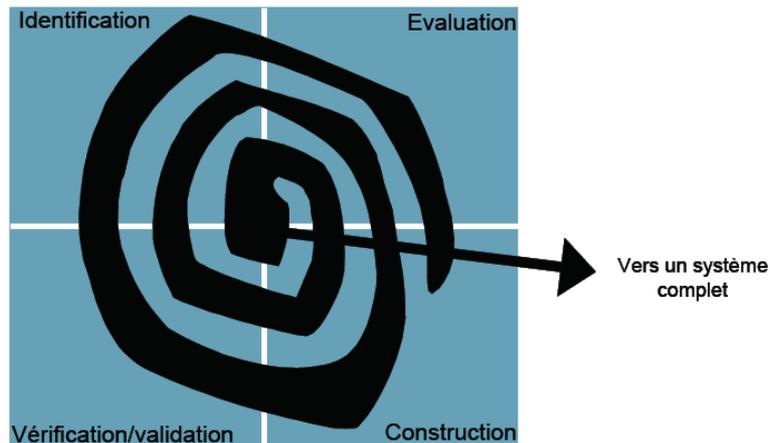


figure-3 : le modèle de conception en spirale

Source : Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006

4- Le model théorique d'une procédure –Notation et artefacts :

Notation : Permet de représenter de façon uniforme l'ensemble des artefacts logiciels produits ou utilisés pendant le cycle de développement

Formalisme de représentation qui facilite la communication, l'organisation et la vérification.

Artefact :

- Tout élément d'information utilisé ou généré pendant la totalité du cycle de développement d'un système.
- Facilite les retours sur conception et l'évolution des applications.
- Exemple : morceau de code, commentaire, spécification statique d'une classe, spécification comportementale d'une classe, jeu de test, programme de test, interview d'un utilisateur potentiel du système, description du contexte d'installation matériel, diagramme d'une architecture globale, prototype, rapport de réalisation, modèle de dialogue, rapport de qualimétrie, manuel utilisateur...

Méthode / processus

- notation + démarche (+ outils)
- façon de modéliser et façon de travailler

5- Le Processus Unifié : caractéristiques essentielles

Caractéristiques :

- Trame du processus
- Itératif et incrémental
- Piloté par les besoins
- Piloté par les risques
- Centré sur l'architecture

6- Cycles de vie et phases

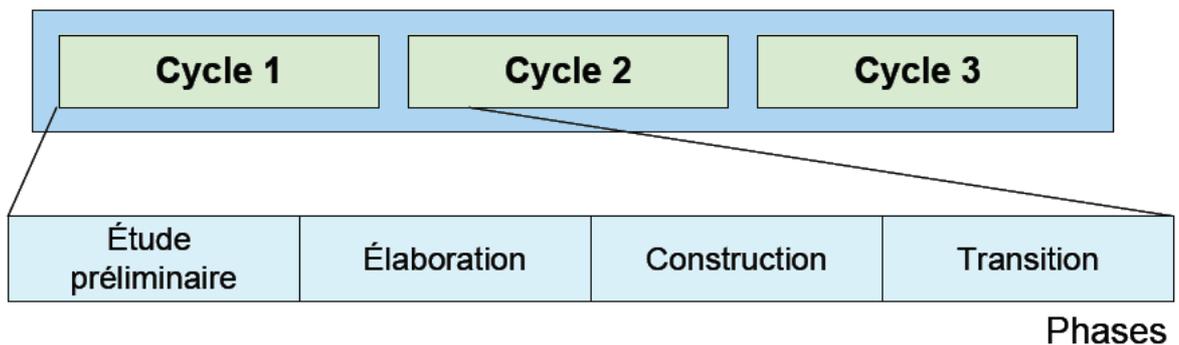


figure-4 : cycle de vie et phases

Source : Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006

→ Considérer un produit logiciel quelconque par rapport à ses versions

→ Gérer chaque cycle de développement comme un projet ayant quatre phases

PHASE 01 Étude préliminaire

- que fait le système ?
- à quoi pourrait ressembler l'architecture ?
- quels sont les risques ?
- quel est le coût estimé du projet ? Comment le planifier ?
- accepter le projet ?
- jalon : « vision du projet »

PHASE 02 Élaboration

- spécification de la plupart des cas d'utilisation
- conception de l'architecture de base (squelette du système)
- mise en œuvre de cette architecture (CU critiques, <10 % des besoins)
- planification complète
- besoins, architecture, plannings stables ? Risques contrôlés ?

- jalon : « architecture du cycle de vie »
- phases (surtout préliminaire) effectuées à coût faible

PHASE 03 Construction

PHASE 04 Transition :

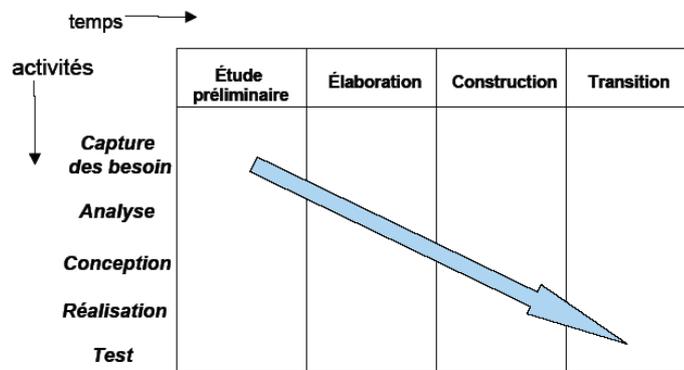


figure-5 : phases et activités

Source : Yannick Prié - Université Claude Bernard Lyon 1, 2006

Partie 02. Analyse d'un modèle de connaissances architecturales en chevauchement avec le model informatique

ARCHiPLAN exemple :

ARCHiPLAN – modèle proposé par BENACHIR Medjdoub - est composé de deux parties : les espaces architecturaux manipulés, et les contraintes spatiales qui imposent des relations entre ces espaces. Par rapport aux travaux précédents sur le placement, nous apportons des enrichissements sur plusieurs plans :

(1) **Au niveau de la structure des objets** proposés où il considère des espaces de circulation verticaux (escaliers). Cela permettra, par la suite, d'être le premier à synthétiser des solutions sur plusieurs étages (Benachir, 1996).

(2) **Au niveau des contraintes** qui ont été élaborées dans l'objectif de tenir compte de la méthodologie de conception préliminaire en architecture (i.e. l'introduction de la phase d'esquisse), et au niveau de la proposition de nouvelles contraintes efficaces pour la réduction de l'espace de recherche (Benachir, 1996).

2.1. Le modèle des espaces architecturaux

2.1.1. Les modèles existants

2.1.1.1 La structuration des objets

La modélisation des connaissances architecturales a fait l'objet de plusieurs travaux de recherches. Le GSD « Groupe de Structuration des Données » (GSD, 1991), regroupant

plusieurs équipes de recherche françaises, a défini plusieurs modèles de connaissances du bâtiment, la méthode NIAM¹ ayant été utilisée comme formalisme. L'ensemble des modèles proposés illustre la démarche qui consiste à passer progressivement de concepts génériques reconnus par tous à des concepts de plus en plus spécialisés orientés applicatifs (thermique, énergétique...). Ces travaux ont permis de s'accorder sur un vocabulaire, un formalisme commun et sur les limites du domaine dans lequel la synthèse est effectuée. Cette synthèse a été indispensable pour élaborer un langage commun pour la construction.

Dans le cadre de la modélisation des connaissances architecturales, nous citerons également le travail de (Hanrot, 1989) dans lequel un langage pour la conception des bâtiments est défini et un corpus architectural est proposé à travers une taxinomie par spécialisation. Hanrot a choisi la méthode KOD « Knowledge Oriented Design » comme formalisme. Comme il est illustré dans la Figure -6 le corpus architecturale représente les objets architecturaux spécialisés en cinq sous-classes.

Objets-A	Ensemble-Ax	ex: ensemble-historique, grand ensemble...
	Entités-AI	ex: hôpital, immeuble d'habitation...
	Divisions-AI	ex: escalier, étage, logement, pièce...
	Eléments-Ax	ex: baie, mur de refend, pilier, bidet...
	Constituants-Ax	ex: bloc, Profilé, brique, vitrag...
	Partie architecturale	ex: pan, corps...

figure-6 : le corpus architectural

Source : Hanrot, 1989

Hanrot a également mis en rapport les différents niveaux composant le corpus architectural, l'échelle et le type de dossier correspondant (voir Figure- 7).

¹ NIAM (Nijssen Information Analysis Methode) est un formalisme pour traduire le concept d'entités-relations ou de réseaux sémantiques, c'est-à-dire d'objets reliés par des relations.

Niveaux de définition/ Objets architecturaux	Echelles	Type de dossier	Projet niveaux
Ensembles (parc, lotissement...)	1/1000, 1/500	D. Urbain	
Entité (édifice, bâtiment, hôpital...)	1/500, 1/200	D. Esquisse/ D. Projet sommaire	
Division (étage, pièce, structure...)	1/200, 1/100	D. Projet sommaire	ARCHIPLAN Maculet Charman
Elément (mur, baie, couverture...)	1/100, 1/50	D. Projet détaillé/ D. Projet sommaire	
Constituant (briques, profilés...)	1/50, 1/20	D. Projet exécution D. Projet détaillé	

figure-7 : les niveaux de définitions d'après Hanrot
Source : Hanrot, 1989.

Baykan et Fox (Baykan et Fox, 1991) ont abordé le problème d'aménagement d'une pièce. Ils ont proposé un modèle de connaissances définissant les principaux éléments pour la conception d'une cuisine (voir Figure -8). Au niveau conceptuel ils ont présenté une hiérarchie de classes, mais au niveau de l'implémentation informatique, seul l'identificateur des instances change (cuisine, circulation...), c'est-à-dire qu'il n'existe pas de méthodes spécifiques aux différentes classes. Tous les éléments sont issus de la classe rectangle (design unit).

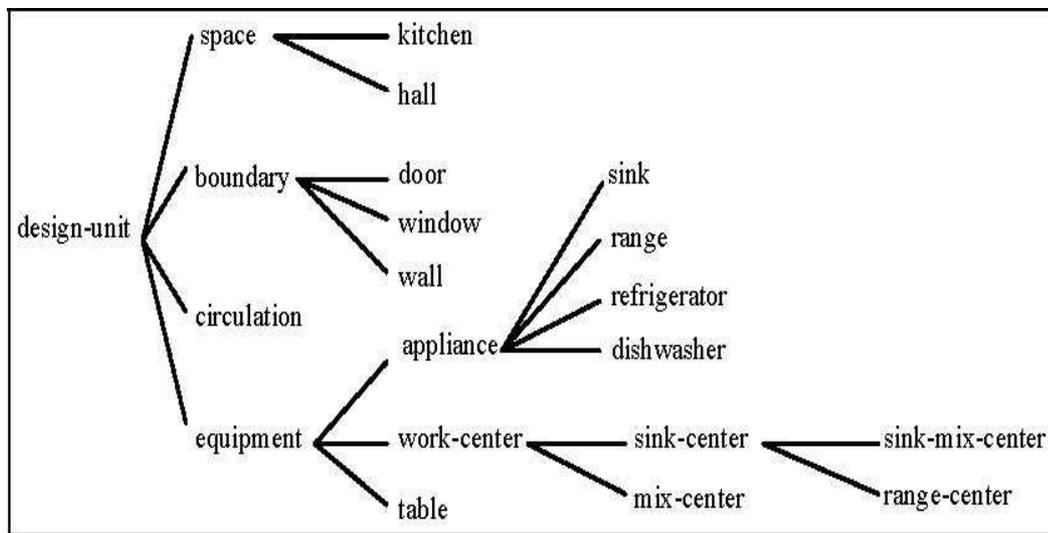


figure-8 : Modèle de connaissances proposé par Baykan et Fox
Source : (Baykan et Fox, 1991)

2.1.1.2 La modélisation géométrique des objets

Différents modèles de représentation géométrique ont été proposés. Ainsi une armoire est représentée par un parallélépipède ou un rectangle, une mosaïque est représentée par un polygone... La variété des différents modèles géométriques porte essentiellement sur trois variables (Maroy, 1973 ; Roach, 1984 ; Mukerjee et al, 1991) :

- Les variables de position,
- Les variables d'orientation,
- Les variables de dimension.

La modélisation discrète

Cette modélisation consiste à partitionner l'espace en cellules, souvent rectangulaires ou parallélépipédiques, de taille fixe ou variable. Chaque cellule est, soit libre, soit occupée par un espace. Cette discrétisation peut être à pas fixe (Eastman, 1973) ou à pas variable (Charman, 1995).

2.1.1.3 La modélisation semi-continue

Dans ce type de modèle, certaines variables géométriques sont continues, d'autres sont discrètes. L'un des cas les plus étudiés est le rectangle isothétique², Maculet (Maculet, 1991) a défini une algèbre sur ces rectangles appelée algèbre de Mahattan. Maculet a généralisé son modèle à un modèle 3D appelé boîtes de Manhattan³ (voir Figure -9), la conception est une composition de ces boîtes. L'utilisation du 3D est indispensable dans certains cas comme l'industrie nucléaire ou chimique, mais son utilisation reste marginale par rapport au 2D ou 2D 1/2.

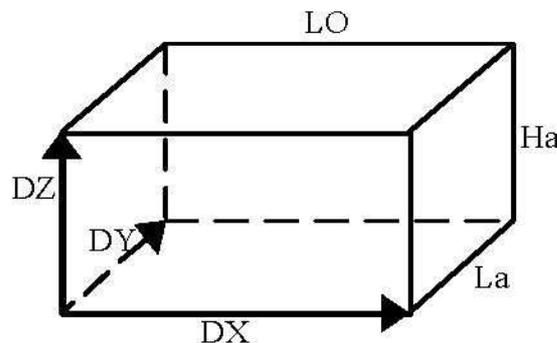


figure-9 : Boîte de Manhattan .Source : (Maculet, 1991)

2.1.1.4 La modélisation continue

Cette représentation revient à ce que les variables géométriques des différents objets appartiennent à des domaines continus. La modélisation la plus simple des objets est une approximation parallélépipédique en 2D avec des possibilités de rotation par

² Un rectangle isothétique est un rectangle dont les côtés sont parallèles aux axes ox et oy (Charman, 1995).

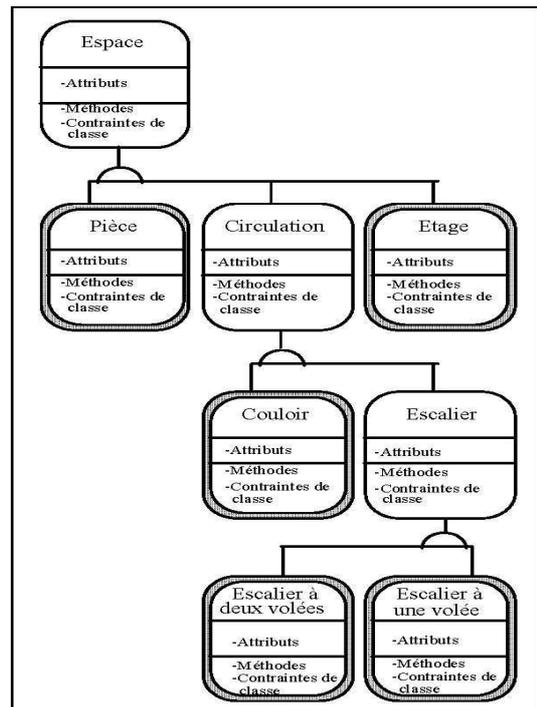
³ Une boîte de Manhattan est un parallélépipède rectangle, dont les faces sont parallèles aux plans du repère absolu.

rapport aux axes principaux de l'espace de placement. L'inconvénient majeur de cette représentation reste la complexité du problème où la résolution reste impraticable dès que le nombre d'objets est important (Pimont et al, 1993).

Les classes des espaces architecturaux :

Le modèle de connaissances étudié (voir Figure -9) regroupe les principaux éléments architecturaux correspondant aux vides (les éléments de structure ne sont pas pris en compte). Les concepteurs ont utilisé un modèle de représentation objets pour représenter les espaces architecturaux. Chaque classe est définie par des attributs et des méthodes spécifiques. Le mécanisme d'héritage permet d'hériter des attributs et des méthodes des classes supérieures. Le mécanisme d'instanciation permet de créer des objets réels avec des valeurs spécifiques. La seule différence de ce modèle par rapport à une classification objets classique est la possibilité de définir des contraintes de classe⁴ entre des attributs contraintes d'une classe. La classe la plus générale est la classe espace. Il a été spécifié trois principales sous-classes : les locaux, les circulations et les étages. Le modèle de connaissances est extensible à d'autres classes.

figure-10 : Modèle de représentation des classes d'objets architecturaux.
Source : BENACHIR, 1996



⁴ Une contrainte de classe est une spécificité de la librairie de programmation par contraintes PECOS sur les objets de Le-Lisp très intéressante pour des modèles de produit. C'est une contrainte générique, c'est-à-dire qu'elle est partagée par toutes les instances d'une classe donnée. Grâce au mécanisme d'héritage, les contraintes de classe sont héritées par toutes les classes descendantes d'une classe donnée (Ilog, 1991).

La classe espace

La classe espace est une classe abstraite⁵ qui représente en fait un rectangle. Elle permet de factoriser tous les attributs, toutes les contraintes de classes, et toutes les méthodes relatives aux rectangles. Cette classe est caractérisée par un identificateur, deux points de référence (x1, y1) et (x2, y2), une longueur (L), une largeur (W), une surface (S), un coefficient appelé degré de contraintes (dg-cont) et une liste d'identificateurs d'espaces adjacents (liste-esp-adj). L'identificateur est une chaîne de caractères indiquant le nom d'une instance de cette classe, c'est-à-dire le nom donné à un espace (qui correspond à sa fonction). Les deux points de référence la longueur, la largeur et la surface sont des variables entières contraintes. Le degré de contraintes est une valeur entière dynamique. La liste des identificateurs est un ensemble des identificateurs d'instances. Le degré de contraintes et la liste d'identificateurs des espaces adjacents seront utilisés lors de la recherche de solutions. Comme indiqué dans la Figure -11, la classe espace est représentée géométriquement par un rectangle isothétique. Cette représentation sera reprise par toutes les classes définies à partir de la classe espace. Une des méthodes de la classe espace est la représentation écran d'un espace.

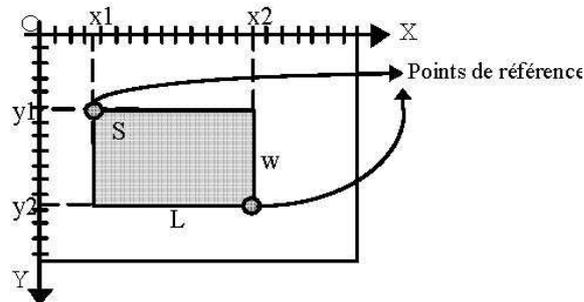


Figure -11 : Représentation géométrique de la classe espace. Source : Idem
Attributs de la classe espace :

Identificateur

- $x1 \in [x_{1a} \dots x_{1b}]$
- $y1 \in [y_{1a} \dots y_{1b}]$
- $x2 \in [x_{2a} \dots x_{2b}]$
- $y2 \in [y_{2a} \dots y_{2b}]$
- $L \in [1 \dots l_b]$
- $W \in [1 \dots w_b]$
- $S \in [1 \dots s_b]$

⁵ Une classe abstraite est une classe représentant une abstraction sans correspondance avec un objet physique.

Variables contraintes et leur domaine initial

- Degrés de contrainte (dg-cont)
- Liste d'identificateurs des espaces adjacents (liste-esp-adj)

Contraintes de la classe espace : par la définition de trois contraintes de classe afin d'assurer la cohérence géométrique de cette classe :

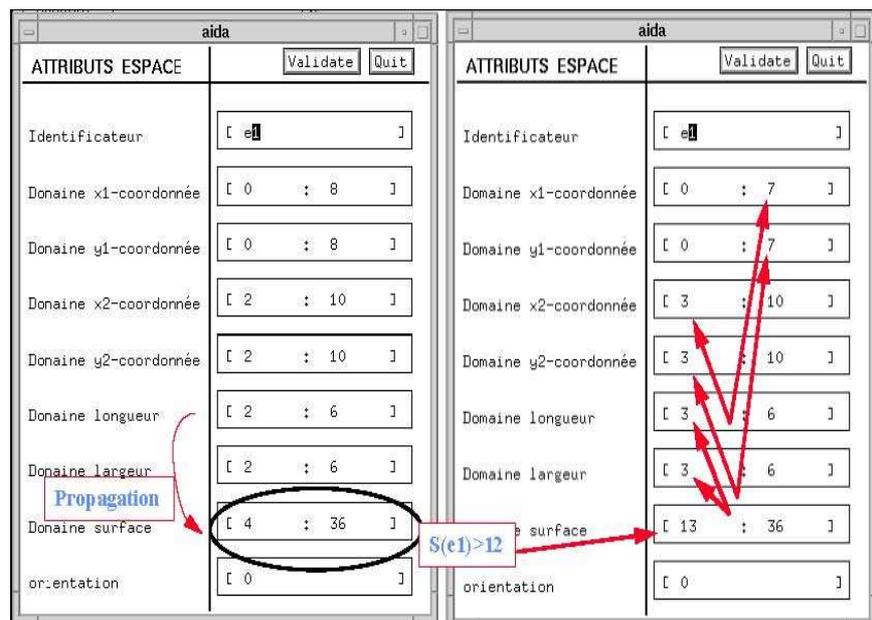
(c1) $x_2 = x_1 + L$

(c2) $y_2 = y_1 + W$

(c3) $S = L \times W$

La modification d'une variable composant la contrainte (c1), (c2) ou (c3) entraîne la modification des domaines des variables qui lui sont associées, grâce à la cohérence par arcs sur les entiers. Ces trois contraintes seront toujours respectées. La Figure -12 illustre la cohérence par arcs sur les entiers, à travers l'exemple de la pose d'un espace e1 dans un espace de placement avec des dimensions fixées à (0,10)x(0,10) tel que e1.L : (2,6), e1.W : (2,6), e1.x1 ≥ 0, e1.y1 ≥ 0, e1.x2 ≤ 10 et e1.y2 ≤ 10. Une contrainte supplémentaire sur la surface : e1.S > 12 va déclencher une réduction des domaines de e1.L et de e1.W à (3,6) puis, par contre coup, une réduction des domaines de e1.x1, e1.y1, e1.x2 et e1.y2. Cette réduction des domaines de e1.L et e1.W est caractéristique de la propriété de cohérence par arcs. En effet, la valeur e1.Li=2 ne peut pas être conservée dans le domaine de définition de e1.L car il n'existe aucune valeur e1.Wi de e1.W appartenant à l'intervalle (3,6) telle que e1.S = e1.Li × e1.Wi ∈ (13,36). En effet, pour e1.Li=2, on n'a plus e1.S=12 pour e1.Wi=6. Le raisonnement est identique pour e1.Wi=2.

Figure-12 :
Illustration de la
méthode de
cohérence par
arcs
Source : Idem



La classe pièce

La classe pièce définit les espaces autres que les circulations. Elle hérite, bien entendu, de tous les attributs, méthodes et contraintes de classe de la classe espace. Cependant, elle est caractérisée par un attribut qui est l'orientation. Cet attribut d'orientation possède un domaine à deux valeurs 0° et 90° . En effet, en disant, par exemple, que nous désirons qu'une pièce ait un côté compris entre 2 et 6 mètres et l'autre entre 2 et 4 mètres, nous ne référençons particulièrement ni la longueur L, ni la largeur W. Il faut donc en fait considérer les deux configurations possibles (voir Figure -13) grâce à l'orientation. Pour ces deux sous-problèmes contraints, il apparaît des solutions identiques lors de leur énumération ; par exemple : si à 0° l'une des solutions possibles est une longueur de 3 mètres et une largeur de 2 mètres et à 90° l'une des solutions possibles est une longueur de 2 mètres et une largeur de 3 mètres, dans ce cas nous avons deux solutions redondantes (voir Figure- 14). Pour cela le développement d'une contrainte de classe d'élimination des redondances d'orientation est nécessaire.

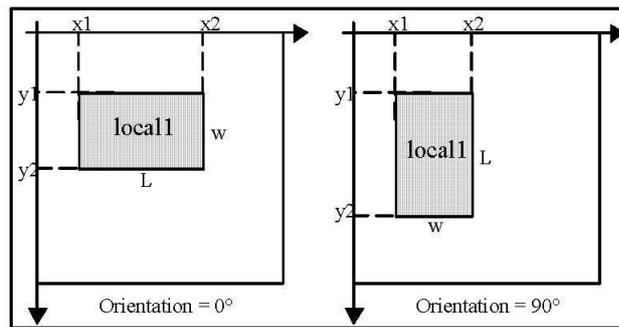


Figure -13 : Configurations géométriques de la pièce local 1 pour chaque orientation
Source : Idem

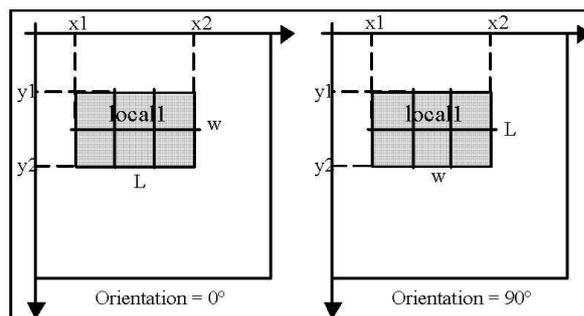


Figure -14 : Exemple de redondance de la pièce local 1
Source : Idem

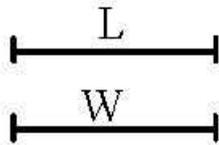
Attributs de la classe pièce :

Orientation : $\{0^\circ 90^\circ\}$

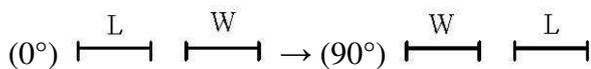
Contrainte de classe d'élimination des redondances d'orientation d'une pièce : cette contrainte est activée à chaque instanciation de la classe pièce. Elle est propagée dès que

l'orientation de la pièce est instanciée. Plusieurs cas de figure dépendant des domaines de L et de W :

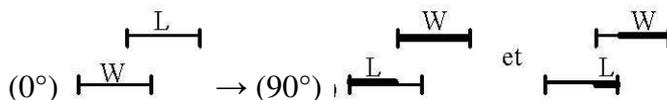
Cas 1 : si les domaines de la longueur et de la largeur d'une pièce sont égaux, avant même l'énumération de l'orientation de cette pièce, l'attribut d'orientation verra son domaine réduit à la valeur de 0°, car à 90° toutes les solutions seront redondantes.



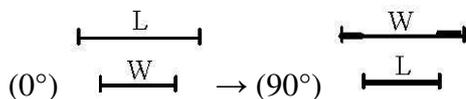
Cas 2 : si la valeur maximale du premier côté est inférieure à la valeur minimale du deuxième côté, alors il n'y a pas de solution redondante à 90°.



Cas 3 : si les domaines initiaux de la longueur et de la largeur s'intersectent sans être inclus l'un dans l'autre, alors à 90° il faut considérer deux sous-problèmes pour ne pas avoir de redondance avec l'orientation 0° :



cas 4 : si le domaine d'un côté est inclus dans celui du deuxième côté, on considèrera à 90° le sous-problème suivant :



La contrainte d'élimination des redondances où chaque cas correspond à l'activation d'une contrainte. Cette contrainte passe par un mécanisme d'évènement de propagation associé à l'instanciation de la variable orientation de la pièce ; c'est un mécanisme de démon correspondant à une activation conditionnelle.

(Chairman, 1995) a également proposé une contrainte d'élimination des redondances mais nous avons constaté qu'elle n'est pas satisfaisante car elle n'élimine pas toutes les redondances.

La classe Circulation

La classe circulation est une classe abstraite. Elle ne comporte aucun attribut ou contrainte de classe de plus que la classe espace. Le rôle de la classe circulation se situe essentiellement au niveau de la prise en compte particulière des circulations dans les algorithmes de placement sur plusieurs étages. Le concepteur placera en fait les circulations en premier pour propager des conséquences importantes sur tous les étages.

A partir de cette classe, d'autres sous-classes ont été définies regroupant la circulation verticale (couloir, hall...) et la circulation horizontale (escalier, monte-charge, ascenseur...).

La classe couloir

La classe couloir possède les mêmes attributs et contraintes de classe que la classe pièce. Cette classe a été définie pour bien souligner la différence fonctionnelle entre une pièce (pièce d'habitation, local technique, local de travail...) et une circulation (couloir, hall...). Cette différence prendra toute son importance lors de la pose des contraintes géométriques entre les différents espaces. Ainsi une relation d'adjacence entre une pièce et un couloir se comporte différemment d'une relation entre deux couloirs, cette différence est gérée grâce à l'existence de ces deux classes bien distinctes.

La classe escalier

La classe escalier est une classe abstraite. Cette classe regroupe tous les attributs et contraintes de classe communs à tous les types d'escaliers. Un escalier est caractérisé par un point de référence de la première marche ou marche de départ (x-marche-de-départ y-marche-de-départ), un point de référence de la dernière marche ou marche d'arrivée (x-marche-d'arrivé, y-marche-d'arrivé), la longueur des marches (l-marche) et l'orientation qui peut avoir quatre valeurs possibles 0° , 90° , 180° et 270° . Les points de référence et la longueur de l'escalier sont des variables contraintes entières.

Attributs de la classe escalier :

- Orientation $\in \{0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ\}$
- x – marche – de – départ $\in [x_{da} \dots x_{db}]$
- y – marche – de – départ $\in [y_{da} \dots y_{db}]$
- x – marche – d' arrivé $\in [x_{aa} \dots x_{ab}]$
- y – marche – d' arrivé $\in [y_{aa} \dots y_{ab}]$
- L – marche $\in [1 \dots L_b]$

□ Variables contraintes

L'escalier à une volée

L'escalier à une volée (voir Figure -14) est une spécialisation de la classe escalier. Il est caractérisé par la contrainte de classe qui permet de maintenir sa cohérence géométrique et fonctionnelle à chaque instanciation de la variable orientation. Comme indiqué dans la Figure -15, cet escalier peut avoir quatre configurations géométriques possibles.

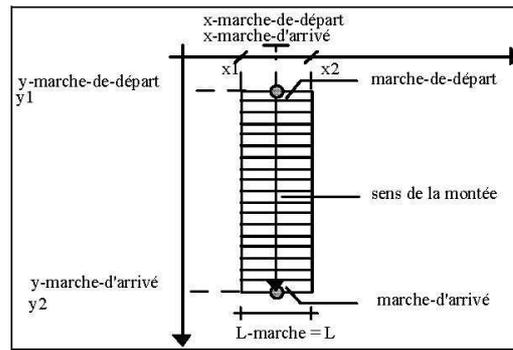


Figure -15 : Représentation géométrique d'un escalier à une volée
Source : Idem

Contraintes de classe de l'escalier à une volée : elle assure la cohérence des quatre configurations géométriques correspondant à chacune des instances de la variable orientation (voir Figure -16).

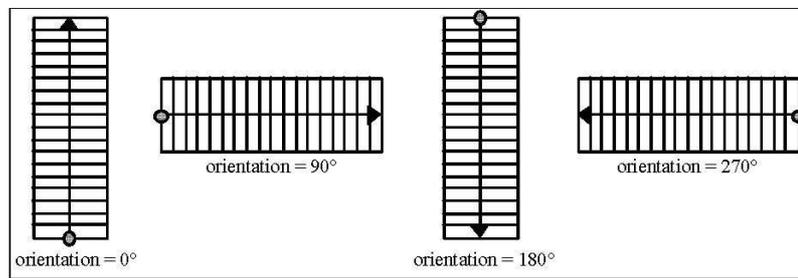


Figure 16 : Les quatre orientations possibles d'un escalier à une volée
Source : Idem

Les méthodes de propagation déclenchées à chaque instanciation de l'orientation sont indiquées. Chaque cas de cette contrainte démon assure la cohérence géométrique entre les marches de départ et d'arrivé, et les attributs de bases hérités de la classe espace.

L'escalier à deux volées

L'escalier à deux volées (voir Figure -17) est une spécialisation de la classe escalier. Cette classe est caractérisée par un attribut représentant la position de la marche de départ. Cet attribut est une variable contrainte possédant deux valeurs : gauche et droite.
Attribut de la classe escalier à deux volées : Position-marche-depart / {gauche, droite}

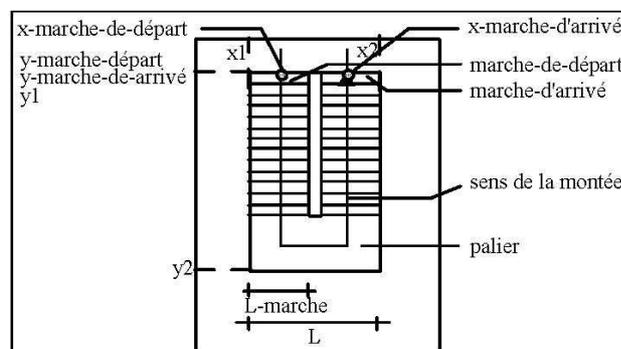


Figure -17 : Représentation géométrique d'un escalier à deux volées
Source : Idem

Contrainte de classe de l'escalier à deux volées : Comme l'escalier à une volée, l'escalier à deux volées possède une contrainte de classe lui permettant de maintenir sa cohérence géométrique et fonctionnelle. Cette contrainte définit 8 sous-problèmes contraints. La contrainte démon est activée lorsque les variables orientation et position-marche-depart sont instanciées. Chaque sous-problème ou choix correspond à une configuration géométrique indiquée dans la Figure -18.

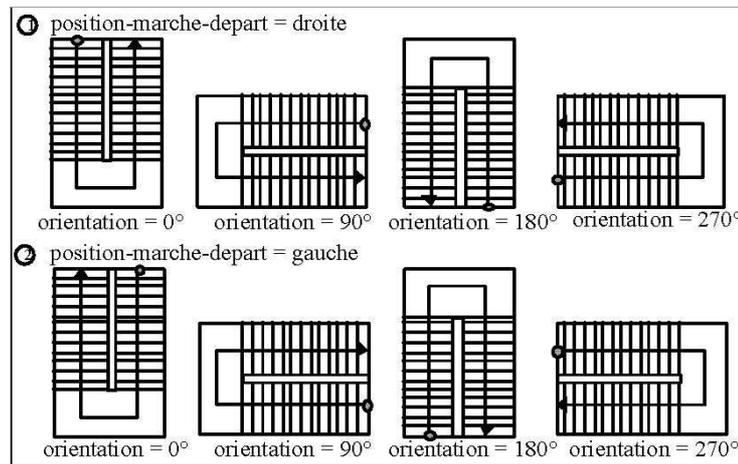


Figure -18 : Les huit orientations possibles d'un escalier à deux volées

Source : Idem

La classe étage

La classe étage correspond à l'espace de placement, c'est-à-dire au contour dans lequel les pièces sont placées. Dans un premier temps cet espace de placement est limité à un rectangle. Chaque espace de placement est une instance de cette classe. Tous les espaces définis dans un cahier des charges sont positionnés dans un étage. La terminologie espace de placement sera la plus utilisée. La classe étage peut être spécialisée à d'autres sous-classes comme une classe Rez de chaussée, étage courant... Dans le modèle étudié, les concepteurs contentent de la seule classe Étage. Pour définir une instance correspondant à un Rez de chaussée ou à un premier étage il suffit de l'indiquer à partir de l'identificateur de l'instance. Les étages ne sont pas différenciés.

L'étage a les mêmes attributs que la classe espace. Dans la plupart des cas de conception de logements familiaux ou autres, les attributs L, W et S des espaces de placement sont imposés, leurs domaines sont donc instanciés. Bien que ce soit le cas, notre approche permet de considérer les attributs d'un espace de placement comme ceux d'un espace, c'est-à-dire définis sur un domaine. Les étages sont reliés entre eux par la contrainte Sur et ce sont les seules circulations verticales (ex: ascenseur, escaliers, gaine...) qui assurent la communication entre eux. Un algorithme d'énumération de solutions

topologiques et numériques qui procède par parties sur les étages est proposé à travers cette méthode.

Le modèle des contraintes spatiales

Les modèles existants

Dans les travaux de recherche précédents et actuels sur l'allocation spatiale (placement) en architecture, des modèles de représentation de contraintes ont été proposés.

Maculet (Maculet, 1991) a défini un tableau de relations spatiales qui permettent de traduire le cahier des charges d'un bâtiment. Ce modèle est constitué d'une librairie de contraintes géométriques indiquées dans la Figure -19. Ces relations géométriques sont beaucoup trop élémentaires pour permettent de décrire dans la pratique d'un architecte le cahier des charges d'un bâtiment.

RELATIONS SPATIALES ELEMENTAIRES			
CONTRAINTES SYMBOLIQUES		REPRESENTATION GRAPHIQUE	CONTRAINTES NUMERIQUES
Relation	Relation Inverse		
O1 D O2 DANS	O2 D' O1 CONTIENT		$X2 > X1$ et $XM2 < XM1$ et $Y2 > Y1$ et $YM2 < YM1$
O1 I O2 DANS ADJACENT	O2 I' O1 CONTIENT ADJACENT		$X2 > X1$ et $XM2 < XM1$ et $Y2 > Y1$ et $YM2 < YM1$ et $X1 = X2$ ou $Y1 = Y2$ ou $XM1 = XM2$ ou $YM1 = YM2$
O1 E O2 EGAL	O2 E O1		$X1 = X2$ et $XM1 = XM2$ et $Y1 = Y2$ et $YM1 = YM2$
O1 I O2 INTERSECTE Chevauche ou Dans ou Contient	O2 I O1		$X2 > XM1$ et $X1 < XM2$ et $Y2 < YM1$ et $Y1 < YM2$ et $\max(X1, X2) < \min(XM1, XM2)$ et $\max(Y1, Y2) < \min(YM1, YM2)$
O1 A O2 ADJACENT	O2 A O1		$(X2 > XM1$ ou $X1 > XM2$ ou $Y2 > YM1$ ou $Y1 > YM2)$ et $X1 = XM2$ et $X2 = XM1$ et $Y1 = YM2$ et $Y2 = YM1$
O1 D O2 NON-INTERSECTE	O2 D O1		$(X2 > XM1$ ou $X1 > XM2$ ou $Y2 > YM1$ ou $Y1 > YM2)$

Figure -19 : Les relations spatiales élémentaires de (Maculet, 1991)

Charman (Charman, 1995), quant à lui, a proposé une typologie de quatre groupes de contraintes :

1- les contraintes implicites qui regroupent :

- (1) les contraintes d'inclusion, qui imposent aux espaces d'être dans l'espace de placement,
- (2) les contraintes de non-recouvrement qui interdisent aux espaces de se recouvrir,
- (3) la contrainte qui impose le recouvrement total de l'espace de placement,

(4) la contrainte de symétrie, qui permet de détecter les symétries entre deux espaces (ex : deux chambres identiques) et de les éliminer.

2- les contraintes spécifiques : ces contraintes correspondent aux spécifications du problème (contraintes d'adjacence...),

3- les contraintes de partition : Lors de l'énumération des solutions numériques de placement, les espaces sont pris un à un (dans un ordre réfléchi) et « placés » dans l'espace de placement à un endroit donné et avec des dimensions données. La contrainte de partition permet, en cours de placement, de détecter des espaces libres incohérents (voir Figure -20), c'est-à-dire des endroits non encore utilisés mais qui sont trop étroits pour placer un des quelconques espaces restants.

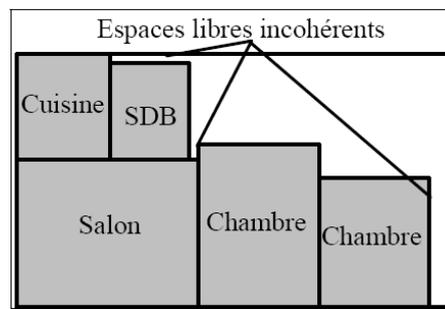


Figure -20 : Illustration des espaces libres incohérents [Charman, 1995]

4- la contrainte du nombre de rectangles : elle vérifie en cours de placement que le nombre minimal de rectangles dans l'espace libre restant à remplir soit inférieur ou égal au nombre d'espaces restant à placer.

Outre les nouvelles contraintes que Charman a proposées, il a adapté la formulation d'un CSP « Constraint Satisfaction Problem » à un problème de satisfaction de contraintes spatiales sur des espaces à placer et à dimensionner, en définissant la notion de SCSP « Spatial Constraint Satisfaction Problem » . La résolution d'un SCSP consiste à trouver les emplacements, les orientations et les dimensions des espaces pour satisfaire toutes les contraintes. **Le Tableau -1.** Illustre l'analogie entre le formalisme d'un CSP et d'un SCSP.

CSP	SCSP
X : variable	O : pièce
D : domaine	G : configuration
C : contraintes	C : contrainte

Tableau -1 : Equivalence entre le formalisme d'un CSP et d'un SCSP Selon (Charman, 1995)

Charman a défini une nouvelle cohérence, appelé « *cohérence semi géométrique* », qui est efficace pour la réduction, a priori, des configurations (domaine des variables géométriques des espaces) des espaces à placer c'est-à-dire qu'elle raisonne en terme de réduction de domaine du couple (x_1, y_1) plutôt qu'en terme de réduction des domaines de x_1 et y_1 séparément. Pour mieux comprendre les mécanismes de cette nouvelle cohérence, Benachir a illustré un exemple proposé par Charman : si deux espaces o_1 et o_2 sont à placer, et si o_1 est choisi en premier pour être placé, en instanciant les variables x_1, y_1, dx_1 (longueur) et W (largeur) de o_1 , des réduction de domaines de la configuration de o_2 seront automatiquement effectuées (voir Figure - 21).

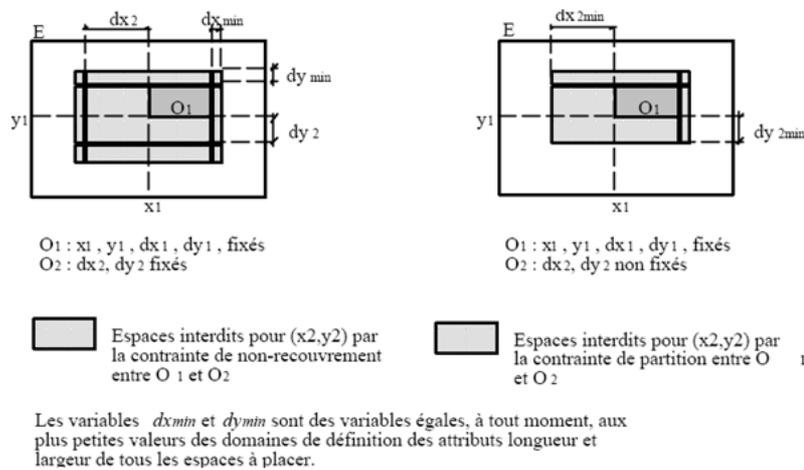


Figure -21 : Exemple de réduction de domaine (Charman, 1995) avec la cohérence semi-géométrique. On remarque les petits interstices laissés en blanc ; ils correspondent à des solutions adjacentes

Aggoun et Beldiceanu (Aggoun et Beldiceanu, 1992) ont introduit la notion de *contrainte cumulative* dans le langage de programmation logique avec contraintes⁶ CHIP (Constraint Handling in Prolog). Cette contrainte a été développée pour des problèmes de planification et d'ordonnancement mais peut être utilisée très efficacement pour des problèmes de placement en architecture. Elle permet une réduction très efficace des domaines du problème. D'un point de vue géométrique, la contrainte cumulative exprime le fait que pour toute droite D verticale ou horizontale coupant l'espace de placement, la somme des dimensions des rectangles que coupe la droite est égale ou inférieure à la dimension de l'espace de placement (égale dans le cas de

⁶ Dans la littérature on trouve CLP : *Constraint Logic Programming* dont un autre exemple est Prolog III et depuis peu Prolog IV.

recouvrement total des espaces). La contrainte cumulative procède de la manière suivante : soit N la longueur et la largeur de l'espace de placement, n le nombre des espaces à placer, $x_i (i=1 \dots n)$ l'abscisse du point de référence de l'espace i , et $y_i (i=1 \dots n)$ l'ordonnée du point de référence de l'espace i , $l_i (i=1 \dots n)$ est la longueur de l'espace i , $w_i (i=1 \dots n)$ est la largeur de l'espace i (voir Figure -22).

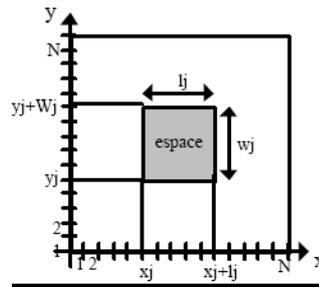


Figure -22 : Représentation géométrique d'un espace selon Aggoun et Beldiceanu

Les contraintes cumulatives qui, dans le cas du placement, s'appliquent dans les deux directions x et y , sont satisfaites si et seulement si :

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall i \in [1, N] \quad \sum_{j/x_j \leq x_i \leq x_j + l_j} l_j \leq N \\ \forall i \in [1, N] \quad \sum_{j/y_j \leq y_i \leq y_j + w_j} w_j \leq N \end{array} \right.$$

Dans les travaux déjà cités, ceux de Charman, d'Aggoun et Beldiceanu sont les plus pertinents, ils proposent des contraintes très efficaces pour la réduction de l'espace de recherche. La contrainte de cohérence semi-géométrique de Charman est équivalente à la contrainte cumulative d'Aggoun plus une contrainte de non-recouvrement également disponible dans CHIP.

Sur le plan des classifications des contraintes, Charman a présenté quatre types de contraintes. Les contraintes spécifiques dépendent essentiellement du domaine d'application, ce sont des contraintes fonctionnelles. Les contraintes implicites sont prises en compte par défaut par le système. Les contraintes de détection des incohérences, de symétrie et celles sur les rectangles permettent de réduire considérablement la combinatoire en éliminant d'emblée les valeurs incohérentes des domaines des variables qui définissent le problème.

Programmer une contrainte comme la contrainte de cohérence semi géométrique de Charman ou la contrainte cumulative de Aggoun est typiquement un travail de recherche en informatique.

3- Problèmes de Satisfaction de contraintes (CSP)

Dans cette partie, nous allons faire un rappel des principales notions de techniques de propagation de contraintes, à partir de résultats d'études bibliographiques de (Davis, 1985 ; Hanser, 1990 ; Jegou, 1991 ; Montanari, 1974 et 1989).

3.1. Définition

Un problème de satisfaction de contraintes (CSP : Constraints Satisfaction Problems) est défini par la donnée d'un ensemble de variables, chacune associée à un domaine fini de valeurs, et d'un ensemble de contraintes qui mettent en relation les variables et définissent l'ensemble des combinaisons de valeurs qui satisfont les contraintes. Une solution est une instanciation des variables qui satisfait toutes les contraintes.

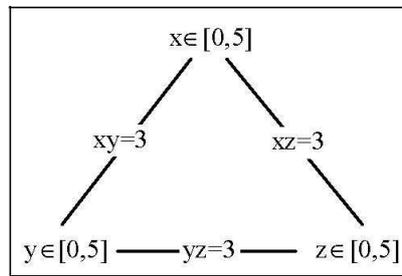


Figure -23 : graphes de contraintes
Source : Idem

Montanari (Montanari, 1975) a été le premier à définir un CSP comme : $\mathcal{P} = (X, D, C, R)$:

- Un ensemble de n variables $X = \{x_1 \dots x_n\}$
- Un ensemble de n domaines finis $D = \{d_1 \dots d_n\}$ où d_i est le domaine associé à la variable x_i .
- Un ensemble de contraintes $C = \{c_1 \dots c_m\}$ où une contrainte c_i est définie par un ensemble de variables $\{x_{i1} \dots x_{ini}\}$.
- Un ensemble de relations $R = \{r_1 \dots r_m\}$ où r_i est l'ensemble des combinaisons des valeurs qui satisfont la contrainte c_i .

C o n c l u s i o n

Dans ce chapitre nous avons exposé les différentes méthodes de conception et d'architecture logicielle, les différents points de vue qui concernent le raisonnement. Il est à noter que la conception architecturale doit implémenter le raisonnement logique des sciences exactes et des techniques.

Si l'architecture emprunte des connaissances et données des différents domaines de la science, elle se trouve par contre obligée d'emprunter la méthode de conjugaison de ces connaissances afin d'arriver à une homogénéité et une structuration facile à comprendre par les concepteurs.

Les structures de données et du processus exposées dans ce chapitre vont être implémentées ultérieurement par la méthode de conception architecturale globale, mais bien sur après que celles-ci serraient synchroniser avec le processus architectural. Autrement dit c'est la concordance entre les procédures qu'elle permet de tirer la logique optimale pour la procédure architecturale globale, soit : en cascade ou en hélice, linéaire ou en étoile.....

L'aboutissement a une méthode homogène soit permis après la catégorisation et la classification des variables, fonctions, phases et agents qui agissent dans un processus de conception.

Chapitre trois :
La genèse de la Méthode

LES MEILLEURS : « ...Seul le plaisir d'être soi , et d'être à soi prêterait au savoir cette attraction passionnelle qui justifie l'effort sans recourir à la contrainte. Pour devenir ce que l'on exige de la plus intransigeante des résolutions, il faut de la constance et de l'obstination. Si nous ne voulons pas nous résigner à consommer des connaissances qui nous réduiront au misérable état de consommateur, nous ne pouvons ignorer qu'il nous faudra, pour sortir du bourbier où s'enlise la société du passé, prendre l'initiative d'une poussée de sens contraire. Mais quoi ! On nous voit prêts à battre et à écraser les autres pour obtenir un emploi et nous hésiterions à investir notre énergie dans une vie qui sera tout l'emploi que nous ferons de nous-mêmes ? Nous ne voulons pas être les meilleurs, nous voulons que le meilleur de la vie nous soit acquis, selon ce principe d'inaccessible perfection qui révoque l'insatisfaction au nom de l'insatiable... »

Raoul VANEIGEM

Avant propos :

L'architecture est l'art de concevoir, de combiner et de disposer - par les techniques appropriées, des éléments pleins ou vides, fixes ou mobiles, opaques ou transparents, destinés à constituer les volumes protecteurs qui mettent l'homme, dans les divers aspects de sa vie, à l'abri de toutes les nuisances naturelles et artificielles. *La combinatoire* qui préside à l'élaboration de ces volumes s'applique aussi bien à leurs rapports de proportion qu'à leurs matériaux, leurs couleurs et leur situation dans un espace naturel ou dans un contexte environnemental, ensemble qui crée une unité homogène ou non, de dimensions variées, allant du simple abri à la métropole, et dont l'apparition provoque un effet esthétique ou non selon sa réussite.

Parmi la multitude des discours sur l'architecture ayant émergé depuis les années soixante, une perspective importante gravite autour des notions de projet, de processus et de conception. Aux discours traditionnels et nécessaires sur le "comment concevoir ?", se sont ajoutés trois grands registres de questionnement que l'on peut schématiser ainsi :

- *Quel est l'objet de la conception ?*
- *Comment s'opère la conception ?*
- *Comment, et sur quelles bases valider les résultats de la conception ?*

Longtemps perçue comme empirique et intuitive, la conception Architecturale est généralement tenue pour **indicible** « inexprimable ». Artistes intelligents et citoyens responsables engagés dans la réalité d'aujourd'hui, *les [futurs] Architectes devront considérer l'énoncé des contraintes comme une donnée intangible, elles contesteront l'arbitraire d'un tracé d'hypothèses...* Pour que cet espace mental cesse de n'être que le nôtre, et afin de pouvoir sur l'entablement de notre existence graver en incise ces mots de PLATON : « que nul n'entre ici s'il n'est géomètre ». Nous entendons le vocable « géomètre » comme « l'individu » capable de communiquer de façon intelligible et résonnée le dessein que lui dicte sa vocation : Participer sans préjugés et sincèrement à l'élaboration critique de l'environnement de ses contemporains.

Ce chapitre comporte deux parties distinctes, le premier est une investigation théorique sur l'état de l'art des méthodes de conception, tandis que la deuxième traite la genèse de la méthode proposée

Partie 01 : Etat de l'art des méthodes de conception

1- INTRODUCTION :

On ne peut pas situer un projet dans une ville si on n'a pas la ville elle-même. C'est-à-dire qu'il n'y a pas une situation sans référence.

Ce chapitre expose la phase la plus charnière de la présente recherche, dont une méthode de conception architecturale est élaborée, elle sera caractérisée par un parcours **FORMALISE**, une démarche **REPRODUCTIBLE** permettant d'obtenir des solutions **FIABLES**.

La composante bioclimatique est un exemple parmi des centaines de composants, de variables et d'intervenants qui peuvent s'introduire dans le processus de conception architecturale.

Tous ces intervenants et composants doivent trouver leurs places et temps d'intervention dans la méthode élaborée.

Ils seront catégorisés et les étapes de conception seront mises dans un ordre de niveaux d'optimisation du projet architectural pour enfin pouvoir implanter les intervenants dans le processus.

Pour trouver la place de ces composants il faut avant tous, connaître dans quel processus de conception architecturale la composante bioclimatique doit être implanté.

Après avoir fait un exposé sur les différentes visions et méthodes de conception élaborées ou défendues par les théoriciens et les architectes ainsi que la base logique sur laquelle se fonde le processus, les principes tirés de chaque type de raisonnement, ou de l'intelligence artificielle ; seront utilisées pour extraire les bases de la méthode à élaborer.

2- les méthodes holistes jusqu'à maintenant connues :

Les trois méthodes holistes jusqu'à maintenant connues sont : La méthode de Conjecture et réfutation, la méthode des canevas et la méthode structurée améliorée.

2-1- la méthode de conjecture et réfutation selon « Karl Popper » :

« Nous commençons à aborder un problème, une difficulté. Quel qu'il soit, lorsque nous le rencontrons pour la première fois, nous ne pouvons évidemment pas en savoir grand chose au départ. Au mieux nous n'avons qu'une vague idée sur ce en quoi consiste le problème réellement. Comment pouvons-nous dès lors produire une solution adéquate ? Nous ne pouvons évidemment pas. Nous devons nous familiariser davantage avec le problème, mais comment ?

Ma réponse est très simple : en produisant une solution inadéquate et en la critiquant. Ce n'est que de cette manière que nous commençons à comprendre le problème. Car comprendre un problème signifie comprendre ses difficultés ; et comprend pourquoi il n'est pas si facile à résoudre et pourquoi des solutions les plus évidentes ne fonctionnent pas. Nous devons donc produire les solutions les plus évidentes d'abord ; ensuite nous devons les critiquer pour découvrir pourquoi elles ne fonctionnent pas. de cette manière nous familiarisons avec le problème et nous pouvons procéder en allant des mauvaises solutions vers de meilleures, toujours pourvu. Bien sûr, que nous ayons la capacité créative de produire de nouvelles hypothèses

Ceci est, je pense, ce qu'on entend par « étudier un problème ». Et si nous avons travaillé sur un problème pendant assez longtemps et assez intensivement, nous finissons par le connaître, le comprendre, en ce sens que nous savons quel genre de devinette, de conjecture ou d'hypothèses ne feront pas l'affaire du tout, parce qu'elles tombent à côté de la question, et quel genre d'exigences devraient être satisfaites par toute tentative sérieuse pour le résoudre. En d'autres termes nous commençons à voir les ramifications du problème, de ses sous-problèmes et son lien avec d'autres problèmes ». (De la forme au lieu P.V. MEISS).

2-1-1. Critique de la Méthode de Conjecture et réfutation :

Méthode non algorithmique pour la conception architecturale : qui est couramment admise du projet architectural: ***le projet est un problème qui est formulé en même temps qu'il est résolu.***

Nous tentons de schématiser cette représentation en introduisant deux notions simples : les formes et les intentions du projet. Nous considérons alors que le projet constitue un double

processus de démarcation simultanée de formes et d'intentions, réalisé par la notion intermédiaire d'effet. Cette proposition nous amène à considérer qu'il existe deux classes de problèmes appelés dans le projet ; nous les définissons comme problèmes directs et problèmes inverses.

Cela va inévitablement provoquer le cercle vicieux.

- le problème n'est pas un nombre défini de récurrence mais c'est la multitude de décisions, de changements, d'adaptations, modifications et d'améliorations qui consomment du temps et de l'effort des concepteurs et rend leur tâche très laborieuse.
- si chaque projet est lui-même un outil pour trouver les problèmes qui lui sont liés Alors dans quel projet on va appliquer nos connaissances acquises.
- certes cet état n'est pas éternel car si c'est le cas l'architecture n'aboutirait jamais à un niveau de science et il reste toujours noyé dans les discours philosophiques et les visions subjectives.
- la difficulté ne réside pas dans les milliers de conditions et exigences à tenir compte dans une conception architecturale car le progrès technologique dans le domaine de l'informatique et de la programmation orientée objet réduit très considérablement le temps et les efforts, cette difficulté réside vraisemblablement dans la manière dont ces composants doivent être conjugués et traités pour constituer un ensemble cohérent et utilisable et fiable.

2-2- la méthode des canevas et l'aspect déterminant élaborée par le Professeur : S. Mazouz « universite de biskra. algerie » : (Mazouz, 2004)

C'est une grande contribution dans la recherche procédurale de la conception architecturale. Depuis longtemps les recherches dans ce domaine se penchaient soit sur des éléments partiels de la conception soit sur des approches non structurées et qui ne donnaient pas l'importance à l'esquisse comme phase fondamentale de la conception architecturale. Ils s'occupaient à des notions vagues et à une épistémologie trop théorisée au lieu de s'occuper à de « questions précises » constituants d'importants problèmes ou de difficultés de conception architecturale.

Par contre *la méthode des canevas et l'aspect déterminant* quoique la pierre d'angle est toujours la conjecture et réfutation comme outil d'optimisation du projet, néanmoins elle expose plusieurs alternatives (éléments de conception), chacune d'elle explique profondément une composante déterminée de la conception architecturale. Le concepteur va décider donc

d'entamer la conception par l'une de ces composantes (l'aspect déterminant), il procédera à réfuter chaque décision prise pas à pas jusqu'à arriver à une forme architecturale finale. Cette méthode effectue un balayage exhaustif de tous les composants et les intervenants du projet architectural et en même temps elle donne la possibilité au concepteur de choisir son itinéraire sans qu'elle lui exige un chemin déterminé (Mazouz, 2004).

2-3- la « méthode structurée améliorée » de Isabelle M.M.J. Reymen: (Improving Design Processes through Structured Reflection 'A Domain-independent Approach'):

Cette méthode proposée au cours d'une thèse de doctorat intitulée : « Improving Design Processes through Structured Reflection: *A Domain-independent Approach* » vise à orienter le raisonnement du concepteur selon une structure claire et logique dans le but d'arriver à un produit qui n'est pas nécessairement un projet d'architecture car cette méthode est '**A Domain-independent Approach**' c'est-à-dire indépendante du domaine dans lequel le concepteur appartient, autrement dit cette approche traite la conception en tant que raisonnement .

Cette démarche est structurée selon la configuration suivante :

Values	LEVEL	PERSPECTIVE	TIME
PRODUCT BEING DESIGNED	Garden house	Usage	Design process
	Components of garden house	Production	Production process
	Details of components	Performance	Use process
DESIGN PROCESS	Design process	Means	Conceptual design
	Design activities	People	Embodiment design
	Mental processes	Activity	Detail design
DESIGN CONTEXT	Branch	Juridical	Design process
	Company	Economical	Production process
	Product-development department	Social	Use process

Tableau 01 - Positionnement spécifique des espaces dans le cas d'une habitation en jardin

Source : thèse de doctorat de : Isabelle M.M.J. Reymen, 2001.

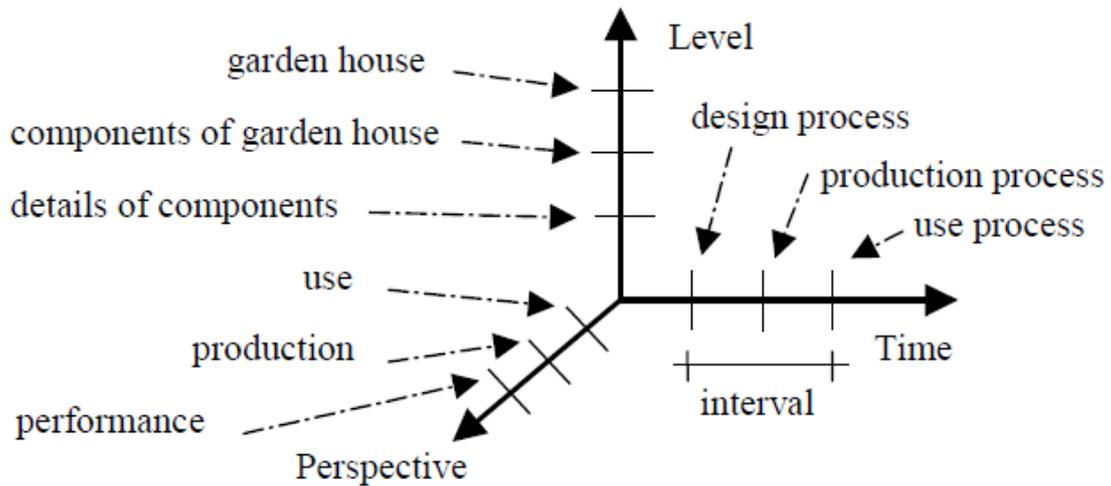


Figure- 1 : Positionnement spécifique en trois dimensions : 1- niveau 2- temps 3- contexte
 Source : thèse de doctorat de : Isabelle M.M.J. Reymen, 2001.

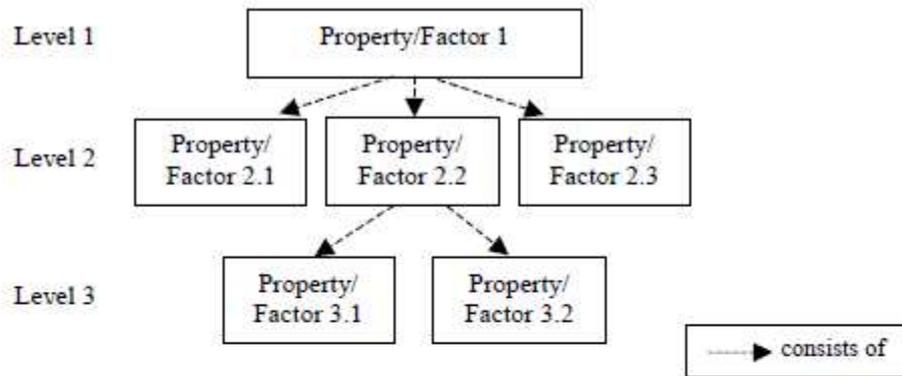


Figure 4.6a: Structured decomposition of a property/factor.

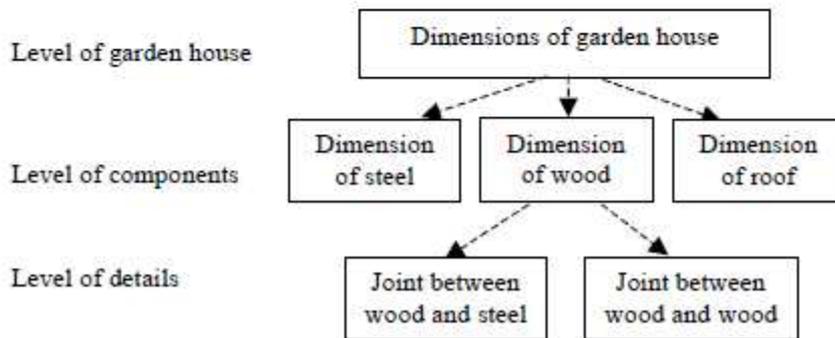


Figure- 2 : Les niveaux de dimensionnement spécifiques par la méthode

Source thèse de doctorat d'Isabelle M.M.J. Reymen

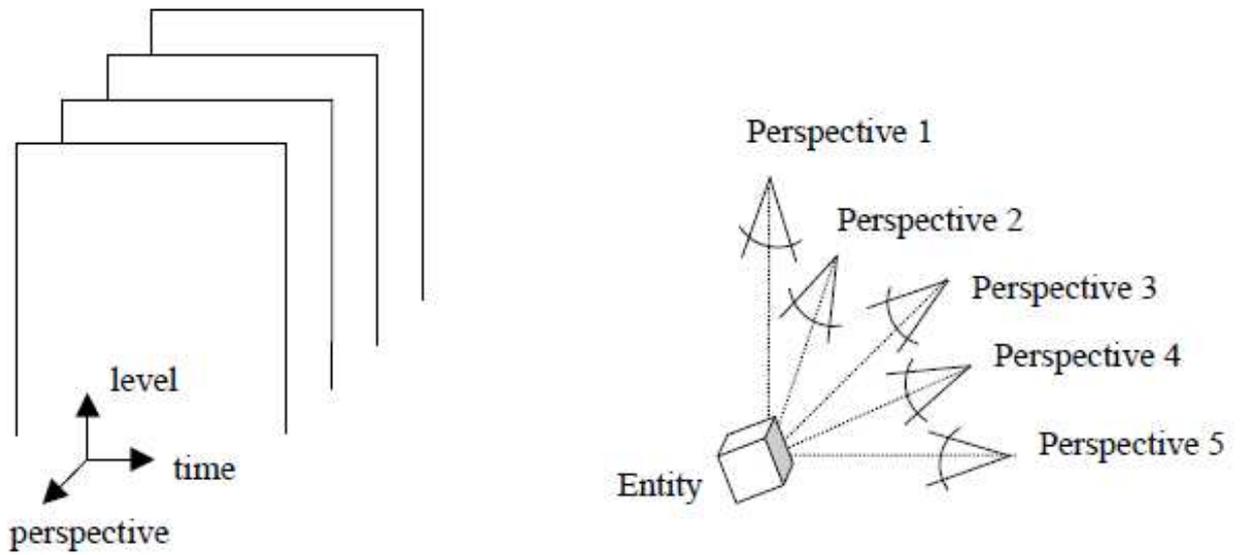


Figure-3 : positionnement en espaces et en entités. Source : idem

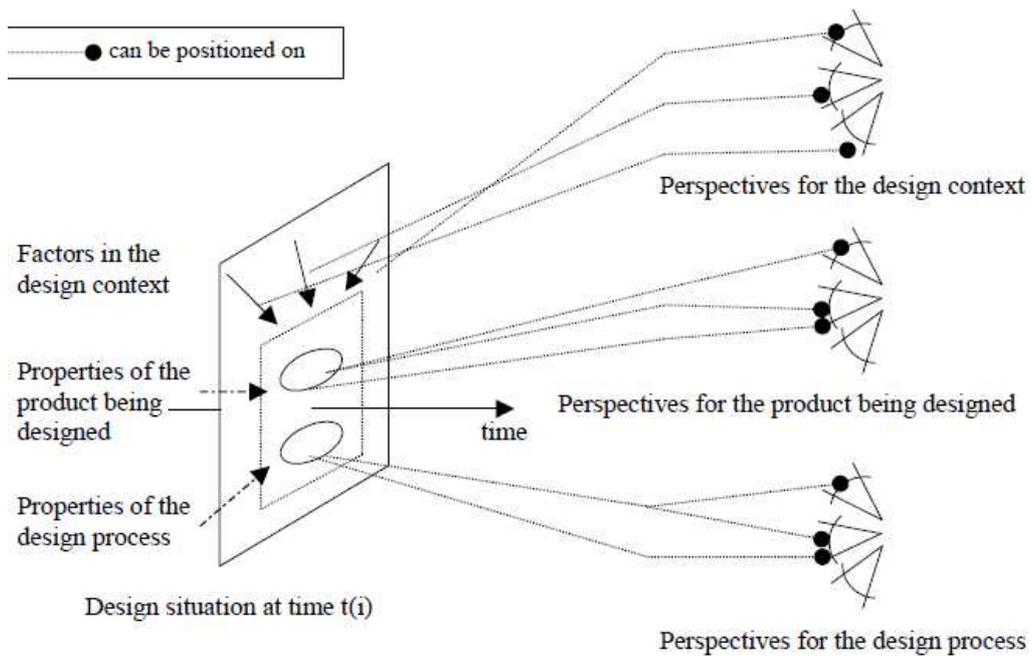


Figure-4 : positionnement des propriétés et des facteurs dans leurs contextes

Source : idem

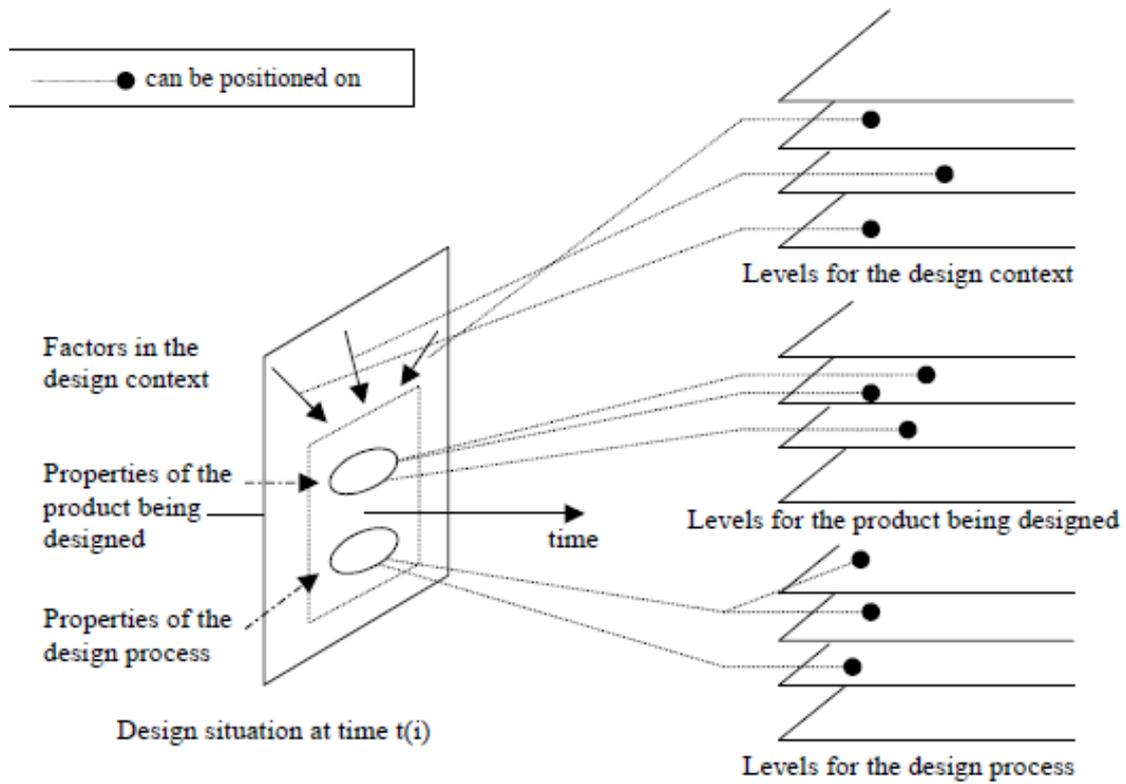


Figure-5 : Le positionnement sur niveaux des propriétés et des facteurs. Source idem

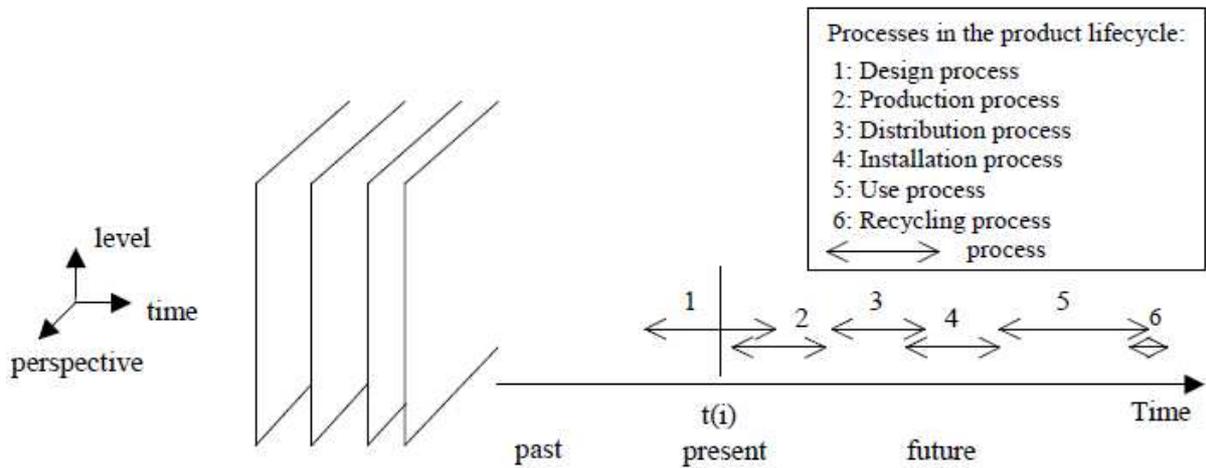


Figure-6 : Le processus dans l'espace positionné et le processus

Dans son cycle de vie. Source : Idem

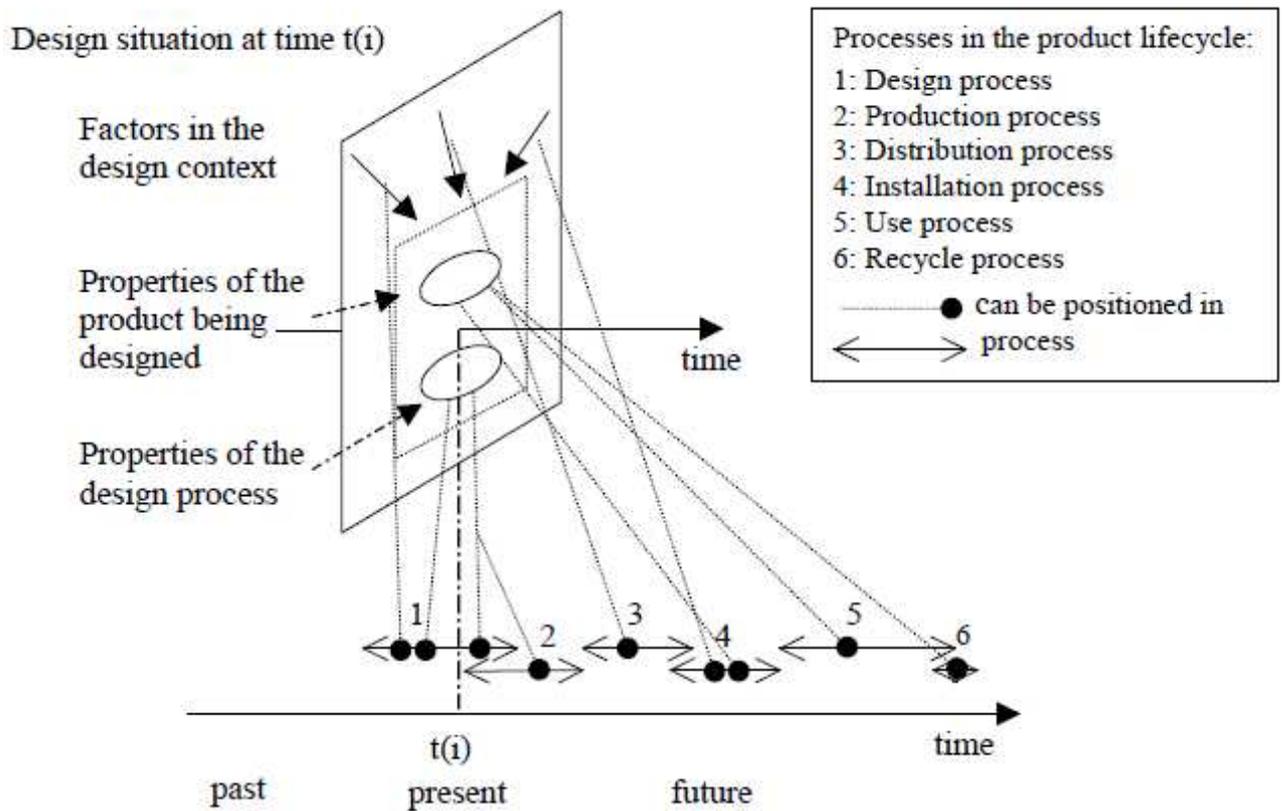


Figure-7 : Le positionnement des propriétés et des facteurs

Dans le cycle de vie du processus. Source : idem

2-3-1. La combinaison des dimensions :

Values	LEVEL	PERSPECTIVE	TIME
PRODUCT BEING DESIGNED	Level 1	Perspective 1	Process 1
	Level 2	Perspective 2	Process 2
	Level 3	Perspective 3	Process 3
DESIGN PROCESS	Level	Perspective	Process
	Level	Perspective	Process
	Level	Perspective	Process
DESIGN CONTEXT	Level	Perspective	Process
	Level	Perspective	Process
	Level	Perspective	Process

Tableau -2 : La matrice tridimensionnelle qui conjugue les Valeurs (values)

Temps contexte et niveau Source : idem

Perspectives	PROCESS 1	PROCESS 2	PROCESS 3
LEVEL 1	Perspective 1 Perspective 2	Perspective 1 Perspective 2 Perspective 3	Perspective 1 Perspective 3
LEVEL 2	Perspective 1	Perspective 1 Perspective 2 Perspective 3	Perspective 1 Perspective 2 Perspective 3
LEVEL 3	Perspective 1 Perspective 2 Perspective 3	Perspective 1 Perspective 2	Perspective 2 Perspective 3

Tableau -3 : La matrice de conjugaison des niveaux avec les contextes. Source : idem

Perspectives	DESIGN PROCESS	PRODUCTION PROCESS	USE PROCESS
LEVEL OF GARDEN HOUSE	Quality	Function Behaviour	Use
LEVEL OF COMPONENTS	Analysis	Logistics Performance	Safety Maintenance
LEVEL OF DETAILS	Precision	Tolerance	Aesthetics

Tableau-4 : La matrice de conjugaison des niveaux avec les processus. Source : idem

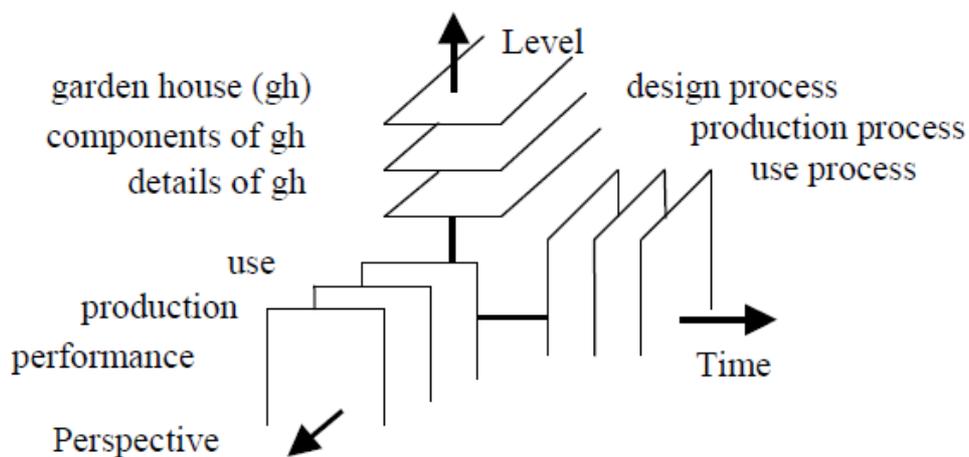


Figure-8- Les trois dimensions que le processus de conception

Implémente pour organiser la structure de raisonnement du concepteur .Source : idem

PROPERTY or FACTOR	SUBJECT	LEVEL	PERSPECTIVE	TIME
Coating with ingredient 'X'	Product being designed	Details of components	Performance	Use process
Need new software to simulate 'Y'	Design process	Design activity	Means	Detail design
Product planning	Design context	Product-development department	Economical	Production process

Tableau -5 : La matrice de conjugaison des niveaux avec les facteurs. Source : idem

DESIGN TASK	SUBJECT	LEVEL	PERSPECTIVE	TIME
Design of the foundation and construction	Product being designed	Garden house Components of garden house Details of components	Construction	Production process Use
Materials of the skin	Product being designed	Components of garden house	Durability	Use

Tableau – 6 : La matrice de conjugaison des niveaux avec les tâches de conception

Source : idem

REPRESENTATION	SUBJECT	LEVEL	PERSPECTIVE	TIME
3D model of garden house	Product being designed	Components of garden house	Construction	Design process
Organisation scheme	Design process	Design process	People	Conceptual design
List of properties of production machines	Design context	Product-development department	Production	Production process

Tableau – 7 : La matrice de conjugaison des niveaux avec les présentations

Source : idem

	LEVEL			PERSPECTIVE				TIME		
	L1	L2	L3	P1	P2	P3	P4	T1	T2	T3
Property 1	X	X			X			X		
Property 2		X		X					X	X
Property 3	X					X	X		X	

Tableau – 8 : le tableau de combinaison des facteurs et des niveaux de la méthode

Source : Idem

Critiques :

Les niveaux et la structure élaborées ne traitent pas réellement le problème de récursivité et de l'indéterminisme mais c'est une exposition d'éléments de conception chacun dans un ordre temporel d'intervention, cela nous amène à le classer dans le même rang avec méthode des canevas mais dans ce cas l'aspect déterminant n'existe pas car il est spécifié. Donc cette méthode a fait une classification détachée (des classes qui ne sont pas reliées ni interactives) et ce n'est pas réellement ce qui est éprouvé par les concepteurs pendant le processus de conception architecturale. En plus il faut noter que la méthode tombe toujours dans le piège de considérer comme d'habitude que les étapes de conception architecturale sont les mêmes étapes de l'élaboration d'un projet d'exécution, au lieu de se pencher sur les étapes de conception de l'esquisse, ce dernier considéré entièrement comme une entité (conglomérat).

2-4. Les « CBR » le raisonnement se basant sur les cas précédents:

Définition: CBR « *Case Based Reasoning* »: se servir d'une bibliothèque d'expériences passées pour répondre à une situation nouvelle.

Un architecte expérimenté se réfère-t-il réellement à son passé pour concevoir un projet d'architecture?

Pour arriver à comprendre l'intérêt d'une base de données de cas architecturaux ou autres. La principale objection est avant tout d'ordre sensible et non pas pratique. Dans la pratique justement, on serait tenté de vouloir un tel outil qui permette quasi instantanément de résoudre une recherche par critères... Néanmoins, on est aussi tenté de croire qu'on trouve essentiellement des solutions de projet dans des projets non similaires, dans des expériences et attitudes non en rapport avec le projet, et que nous les transposons pour leur intérêt.

2-4-1. Les notions de la base du raisonnement pendant le processus de conception architecturale:

a) Le structuralisme :

D'une manière générale, la structure possède une organisation logique mais implicite, un fondement objectif en deçà de la conscience et de la pensée. En effet, tout structuralisme repose sur un double statut des structures, à la fois irréel (comme forme abstraite d'organisation) et réel (comme réalisation concrète). Par conséquent, le structuralisme vise à mettre en évidence ces structures inconscientes par la compréhension et l'explication de leurs

réalisations sensibles. Une structure est « une entité de dépendances internes ». La structure s'oppose ainsi à l'atome (au sens linguistique), qui n'entre dans aucune relation de dépendance avec un autre atome.

b) L'holisme:

« *the tendency in nature to form wholes that are greater than the sum of the parts through creative evolution* », dont une traduction satisfaisante est : « la tendance dans la nature à constituer des ensembles qui sont supérieurs à la somme de leurs parties, au travers de l'évolution créatrice ». C'est-à-dire, la tendance de l'univers à construire des unités structurales de complexité croissante mais formant chacune une totalité (*a whole*) (*Holism and Evolution*. Londres: Macmillan & Co Ltd, 1926).

c) THEORIE DE LA COMPLEXITE

La théorie de la complexité s'intéresse à l'étude formelle de la difficulté des problèmes en informatique. Elle se distingue de la théorie de la calculabilité qui s'attache à savoir si un problème peut être résolu par un ordinateur. La théorie de la complexité se concentre donc sur les problèmes qui peuvent effectivement être résolus, la question étant de savoir s'ils peuvent être résolus efficacement ou pas en se basant sur une estimation (théorique) des temps de calcul et des besoins en mémoire informatique.

C-1. La complexité du point de vue de la théorie de l'information

La théorie de la complexité de *Kolmogorov* définit la complexité d'un objet fini par la taille du plus petit programme (au sens théorique) qui permet de produire cet objet. Ainsi, un texte compressible a une faible complexité et contient peu d'information. C'est d'ailleurs pourquoi les utilitaires de compression généralistes ne peuvent pas comprimer des fichiers totalement aléatoires (opération *par nature* impossible), mais uniquement des fichiers dont on sait à l'avance qu'ils comportent une certaine redondance qui se traduit par des corrélations.

La complexité de Kolmogorov est un sujet discuté. On peut en effet toujours donner à un ordinateur une construction telle qu'une opération très particulière (par exemple le calcul de π ou l'impression de l'intégrale des œuvres de Victor Hugo) y sera codée par un bit. On retrouve ici la notion connue qu'une information n'est jamais contenue dans un message seul, mais toujours dans le couple message + décodeur pris de façon indissociable. Aussi la notion de « plus petit programme théorique » ne peut-elle être définie opérationnellement de façon rigoureuse et univoque qu'avec la référence à une machine. On pourrait objecter qu'il suffit de

prendre comme référence la machine la plus *simple*. C'est oublier que ce que nous nommerons simple dépend justement de notre vécu et de notre langage, tous deux arbitraires. Une difficulté supplémentaire réside dans le fait que la complexité de Kolmogorov n'est pas décidable : on peut donner un algorithme produisant l'objet voulu, ce qui prouve que la complexité de cet objet est au plus la taille de cet algorithme. Mais on ne peut pas écrire de programme qui donne la complexité de Kolmogorov de tout objet que l'on voudrait lui donner en entrée. La notion, manipulée avec précaution, se révèle néanmoins à l'origine de nombreux résultats théoriques.

C-2. La complexité du point de vue de la physique

Intuitivement, un système est complexe lorsque beaucoup de ramifications le composent (donc il n'est pas forcément compliqué, puisqu'en le décomposant il peut être simple à comprendre). Deux critères permettent de caractériser plus finement cette notion : le nombre et l'indépendance des parties.

Le nombre et l'indépendance des parties

Un système complexe est composé d'un grand nombre de parties. Avec ce seul critère tous les systèmes matériels seraient complexes sauf les particules, les atomes, les petits ions et les petites molécules. Mais un système peut avoir un grand nombre de parties sans avoir un mouvement très compliqué, si toutes les parties bougent de la même façon par exemple. Le critère de l'indépendance des parties est destiné à exclure ces cas. Mais il est difficile à définir précisément.

Tant qu'on considère un solide comme un corps parfaitement rigide, ses parties ne sont pas indépendantes les unes des autres. Quelques nombres, quelques variables d'état suffisent pour caractériser complètement l'état de mouvement du solide : position du centre d'inertie, vitesse de translation, vitesse de rotation. Le mouvement de chacune des parties est complètement déterminé par ces nombres. En revanche, si on étudie les vibrations du solide, les mouvements peuvent être beaucoup plus compliqués, parce que chaque partie peut avoir un mouvement différent des autres. Il en va de même pour un fluide. Pour décrire ces mouvements il faut beaucoup plus de variables d'état, un nombre infini en théorie. Dire ici que les parties sont indépendantes, ce n'est pas dire qu'elles n'interagissent pas avec les autres mais seulement que la connaissance de l'état d'une partie ne fournit pas ou peu d'informations sur l'état des autres parties.

Il y a une part de subjectivité et d'ambiguïté dans l'appréciation de l'indépendance des parties : un système mal connu peut sembler tout aussi bien complexe, car inexplicable, que très simple, en se contentant d'explications superficielles.

C-3. La Complexité Du Reel

Les systèmes simples sont des objets d'études privilégiés. Pendant longtemps ils ont été les seuls systèmes pour lesquels on pouvait faire des calculs, mais ce n'est plus vrai maintenant, grâce aux ordinateurs. Ce sont aussi les seuls systèmes que l'on peut bien caractériser lors d'une expérience et c'est un point important pour la reproductibilité (le fait que l'on peut reproduire la même expérience plusieurs fois et obtenir toujours le même résultat). Cet intérêt de la simplicité explique en partie pourquoi on trouve dans tous les livres et les laboratoires de physique les mêmes géométries simples (cercle, sphère, cylindre, ...).

Les exemples étudiés dans les livres sont souvent simples mais la réalité l'est beaucoup moins. On peut dire qu'en première approximation les systèmes complexes sont tous les systèmes. La complexité est la règle, la simplicité l'exception. La complexité est un défi pour les mathématiques appliquées : utiliser les mathématiques **pour** comprendre tout ce qui est sous nos yeux, ne pas se limiter à ce qu'on peut tracer à la règle et au compas.

Tous les systèmes réels sont complexes, ou presque tous. Mais plus un système est complexe, plus il est difficile de le connaître avec précision. Le nombre des combinaisons possibles par exemple pose problème. Comme les parties sont interdépendantes, les états envisageables a priori sont toutes les combinaisons d'états des parties. L'explosion combinatoire conduit à des nombres gigantesques de cas possibles, souvent plus que le nombre de particules dans l'univers connu, même pour des systèmes relativement peu complexes. La connaissance précise de l'état présent d'un système complexe pose également problème. Il y a beaucoup trop de variables d'état à mesurer. Les systèmes complexes sont souvent mal connus et ils réservent beaucoup de surprises (émergence de propriétés collectives, auto-organisation, nombres de Feigenbaum dans les systèmes chaotiques). L'Institut de Santa Fe, créé par plusieurs physiciens dont Murray Gell-Mann et dont le nom officiel est *Institute for complexity*, fait de l'étude de ce type de questions son activité à plein temps.

C-4. Les Systèmes Complexes

De nombreux systèmes sont constitués d'un grand nombre d'entités en interaction, on les qualifie de complexes lorsqu'un observateur ne peut prévoir le comportement ou l'évolution d'un tel système par un raccourci de calcul. Ainsi une réaction chimique, comme la

dissolution d'un grain de sucre dans du café, est simple car on connaît à l'avance le résultat : quelques équations permettent de décrire exactement l'évolution, sans avoir besoin d'attendre la fin de l'expérience pour savoir comment cela se passe. Au contraire, les cellules nerveuses de notre cerveau, une colonie de fourmis ou les agents qui peuplent un marché économique sont autant de systèmes complexes car le seul moyen de connaître l'évolution du système est de faire l'expérience, éventuellement sur un modèle réduit.

En d'autres termes, lorsque l'on veut modéliser un système, on conçoit un certain nombre de règles d'évolution, puis l'on simule le système en itérant ces règles jusqu'à obtenir un résultat structuré. Un système est dit complexe si le résultat final n'est pas prédictible directement en connaissant les règles.

Du fait de la diversité des systèmes complexes, leur étude est interdisciplinaire. Deux approches complémentaires sont utilisées : certains scientifiques aux prises avec un système complexe particulier cherchent à le comprendre, d'autres cherchent des méthodes et définitions générales applicables à de nombreux systèmes différents.

Les systèmes complexes sont donc un contre-exemple au *réductionnisme* : malgré une connaissance parfaite des composants élémentaires d'un système, il est aujourd'hui impossible de prévoir son comportement, autrement que par l'expérience ou la simulation. Cet écueil ne vient pas nécessairement de nos limites de calcul (c'est le champ d'étude de la théorie de la complexité « computationnelle »), d'un comportement aléatoire, ou de la sensibilité aux conditions initiales (qui est étudiée par la théorie du chaos).

Cette limitation vient plus généralement de l'impossibilité de mettre le système en équations solvables et prédictives. Ce qui est primordial, est le nombre de paramètres, et le fait que chacun d'entre eux peut avoir une influence essentielle sur le comportement du système. Pour prévoir ce comportement, il est nécessaire de tous les prendre en compte, ce qui revient à effectuer une simulation du système étudié.

Étymologiquement, compliqué (du latin cum pliare, empiler avec) signifie qu'il faut du temps et du talent pour comprendre l'objet d'étude, complexe (du latin cum plexus, attaché avec) signifie qu'il y a beaucoup d'intrications, que « tout est lié » et que l'on ne peut étudier une petite partie du système de façon isolée.

Les systèmes complexes sont généralement compliqués, mais le contraire n'est pas vrai.

Un système est un ensemble cohérent de composants en interaction et organisés pour atteindre un ou plusieurs résultats dans un environnement donné. Un système complexe est un système

pour lequel le nombre d'interactions est très grand. Il n'est pas forcément nécessaire que le nombre de composants soit très grand, le nombre d'interactions possibles entre n composants, en comptant les interactions des composants avec eux-mêmes (interaction réflexive), est de 2^n . Par exemple, il y a 16 interactions possibles pour un système à 2 composants.

Le logarithme du nombre de ces interactions possibles, soit n , est appelé variété du système (dans l'exemple ci-dessus, la variété d'un système à deux composants est de 4). Le mot complexe traduit cette explosion combinatoire. Quelle est la complexité (variété) du cerveau humain (en tant que système) avec ses millions de neurones, composants en interaction et organisés ?

On constate le plus souvent que *le système complexe* présente la majorité des caractéristiques suivantes:

- Les interactions des composants entre eux forment des "groupes" de composants fortement liés, chaque "groupe" étant en interaction avec les autres, ce qui permet de modéliser le système complexe par niveaux : chaque composant interagit "localement" avec un nombre limité de composants.
- Il y a des boucles d'interaction réflexives (en anglais feedback), appelées aussi de rétro-action : un composant peut être en interaction avec lui-même, soit directement, soit indirectement à travers la chaîne d'interactions avec les autres composants. Ce sont ces boucles qui "injectent" la complexité dans le système, car elles sont responsables de la non-linéarité du comportement du système : "emballement", "relaxation" ou "oscillation autour du point fixe" dans le cas "simple" de l'interaction réflexive d'un composant ; comportement difficilement prédictible dans les cas réels d'interactions couplées multi-composants.
- Les composants peuvent être eux-mêmes des systèmes complexes ("niveaux") : une société peut être vue comme un système composé d'individus en interaction, chaque individu peut-être vu comme un système composé d'organes en interaction, chaque organe...
- Le système agit sur son environnement; on dit que le système est ouvert; dans le système "entrent" de la matière, de l'énergie ou des informations, du système "sortent" de la matière, de l'énergie ou des informations. La frontière du système est définie par rapport à l'environnement, la forme (pattern en anglais), c'est-à-dire ce qui permet de

distinguer le système du "fond", est variable (dans le temps et dans l'espace) car le système se transforme en agissant.

Comportement

Un système complexe présente la plupart des comportements suivants. Ce qui permet réciproquement de définir ce qu'est un système complexe : c'est un système présentant un grand nombre des comportements suivants. Il est inhabituel de définir une classe d'objets à étudier à partir de leur comportement plutôt qu'à partir de leur constitution.

- Auto-organisation et émergence de propriétés ou de structures cohérentes, apparition de motifs (c'est une forme mineure de connaissance car ce n'est pas totalement prédictif comme l'est une loi). Cette caractéristique est souvent exigée pour qualifier un système de complexe.
- robustesse locale et fragilité (ou contrôlabilité) à moyenne échelle : puisqu'il y a de nombreux liens (éventuellement créés ou remaniés par le système lui même), si un élément est affecté par un événement extérieur ses voisins le seront aussi. Il s'ensuit que le système est souvent plus robuste à une petite perturbation locale qu'il ne le serait sans les liens. Mais du même coup, modifier globalement le système (et donc potentiellement le contrôler) peut être fait grâce à une perturbation moins grande que dans le système sans liens. Bien cibler cette perturbation est cependant très difficile. Les virus (issus d'une longue sélection naturelle) sont un bon exemple : avec une dizaine de gènes, un virus est capable de modifier profondément (jusqu'à la mort...) un organisme de plusieurs dizaines de milliers de gènes, et ce en ne s'attaquant au départ qu'à une minorité de cellules.
- brisure de symétrie : la connaissance d'une partie du système ne permet pas d'affirmer que le reste du système est en moyenne dans le même état
- plusieurs comportements possibles sont en compétition, certains sont simples, d'autres chaotiques (désordonnés). Le système est souvent à la frontière entre les deux et alterne ces deux types de comportement ;
- plusieurs échelles temporelles et spatiales apparaissent, il y a ainsi une hiérarchie de structures.

d) La redondance :

La redondance n'est pas la répétition à l'identique, mais le déploiement d'une multitude de versions différentes d'un même schéma ou motif (en anglais pattern).

Alors, il est possible de modéliser la complexité en termes de redondance fonctionnelle, comme le restaurant chinois où plusieurs fonctions sont effectuées en un même endroit d'une structure.

Pour la complication, le modèle serait la redondance structurelle d'une usine où une même fonction est exécutée en plusieurs endroits différents d'une structure.

La redondance structurelle : désigne des structures différentes pour exécuter une même fonction, comme le double circuit de freinage d'une voiture automobile ou plusieurs ateliers différents ou usines différentes pour fabriquer une même pièce ou un même engin. La redondance structurelle caractérise la « complication ». La redondance structurelle s'illustre avec le double circuit de freinage pour plus de sécurité dans des véhicules automobiles modernes et avec les multiples circuits de commande électrique, hydraulique et pneumatique des engins de guerre pour les ramener au bercail avec leur équipage après des dégâts du combat.

La redondance fonctionnelle : est celle de la multiplicité de fonctions différentes exécutées en un point d'une structure, comme un atelier d'artisan qui exécute différentes opérations sur différents matériaux. La redondance fonctionnelle caractérise la « complexité » et condition de l'auto-organisation chez Henri Atlan. C'est la « variété » chez le neuropsychiatre Ross W. Ashby passé à la cybernétique.

La complication est de l'ordre de la redondance structurelle d'une configuration avec (cum) beaucoup de plis (latin : plico, are, atum : plier). La complication, multiplication, duplication et réplication sont de la même série des plis et plissements. C'est la multiplicité des circuits de commande pour effectuer une même fonction.

La complexité est une configuration avec (cum) un nœud (plexus) d'entrelacements d'enchevêtrements. Alors, la complexité est de l'ordre de la redondance fonctionnelle, comme un restaurant qui présente un menu de 40 plats différents. Une machine à bois combinée d'artisan qui scie, rabote perce et tutti quanti est représentative de cette complexité, comme une perceuse électrique d'amateur avec une multiplicité d'accessoires pour différentes fonctions.

e) L'explosion combinatoire :

On désigne par n la taille de la donnée. On peut prendre quelques exemples :

- La donnée d'un graphe à s sommets et n arêtes est de taille S^2 : il y a S^2 arêtes possibles dans un tel graphe, et pour chacune, on doit utiliser un bit pour dire si elle est

effectivement présente dans le graphe. On peut par exemple choisir une représentation matricielle (il y aura S^2 cellules dans la matrice à stocker et chacune vaudra 0 ou 1).

- La taille d'un vecteur d'éléments à trier.

Pour les machines déterministes, on définit la classe $\text{TIME}(t(n))$ des problèmes qui peuvent être résolus en temps $t(n)$. C'est-à-dire pour lesquels il existe au moins un algorithme sur machine déterministe résolvant le problème en temps $t(n)$ (le temps étant le nombre de transitions sur machine de Turing ou le nombre d'opérations sur machine RAM).

$\text{TIME}(t(n)) = \{ L \mid L \text{ peut être décidé en temps } t(n) \text{ par une machine déterministe} \}$

Pour les machines non déterministes, on définit la classe $\text{NTIME}(t(n))$ des problèmes qui peuvent être résolus en temps $t(n)$.

$\text{NTIME}(t(n)) = \{ L \mid L \text{ peut être décidé en temps } t(n) \text{ par une machine non-déterministe} \}$

La complexité en espace évalue l'espace mémoire utilisé en fonction de la taille des données ; elle est définie de manière analogue :

$\text{SPACE}(s(n)) = \{ L \mid L \text{ peut être décidé par une machine déterministe en utilisant au plus } s(n) \text{ cellules de mémoire} \}$

$\text{NSPACE}(s(n)) = \{ \text{un } L \mid L \text{ peut être décidé par une machine non-déterministe en utilisant au plus } s(n) \}$

Le problème du codage :

Le codage influence la complexité des problèmes. Il est bon de se rappeler que les données sur lesquelles travaillent les algorithmes sont nécessairement stockées en mémoire (on parle ici de la mémoire de l'ordinateur, mais aussi de la bande de la machine de Turing par exemple).

Si le codage d'une donnée est exponentiel par rapport à la taille de la donnée initiale, l'ensemble des complexités des algorithmes sera sans doute caché par la complexité du codage : il faut par exemple s'interdire de coder le résultat dans l'entrée...

On ne s'intéressera ici qu'aux codages raisonnables.

f) Les Fractales :

Définition :

Les fractales sont des figures géométriques de structure complexe, ayant la propriété de symétrie d'échelle : chacune de leurs parties reproduit leur totalité. De plus, chaque partie d'une courbe fractale a une longueur infinie, ce qui se traduit par une dimension fractale strictement comprise entre 1 et 2.

Les fractales sont à la base d'un nouveau système de géométrie, la géométrie fractale, qui permet de représenter des objets très irréguliers tels que les reliefs montagneux, les amas galactiques ou les côtes rocheuses très découpées.

f-1. Catégorisation des Fractales

On distingue trois grands types de fractales :

- les ensembles construits en remplaçant itérativement les parties d'un objet initial par une figure fixe, comme l'ensemble de Cantor, la courbe de Koch, les courbes de Peano ou l'éponge de Sierpinski ;
- Les ensembles définis par l'évolution d'une suite en chaque point d'un espace. Les ensembles de Mandelbrot, de Julia et de Lyapunov en sont des exemples ;
- Les fractales non déterministes, dont la construction comporte des éléments aléatoires. C'est le cas des modèles de paysages ou de nuages utilisés en Infographie.

Dans les années 1970, on découvrit qu'il est possible de traduire mathématiquement des phénomènes dont le comportement paraît désordonné, grâce à La Théorie Déterministe Du Chaos. Selon cette théorie, tous les systèmes chaotiques déterministes possèdent des formations préférentielles, appelées Attracteurs Etranges. Ces formations particulières peuvent se rencontrer dans la nature : ainsi, les images fractales calculables par les séries de Mandelbrot, les images météorologiques, les battements du cœur ou les électroencéphalogrammes constituent tous des attracteurs étranges.

g) théorie du chaos déterministe et les attracteurs étranges « the butterfly effect » :

Théorie qui s'applique aux systèmes dont les comportements sont imprévisibles, bien que leurs composantes soient gouvernées par des lois strictement déterministes.

L'un des buts primordiaux de la science consiste à pouvoir prédire le comportement d'un système physique, chimique ou biologique, par exemple les dates des éclipses du Soleil. Or, il se trouve qu'un grand nombre de phénomènes présente un comportement régi par une trop grande variété de facteurs, si bien qu'il est possible de comprendre pourquoi un ordre se construit, puis se détruit. Ainsi, dans le cas de la météorologie, les images transmises par les satellites montrent que les masses nuageuses sont tantôt ordonnées en forme de spirale, tantôt ne le sont pas. En effet, les perturbations peuvent être créées par les courants d'air chaud ou froid, ou par les forces de Coriolis, mais peuvent être également dues à la configuration géographique du terrain ou à l'implantation humaine. Dans ce cas de figure, les moyens

théoriques et mathématiques ne sont pas adaptés pour prévoir un tel système, le nombre de facteurs intervenant sur le climat étant trop important.

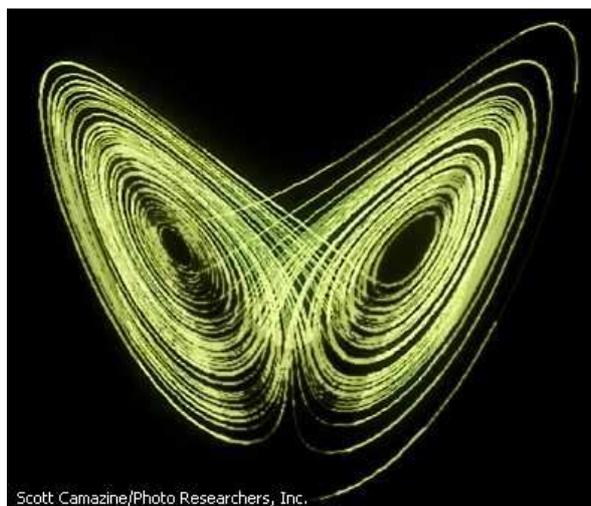


Figure- 9 : Attracteur étrange (en conception architecturale = aspect déterminant, idées obsédantes, tendances, idéologies...etc . Source : site wikipedia 2007)

Un attracteur étrange : est une représentation géométrique dans l'espace des phases de l'évolution dynamique d'un système ayant un comportement chaotique.

L'évolution des systèmes en régime chaotique est imprévisible car elle dépend fortement des conditions initiales. Cette propriété est à l'origine de la célèbre métaphore de l'effet papillon, qui tient son nom de l'attracteur étrange (similaire à celui représenté ici) utilisé par le météorologue américain *Edward Lorenz* pour illustrer la sensibilité aux conditions initiales des phénomènes chaotiques rencontrés en météorologie : « **le battement d'aile d'un papillon en Australie peut provoquer un ouragan aux États-Unis !** »

Les attracteurs étranges, qui présentent par ailleurs une géométrie fractale, se rencontrent dans de nombreux domaines, notamment en astronomie, en mécanique des fluides en biologie et en architecture.

h) La codification :

De plus, sans vouloir faire l'apologie de la diversité humaine, chacun de nous à une appréhension différente de son environnement, et les critères d'appréciation varient fortement, notamment dans la manière dont ils sont exprimés, et même si dans le fond les appréhensions sont proches.

Par conséquent, quel est l'intérêt d'une codification qui va obéir à des règles de fonctionnement et de conception mentale, qui ne seront pas forcément les mêmes que les utilisateurs.

Bien entendu, dans ce cas précis, l'intérêt de la méthode décrite risque de prendre tout son sens, mais çà reste du domaine d'expériences figées, ou chaque nouveau n'entraîne pas de modifications ou d'améliorations.

Ce qu'on cherche à expliquer, c'est qu'il nous semble que la conception n'obéit à des schémas clairement identifiables, même s'il est assez aisé d'en isoler certaines grandes étapes, ou certaines étapes posées comme points de contrôle pour observer et analyser. En outre, la transposition est un trait caractéristique d'une démarche de conception innovante. En fait, il ne s'agit pas forcément d'adapter un principe issu d'un autre domaine juste pour sa faculté à nous fasciner, il y aurait alors juxtaposition, mais transposer une pratique par exemple, qui dans le cas traité vient nourrir le projet. Le phénomène est à l'opposé de toute intention esthétique, même s'il ne finit pas se traduire par de la forme, mais qu'il tend vers une *démarche appropriative*, en fait qui donne les points de connexion nécessaire à une bonne utilisation. Ce qui n'est pas si éloigné de la démarche d'un designer industriel. Enfin, pour essayer de faire une nouvelle fois un parallèle. La tendance à croire (peut-être une erreur), que la codification est déjà à l'œuvre dans le domaine de l'automatisme, les problèmes résolus sont indexés et intégrés afin de ne pas remettre en cause le temps de la démarche conceptuelle, la plus gourmande en revenus.

Cela pour mettre en évidence que du moment qu'il y a codification, si bien intentionné qu'elle soit, il y a réduction des possibilités avant même le début de la démarche conceptuelle. Comme par définition, **la démarche de conception** opère par réduction des possibilités, dont on pose la question de l'intérêt de cette base de données ?

i) L'espace Métrique

En mathématiques, un espace métrique est un ensemble au sein duquel une notion de distance entre les éléments de l'ensemble est définie. C'est un cas particulier d'espace topologique.

L'exemple correspondant le plus à notre expérience intuitive de l'espace est l'*espace euclidien* à trois dimensions. La métrique euclidienne de cet espace définit la distance entre deux points comme la longueur de la droite les reliant.

Définitions

On appelle distance sur un ensemble, une application telle que: (Inégalité triangulaire).

On appelle boule (ouverte) centrée en et de rayon, l'ensemble. On la note souvent.

On appelle boule fermée centrée en et de rayon, l'ensemble. On la note souvent.

La distance munit d'une topologie, en définissant une partie comme ouverte lorsque :

Un ouvert est donc une partie qui a une certaine « épaisseur » autour de ses points.

Un espace topologique est dit maîtrisable s'il existe une distance définissant sa topologie ; cette distance n'est presque jamais unique et on prendra garde que les notions de boule, de borné (i.e. inclus dans une boule), de suite de Cauchy, de continuité uniforme, etc. ne sont pas des notions topologiques mais métriques, susceptibles de varier selon la distance choisie. Dans cette topologie, les voisinages d'un point sont tous les sous-ensembles contenant une boule ouverte centrée sur ce point.

La topologie usuelle sur la droite (des nombres réels), le plan, etc. sont des exemples de topologies définissables à l'aide d'une métrique.

Une propriété intéressante des espaces topologiques maîtrisables est la propriété de séparation. En effet, si on choisit deux éléments distincts et d'un espace métrique, leur distance est non nulle, par conséquent les ouverts et sont disjoints et sont des voisinages.

j) La topologie « l'étude du lieu ».

En mathématiques, le terme topologie est utilisé aussi bien comme synonyme de structure topologique que pour désigner le domaine des mathématiques concerné par l'étude de ces structures.

Le mot topologie vient de la contraction des noms grecs *topos* et *logos* qui signifient respectivement lieu, et étude. Au pied de la lettre, la topologie est l'étude du lieu. Elle s'intéresse donc à définir ce qu'est un lieu (appelé aussi espace) et quelles peuvent en être les propriétés

La topologie s'intéresse plus précisément aux espaces topologiques et aux applications qui les lient, dites continues.

Elle permet de classer ces espaces, notamment les nœuds, entre autres par leur dimension (qui peut être aussi bien nulle qu'infinie).

Elle s'intéresse aussi à leurs déformations.

En analyse, grâce aux informations qu'elle fournit sur l'espace considéré, elle permet d'obtenir un certain nombre de résultats (existence et/ou unicité de solutions d'équations différentielles, notamment).

Les espaces métriques ainsi que les espaces vectoriels normés sont des exemples
Généralement, la topologie se présente comme la « Géométrie de la feuille de caoutchouc »
Cela fait référence à la Géométrie euclidienne, où deux objets sont équivalents même si on peut transformer l'un en l'autre à l'aide d'isométries (rotations, translations, réflexions,

etc....) c'est-à-dire, des transformations qui conservent la valeur des angles, des longueurs, des aires, des volumes et autres. En topologie, deux objets sont équivalents dans un sens beaucoup plus large. Ils doivent avoir le même nombre de morceaux, de trous, d'intersections etc.... En topologie, il est permis de doubler, étirer, tordre etc....des objets mais toujours sans les rompre, ni séparer ce qui est uni, ni coller ce qui est séparé. Par exemple, un triangle est topologiquement la même chose qu'un cercle, c'est-à-dire qu'on peut transformer l'un en l'autre sans rompre et sans coller. Mais un cercle n'est pas la même chose qu'un segment (on doit casser le cercle pour obtenir le segment). C'est la raison pour laquelle cela s'appelle la « Géométrie de la feuille de caoutchouc » parce que c'est comme si on étudiait la géométrie avec une feuille de caoutchouc que l'on pourrait contracter, étiré, etc.

On peut penser que la Topologie traite seulement d'objets et de concepts géométriques (alors qu'au contraire, c'est la géométrie qui traite un certain type d'objets topologiques). D'un autre côté, dans beaucoup de cas, il est impossible de donner l'image d'une interprétation d'un problème topologique, ou de certains concepts. Tenter de visualiser les concepts est une erreur fréquente chez les débutants, qui les fait avancer très lentement quand ils ne peuvent trouver un exemple graphique. Il est fréquent d'entendre les étudiants dire qu'ils ne comprennent pas la Topologie et qu'ils n'aiment pas cette branche. Généralement, on doit cette aversion au fait que le problème ne peut pas être visualisé par un dessin. Finalement, la Topologie se nourrit aussi de concepts dont l'inspiration provient de l'Analyse mathématique. On peut dire que presque la totalité des concepts et idées de cette branche sont des concepts et idées topologiques.

i-1. L'espace topologique

En mathématiques, les espaces topologiques permettent de définir dans un contexte très général des concepts comme la convergence, la continuité et la connexité. Ces concepts apparaissent dans presque toutes les branches des mathématiques, ils sont donc centraux dans la vision moderne des mathématiques. La branche des mathématiques qui étudie ces espaces s'appelle la topologie.

La notion *d'espace topologique* est une définition axiomatique, formalisée par une structure ensembliste. Les axiomes sont minimaux, et en ce sens c'est la structure la plus générale pour étudier les concepts cités.

Les fermés d'une topologie sont les complémentaires des ouverts. Par conséquent, la famille des fermés contient et l'ensemble vide.

Il résulte de la théorie élémentaire des ensembles que toute intersection de fermés est un fermé, et que toute réunion finie de fermés est un fermé.

Prescriptive

Il est d'usage de rappeler la présence de la partie vide à l'axiome 1 ; c'est toutefois en bonne rigueur superflu, puisqu'on peut l'obtenir en appliquant l'axiome 2 à la réunion indexée par l'ensemble vide.

i-2. Rôles de la topologie :

Un des premiers rôles de la topologie est de décrire les voisinages des points. Cette notion permet de définir la texture du point, ou la matière qui l'entoure. Cette notion est clé pour comprendre la topologie. Elle sert par exemple à la définition de continuité ou de limite en un point.

Exemples

Un exemple simple est. Tous les points sont des ouverts, ils sont donc isolés les uns des autres. La topologie ainsi définie est appelée topologie discrète. Plus généralement, la topologie discrète sur un ensemble est celle pour laquelle. En contrepartie de la simplicité, elle n'offre pas beaucoup d'intérêt.

Autre exemple sans intérêt : la topologie grossière sur est celle pour laquelle les seuls ouverts sont la partie vide et lui-même.

Un exemple plus intéressant sur les entiers est où désigne le filtre de Fréchet, c'est-à-dire tous les complémentaires d'ensembles finis et l'ensemble vide. Cette topologie donne un sens au voisinage de l'infini et permet par exemple de définir la notion de limite d'une suite.

Les voisinages: il existe une topologie associée à tout espace métrique. Un ouvert est alors un ensemble qui contient pour chaque point d'une boule ouverte de centre.

L'ensemble des nombres réels est donc muni naturellement d'une topologie issue de sa distance. Un ouvert est alors une union d'intervalles ouverts.

La topologie induite d'un sous-ensemble d'un ensemble est la topologie obtenue par intersection des ouverts de avec. Cette définition permet par exemple de définir la topologie induite par celle de sur un intervalle, et ainsi de pouvoir définir les propriétés de continuité et de limite à des fonctions définies sur un intervalle de.

D'autres exemples de topologies plus sophistiquées tels que :

Le cube de Hilbert est une généralisation du cube en dimension infinie.

L'ensemble de Cantor est source de nombreux exemples et contre-exemples.

Applications continues

Définitions : Un des premiers intérêts de la notion d'espace topologique est de pouvoir définir une application continue. Il existe deux approches, celle locale qui définit la continuité en un point et l'approche globale qui définit la continuité en tout point.

Définition globale. Une application de entre deux espaces topologiques est dite continue si l'image réciproque de tout ouvert de est un ouvert de (l'image réciproque est l'ensemble de tous les points de que envoie dans).

Définition locale. Soit une fonction d'un espace topologique dans et soit un point élément du domaine de définition. La fonction est continue au point si et seulement si l'image réciproque d'un ouvert contenant contient un ouvert contenant.

LA CALCULABILITÉ DE CHURCH-TURING

Prenons une classe de fonctions mathématiques ou logiques dont chacune appelle une réponse par oui ou par non. On se pose alors la question de savoir s'il existe une procédure permettant de résoudre n'importe laquelle des questions de cette classe en un nombre fini d'étapes, c'est-à-dire de savoir si ces fonctions sont calculables ou non. La thèse de Church-Turing (Alonzo Church en 1936, Alan Turing en 1937) fait l'hypothèse que les fonctions « mécaniquement calculables » (ou calculables au sens intuitif, autrement dit par une suite d'opérations de base, telles que l'addition ou la multiplication) sont calculables par des machines de Turing, que l'on considère ici comme des équivalents abstraits et idéalisés des ordinateurs.

Cette thèse est le fondement de l'informatique classique. En effet, l'étude et le développement de programmes informatiques n'a de sens qu'à partir du moment où l'on dispose d'un concept précis de machine permettant tous les calculs a priori possibles. La conception d'un ordinateur classique est très éloignée de la notion de machine de Turing, mais on peut montrer que les deux modèles sont équivalents.

k) Problème de la décidabilité de Hilbert

Reste un problème crucial : existe-t-il des questions (pourtant bien posées) qui ne sont pas solubles algorithmiquement, autrement dit des problèmes qu'il est inutile de chercher à résoudre puisque nous savons que leur solution ne peut pas exister ? Ce problème est fondamental car il marque les limites de l'informatique : c'est le problème de la décidabilité, ou problème de la décision, posé par le mathématicien allemand David Hilbert en 1900. Ce problème a reçu une réponse définitive en 1936 : oui. Cette réponse se base sur une démonstration prouvant qu'on ne peut pas concevoir un algorithme qui calcule, si une

machine de Turing (ou un ordinateur, par analogie) peut s'arrêter sur une donnée, ou tourner en rond indéfiniment : ce problème n'est pas décidable.

On peut noter qu'il existe des problèmes dits semi-décidables, pour lesquels un algorithme calculera la réponse si cette réponse est « vrai », mais ne s'arrêtera pas si la réponse est « faux ».

1) Les problèmes de décision

L'ensemble des problèmes informatiques peuvent se réduire à des problèmes de décision. La réponse à un problème de décision est Oui ou Non. Un problème dont la réponse n'est ni Oui ni Non peut-être très simplement transformé en un problème de décision. Le problème du voyageur de commerce, qui cherche, dans un graphe, à trouver la taille du cycle le plus court passant une fois par chaque sommet, peut s'énoncer en un problème de décision ainsi : Existe-t-il un cycle passant une et une seule fois par chaque sommet tel que la somme des coûts des arcs utilisés soit inférieure à B , avec $B \in \mathbb{N}$.

De manière intuitive, dire qu'un problème peut être décidé à l'aide d'un algorithme non-déterministe polynomial signifie qu'il est facile, pour une solution donnée, de vérifier en un temps polynomial si celle-ci répond au problème pour une instance donnée (à l'aide d'un certificat); mais que le nombre de solutions à tester pour résoudre le problème est exponentiel par rapport à la taille de l'instance.

Le non-déterminisme permet de masquer la taille exponentielle des solutions à tester tout en permettant à l'algorithme de rester polynomial.

- Des algorithmes d'approximation permettent de trouver des solutions approchées de l'optimum en un temps raisonnable pour un certain nombre de programmes. Dans le cas d'un problème d'optimisation on trouve généralement une réponse correcte, sans savoir s'il s'agit de la meilleure solution ;
- Des algorithmes stochastiques : en utilisant des nombres aléatoires on peut «forcer» un algorithme à ne pas utiliser les cas les moins favorables, l'utilisateur devant préciser une probabilité maximale admise que l'algorithme fournisse un résultat erroné. Citons notamment comme application des algorithmes de test de primalité en temps polynomial en la taille du nombre à tester. A noter qu'un algorithme polynomial non stochastique a été proposé pour ce problème en août 2002 par Agrawal, Kayal et Saxena ;

- Des heuristiques permettent d'obtenir des solutions généralement bonnes mais non exactes en un temps de calcul modéré ;
- Des algorithmes par séparation et évaluation permettent de trouver la ou les solutions exactes. Le temps de calcul n'est bien sûr pas borné polynomialement mais, pour certaines classes de problèmes, il peut rester modéré pour des instances relativement grandes ;

On peut restreindre la classe des problèmes d'entrée à une sous-classe suffisante, mais plus facile à résoudre.

Si ces approches échouent, le problème est non soluble en pratique dans l'état actuel des connaissances.

Modèles de calcul

Ces théorèmes ont été établis grâce au modèle des machines de Turing. Mais d'autres modèles sont utilisés en complexité, dont :

- Les fonctions récursives dues à Kleene
- Les automates cellulaires
- Les machines à registres (RAM)
- Le lambda-calcul.

On sait que tous ces modèles sont équivalents : tout ce qu'un modèle permet de calculer est calculable par un autre modèle. De plus, grâce aux machines universelles de Turing, on sait que tout ce qui est intuitivement calculable est modélisable dans ces systèmes. Les conséquences sont importantes et nombreuses.

Partie 02 : la genèse de la méthode

2- la genèse de la méthode :

2-1. la difficulté de schématiser la pensée architecturale :

Ceci est la conséquence du fait que :

- La conception architecturale :
 - Est objective, rationnelle et universelle ?
 - Est subjective et particulière ?
 - Appartient aux deux mondes subjectif et objectif ?
- Si on considère que la conception architecturale est un raisonnement, par conséquent il n'est pas un seul type de raisonnement.
- Le raisonnement architectural est-t-il déductif, inductif ou analogie ?
- L'objet du raisonnement (le projet) n'est pas simple mais au contraire il est composé de plusieurs composants.
- Les variables de la conception ne sont pas ni homogènes, ni synchronisées.

2-2. l'intelligence utilisée dans un processus de conception architecturale:

Selon « Blaise PASCAL » : Il ya deux types d'esprits qui dominent la pensée humaine :

Esprit de géométrie et esprit de finesse :

Esprit de finesse :

C'est le type de réflexion des inventeurs, des créateurs : on peut dire que ce n'est pas vraiment un raisonnement, parce qu'il n'est pas structuré et sa procédure n'est pas claire. Il est souvent assimilé à une révélation, les résultats et les solutions de ce type de réflexion sont brusques et ne sont pas prévisibles, quant à leur temps d'apparition, leur genre ou leur nombre. Les personnes concernées par ce type de réflexion ne peuvent pas retracer leurs chemins suivis avant l'invention de la solution ni de dire quels sont les hypothèses, les axiomes et le raisonnement suivis. malgré le doute des scientifiques du fondement de ce type de réflexion (l'existence est vraisemblable) elle constitue un événement exceptionnel. A cause de l'exception et des événements réfléchitifs de l'esprit de finesse son fondement n'est pas structuré et donc il ne peut être adopté ou réutilisable car la réutilisabilité est le critère clés pour toute procédure scientifique.

Esprit de géométrie :

c'est le type de réflexion ordonnée et structurée est généralement qualifiée par « réflexion cartésienne ». C'est le type de réflexion qui a permis tous le progrès et développement scientifique des êtres humains par la simple raison qui est la réutilisabilité.

On peut dire que cette réflexion est un raisonnement ; car ses composants et structures sont clairs et définis. Cela a mené l'apparition des structures algorithmiques et le développement de l'intelligence artificielle et l'informatique.

Le raisonnement est l'activité mentale structurée qui mène à la découverte, car ici on découvre une chose qui existe déjà ou on compose une chose à partir d'autres choses à travers un raisonnement déductif, inductif ou par analogie.

L'esprit de géométrie est l'intelligence :

Le type de réflexion est l'intelligence ne sont pas des critères coexistant. C'est-à-dire qu'un inventeur peut ne pas être intelligent (les milliers de brevets d'invention déposées par des gents ordinaires auprès des offices mondiaux et locaux de protection de la propriété intellectuelle).

S'il est logique d'opter pour l'esprit de géométrie et le raisonnement structuré pour la découverte, cette dernière n'est pas création car la création n'existe pas. La création est un événement unique effectuée dans le temps initial de l'univers. Toutes les autres nouveautés scientifiques sont des découvertes.

Pour arriver à cette découverte il faudrait de l'intelligence.

2-3. Quelle intelligence adopter ?

Dans le raisonnement structuré il y'aura place à des décisions et des choix que devront être faites par l'architecte (le designer).

Ces choix seront effectués parmi un ensemble de données ou d'informations. L'exemple du CBR (*Case Based Reasoning*) :

- Parmi plusieurs dispositifs de refroidissement – passif-,
- Parmi un ensemble de système experts dans la simulation thermique,
- Parmi un amas de types de matériaux de construction, de type de structures, de formes, de textures, de couleurs ou de volumes architecturaux... etc.

L'intelligence de décider quel choix, peut être expliquée par analogie avec le système immunitaire humain ; la complexité architecturale n'est comparable qu'avec la complexité biologique car les deux appartiennent aux systèmes Multi- agents de combinaison complexe.

- La décision architecturale ou « réponse architecturale » a la même logique qu'une décision immunitaire « réponse du système immunitaire ».
- La réponse à une situation particulière (amas de conditions et circonstances existantes simultanément) est identique à une réponse immunitaire.

Réponse primaire :

Si cette situation est la première à éprouver donc c'est une réponse primaire : Dans ce cas le concepteur « designer » va suivre un raisonnement rationnel qui commence avec les postulats que sont les données climatiques, contextuelles et contraintes des cahiers de charges.

Pour ensuite on se basant sur ces données on va concevoir et composer une nouvelle solution (ici volumétrie et caractéristiques de tous corps d'état du projet architectural).

Réponse secondaire :

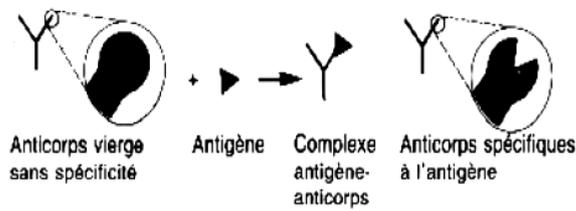
Soit qu'on a éprouvé auparavant le même cas « CBR » donc c'est une : réponse secondaire. Dans ce cas le designer suit une méthode logique et rationnelle avec une initialisation déjà faite auparavant.

Mais concernant la décision et le choix que l'Architecte va effectuer parmi un ensemble d'alternatives il n'aurait pas la liberté d'utiliser son intelligence propre pour la décision mais au contraire l'alternative ou le choix eux-mêmes qui vont sélectionner l'état des faits que l'architecte a déjà constitué pendant les phases précédentes de conception architecturale.

2-3. L'intelligence en conception architecturale :

Est une intelligence de « décision parmi des choix déjà en disposition ». Il est possible donc de faire analogie avec la théorie sélective en Immunité et de se convaincre finalement que l'Architecture est aussi complexe que la biologie humaine.

THÉORIE INFORMATRICE



THÉORIE DE LA SÉLECTION CLONALE

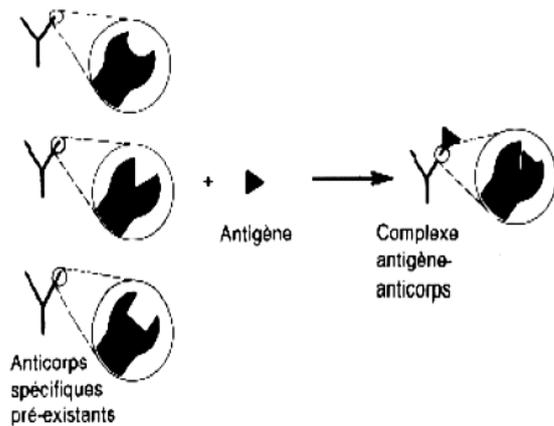


Figure- 10 : la **théorie informatrice** ne peut pas expliquer le pouvoir de l'organisme de connaître le non-soi malgré que l'antigène correspondant n'ait pas été introduit auparavant.

La **théorie sélective** explique que l'organisme possède initialement près d'un million d'anticorps différents qui peuvent être dirigés même contre des substances non organiques comme les composés chimiques.

Dans ce cas : c'est l'antigène qui fait choisir son anticorps spécifique parmi un million d'anticorps déjà existants et pas le contraire.

Source : Biologie Moléculaire de la Cellule Harvey Lodish, James Darnell & David Baltimore. New York 1986

Il est valable don de faire une tentative pour définir la conception architecturale :

LA CONCEPTION ARCHITECTURALE : est une synthèse structuraliste de décisions parmi des solutions déjà en disposition, ces solutions sont élaborer par d'autres sciences, techniques, spécialités et disciplines.

3- PRINCIPES TIRES DE LA REFLEXION SUR LE THEME CONCEPTION ARCHITECTURALE :

La distinction entre problème architectural, solution architecturale, processus de conception architecturale, outil d'analyse architectural et projet architectural : pour être scientifique l'architecture doit fonder ses bases épistémologiques, certes il n'y aura pas de place à la confusion et l'équivoque qui ont existés longtemps entre l'architecture et son objet. En faite, il faudrait établir distinction et nuance entre : le processus de conception qui doit être un parcours algorithmique pour trouver la solution, le projet architectural qui est la solution et le produit de la conception.

- **La distinction entre processus de conception architecturale « esquisse » et phases de finalisation du projet d'exécution** : il est nécessaire de donner à l'esquisse toute l'importance car toutes les étapes et réflexions menées par un architecte dans une opération de conception architecturale se trouvent dans *la phase esquisse* puisque à la fin de cette phase le fonctionnement est bien pensé et organisé, la forme est bien décidée et justifiée, la structure est bien étudiée et calculée. Les étapes habituellement appréhendées comme constituant la procédure de la conception architecturale ne sont en réalité que des étapes de finalisation de l'étude d'un projet, car la vraie conception d'un projet architecturale appartient seulement à la phase « Esquisse ».
- **La réconciliation : pédagogie & pratique** : logiquement Il n'y a pas une recherche destinée seulement soit pour l'usage pédagogique soit pour l'usage pratique. Comme tout œuvre scientifique ce qu'il est **vrai et utile** pendant la formation de l'architecte doit être **vrai et utile** pendant la phase professionnelle. C'est-à-dire que si la méthode élaborée est bien utile pour les étudiants d'architecture, elle ne sera pas validée si elle n'est pas aussi efficace pour les architectes dans leurs bureaux d'études et leurs maîtrises d'œuvre, l'architecture doit imiter les autres sciences dans lesquelles les théories et les principes fondamentaux pendant la formation ne se trouveront pas changé dans la pratique.
- **La méthode ne doit pas faire privilégier une composante sur des autres** : En faite cela laisse la méthode apparaitre comme un système expert objectivé plutôt qu'une méthode globale : si on prend comme postulat que l'homme primitif a cherché refuge dans les cavernes pour la simple raison de se protéger des phénomènes climatiques, et pas pour admirer l'esthétique de sa forme ou pour apprécier sa qualité spatiale. Admettre ce postulat mène à contester tout développement humain et tout progrès technique car cela contredit même toutes les caractéristiques psychologique et sociologiques de l'être humain. Par conséquent il faudrait s'abstenir de faire privilégier une composante sur les autres comme la composante bioclimatique. Il est normal de le tenir en compte comme toutes les autres composantes, d'ailleurs c'est dans le système qu'un élément trouve son rôle et son importance et pas en isolement.
- **Les acteurs et les composantes de la conception ne doivent pas être fragmentés**, mais au contraire ils doivent être assemblée dans un parcours temporalisé et unifié.

→ **La méthode doit procurer des orientations claires et précises (pas floues)**, pas seulement *Comment faire* ? Mais l'important est : *Quoi faire* ?

→ **Le début et la fin de la méthode devront être précis** : et il ne faut pas pouvoir entrer par n'importe quelle porte car cette possibilité contredit la pensée procédurale et elle renvoie avec le temps à l'anarchie habituelle de la conception. cela n'exclue pas la possibilité des boucle de contrôle, de vérification, d'amélioration, mais à condition que celles-ci seront bien positionnées dans le processus global.

→ LA CONCEPTION DE LA CONCEPTION : *veut dire élaborer une méthode rationnelle, irrévocable, scientifique, exhaustive, réutilisable, universelle « généralisable », ouverte, algorithmique et temporalisée « chronologique ».*

Le projet architectural est une réponse à des questions effectives et à des besoins vitaux. Ce n'est pas une vision personnelle et fictive. Faire recommander des standards de penser l'architecture est une nuisance à l'architecture elle-même. L'architecture doit adopter les principes scientifiques et les bases de la philosophie existentialiste pour enfin sortir des catacombes des tendances et des idéologies. *“We believe that architecture should not be thought in terms of a static set of standard descriptions that need to be produced.... Architecture should not be thought of in isolation; it should be considered in terms of processes and approaches used in a project; i.e. there is no standard concept of architecture, just a set of characteristics that architecture should provide in a particular context”* . Cependant parmi les principes scientifiques se trouvent l'universalité et l'exhaustivité, donc dans un système scientifique **il n'y aurait pas de place à l'élimination**. Cela mène que le système doit tenir en compte les dictées de ces tendances et idéologies dans une méthode rationnelle de conception architecturale car cette méthode doivent être universelle et utilisable par tous. Même par ceux imprégnés par les préjugés et les vivions partiales.

4- LES SYSTEMES DE LA METHODE :

– *La nécessité d'une classification et para métrisation temporelles et spatiales des notions éparpillées, vagues, équivoques, et chevauchantes qui participent a la conception architecturale.*

4-1- LE SYSTEME DE DONNEES :

Systèmes de données des conditions et des exigences : (constituant l'agent de contrôle) se composent d'exigences universelles, thématique et celles résultant du programme.

4-2- LE SYSTEME DE PARAMETRES D'INITIALISATION.

- 4-2-1 paramètres subjectives et tendances du concepteur.
- 4-2-2 paramètres du contexte.
 - 1- paramètres naturels et environnemental.
 - 2- paramètres urbains, archétypes et typologie locale.
 - 3- paramètres thématiques et les CBR.
- 4-2-3 paramètres du programme du projet.
- 4-2-4 paramètres universelles de contrôle.

4-3- LE SYSTEME DE PHASES :

4-3-1- PHASE ETABLISSEMENT DE L'AGENT DE CONTROLE :

mise en disposition des données constantes : universelles et subjective (représentées ici par l'agent de contrôle et qui sont autonomes, interchangeable, autonome).

4-3-2- PHASE ANALYSE DES DONNEES DU CONTEXTE ET DU PROGRAMME.

4-3-3- PHASE GENERATION (CONCEPTION): LE SYSTEME D'ETAPES :

A. Etape d'énumération des alternatives à partir des données subjectives (tendances et courants), des données contextuelles (thématiques et CBR), urbaine et typologique, naturelles et environnementales) et du troisième élément qu'est les données extraites de l'analyse du programme.

B. Etape d'initialisation : généralement appelée : idée primaire mais ce n'est pas vraiment la même notion dans le processus élaboré car ici l'idée primaire n'est pas comme d'habitude une révélation mais c'est un résultat complexe de l'analyse et de décisions prises selon les catégories des données et cette idée primaire est décomposée sur les niveaux d'optimisation et chaque solution prise dans un niveau N va être traité par une boucle de fonction d'adaptation du niveau supérieur.

- C. Etape : boucle de vérification des décisions** par niveau d'optimisation.
- D. Etape boucle d'adaptation des décisions** (programme, contexte, tendance) selon les niveaux d'optimisation.
- E. Etape de traitement des l'interaction** : des solutions de chaque niveau par le niveau supérieur.

4-4- LE SYSTEME DE NIVEAUX D'OPTIMISATION :

- 4-1- Niveau topologique : NT**
- 4-2- Niveau géométrique : NG**
- 4-3- Niveau dimensionnel : ND**
- 4-4- Niveau matériel : NM**
- 4-5- Niveau ambiance : NA**
- 4-6- Niveau climatique : NC**

4-5- LE SYSTEME DES BOUCLES :

- 4-5-1-** les boucles de vérification.
- 4-5-2-** les boucles d' adaptation.
- 4-5-3-** les boucles de contrôle.
- 4-5-4-** les boucles de recommandations
- 4-5-5-** les boucles de renvois.
- 4-5-6-** les boucles de calcul.
- 4-5-7-** les boucles de correction.

4-6- LES INTERVENANTS GLOBAUX ET LOCAUX :

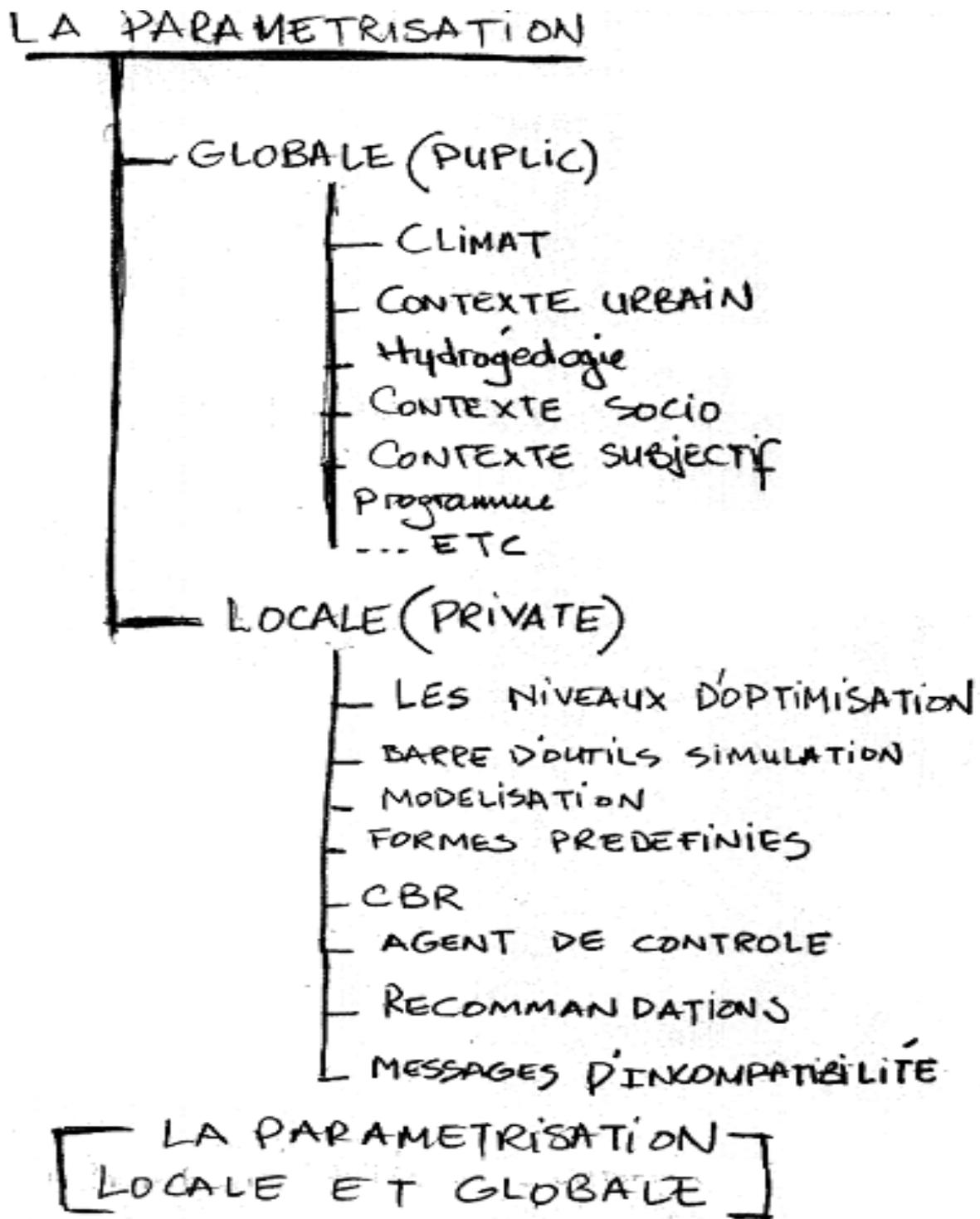


Figure. 11 : la paramétrisation globale et locale permet de ne pas faire l'amalgame entre les variables qui affecte toute la procédure et celles qui influencent localement les fonctions et de bien suivre une structure de données et d'opérations claires et logiques

Source : Auteur

4-7- LES FONCTIONS ET LES VARIABLES : toutes les intervenants de la méthode sont classés selon le critère fonction-variable pour éviter un éventuel retour en arrière ou les contradictions par exemple : si on modifie la fonction avant la variable et cette modification sera arrêtée c'est-à-dire que la fonction elle-même devient constante donc la modification ultérieure de la variable ne sera pas permise.

Les niveaux d'optimisation du projet sont classés selon la catégorisation « variable & fonction » : pour clarifier l'opération il est à expliquer qu'une Action: intervention architecturale, un changement de forme, de matériau de construction ou une affectation d'une activité à un espace devrait être logiquement classée dans le rang variable pour une fonction supérieur dans le but d'éviter le feed-back:

bio – climatique = α (Ambiance)

Ambiance = β (Matériaux)

Matériaux = χ (Dimension)

Dimension = δ (géométrie)

Géométrie = ε (Topologie)

Topologie = ϕ (Initialisation).

Chaque strate de niveau supérieur est fonction de la strate précédente : de cette façon on éviterait la **récurrence** car le résultat du niveau précédent est considéré comme : **variable arrêté** (il devient **constant**), donc la tâche à ce niveau consiste à utiliser ce constant "**sans négociation**" pour optimiser le projet dans la dimension de l'actuel niveau.

AgCtr = Agent de controle

Initial **1**= la valeur constante (choix) tirée des alternatives

Niv n initial = Adap [AgCtr (Initial **1**)].

La formule magique

$$\mathbf{Niv\ n = Niv\ n\ initial + AgCtr\ (Niv\ n-1)\dots\dots\dots(1)}$$

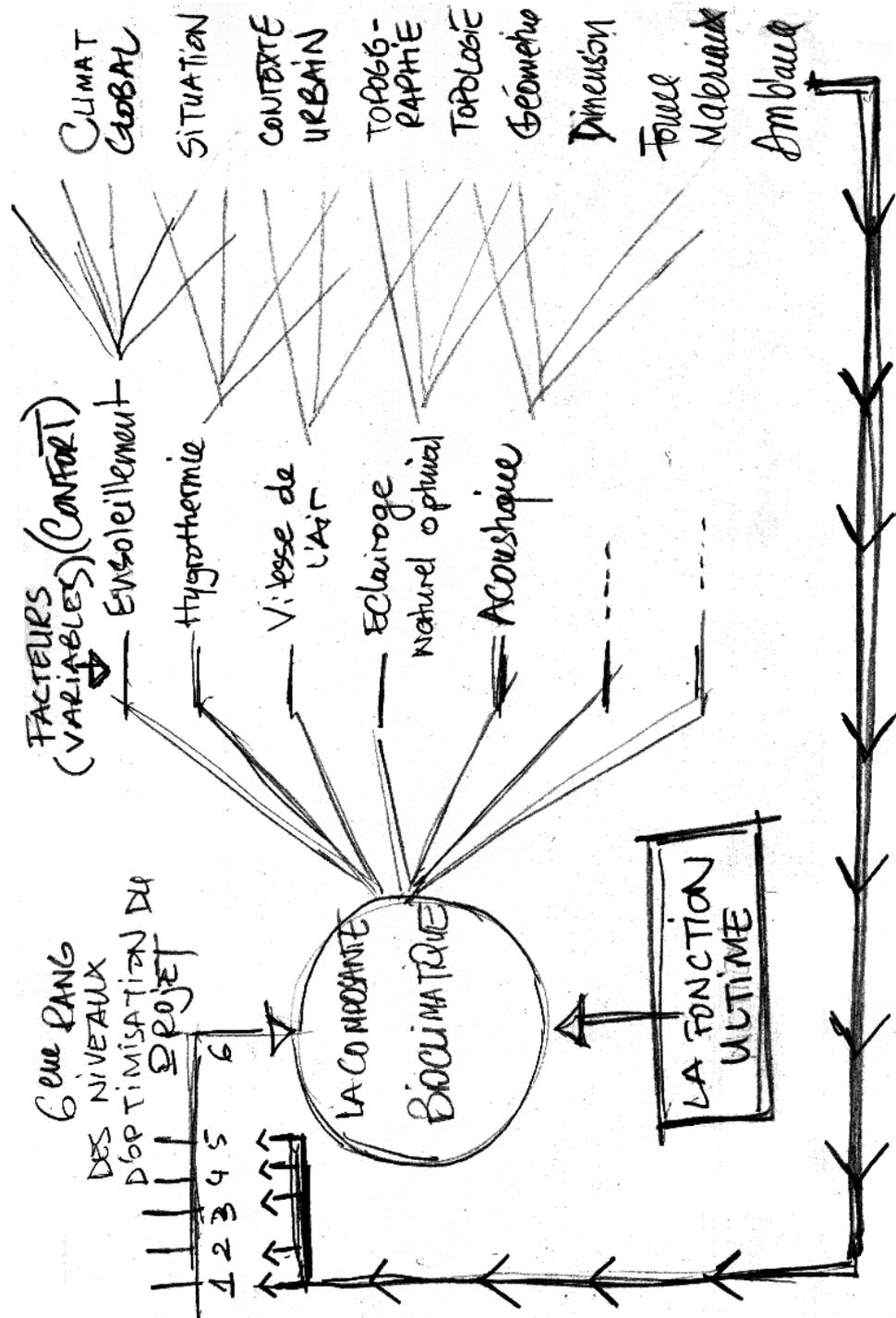


fig.12 : la position logique de la dimension bioclimatique dans la méthode globale

On remarque ici que la dimension bioclimatique est une FONCTION ULTIME puisqu'elle est le résultat de toutes les variables qui le précèdent selon les six niveaux d'optimisation du

projet architectural. Cette classification signifie qu'elle doit être traitée pendant toutes les étapes de la conception (6 niveaux TGDMA), Source : Auteur

Donc :

Niveau climatique : $NC = \text{Niv NC initial} + \text{AgCtr (Niv NA)}$.

Niveau ambiance : $NA = \text{Niv NA initial} + \text{AgCtr (Niv NM)}$.

Niveau matériel : $NM = \text{Niv NM initial} + \text{AgCtr (Niv ND)}$.

Niveau dimensionnel : $ND = \text{Niv ND initial} + \text{AgCtr (Niv NG)}$.

Niveau géométrique : $NG = \text{Niv NG initial} + \text{AgCtr (Niv NT)}$.

Niveau topologique : $NT = \text{AgCtr (Niv NT)}$.

Niveau ambiance : NA sans considérer le climat intérieur car ce dernier est fonction des autres types d'ambiances : couleur, rugosité des revêtements, matériaux, (le climat est résultat des caractéristiques des ambiances créées à l'intérieur du projet).

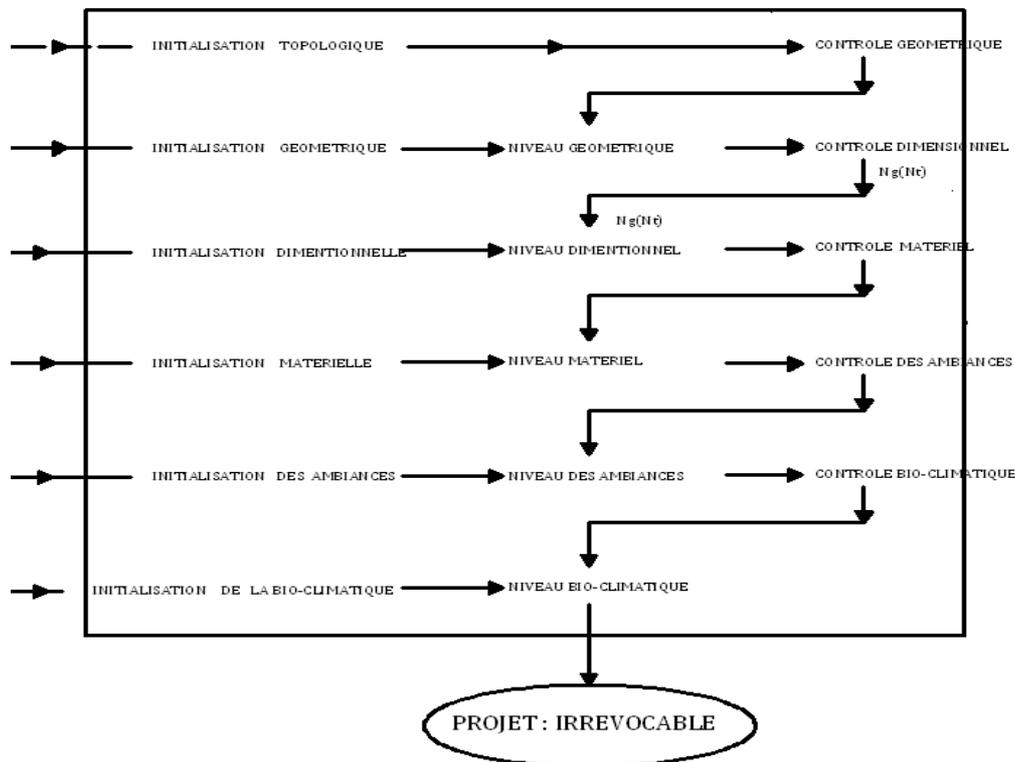


FIG. 13- le changement d'une variable (décision) dans un niveau D'optimisation N va changer la fonction supérieure N+1 et pas le niveau inférieur N-1 et assure donc de ne pas revenir en arrière.

Source : Auteur

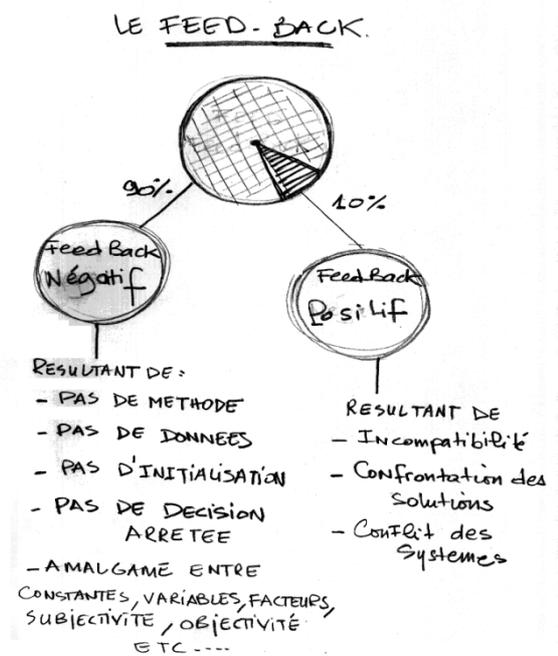
4-8- LES VARIABLES ET LES CONSTANTS : ceux qui sont des choix, des options ou des alternatives sont des variables et ceux qui constituent des exigences, des normes ou des conditions sont des constantes et dans cette méthode la conception se commence avec les constante (l'agent de control) qui ne peut être changé et autonome et va en suit entamer l'affectation des autre variable comme le contexte , les CBR et l'environnement

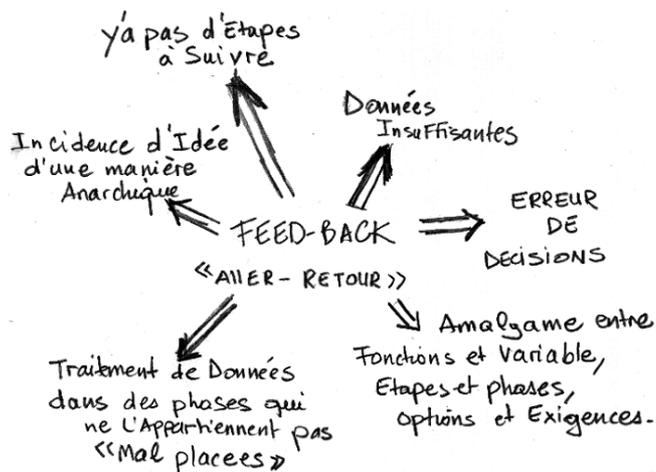
4-9- LA TEMPORALISATION ET LE POSITIONNEMENT DES AGENTS DE LA PROCEDURE : le paramètre temps doit être tenu en compte verticalement et horizontalement pour permettre la transformation de la conception architecturale d'une activité mentale chaotique à une procédure hiérarchique ordonnée et logique.ici il est à comprendre que le parametre temps ne veut pas dire pas la restriction dans le temps d'une opération de conception architecturale

5- LES PRINCIPES DE BASE DE LA METHODE :

5-1. REDUIRE LE FEED-BACK NEGATIF RESULTANT DES DEFAUTS, DES LACUNES ET DES VISIONS FLOUES « L'ALLER ET LE RETOUR ET LA RECURSIVITE REDONDANTE » :

Fig.14 : le feed-back négatif est un empêchement majeur pour la conception architecturale car il augmente le temps de traitement des données et les efforts à dissiper sans pour autant avoir de bon résultat car l'aller et le retour dans cas la n'a pas de but claire ou pour modifier une variable qui est déjà arrêtée et tenue comme constante.





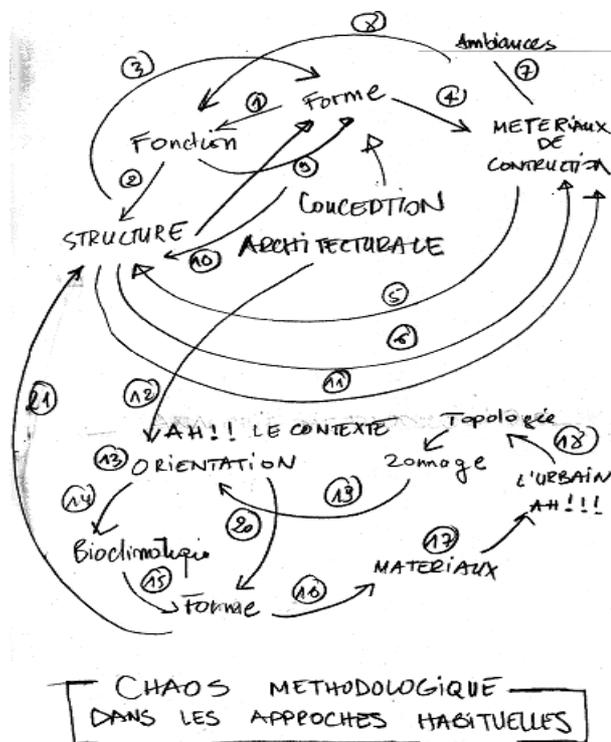
[LES CAUSES DU FEED-BACK]

fig.12 : les causes susceptibles d'un feed-back négatif

Source : Auteur

5-2. LA NECESSITE D'ABANDONNER LE CHAOTIQUE ET LA FONDATION D'UNE PROCEDURE ALGORITHMIQUE, ORDONNEE DANS LE TEMPS ET L'ESPACE LE CONTINUUM (ESPACE-TEMPS) :

Fig.15 : Aperçue sur l'anarchie des méthodes suivies Habituellement par les architectes. On constate ici le cercle vicieux et l'absence d'une logique claire qui structure la pensée du concepteur Ce qui mène à une tâche infinie (inachevée)



Source : Auteur

5-3- LA NECESSITE D'ABANDONNER LES APPROCHES CHAOTIQUES , LES DEMONSTRATIONS PAR LES SLOGANS ET L'ARCHITECTURE DES SPECTACLE : vers un raisonnement organise et structure même si plusieurs types de réflexion ou d'approche rationnelle surgissent , il serait faciles de les confronter et de les unifie puisque tous se base sur des raisonnement et des principes rationnels et logique c'est le contraire des approche irrationnelle et subjectives ou on ne peut guerre opposer une subjectivité avec une autre subjectivité puisque les axiomes et les contextes n'ont aucune choses en commun et chaque contexte axiomatique est un raisonnement dans une caverne (les idoles de la caverne selon Francis bacon).

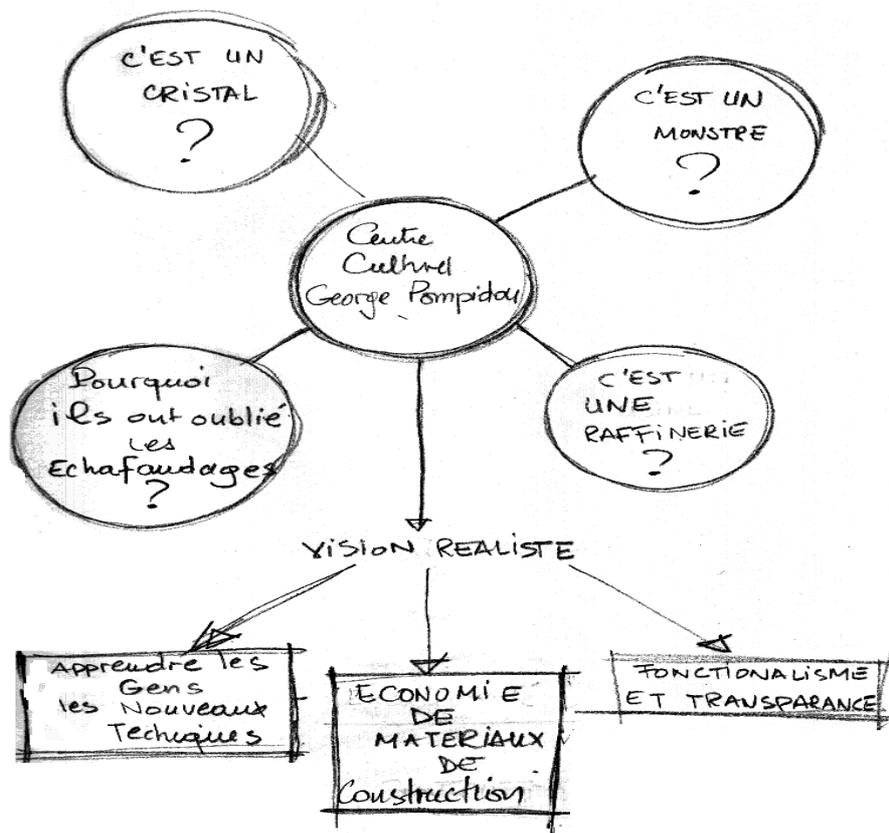


Fig.16 : Ou est la raison ?, ou est la science ?, ou est la logique ? : Les critiques souvent lancées par les architectes sont subjectives, non exactes et non pas d'objectif défini, ils pourront même dévier les raisons réalistes pour lesquelles le concepteur se base.

Source : Auteur

5-4- LA NECESSITE D'UNE CODIFICATION DE LA PROCEDURE DE CONCEPTION ARCHITECTURALE POUR PERMETTRE D'AVANCER ET DE PENSER SUR DE NOUVELLE SUJET AUTRE QUE LA COMPOSANTE BIOCLIMATIQUE SEULEMENT :

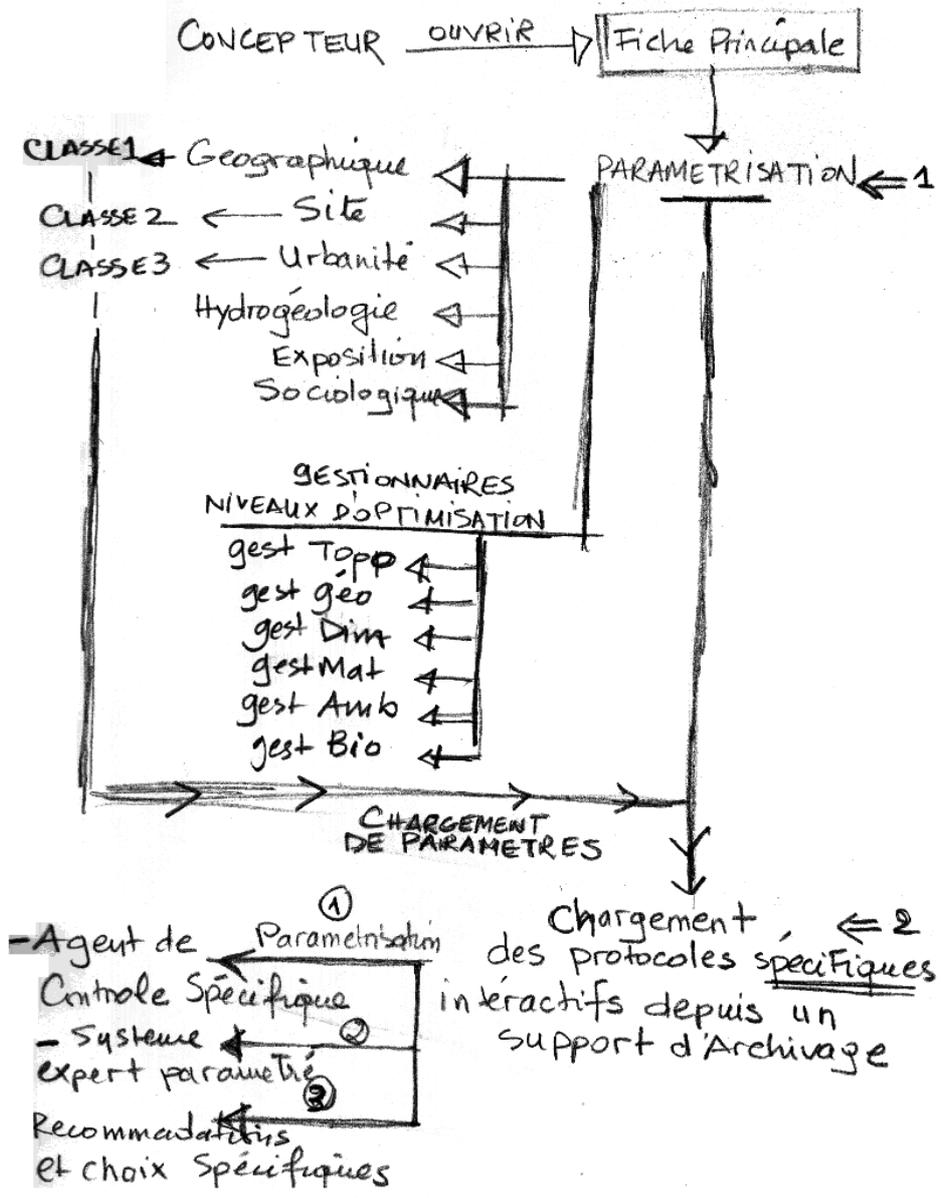


fig.17 : Logique susceptible d'un processus de conception architecturale codifié selon une structure exhaustive, intégrale et déterministe (pas de feed-back négatif). Source : Auteur

5-5- PENSER A DE NOUVEAUX SUJETS QUI PARTICIPENT A L'AMELIORATION DU PERFORMANCE ARCHITECTURALE :

- ◆ *performance énergétique.*
- ◆ *performance fonctionnelle.*
- ◆ *Performance statique et structurelle.*
- ◆ *Performance esthétique.*
- ◆ *performance urbaine.*
- ◆ *performance psycho-sociologique*
- ◆ *performance Ecologique.*

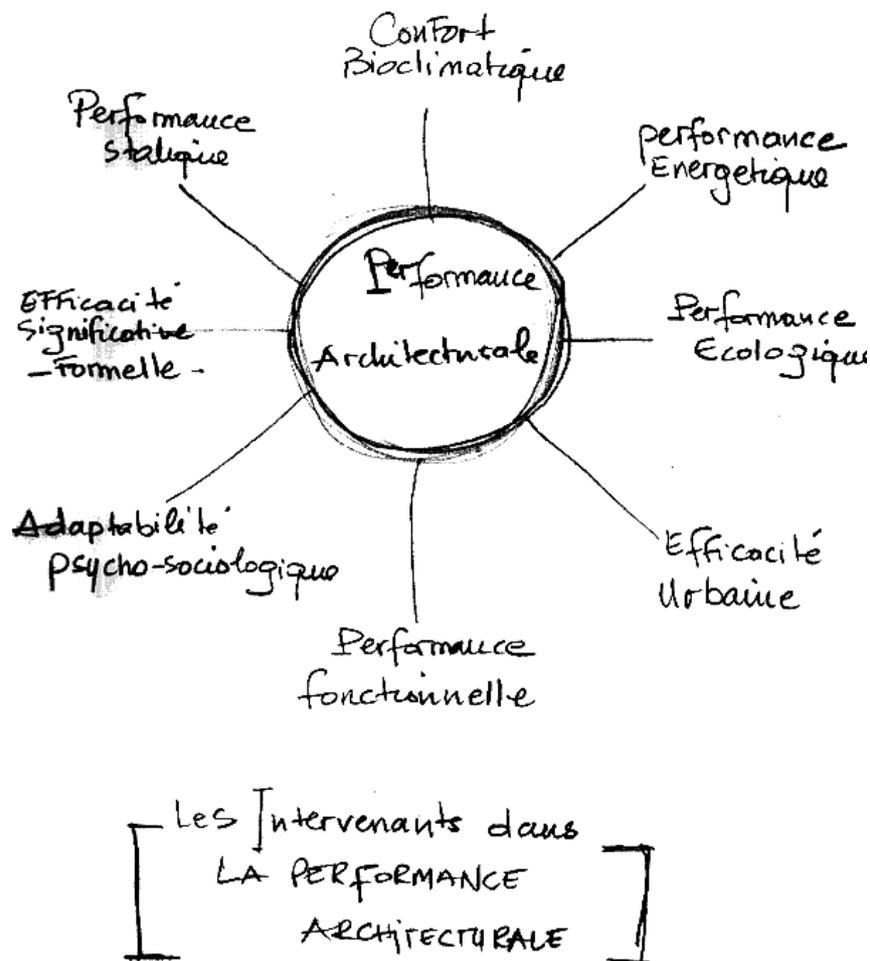


fig.18 : Il n'y a pas que la performance énergétique ; la performance architecturale comporte plusieurs performances qui se conjuguent au fur et à mesure. **Source : Auteur**

5-6- LES AUTRES COMPOSANTES QUI INTERAGIRENT AVEC LA COMPOSANTE BIOCLIMATIQUE :

- La statique et dynamique des structures.
- les différents réseaux et les techniques inhérentes.
- La circulation et mouvement interne des usagers.
- Les séquences visuelles et l'auto- l'orientation
- Le fonctionnement des espaces architecturaux.
- La bulle humaine et psychologie des formes et perception des textures et couleurs.
- La caractéristiques topologiques des volumétries et formes « proximité, voisinage, juxtaposition, vis à vis, appartenance, inclusion.
- les exigences urbaines et contextuelles.

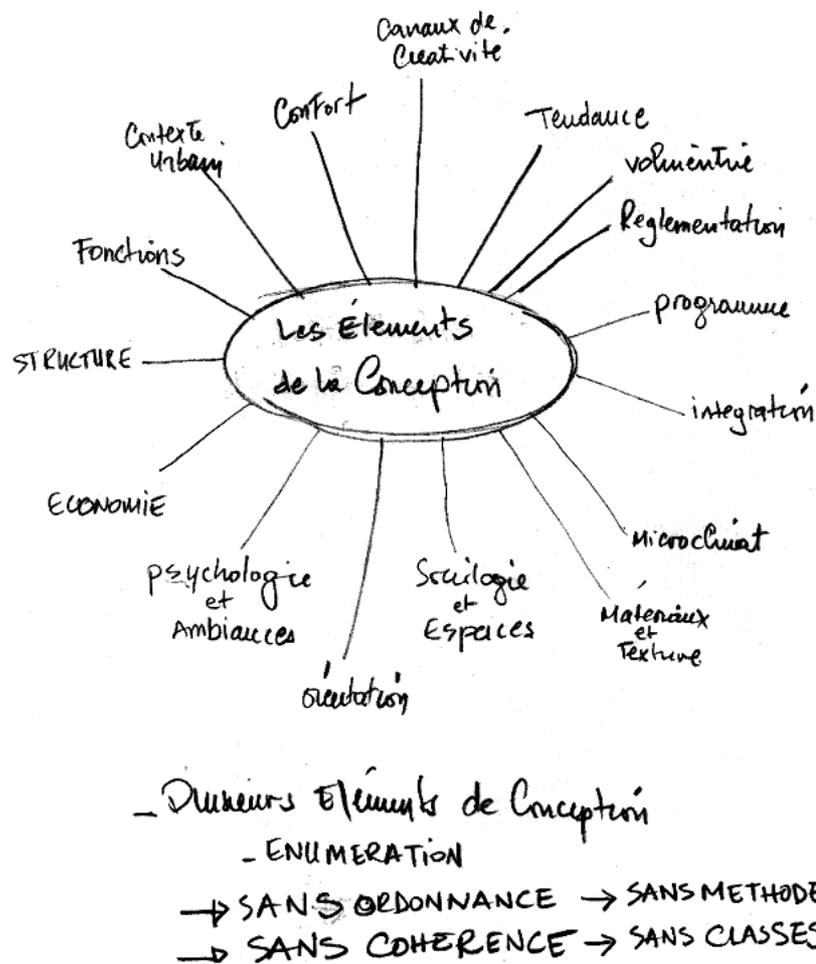
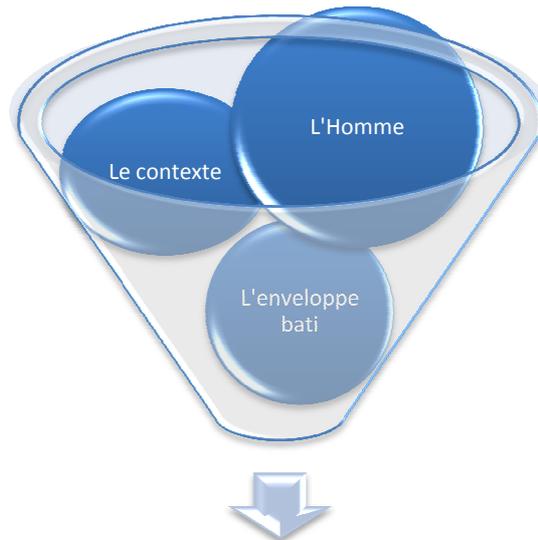


fig.19: le bioclimatisme n'est pas le seul composant, autres composants

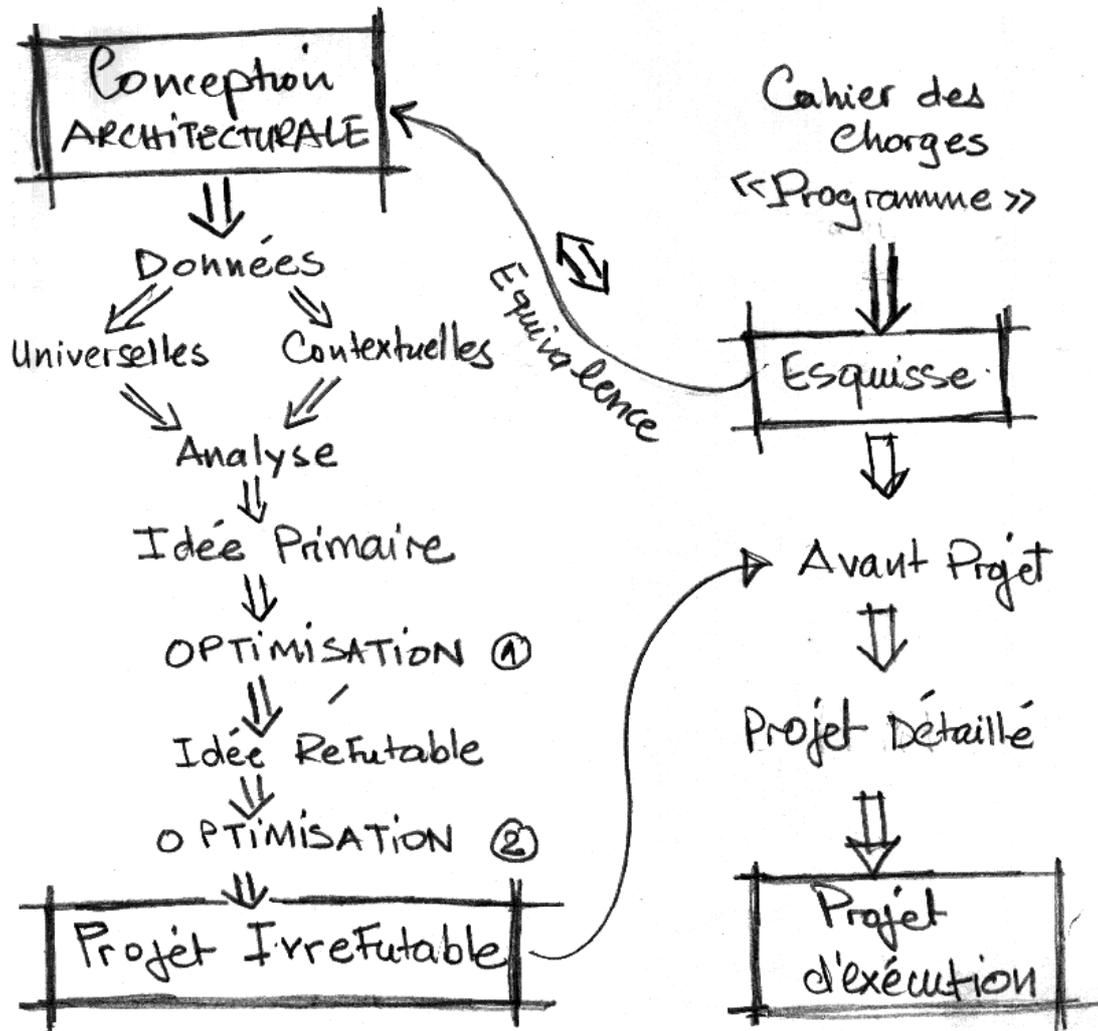
Sont à tenir compte sérieusement Source : Auteur

5-7- UNE PRISE EN COMPTE EXHAUSTIVE DES TROIS SYSTEMES DE LA CONCEPTION ARCHITECTURALE : LE PROJET SYSTEME BATI, LE CONTEXTE SYSTEME ENVIRONNEMENTAL, L'HOMME LE SYSTEME HUMAIN.



La Conception Architecturale

5-8- LA NECESSITE DE SE FOCALISER SUR LA PHASE ESQUISSE : (c'est elle la conception) toutes les tentative précédente sautent sur cette étape (ils les représentent dans un cercle ou un rectangle dans un diagramme a bulle) et en réalité il faut que la phase esquisse doit être décomposer et en même temps ne pas se focaliser sur les étapes de finalisation des documents graphique ou des face d'achèvement du projet d'exécution, si c'est le cas on ne doit pas dire qu'on décompose la conception architecturale mais plutôt les étapes d'élaboration du projet d'exécution.



FAUSSE IDÉE POUR DÉFINIR
LES ÉTAPES DE CONCEPTION
« AMALGAME ENTRE PHASE D'ÉLABORATION
D'UN PROJET D'EXÉCUTION ET ÉTAPES
DE CONCEPTION ARCHITECTURALE »

fig.20 : Amalgame habituel souvent fait par les architectes de considérer les étapes de conception architecturale comme les mêmes phases d'élaboration d'un projet d'exécution.

Source : Auteur

5-9- LES QUATRE DIMENSIONS SERVANT A ETABLIR LA LOGIQUE PROCEDURALE DE LA METHODE :

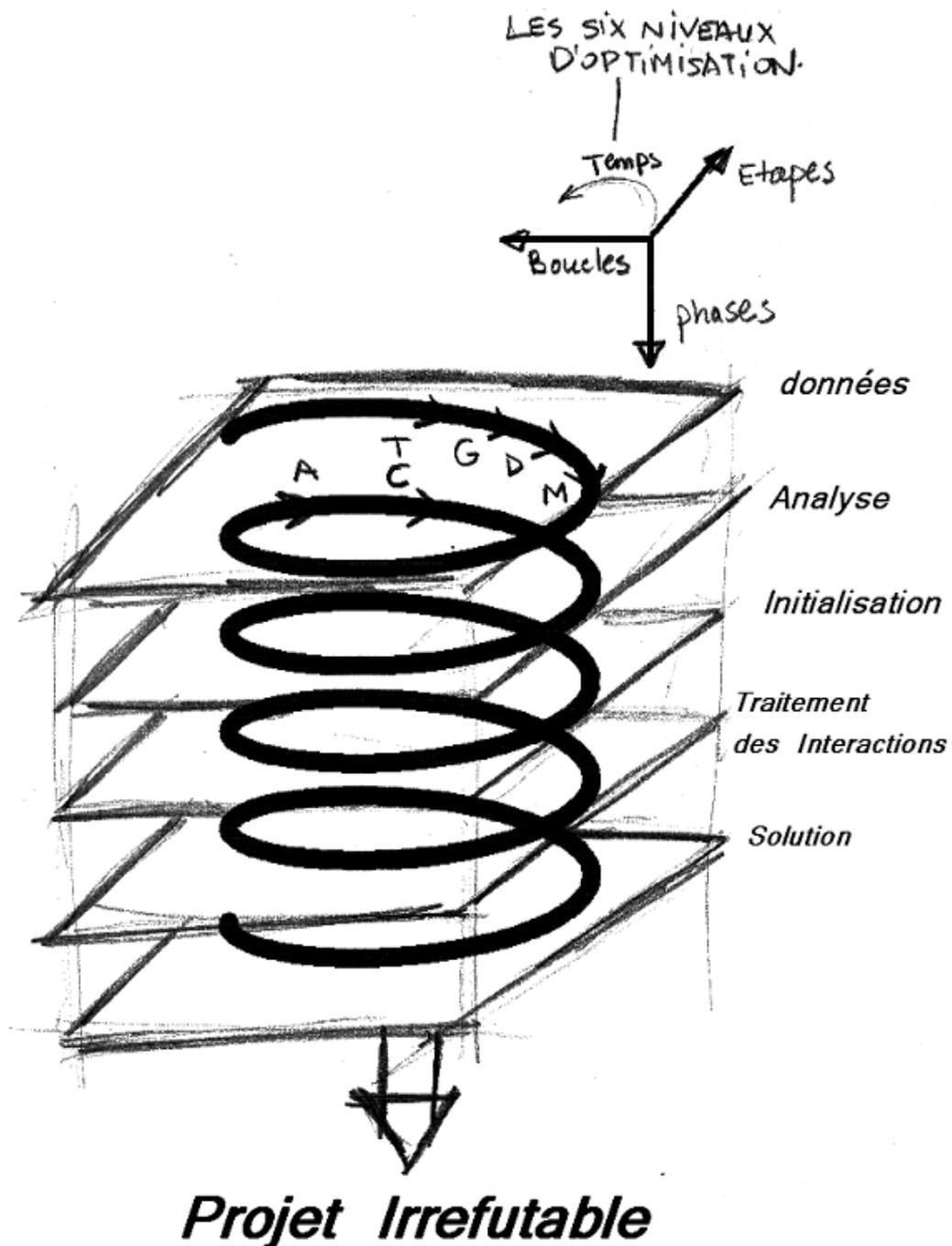


fig.21 : aperçu spatio-temporel des quatre dimensions d'une méthode universelle, intégrale, hiérarchique et stratifiée

Source : Auteur

REMARQUE :

La multitude de phases et d'étapes et diversité d'acteurs sont - dans la lumière de cette recherche - une schématisation rationnelle des étapes indispensables et réelles pour une conception architecturale réussite. Cela ne doit pas en faire percevoir une complexité, car c'est une schématisation de l'état réel caractérisant la pensée structurée pendant la conception des projets architecturaux.

Ce qui mène de croire à sa complexité - si c'est le cas - c'est certainement le fait que les architectes passent souvent par ces étapes, sans qu'ils remarquent l'existence de ces étapes parce qu'ils sont habitués et donc l'habitude diminue le temps et l'effort pour accomplir ces tâches.

La formulation des facteurs et intervenants n'est pas exhaustive ils sont énoncés à titre indicatif, toutes les améliorations et rectifications ultérieures sont souhaitées.

La phase « *établissement de l'agent de contrôle* » puisqu'elle est généralement **constante** et elle se compose de conditions, contraintes, recommandations et exigences qui ne peuvent être modifiée car ils constituent des connaissances **arrêtées** dans les différents domaines qui accompagnent l'architecture. Pour cette raison il est convenable que cette phase soit sous la forme d'une « *fiche* » établie préalablement et qui soit utilisée habituellement en cas de besoin. (Nous recommandons les chercheurs d'établir cette fiche).

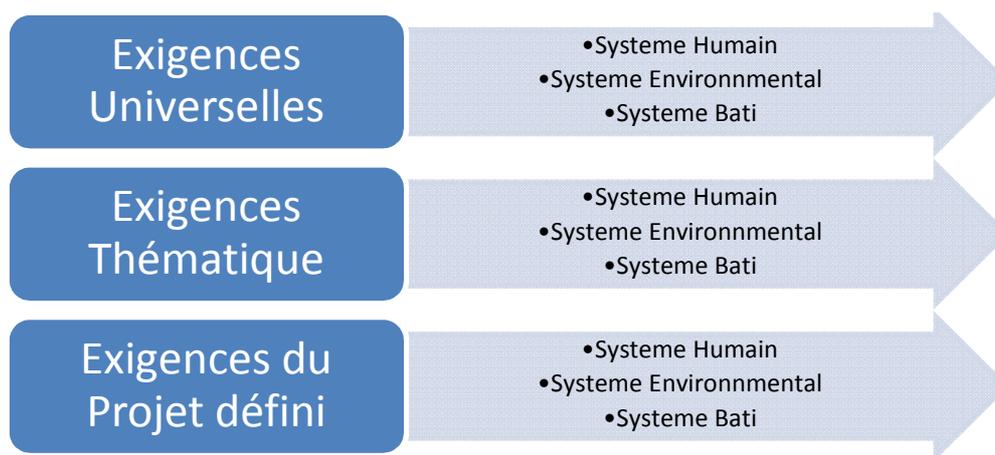


fig.22: les trois types d'exigences considérées comme constantes (Agent de contrôle)

En fonctions des trois systèmes de l'architecture **Source : Auteur**

Cette dernière peut (en cas d'informatisation de la méthode) être sous la forme d'un sous programme ou de vérification stocké dans un package approprié. Donc elle sera plus pratique et rentable.

La composante bioclimatique et la programmation architecturale : la composante bioclimatique influence sur l'établissement du programme, étant donné que des interventions bioclimatiques peuvent être sous la forme d'addition d'espaces appropriés pour corriger quelques défaillances qui concernent par exemple les flux d'air, les espaces tampons, les sas, les patios, les puits d'air ou les puits canadiens et aussi influencent sur le dimensionnement et la géométrie des espaces mais la méthode telle qu'elle est établie dans cette recherche prise en charge ce détail car il est conventionnel que l'établissement du programme n'appartient pas au processus de la conception et la partie programmation telle qu'elle est en réalité n'est pas seulement la tâche des architectes (ici il est à proclamer que la phase programmation devrait être gérée par des architectes et en outre il faudrait séparer entre programmation urbaine et celle architecturale, la tâche programmation architecturale est presque autre chose que la programmation urbaine

6- LE DEROULEMENT DE LA METHODE :

PHASE 01: ETABLISSEMENT DE L'AGENT DE CONTROLE « autonome » :

Bien qu'il soit établi par le concepteur il ne sera pas soumis à ses influences pendant les phases ultérieures. Il est totalement autonome car il constitue l'outil de l'autocritique de l'architecte dans le cas où la conception est faite par l'architecte seul (ou dans le cas d'un étudiant). Cet agent de contrôle est *généralement représenté par un jury ou un équipe multidisciplinaires pour la maîtrise d'œuvre dans les bureaux d'études professionnels.*

1- EXIGENCE UNIVERSELLES :

- **Se disposer d'un listing des caractères humains communs pour toute l'humanité :** en bioclimatique et biophysique, en ergonomie, en psychologie et sociologie...etc. afin d'éviter que des choix et décisions formelles ou physiques n'engendrent des malaises, des phobies ou des intolérances psychiques ou sociales aux usagers exemple agoraphobie, autoscopie ...etc.

- **Se disposer des exigences techniques, conditions dictées par les différentes disciplines et techniques de constructions :**
 - Dynamique des structure et génie civile.
 - Techniques des matériaux de construction ; caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux (conductibilité thermiques, résistance...etc.) et physique du bâtiment.
- **se disposer des réglementations et lois sur l'urbanisme et l'architecture.**

2- EXIGENCE THEMATIQUE « spécifique à la spécialité du projet »

Sociologie et psychologie des fonctions du projet : extraire les activités générées à partir des différentes fonctions du programme :

Déduire les qualités topologiques spatiales, physiques, couleur, texture ou forme qui devront être applique par exemple la salle de lecture.

Quelle position, quels sont les espaces servants et les espaces servis, organigramme fonctionnel et spatial théorique (qui explique l'agencement et l'affectation des espaces d'une façon générale (non contextuel, n'est pas situé).

3- EXIGENCE DU PROGRAMME « la spécialité du projet ».

PHASE 02 : AUTO-ANALYSE DES TENDANCES DE L'ARCHITECTE : l'adoption de cette phase semble irrationnel, mais pour se convaincre de son importance ; il faut savoir que si on envisage l'holisme et le rationalisme il fallait que la méthode soit universelle et par conséquent elle ne doit pas négliger les architectes qui croient à des tendances, des principes, des préférences formelles, de matériaux de construction quelconques ou adoptant des principes écologiques (HQE, développement durable...etc.). La méthode doit être utilisable par ces architectes sinon elle ne sera pas exhaustive ni universelle.

PHASE 03- ANALYSE CONTEXTUELLE :

1- CONTEXTE NATURELLE ET ENVIRONNEMENTALE :

Le climat, la topographie, la couverture végétale, l'hydrogéologie, la géologie etc.

2- CONTEXTE URBAIN ET ARCHITECTURAL : la typologie locale, les archétypes, limites, voisinage et vis-à-vis du terrain, forme et superficie de l'assiette, rues principales et secondaires, les équipements et édifices immédiats qui influences a son fonctionnement....etc.

3- CONTEXTE THEMATIQUE ET CBR. les exemples livresques ou existantes les théories sur l'architecture etc.

PHASE 04 : ANALYSE DU PROGRAMME : établissement des organigrammes fonctionnels et spéciaux, l'organisation doit se faire selon les qualités dictées auparavant de l'agent de contrôle et de l'analyse contextuelle.

PHASE 05 : LA GENERATION :

ETAPE 01- L'INITIALISATION souvent appelée « **IDEE PRIMAIRE** » : l'initialisation doit se faire selon les niveaux d'optimisation chaque décision prise doit passer par les six niveaux d'optimisation de l'agent de contrôle pour faire les opérations (boucles) de vérification, de calcul, de correction, de recommandation, et enfin donner la décision prête à être traitée par le deuxième niveau de l'initialisation.

ETAPE 02- LE GESTIONNAIRE DES DECISIONS PENDANT LES NIVEAUX D'ORDRE D'OPTIMISATION DU PROJET :

Selon la recherche sur la conception architecturale basée sur les contraintes, élaborée par **BENACHIR MADJDOUB**, il est possible d'établir à chaque niveau d'optimisation du projet un gestionnaire spécialisé à ce niveau. Sa tâche est de faire une décision parmi toutes les possibilités et les alternatives déjà recueillis précédemment dans la phase collecte de données alors ce gestionnaire pourrait intervenir dans plusieurs phases et plusieurs niveaux d'optimisation. Par exemple pendant la phase d'initialisation

Exemple d'un gestionnaire de solutions topologiques : Comparer des solutions topologiques deux à deux (entre une solution et la précédente) et mettre en évidence des différences topologiques entre les solutions successives grâce à des codes de couleurs : dans la Figure 5.10, nous distinguons une différence de couleur entre les deux solutions (*ch1* et *ch2*). Cette distinction met en valeur les différences topologiques entre la présente solution et la solution précédente.

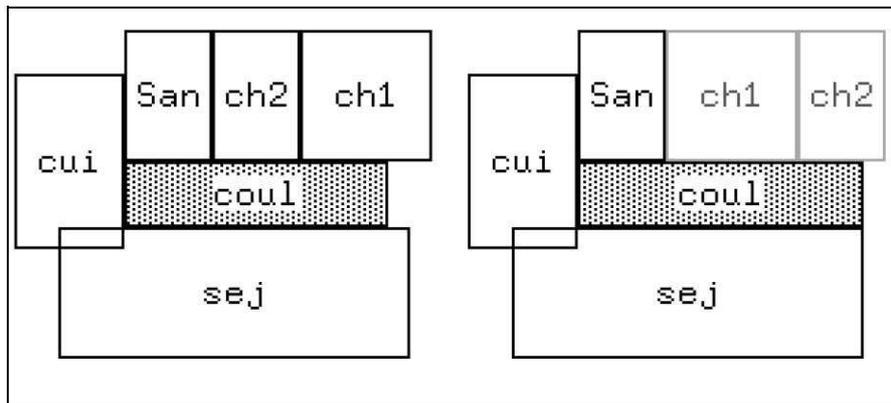


Fig.23 : Mise en évidence des différences topologiques grâce à des codes de couleurs

Source : M.Ben Achir , thèse de Doctorat : Towards a New Generation
of Architectural CAD Softwares, Glasgow, Ecosse, 1996

Trier des solutions topologiques selon divers critères. Par exemple, on désire ne visualiser que les solutions topologiques qui laissent espérer la possibilité d'avoir une surface inférieure à 20 m². On pose alors la contrainte $S < 20$ pour toutes les solutions topologiques, la propagation s'effectue, certaines solutions topologiques deviennent déjà incohérentes. On effectue enfin la vérification de cohérence en recherchant une première solution numérique. Finalement, le tri va consister à ne garder que les solutions topologiques initiales (avant la contrainte $S < 20$) qui se sont avérées cohérentes après la pose de la contrainte $S < 20$.

Le but de ces deux premières fonctionnalités est de permettre au concepteur de filtrer les topologies qui l'intéressent de manière à poursuivre l'étude (l'optimisation) pour ces seules solutions.

Appréhender une solution topologique

Le concepteur peut bénéficier d'informations très importantes au niveau de chaque solution topologique en éditant les espaces d'une solution topologique pour avoir une idée de la réduction des domaines des variables géométriques.

ETAPE 03- TRAITEMENT DES INTERACTIONS : (les moteurs d'inférences)

7- LES CARACTERISTIQUES DE LA METHODE : La présente méthode présente des caractéristiques épistémologiques et méthodiques et des contraintes à respecter.

- **Une méthode algorithmique.**
- **Une méthode séquentielle dans le temps « temporalisée ».**
- **Une Méthode Structurée :** ce n'est pas entrer par n'importe quelle porte et sortir par n'importe quelle autre ; mais il faut me dire en tant qu'utilisateur quel chemin je dois suivre pour aboutir à un résultat fiable.
- **Une méthode exhaustive.**
- **Une méthode rationnelle.**
- **Une méthode reproductible :** parce qu'elle est tracée et planifiée.
- **Une méthode fiable :** parce qu'elle est systémique, exhaustive et holiste
- **Une méthode universelle :** si elle est rationnelle et objective : elle doit être scientifique et innocente, elle ne doit pas par conséquent exclure ce qui est irrationnelle « le subjective » et les tendances.
- **Une méthode inédite :** toutes les tentatives faites auparavant, prétendent traiter le sujet conception architecturale à travers le diagramme à bulles au les schémas. Mais cette méthode est structurée claire et algorithmique.
- **Elle permet une formation pédagogique structuraliste :** (la 7eme approche pédagogique des états unies), car selon les principes du structuralisme une compréhension des phénomènes devront commencer par comprendre la structure du système et leurs mécanismes avant de connaître les éléments qui constituent l'ensemble (la structure de l'atome et 100% comprise tandis que ce qui compose l'atome n'est jusqu'à maintenant pas connu entièrement).
- **L'implantation des intervenants et des composants :** Permettre de trouver les stades d'intervention des différentes composantes par exemple le composant éclairage naturel.
- **La décomposition des intervenants et des composants :** la méthode en plus qu'elle trouve l'emplacement des composantes elle permet en outre de décomposer les intervenants selon une hiérarchie effective et logique.

- **L'analyse et la synthèse** : elle peut être utilisée aussi pour l'analyse des projets en décomposant les parties d'un projet architectural avec la possibilité de critique selon les facteurs et indices traités par la méthode.

8- LES DERIVEES DE LA METHODE GLOBALE DE CONCEPTION : étant donné que la méthode en sa forme holiste et méticuleuse, ne peut être facilement utilisable par un concepteur par la simple raison qu'elle est universelle c'est-à-dire (a **specificity-independent Approach**). La méthode dans cette forme est exhaustive donc elle doit être adaptée aux situations et aux contextes dans lesquels elle va être utilisée :

1- LA METHODE GENERALISEE : sans adaptation ; permet le progrès des recherches et les critiques en ce qui concernent des sujets adéquats comme : le projet architectural, la procédure de conception, l'analyse architecturale, l'épistémologie architecturale, elle permet aussi l'amélioration, l'adaptation, le changement et la modification et les rectifications de la méthode elle-même ce qui est envisageable par la présente recherche.

2- LES METHODES REDUITES : les constituants des méthodes réduites sont adaptés au contexte :

§ le contexte sociologique, le contexte climatique, le contexte subjectif etc.... :

§ un agent de contrôle prédéfini, niveaux d'optimisation paramétrés préalablement et système experts instanciés (p.ex. leurs recommandations et conseils, leurs exemples, leurs renvois, leurs calculs et leurs correction).

la présente recherche recommande l'établissement de ces composants contextualisés soit l'agent de contrôle les différents systèmes experts ou les gestionnaires de solutions dans les niveaux d'optimisation du projet.

3- LA METHODE SPECIALISEE : ses paramètres sont approfondis ils sont instanciés selon les paramètres d'une spécialité quelconque c'est-à-dire que les variables qui appartiennent à d'autres domaines autre que cette spécialité auront la possibilité d'être modifiable selon le contexte mais les variables qui appartiennent à la spécialité elle-même seront remplacées par des boucles (expert) qui agissent en tant que fonctions plutôt que en tant que variables, autrement dit ils peuvent analyser, recommander, conseiller, calculer,

modifier et donner des résultats que l'on va utiliser dans d'autre classe de la méthode.

- 4- **LA METHODE INFORMATISEE** : Elle est généralisée mais « **ADAPTABLE** » c'est-à-dire que la structure logique, les composants, les paramètres et les agents qui peuvent s'introduisent sont les mêmes pour la méthode généralisée à l'exception que la méthode informatisée donne la main pour la paramétrisation locale et globale ce qui rend la méthode adaptable selon le contexte de l'utilisateur (concepteur).

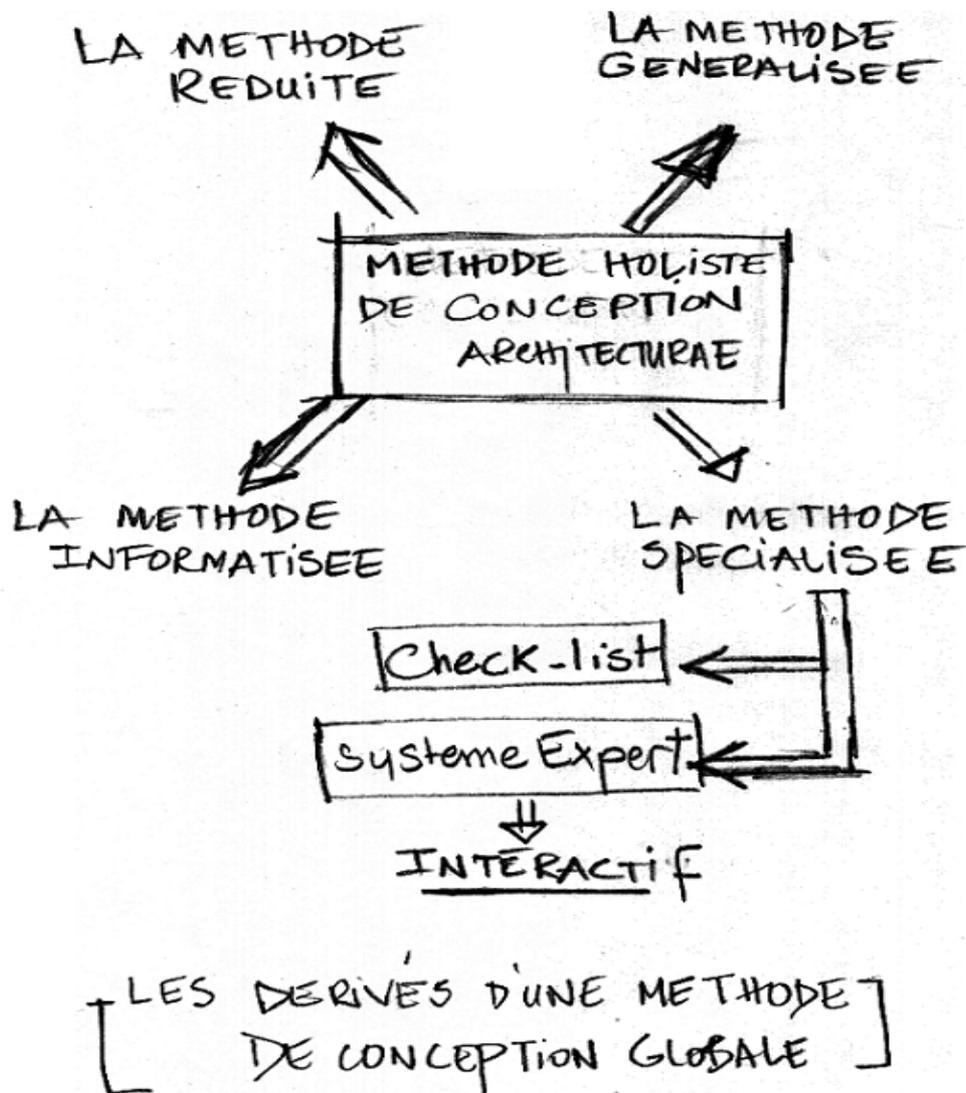


fig.24 : Les quatres dérivées de la méthode globale

Source : Auteur

C O N C L U S I O N

Dans ce chapitre, une méthode de conception architecturale est fondée, car longtemps les architectes s'inscrivent dans la tâche de conception des projets sans qu'ils procèdent sur des étapes claires ou précises donnant de la légitimité et de la justesse à leurs projets.

Les concepteurs vont profiter considérablement de cette procédure car elle participe à réduire les efforts et le temps nécessaires pour la conception.

Ce n'est pas tous ; la méthode rend la réflexion sur le projet architectural plus organisée, plus rentable et plus fiable. Il est épistémologiquement connu que l'intelligence humaine économise le temps et l'effort mais en même temps l'intelligence n'a pas d'existence propre. L'intelligence n'est qu'un phénomène résultant d'une bonne organisation des systèmes d'idées et d'un établissement juste des relations des relations et fonctions entre les composants du système.

Cette vision est appliquée verbalement dans la méthode élaborée. Les connaissances, techniques, variables, intervenants et exigences sont collectés, classifiés, catégorisés, instanciés et codifiés.

Une collection et catégorisation exhaustives de tous les intervenants dans une conception architecturale sont effectuées dans tous les domaines qui assistent l'architecture en que science multidisciplinaires.

Une classification selon la spécialité est faite pour que l'intervention de chaque élément soit bien orientée selon les outils qu'il utilise et les variables qu'il implique.

La catégorisation est effectuée afin d'omettre le chevauchement et l'équivoque qui existe entre phases méthodologiques et phases procédurales ; pour les phases méthodologiques ; elles sont : la phase de collectes de données ; la phase d'analyse et la phase de conception.

Les phases procédurales constituent les étapes suivies par le concepteur dans le processus effectif de conception, commençant par l'initialisation et se finalisant par la boucle

d'inférences des relations et interactions des données stratifiées selon les niveaux d'ordre d'optimisation du projet.

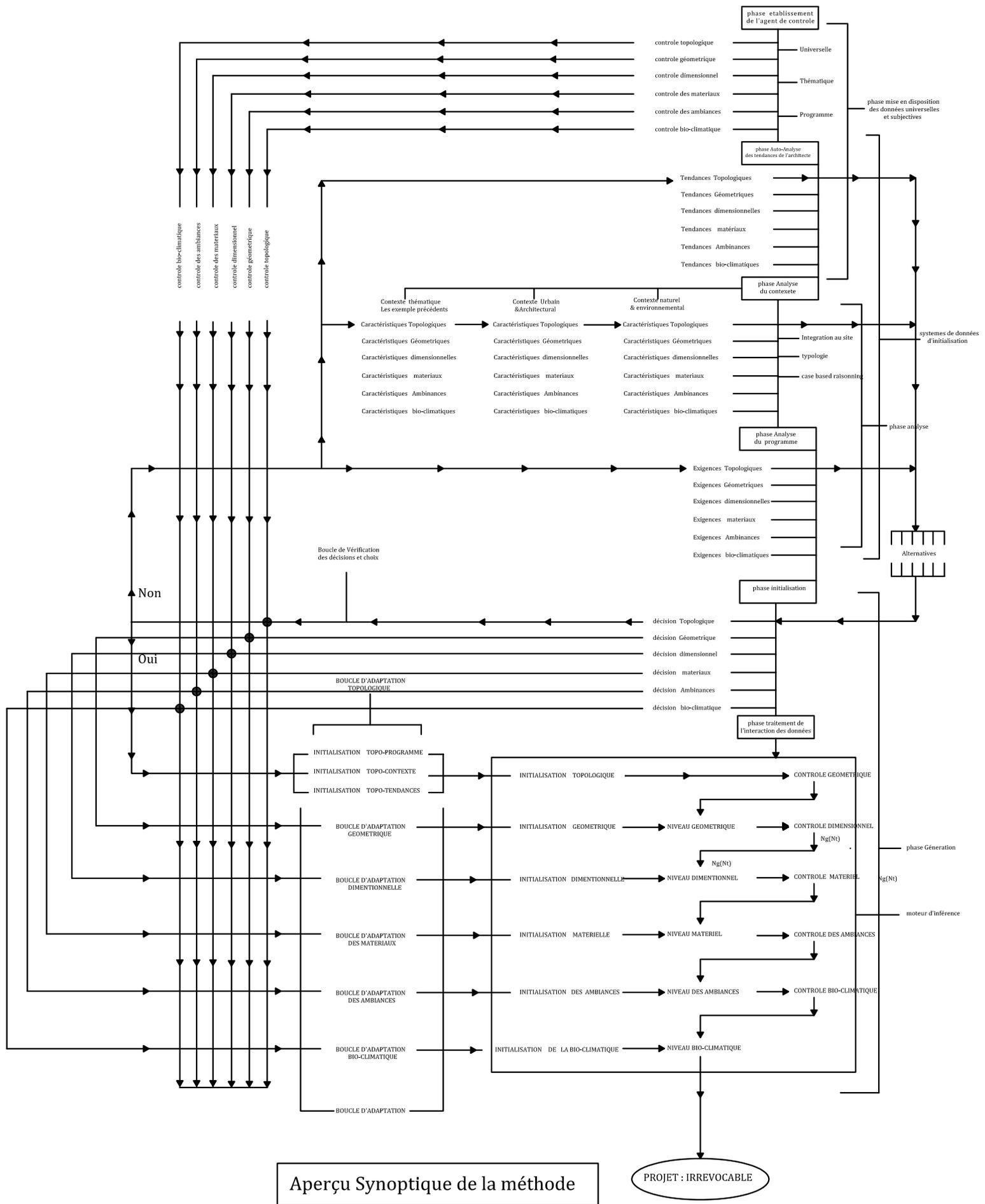
L'instanciation est très importante pour une codification de la conception architecturale. L'instanciation est l'affectation d'une tâche, d'une valeur, d'un sens, d'un rôle ou d'un temps d'intervention à chaque intervenant (donnée, variable, outil d'aide, composant, intervenant, système ou exigence) , cette affectation n'est pas unique pour chaque intervenant, car l'affectation peut être effectuée à plusieurs reprises pour chaque intervenant, à cause de la diversité de la spécialité de l'intervenant ou simplement par le fait qu'il appartient aux variables universelles ou aux variables locales (public and private).

La codification est finalement le but de cette recherche. Réussir cette tâche veut dire réussir toute la recherche car l'architecture ne peut se promouvoir à un niveau de science si elle reste toujours le sujet de débats philosophiques, poétiques, rhétoriques ou iconiques.

Il faut que l'étape de codification du processus de conception architecturale doit être achevée et clôturée pour laisser la place à des recherches sur les connaissances et savoirs qui participent à l'architecture.

Il est indispensable que l'architecture se dote d'une 4ème méthodologie de conception ou de recherche spécifique pour elle seule, isolement des autres méthodologies : méthode expérimentale, la méthodologie de recherche des sciences humaines et la méthode de raisonnement des sciences exactes (mathématiques et physique).

Chapitre quatre :
La dimension bioclimatique dans
Le processus de conception architecturale.



« Dieux ne joue pas aux dés »

Albert Einstein

1- Introduction

Un projet architectural reste toujours un produit d'utilité, tangible et stable, qui fonctionne et qui est apprécié par les gens : (Forme, fonction, structure).ces trois critères pourraient être remplis si le projet est bien « contextué ».parmi les composantes du contexte se discerne la composante bioclimatique.

Dans un climat sévère caractérisé par l'aridité et le grand écart thermique, il est normal que la composante bioclimatique soit prépondérante et qu'elle doit être étudié sérieusement pendant la conception d'un projet d'architecture .Mais malheureusement dans la majorité, ce n'est pas le cas ; l'enveloppe du bâtiment conçu et réalisé ne joue pas le rôle de protection contre les aléas de ce climat sévère.

Le problème qui se pose n'est pas l'absence d'outils qui aide à introduire cette dimension mais c'est la nature de ces outils et leurs manières d'approche qui rend difficile leurs interventions dans un processus de conception architecturale.

Cette nature qui se diffère entre méthodes d'analyse, abaques de calcul et systèmes experts de diagnostic et recommandations crée une difficulté pour déterminer dans quelle phase de processus de conception architecturale ces outils devront intervenir :

- En amont de la phase conception c'est-à-dire avant qu'une forme architecturale soit dégager.
- Au fur et à mesure que celle si est générée.
- Ou après que celle si soit dégagée et décidée.

C'est la raison pour laquelle la méthode globale de conception architecturale dans laquelle ces connaissances seront intégrées et ces outils devront intervenir a été élaborée au préalable, faute de quoi une telle implantation serait impossible.

01- décortiquer le processus de conception globale et chercher la logique séquentielle dans le temps de ses différentes phases, systèmes, intervenants, paramètres et facteurs.

02- : énumérer et analyser les différentes méthodes et techniques qui intègrent cette composante dans le projet architectural en isolement d'un processus de conception.

03- Ensuite rechercher la logique d'analyse ou de traitement de cette composante, afin de les catégoriser et les classer pour comprendre la phase où elle doit être intégrer : Enfin ces outils seront catégorisés, arrangés et ordonnés dans un algorithme global.

04-Trouver les points de convergence logiques et paramétrables de ces outils avec les facteurs et systèmes de la méthode globale.

05- implanter cette composante avec ses facteurs et paramètres dans le processus globale.

Ce chapitre explore deux axes, dont le premier vise à énumérer les diverses possibilités que offre cette dimension en l'intégrant dans la conception des projets et comment la conjugaison de cette dernière peut participer à la génération de la forme architecturale et la richesse des idées structurant le projet à l'instar des autres dimensions.

L'objectif de cette partie est de démontrer l'importance de tenir en compte intégralement toutes les dimensions avec leur diversité dans le processus de conception architecturale : dès la préoccupation initiale de l'architecte et sa tendance aux exigences socio- culturels et psychiques jusqu'aux influences du choix de matériaux et dispositifs- architecturaux et techniques-

La flexibilité et la plasticité du projet architectural nécessitent la prise en compte de toutes les dimensions, cette recherche présente l'exemple d'intégration de la dimension bioclimatique (Dimension prioritaire dans les milieux arides et semi arides - cas d'étude-)

Le deuxième axe explore les outils d'analyse bioclimatique, leurs classifications, catégorisations et leurs manières d'intervention, résultats et recommandations afin de pouvoir les placer dans le processus global de conception.

2- LE CLIMAT :

2-1- Définitions :

Le climat se définit comme une description des moyennes et des extrêmes météorologiques en un endroit limité. Le climat est naturellement variable comme en témoigne l'irrégularité des saisons d'une année sur l'autre. Cette variabilité est normale, et tient aux fluctuations des courants océaniques, aux éruptions volcaniques, au rayonnement solaire et à d'autres composantes du système climatique encore partiellement incomprises. De plus, notre climat

aussi a ses extrêmes (comme les inondations, sécheresses, grêle, tornades et ouragans), qui peuvent devenir dévastateurs... Les températures moyennes du globe (mesurées à 2 m au-dessus du sol sous abri) sont de : +15 °C en moyenne (régions polaires : -20°C, tempérées +11°C, équatoriales : +26°C. (Frédéric Greff et Sébastien Hinox, 2004)

Le géographe Sorre définit le climat comme « la série des états de l'atmosphère au dessus d'un lieu, dans leur succession habituelle ». C'est « l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre » d'après Hann . (Godard et Estienne, 1970)

Climat, ensemble des phénomènes météorologiques terrestres caractéristiques d'une région et moyennés sur plusieurs décennies.

La détermination d'un climat repose sur l'analyse statistique du temps qu'il a fait chaque jour sur une longue période, en général de l'ordre de 30 années consécutives. Contrairement à la météorologie qui étudie les variations du temps à très court terme, la climatologie s'intéresse à l'analyse quantitative à plus long terme de la moyenne des paramètres requis pour caractériser les états de l'atmosphère — principalement la température de l'air, la lame d'eau précipitée, la durée d'insolation, la direction et la vitesse du vent. Le climat représente donc le « temps moyen » en un lieu donné.

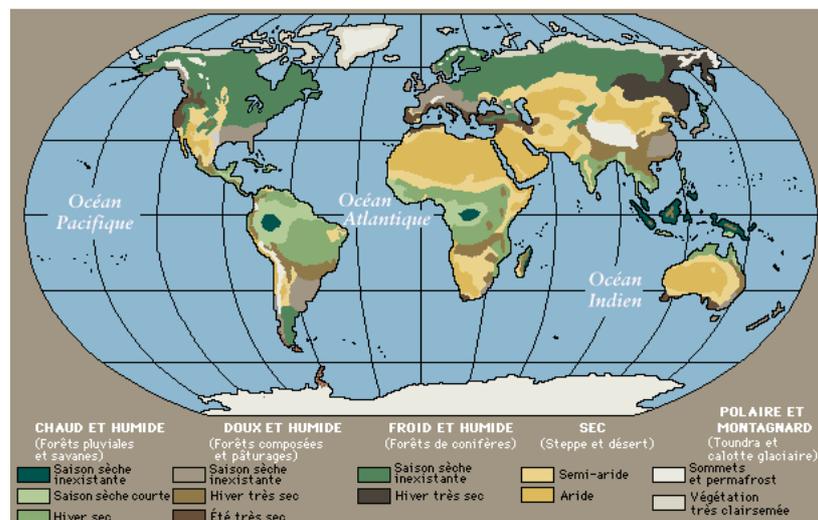


Figure -1 : Carte des biomes terrestres

Source : encyclopédie, encarta 2006.

2-2- Le Système Climatique ; La notion de système climatique intègre non seulement les diverses interactions mécaniques, chimiques, et thermodynamiques dans l'atmosphère, mais aussi les échanges de masses et d'énergies entre la lithosphère d'une part, et l'hydrosphère d'autre part. L'approche de ces phénomènes complexes nécessite une analyse incluant plusieurs échelles spatiales et temporelles d'étude.

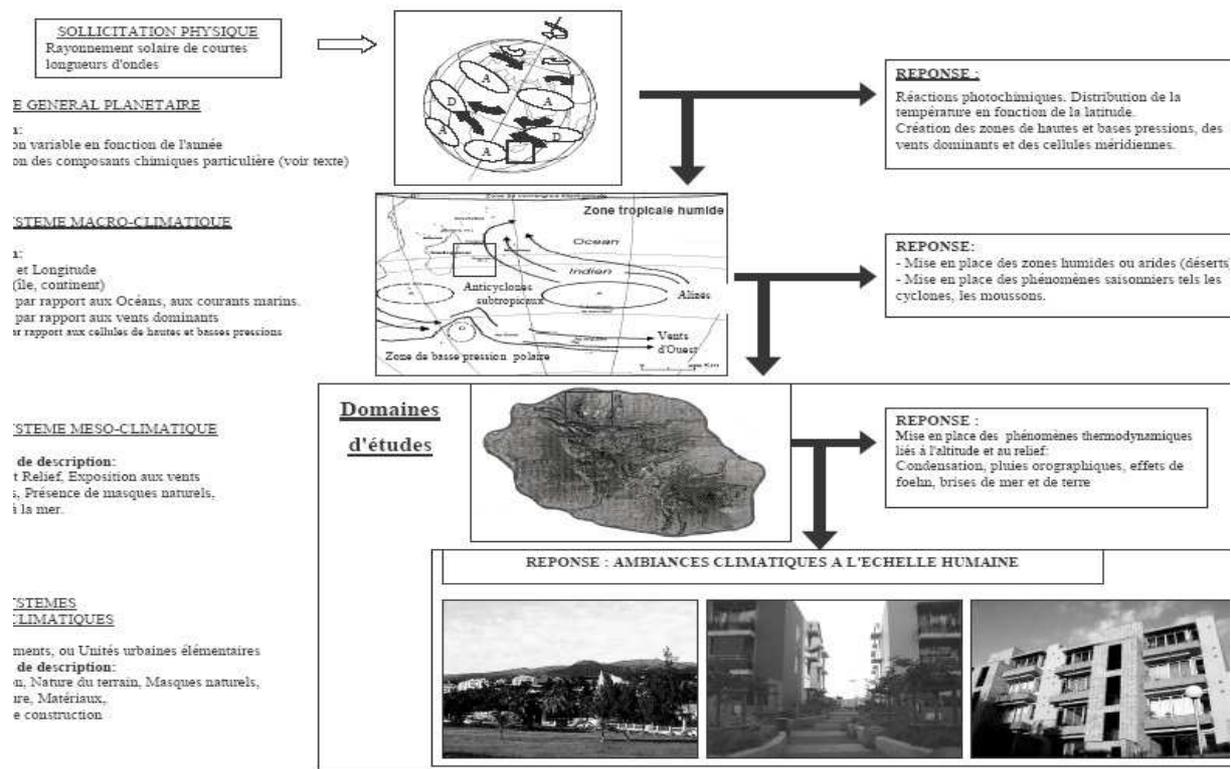


figure-2 : Les Système Climatique

Source : Laetitia ADELARD, thèse de doctorat, Université de la REUNION..1998 .

3- LES ECHELLES CLIMATIQUES

3-1- Echelle macro-climatique : La circulation générale interagit avec une région donnée pour créer un macro-climat. Les phénomènes liés au macro-climat se définissent alors sur une échelle d'espace d'environ 100 km., sur une durée moyenne de cinq jours. C'est principalement à cette échelle qualifiée de synoptique que seront relevées les données intégrées dans les modèles de prévision météorologiques. Les paramètres de description de ce sous-système sont la latitude, la longitude, ainsi que d'autres facteurs relatifs à ses caractéristiques propres telles que sa surface, (île, continent), sa position par rapport aux courants marins, et à l'origine des vents dominants.

3-2- Echelle méso-climatique : Les interactions entre macro-climat et entités du relief, ou grosses entités urbaines donnent naissance aux méso-climats. A cette échelle sont associés les phénomènes dont la durée de vie ne dépasse pas quelques heures et se limitant à une échelle de 10 km. L'influence des paramètres géographiques locaux, tels que l'altitude, la distance à la mer et l'exposition du site au vent synoptique, l'albédo et la nature du terrain (plaine, cirque) doivent être pris en compte pour évaluer les apports radiatifs, convectifs et latents. Cet environnement sera généralement qualifié de "topoclimat" (Choisnel, 1984).

3-3 Echelle micro-climatique : L'échelle micro-climatique est en général réservée à la description des phénomènes de transferts thermiques en régime turbulent se produisant au niveau du couvert végétal, à proximité du sol (dans les deux premiers mètres environ) (Geiger, 1950). Ce climat sera généralement qualifié de "climat à l'échelle humaine". L'exposition au rayonnement solaire sera fonction de la présence de masques proches, et de l'orientation générale du site. L'albédo lié à la nature du sol (cultures, bitume), de la végétation (forêts), la rugosité du site, la perméabilité et les capacités thermiques des parois constitueront alors les paramètres de description de ces éléments. C'est au niveau de cette échelle qu'évolue l'homme, et qu'il « exprime » son besoin énergétique, ou la nécessité de se protéger des sollicitations climatiques.

3-4 Echelles climatologiques temporelles : La caractérisation du système climatique à ses différents niveaux doit se faire nécessairement avec des échelles temporelles variables, c'est à dire à des pas de temps différents pour fournir une description satisfaisante. Les échelles considérées pour l'étude des systèmes énergétiques diffèrent quelque peu des échelles utilisées en prévision météorologique ;

L'échelle journalière sera toutefois préférée pour les applications énergétiques, notamment au niveau des bâtiments, où l'utilisation de données moyennes annuelles ou mensuelles donnent une définition "amortie" des réelles conditions climatiques.

L'échelle horaire est l'échelle la plus fine d'analyse climatique pour les applications énergétiques, bien que des recherches de modèles au pas de temps de la minute soient entreprises dans l'étude du flux solaire reçu (Gansler, 1995). Dans l'optique d'une description fine des sollicitations à l'échelle méso-climatique, nous souhaitons axer nos objectifs vers la mise à disposition de données horaires.

4- ANALYSE DES PHENOMENES PHYSIQUES

4-1 Phénomènes relatifs aux transferts thermiques

Les phénomènes de transferts thermiques dans les basses couches vont être fonction des transferts conductifs, convectifs, radiatifs résultant des sollicitations principales. Nous allons décrire ici les modes de transferts énergétiques de chaleur sensible et latente.

L'approche sera effectuée aux deux échelles méso et microclimatique pour évaluer les interactions entre ces deux milieux.

4-2- Rayonnements de courtes et grandes longueurs d'ondes

L'apport radiatif de courtes longueurs d'onde est uniquement lié au soleil. Mais on prendra également en compte le rayonnement solaire réfléchi par le sol et lié à l'albédo. Il sera fonction de la saison étudiée, et des multiples facteurs influençant la transmittance de

l'atmosphère (Gueymard, 1984). Dans une optique d'exploitation, le gisement solaire dans certains contextes énergétiques s'avère être intéressant.

En ce qui concerne le bâtiment, notamment en milieu aride et sec, il constitue la source principale de sollicitation. L'adaptation nécessite alors l'optimisation des masques architecturaux (auvent, débords de toiture), et des techniques de protection (peintures, types de toitures traditionnelles, ou polymérisées) afin de limiter l'exposition, l'absorptivité et la conduction des éléments exposés

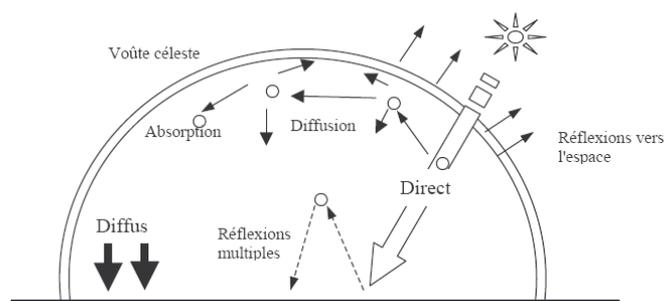


figure-3 : schéma de diffusion et d'absorption.

Source : Laetitia ADELARD, thèse de doctorat, Université de la REUNION.1998 .

Le rayonnement de grande longueur d'onde a pour source principale l'atmosphère et l'ensemble des surfaces environnantes exposées du système qui portées à des températures variables échangent un rayonnement infrarouge.

Généralement, l'atmosphère est ramenée à la voûte céleste, à qui on attribue une température fictive dite température du ciel qui permettra d'évaluer le rayonnement émis. L'émissivité de l'atmosphère est alors fonction de la période de la journée étudiée (jour et nuit), et principalement de la température et de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère (Berger, 1984), justifiant ainsi l'importance de la nébulosité, et de l'humidité dans les basses couches de l'atmosphère. La présence de nuages accroît l'importance de l'émission atmosphérique. Lorsque ceux-ci sont épais, ils se comportent comme des corps noirs et leur émission dépend de leur température de surface (émissivité maximale : 0.97).

Si l'apport radiatif de grandes longueurs d'ondes est positif pour le jour, il devient négatif pendant la nuit donnant lieu à des phénomènes de rosées et de verglas en milieu tempéré. Les effets sont alors néfastes pour les cultures, les capteurs solaires (chocs thermiques), ou les constructions fraîches (fissuration des dalles). En milieu aride, ces déperditions peuvent être utilisées notamment pour la climatisation nocturne (Awanou, 1984). La nature anisotrope de ce rayonnement en fait un élément difficile à prendre en compte dans les applications, et les

erreurs liées à ce problème dans les codes de calcul sont nombreuses (Garde, 1996). Nous exposerons les modèles élaborés ou utilisés en milieu sec et aride

4-3 Phénomènes conductifs

La conductivité thermique est une propriété intrinsèque des corps. Les transferts conductifs sont extrêmement lents au sein des roches, du sable, et surtout des gaz. C'est cette mauvaise conductibilité qui justifiait l'hypothèse adiabatique pour l'interprétation des transformations subies par les particules atmosphériques au cours de leur déplacement verticaux. Les contrastes thermiques qui règnent entre la surface terrestre et les basses couches de l'atmosphère donnent lieu à des échanges conductifs peu importants. Ils sont négligeables comparés aux transferts convectifs mis en place, que nous décrirons plus loin. En fait, la couche atmosphérique concernée par les transferts conductifs purs est limitée à 1 m. d'épaisseur au dessus du sol.

Les transferts conductifs se définissent à l'échelle micro-climatique en fonction du type de paroi utilisé dans le bâtiment, de la nature du sol (Moustafa, 1981) ou du type de matériau utilisé pour les systèmes énergétiques. Ils sont évidemment fonction de la température d'air extérieure, ou de la température du sol. L'hypothèse de propagation unidirectionnelle de la chaleur et l'utilisation de conditions aux limites de type Fourier sont généralement utilisées en thermique de l'habitat (Boyer, 1993).

4-4 Phénomènes convectifs

Les apports convectifs sont liés soit à la présence du vent, soit à l'ascendance thermodynamique éventuelle de l'air. Le vent a un rôle complexe dans l'étude des transferts thermiques. Son effet de brassage va tendre à homogénéiser la température au sein de l'atmosphère. Toutefois, en fonction de sa direction, il va aussi contribuer à l'apport ou à l'assèchement de l'air en vapeur d'eau. En météorologie, le terme de convection revient aux mouvements des masses d'air obtenus par réchauffement de la base de ces masses. Il en résulte la formation de "cellules thermo-convectives" au sein du fluide, autour desquelles s'établissent des mouvements ascendants et descendants. Dans notre cas, la convection sera aussi liée aux transferts de chaleur mis en place par l'agitation turbulente inhérente au frottement de l'air en mouvement sur la surface terrestre. Toutefois, ce type de convection implique un brassage plus important. C'est l'une des raisons pour lesquelles, à bilan radiatif égal, les surfaces océaniques s'échauffent et se refroidissent moins que les surfaces continentales. De même, le refroidissement nocturne des basses couches atmosphériques est généralement moindre quand il y a du vent.

5- LE CLIMAT DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES :

« Contexte climatique du cas d'étude » :

Le climat de Biskra se distingue par un hiver froid et peu pluvieux et un été chaud et sec, les paramètres qui caractérisent le climat sont :

5-1- Température :

Les observations sont faites pour la série étudiée par P.SELTZER (voir tableau) et la série des données récentes relevées au niveau de la station météorologique de Biskra. Dont on remarque qu'en hiver, la température moyenne est de 11.83 °C, avec un minimum de 9.7 °C. Les températures absolues enregistrées sont inférieures à 40.0°C. En été, la température moyenne maximale est de 35.5°C, avec des valeurs maximales enregistrées de 38.0°C. Les écarts entre le jour et la nuit sont importants, dépassant 07°C. La température moyenne annuelle varie entre une valeur maximale de°C 35.5 et une valeur minimale de 11.0 °C. (P.D.A.U. Biskra, phase A. rapport final)

SERIE RECENTE										Série P.SELTZER
année mois	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Moyenne	Série de 25 ans d'observation
Janvier	13.9	11.3	12.8	10.9	9.7	11.0	13.6	11.4	11.83	11.25
Février	13.9	13.6	16.3	12.5	12.9	12.5	14.2	16.0	13.99	13.15
Mars	16.9	18.6	17.8	17.5	16.3	15.6	18.1	16.3	17.14	16.30
Avril	21.6	20.0	19.6	18.9	19.7	20.6	18.9	19.2	19.81	20.20
Mai	27.9	25.8	24.1	22.4	24.8	26.3	28.5	26.6	25.8	24.70
Juin	29.8	28.8	31.7	30.6	28.6	32.6	31.0	30.6	30.46	29.95
Juillet	35.5	28.8	33.2	34.5	31.9	34.1	34.3	34.2	33.31	35.35
Août	34.0	34.5	31.1	33.9	33.6	34.1	35.0	33.3	33.69	32.64
Septembre	27.7	29.5	32.0	29.2	29.5	28.6	28.9	27.5	29.11	28.80
Octobre	24.7	23.0	25.0	22.5	23.4	24.6	22.4	22.7	23.54	22.45
Novembre	17.7	17.9	17.3	15.5	17.4	16.8	18.3	16.8	17.21	16.45
Décembre	11.8	15.3	12.2	11.0	12.8	12.7	13.0	13.4	12.78	11.00

tab-1 : la série des données récentes relevées au niveau de la station météorologique de Biskra source P.SELTZER.

Il en ressort que lors de ces dernières années, les étés sont moins chauds et que les hivers sont moins rigoureux. (P.D.A.U. Biskra, phase A. rapport final)

5-2- Humidité relative/ évaporation :

Selon la série d'observation de 1960 à 1969 au niveau de la station météorologique de Biskra, la valeur moyenne est de 47 %, (P.D.A.U., 1995) cependant elle varie d'un mois à un autre comme suit :

L'humidité relative reste faible, avec une moyenne entre 36 % ET 60 %, et une valeur minimale de 32% en période chaude. L'association de la température élevée et de l'humidité faible rend les étés de Biskra très chauds et secs. (P.D.A.U., 1995)

L'évaporation est très intense, la moyenne annuelle atteint 2600 mm/an, c'est un facteur résultat de précipitations faibles et de températures élevées. (P.D.A.U., 1995)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité relative en %	50	50	46	48	36	42	36	37	48	54	59	60

tab-2 : la série des données récentes relevées au niveau de la station météorologique de Biskra source P.SELTZER.

5.3- Précipitations :

D'après les données recueillies récemment ' entre 1988-1995' auprès de station météorologique de Biskra et la série étudiée par P.SELTZER (série de 25 ans d'observation), Les précipitations sont rares, la moyenne annuelle des pluies ne dépasse pas 200 Mm/an en moins de 40 jours. La pluviométrie n'a enregistré que 156 mm de moyenne annuelle d'une période de 25 ans. Et 133.53 mm/an entre les années 1988 et 1995 le tableau suivant montre les données pluviométriques. (P.D.A.U., 1995).

année mois	SERIE 1988-1995									Série P.SELTZER
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Moyenne	Série de 25 ans d'observation
Janvier	1.1	25.3	40.8	11.6	25.5	00	21.7	4.0	16.25	17
Février	0.3	7.3	0	14.8	4.3	63.2	40.7	1.8	16.35	10
Mars	4.4	0	6.7	35.8	22.1	9.0	22.6	6.5	13.39	19
Avril	19.9	10.6	25.7	2.4	10.0	00	0.12	4.1	9.1	10
Mai	1.3	11.2	38.4	4.1	11.7	7.4	00	0.0	9.26	15
Juin	24.2	22.2	2.8	1.1	0.5	0.1	1.7	2.8	6.93	8
Juillet	0	0	1.5	00	4.1	00	1.9	0.0	0.94	2
Août	0	10.7	29.7	8.7	0.6	1.0	2.4	1.7	6.85	2

Septembre	5.0	7.5	3.1	9.1	28.5	3.1	51.3	24.9	16.44	17
Octobre	4.2	0.9	0	32.0	1.0	00	47.9	3.8	11.23	15
Novembre	18.2	5.4	22.5	4.0	90.7	12.1	1.1	16.6	21.33	22
Décembre	4.3	3.2	23.0	9.1	2.8	7.3	00	23.5	9.15	18
TOTAL	82.9	104.3	199.2	132.7	200.8	103.2	155.4	89.7	133.53	156

tab-3 : la série des données récentes relevées au niveau de la station météorologique de Biskra source P.SELTZER.

5-4- Diagramme ombrothermique :

Il met en valeur la période de sécheresse qui s'étale de mars à novembre (soit sur 09 mois dans l'année), (P.D.A.U., 1995) comme le montre le diagramme suivant :

5-5- Durée d'ensoleillement et radiations solaires:

Exprimé et repartie sur les 12 mois de l'année pour la même période d'observation comme suit :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
valeur en heures	215	211	244	266	324	326	337	301	271	243	219	113	3178

tab-4 : la série des données récentes relevées au niveau de la station météorologique de Biskra source P.SELTZER.

Les rayons solaires directs sont la source la plus importante d'échauffement de l'air et des surfaces. Dans un espace urbain ou à l'intérieur d'un bâtiment, leur incidence sur les surfaces et les parois des constructions provoque une augmentation de la température ambiante. A Biskra, le rayonnement solaire dépasse 1100 Wh/m^2 sur une surface horizontale en été (Capderou, 1985) une surface verticale orienté Ouest reçoit plus de 900 wh/m^2 , tandis qu'une surface verticale orienté Sud ne reçoit que 550 wh/m^2 environ. (Givoni, 1978)

5-6- Vents :

La ville subit des vents de directions variables et d'intensité assez importante en hiver et en été. Les vents dominants en hiver sont de direction Nord-Ouest venant de l'atlantique du Nord chargé d'humidité, ceux de l'été sont de direction Sud-Est / Nord-Ouest sous forme de Sirocco asséchant (P.D.A.U., 1995).

Les vents de sables caractéristiques de la région sont fréquents pendant les moi de Mars, Avril et Mai. Cependant on peut noter leur apparition pendant les autres saisons avec une faible fréquence. (P.D.A.U., 1995).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Vitesse en m/s	2.2	2.3	2.4	2.4	2.3	2.1	1.9	1.9	2.2	2.1	2.3	2.4	2.2

SIROCCO

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Vitesse en m/s	0.0	0.1	0.7	0.8	0.7	1.8	1.1	1.2	1.2	0.4	0.0	0.0	8 jours

6- LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE

6-1- La composante énergétique dans le projet d'architecture ;

L'équilibre entre énergie et projet d'architecture : « DE LA RUPTURE A LA REEVALUATION » :

« Les architectes, même ceux conscients de l'importance du climat dans le projet d'architecture, restent, dans leur majorité, réfractaires au discours prônant l'intégration des facteurs physiques de l'environnement dans le processus de conception. L'appréhension est générée par l'ignorance du fait environnemental, de la sous-estimation de son apport au projet et de la manière de l'intégrer dans le processus de conception architecturale. » (Mazouz, 2004).

Le prix des changements qu'a connu l'architecture de XXeme siècle n'apparaît qu'après quelques décennies et surtout à partir de la « crise de l'énergie » des années soixante dix, moment où, l'intérêt pour une conception architecturale consciente des effets des facteurs physiques de l'environnement n'a cessé de prendre de l'ampleur. Un changement important s'est opéré dans les mentalités des concepteurs et a engendré une dynamique qui a donné un nouvel élan aux études et recherches dans ce domaine (Mazouz, 2004).

Cependant, force est de constater que chez les architectes praticiens ainsi que dans les écoles d'architecture, le fait climatique et ces effets énergétiques ont encore du mal à se banaliser dans le processus de conception architecturale (Mazouz, 2004)

De ce fait le problème posé est de déterminer le niveau d'intégration des facteurs physiques de l'environnement dans le processus de conception architecturale (Mazouz, 2004).

Dans les sociétés techniquement les plus avancées, on se préoccupe tout à coup de la consommation énergétique ; il apparaît alors que, pour un pays comme la France, par exemple, la consommation domestique d'énergie représente le tiers de la consommation

totale ! Dès lors, aux États-Unis comme en Europe occidentale, les études jusqu'alors marginales sur l'utilisation des énergies naturelles dans l'habitat prennent un développement rapide (Universalis V10, 2004).

Ces études procèdent de deux approches différentes, l'une, plutôt philosophique, tendant, à la faveur de la crise considérée comme un avertissement, à réorienter le modèle de consommation et la conception de la place de l'homme dans la chaîne des équilibres naturels, l'autre, demeurée à l'intérieur du modèle dominant, appliquant aux énergies naturelles la problématique scientifique et technologique courante ; de façon un peu simpliste, on a coutume de rattacher à la première approche la conception bioclimatique de l'habitat ; et à la seconde l'architecture solaire intégrant des moyens spécifiquement héliotechniques. (Universalis V10, 1977)

Une approche globale et intelligente des problèmes énergétiques dans la construction devrait commencer par l'optimisation des consommations, ceci se réalise par une conception architecturale bioclimatique accompagnée par des équipements ménagers économes. Une fois les consommations diminuées (mais pas le confort), on peut envisager d'investir dans des systèmes de production d'énergie, qui seront des capteurs solaires thermiques pour le chauffage et des photopiles ou une éolienne pour l'électricité et la climatisation.

« La composante énergétique présente la particularité de sillonner la totalité du processus de conception architecturale et de se situer souvent à l'interface entre dispositifs techniques et dispositifs architecturaux. » (Châtelet, Fernandez, Lavigne, 1998)

D'après Alain Châtelet, Pierre Lavigne et Pierre Fernandez :

La composante énergétique du projet d'architecture présente la particularité de ne pas appartenir à un domaine de contraintes intégré dans sa globalité à un stade déterminé d'avancement du projet. C'est au contraire une composante qui va accompagner tout le processus de conception, de l'exploration du site (implantation, orientation...) à l'installation d'équipements (chauffage ou climatisation), en interpellant tous les critères de la conception : technique, usages, esthétique (nécessitas, commoditas, voluptas) dont :

La nécessité est entendue comme dépendance de la construction aux lois physiques et mécanique.

Cependant, il faut rappeler, pour confirmer qu'architecture et énergétique sont indissociables - comme le montre les références à l'histoire- que la fonction de l'architecte est de composer des formes et des espaces auxquels il doit nécessairement donner des limites et s'est essentiellement le traitement de ces limites qui va conditionner les transferts énergétiques et générer les ambiances dans la construction. La composante énergétique est donc de ce fait

naturellement à la croisée des chemins entre savoir scientifique et techniques et savoir faire architectural (Châtelet, Fernandez, Lavigne, 1998).

Enfin les auteurs proposent une investigation des approches méthodologiques concernant l'intégration des contraintes dans le processus de conception architecturale suivant une hiérarchisation qui va s'opérer consciemment, chacune d'elles pouvant donner lieu à des modèles de conceptions différents :

6-2- L'Architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture qui recherche un équilibre entre la conception et la construction de l'habitat, son milieu (climat, environnement, ...) et les modes et rythmes de vie des habitants.

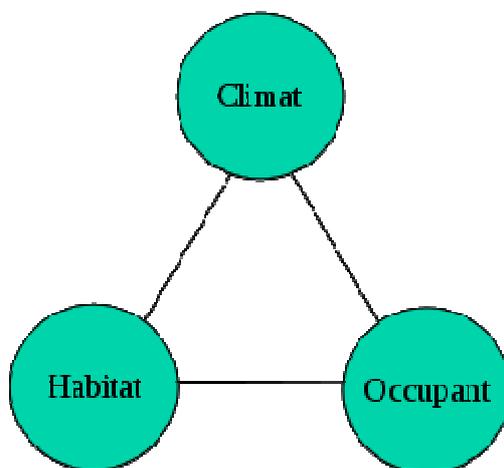


figure-4 : schéma représentant les trois systèmes de la conception architecturale.
Source : auteur .

L'architecture bioclimatique réduit les besoins vitaux, d'éviter les chocs thermiques et de maintenir des températures constantes et agréables, tout en contrôlant l'hygrométrie. L'architecte cherche généralement aussi à favoriser l'éclairage naturel. Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment haute qualité environnementale (HQE) ou mieux encore Très Haute Performance Énergétique (THPE).

Dans un pays tempéré, une maison bioclimatique peut arriver à fournir plus des trois quart de ses besoins de chauffage uniquement grâce au soleil. C'est ce qu'on appelle l'habitat solaire passif, utilisant l'architecture des bâtiments - orientation, murs, toits et fenêtres - pour capter les rayons du soleil.

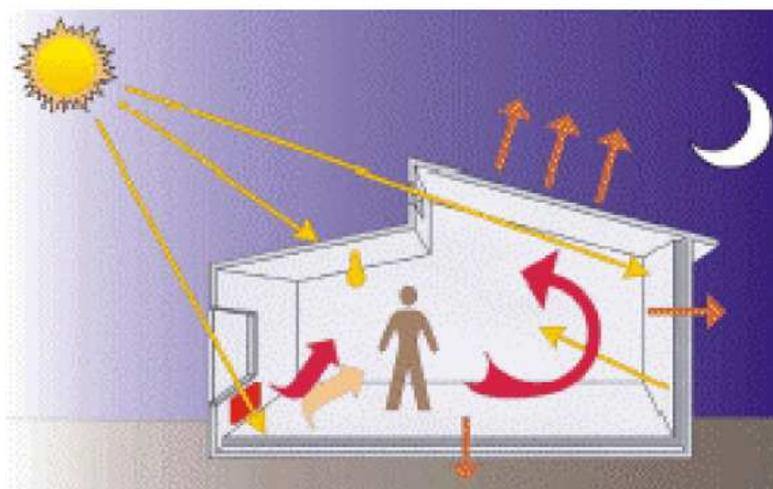


figure-5 : les phénomènes physiques en jeux.
Source : site www.Bioclimatisme.org

6-3- La démarche bioclimatique :

Une démarche bioclimatique se développe sur trois axes : capter la chaleur, la transformer/diffuser et la conserver. Trouver un équilibre entre ces trois exigences, sans n'en négliger aucune, c'est suivre une démarche bioclimatique cohérente.

Dans les régions chaudes (de type méditerranéen par exemple), un quatrième axe fondamental doit être pris en compte : se protéger de la chaleur et l'évacuer. Cet axe, a priori contradictoire avec les précédents, est la base d'une conception bioclimatique bien comprise.

6-3-1 Capter la chaleur

La Terre étant inclinée sur son axe, la hauteur du soleil sur l'horizon et le trajet qu'il parcourt dans le ciel varient au cours des saisons.

Dans l'hémisphère nord, en hiver, le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest, en restant très bas sur l'horizon (environ 30°). Pour capter son énergie, il convient donc de placer les ouvertures vitrées principales au sud. Le verre laisse passer la lumière mais absorbe les infrarouges et va, en conséquence, piéger la chaleur du soleil à l'intérieur de la maison. Ce phénomène est aussi appelé "effet de serre". La lumière du soleil sera convertie en chaleur par les surfaces opaques de la maison (les murs et/ou le sol). Lorsque cette énergie sous forme d'infrarouges va tenter de ressortir, la vitre va l'absorber et la réémettre en partie vers l'intérieur de la maison. C'est ce qu'on appelle le "solaire passif" : solaire car la source d'énergie est le soleil, passif car le système fonctionne seul sans système mécanique.

Toujours dans l'hémisphère nord, en été, le soleil se lève au nord-est et se couche au nord-ouest et est haut sur l'horizon à midi. L'angle d'incidence de ses rayons sur les surfaces vitrées orientées vers le sud est donc élevé. Une partie du rayonnement est réfléchi vers l'extérieur.

Toutefois, si les surfaces vitrées sont importantes, la quantité d'énergie qui traverse peut suffire à faire surchauffer la maison. C'est pourquoi il convient de protéger ces surfaces vitrées par des volets, des avancées de toiture calculées en conséquence, ou des brise-soleils extérieurs horizontaux, dimensionnés de manière à bloquer le rayonnement solaire direct en été mais pas en hiver. Sur les ouvertures des façades est et ouest, les protections solaires horizontales sont d'une efficacité limitée, car les rayons solaires ont une incidence moins élevée; seules les protections solaires verticales (volets) sont efficaces dans ce cas.

En résumé : une maison bioclimatique se caractérise par :

- a- des ouvertures de grande dimension au sud
- b- très peu d'ouvertures au nord
- c- peu d'ouvertures à l'est (soleil du matin)
- d- peu d'ouvertures à l'ouest (soleil du soir)

Dans une démarche bioclimatique, ces généralités doivent naturellement être adaptées en fonction du milieu (climat, environnement, ...) et des rythmes de vie des habitants de la maison.

6-3-2 Transformer/Diffuser la chaleur :

Pour convertir la lumière en chaleur, on utilise des matériaux opaques, comme une dalle ou des murs peints d'une couleur sombre. Ces éléments doivent être de teinte plutôt foncée sinon ils réfléchiraient la lumière sans la convertir en chaleur. Ils ne doivent pourtant pas être trop sombres au risque que leur surface s'échauffe énormément et atteigne des températures qui peuvent devenir dangereuses pour les occupants.

Une teinte brune ou terre cuite est un bon compromis entre les performances thermiques et le rendu esthétique (le noir étant souvent très laid).

Le matériau doit également être très dense et très lourd. Plus sa masse est importante, plus il pourra absorber par inertie une quantité d'énergie importante, l'objectif étant de capter pendant la journée suffisamment d'énergie pour la rediffuser pendant toute la nuit. Le mur ainsi créé est souvent appelé mur capteur (voir aussi le mur Trombe). C'est le véritable radiateur de la maison; il fonctionne à basse température, un peu comme un plancher chauffant, et rayonne sa chaleur sur toute sa surface. Sous les climats tempérés, une maison bioclimatique conçue de manière optimale d'un point de vue thermique peut ne pas nécessiter de système de chauffage central. La plus grande part des apports d'énergie est alors d'origine solaire, le restant, considéré comme un appoint, est fourni par un système de chauffage ponctuel (généralement au bois : insert, poêle...). Selon les performances thermiques obtenues, la maison pourra être appelée maison basse-énergie.

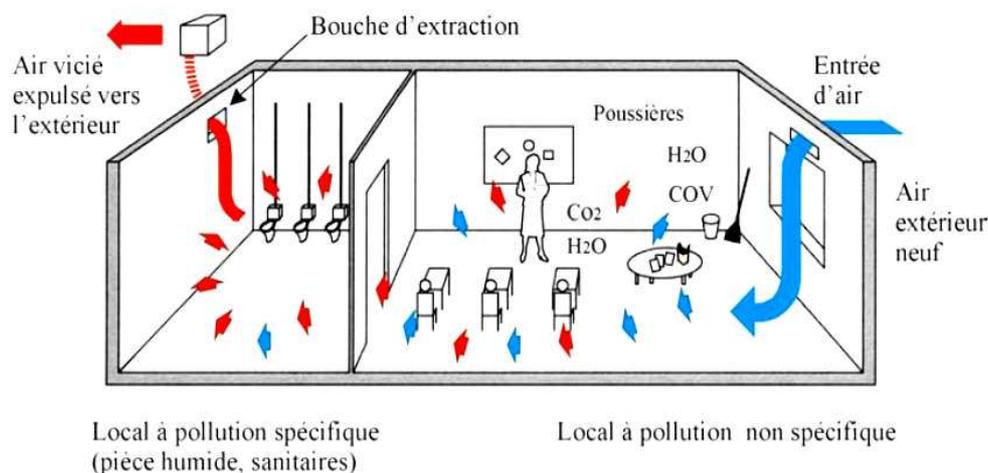


figure-6 : le renouvellement de l'air intérieur ambiant.

Source : site www.Bioclimatisme.org

6-3-3 Conserver la chaleur

Une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la maison le plus longtemps possible. C'est la raison pour laquelle il faut isoler conséquemment les parois. Pour être efficace, cette isolation sera de préférence "répartie" (le mur est isolant dans toute son épaisseur) et/ou "extérieure" (l'isolant recouvre toute la maison par l'extérieur). En écobiologie, on préférera le mur monolithique en terre cuite isolant, matériau sain, respirant, perspirant avec une bonne inertie. L'isolation périphérique a l'avantage d'envelopper la structure et d'éviter ainsi les ponts de froid, générateurs de problèmes de moisissures, entre autres. On choisira une isolation en laine minérale, de préférence laine de roche de 15cm minimum. N'oublions pas que la chaleur monte et que par conséquent la plus grande déperdition se fait au niveau de la toiture; pour une toiture chaude (on peut habiter sous le toit) on choisira un toit en pente avec une isolation végétale (fibre de bois, chanvre, cellulose, etc) ou animale (mouton) entre chevrons et sur chevrons (ISOROOF, par exemple). Enfin l'environnement, colline, forêt, ainsi que la végétation plantée autour de la maison ont aussi un rôle de protection à jouer : Comme brise-vent, on optera pour des résineux au nord et des feuillus au sud; ces derniers protègent du rayonnement solaire en été mais laisse passer la lumière en hiver. Un point d'eau situé devant le bâtiment, au sud, apportera également un rafraîchissement d'un ou deux degrés en période estivale. Par ailleurs, les pièces annexes seront idéalement placées au nord (façade fermée) et les pièces de vie côté sud (façade ouverte).

6-3-4 L'intégration intelligente au site et la régulation thermique naturelle

Lorsqu'on construit un bâtiment, il faut aussi penser à l'intégrer à l'environnement et à son site naturel (la topographie). Il faut réfléchir à l'orientation de la maison en fonction du climat local. D'autres paramètres doivent être pris en compte comme la végétation qui diffère selon la région et l'altitude.

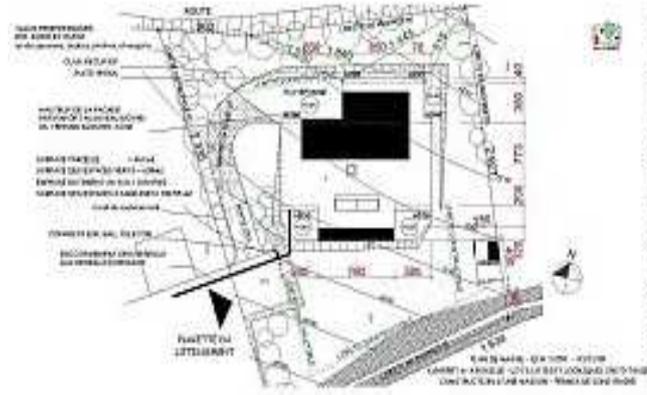


figure-7 : L'intégration intelligente au site et la régulation thermique naturelle en plan.
Source : site www.Bioclimatisme.org

Pourquoi l'orientation des maisons Eco-Durables sur le terrain est elle si importante ?

La conception des bâtiments prendra en compte son environnement :

- l'orientation par rapport au soleil, aux vents dominants,
- la pente,
- la végétation,
- les éléments naturels ou non qui sont susceptibles de masquer le soleil,

Tous ces éléments permettront de garantir un bon confort d'été, d'optimiser les gains solaires l'hiver, et donc de minimiser les besoins énergétiques pour le chauffage et le rafraichissement.

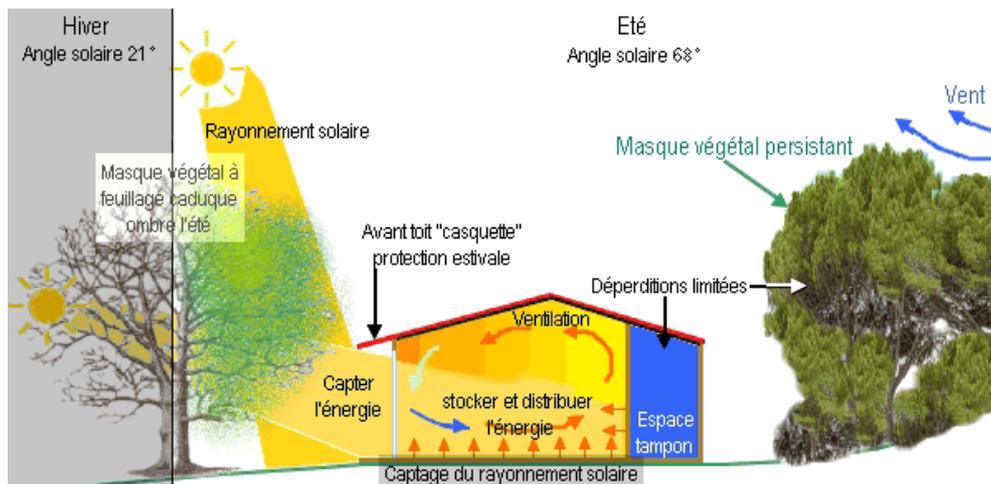


figure-8 : L'intégration intelligente au site et la régulation thermique naturelle en elevation.
Source : site www.Bioclimatisme.org

Dans les régions où on peut planter aussi bien des feuillus que des conifères, on veillera à mettre les conifères au nord de la maison car ces arbres protégeront du froid, de l'humidité et du vent froid tout le long de l'année. Au contraire, au sud de la maison on plantera plutôt des feuillus car ceux-ci perdent leurs feuilles en hiver et cela permettra au soleil de passer, alors qu'en été les feuilles feront barrière aux rayons du soleil et à sa chaleur. Respecter ces petits principes et bien d'autres, c'est déjà construire un bâtiment bioclimatique.

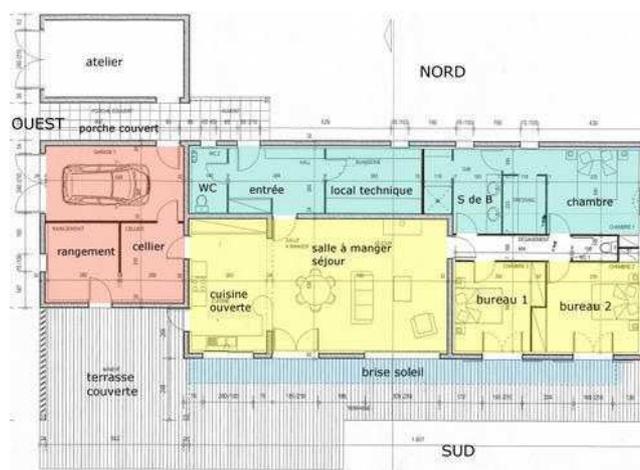


figure-9 : Plan d'une maison construite selon les principes du bioclimatisme.

Source : site www.Bioclimatisme.org

MAISON LE PLUS COMPACTE POSSIBLE : pour éviter les déperditions thermiques

PIECES DE VIE AU SUD : pour profiter au maximum de la chaleur du soleil en hiver

ZONE TAMPON AU NORD : pour protéger du froid les parties chauffées des pièces de vie

ZONE TAMPON A L'OUEST : pour se protéger des vents d'Ouest et de la surchauffe en été

40% DE SURFACES VITREES AU SUD : pour profiter au maximum de la chaleur du soleil en hiver

BRISES SOLEIL AU SUD : pour éviter la surchauffe l'été

5% DE SURFACES VITREES A L'EST : pour profiter du soleil du matin dans la chambre sans trop perdre de chaleur

5% DE SURFACES VITREES AU NORD : pour éviter les déperditions de chaleur l'hiver

SOL / RECHERCHE DE L'EQUILIBRE ENTRE L'INERTIE ET LA RESISTANCE THERMIQUE : pour accumuler la chaleur du soleil l'hiver et la restituer le soir quand il n'y a plus de soleil. Pour accumuler la fraîcheur de la nuit l'été et donner une impression de frais dans la journée.

ISOLATION FORTE: R s'approchant de 6 pour les murs et R s'approchant de 7 pour le toit...

Le choix n'a donc pas été d'abord un choix *esthétique* mais *qualitatif* : l'objectif n°1 étant de consommer le moins d'énergies possibles

Ensuite, il ne restait plus qu'à penser cette maison en fonction de notre façon de vivre mais sans sortir du schéma ci-dessus ! (une cuisine ouverte et fonctionnelle, un bureau pour chacun, un atelier pour Claude, beaucoup de rangements, de la place pour recevoir les enfants, la famille et les amis, une grande terrasse en partie abritée pour vivre dehors à la belle saison et se faire de sympathiques barbecues avec la famille & les copains !)

6-3-5 L'éco-conception et le bioclimatisme :

Notre civilisation a une conception de l'énergie qui date du siècle passé : elle la croit - et la veut - disponible et peu coûteuse. Mais cette conception n'est plus viable, notre surconsommation d'énergies fossiles (+350% en 50 ans) nous amène à réviser nos modes de fonctionnement. Il est urgent de maîtriser, de façon optimale, nos besoins. Si nous n'agissons pas, une vraie crise de l'énergie est devant nous : pénuries des ressources (pétrole, gaz, mais aussi d'uranium), risques environnementaux majeurs, conflits internationaux et profondes inégalités.

Notre bâtiment est un système "vivant" complexe dont le comportement thermique dépend de nombreux paramètres comme la météo, le type de matériaux mis en œuvre, le sol, l'hygrométrie, l'ensoleillement, la végétation, etc.

Jusqu'à maintenant, il était difficile de prévoir le comportement thermique d'un bâtiment, seul l'œil averti de certains professionnels du bioclimatisme pouvait préjuger des niveaux de confort atteints. Aujourd'hui, grâce à un ensemble de modèles mathématiques des différents paramètres, on peut simuler le comportement de nos bâtiments, pièce par pièce et heure par heure, tout au long d'une année. Nous connaissons, dès lors, à l'avance, et ce avec une grande précision, les températures de toutes les zones thermiques de notre habitat, ses besoins énergétiques (chaud/froid), les niveaux de confort atteints, etc. Particulièrement adapté à l'éco-conception et au bioclimatisme, cette procédure est également intéressante pour la rénovation du bâti ancien pour lequel la gestion du confort est très différente de celle du bâti neuf "conventionnel" (parpaing, laines minérales, etc.).

7- La démarche « Haute Qualité Environnementale HQE »

Qu'est-ce que la démarche « Haute Qualité Environnementale HQE »?

La HQE (Haute Qualité environnementale) est une démarche complexe visant à inscrire les projets d'aménagement, de réhabilitation et de construction, quelle que soit leur taille, dans une perspective de développement durable.

Tout le monde parle de cette idée nouvelle sans toujours savoir ce qu'elle recouvre exactement. Il s'agit donc de permettre à tous les acteurs potentiels de disposer tout d'abord d'une base de référence commune sur la nature de cette démarche, sur ses exigences et son contenu, et de déterminer ensuite, en toute connaissance de cause, sur la façon dont ils peuvent s'impliquer.

Le champs de la Haute Qualité environnementale est extrêmement vaste et regroupe au sein d'une démarche globale des approches, des pratiques et des intérêts distincts, parfois même contradictoires. Le succès d'une telle démarche repose donc sur le niveau d'implication des différents acteurs ainsi que sur leur capacité respective à confronter leur propre vision d'un projet à celle que pourront en avoir les autres partenaires.

Depuis quelques décennies, l'homme prend à nouveau conscience du fait qu'il fait partie intégrante d'un écosystème dont le fonctionnement repose sur des équilibres fragiles et complexes. Pour ne pas les rompre, il sait qu'il doit développer son cadre bâti de façon intelligente et constructive.

La mise en place de programmes HQE (Haute Qualité Environnementale) est le reflet de cette prise de conscience...

La démarche HQE favorise le bien-être des usagers par une meilleure maîtrise des nuisances (acoustiques, visuelles, qualité de l'air et des espaces). Tout en offrant aux habitants une plus grande qualité de vie grâce au choix d'implantation de constructions et de solutions techniques et architecturales mises en oeuvre (vent, ensoleillement, vues, aération, ambiances,...), la Haute Qualité Environnementale a également pour vocation de minimiser les risques sur la santé.

En parallèle, il existe une réelle volonté d'économiser les ressources non-renouvelables tant dans le domaine des énergies que dans celui des matériaux et de réduire les pollutions générées par l'acte de construire (déchets, évacuation des eaux usées, polluants aériens,...). La promotion des énergies renouvelables, de la récupération des matériaux et des modes de transports moins polluants s'inscrit donc pleinement en continuité de cette logique.

Il est important de noter que la prise en compte de l'environnement permet également – surtout- d'apporter des réponses appropriées aux préoccupations actuelles des collectivités dans les domaines :

- Du développement économique local
- De la valorisation du territoire
- De l'amélioration de la qualité et de la durabilité des constructions
- De l'augmentation de la valeur patrimoniale des ouvrages

- De la réduction des coûts d'exploitation (consommation, maintenance, moins d'absence de personnel,...)

L'association Haute Qualité Environnementale, créée en 1996, en France a établi une démarche qui vise à la production de bâtiments ayant le moins d'impacts nuisibles possibles sur l'environnement.

Cette démarche n'est pas le fruit d'une réglementation mais la traduction d'une volonté et anticipation des désirs des utilisateurs. Elle s'applique à tous les secteurs du bâtiment.

L'association HQE a déterminé 14 orientations dites «cibles» constituant des objectifs qui peuvent être totalement ou partiellement recherchés. Ces orientations sont structurées en 3 thématiques :

L'Eco-construction :

- Optimiser l'intégration du bâti dans son environnement,
- Privilégier des procédés de construction et des produits favorables à l'environnement,
- Limiter les nuisances de chantier.

L'Eco-gestion :

- Gestion de l'énergie,
- Gestion de l'eau,
- Gestion des déchets de construction, d'activité, d'entretien et de maintenance des structures.

Il s'agit d'avoir une réflexion préalable sur les performances énergétiques des équipements choisis.

maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur

Le Confort :

Prise en compte des aspects :

- Thermiques,
- Acoustiques,
- Olfactifs
- Visuels.

La santé :

- Conditions sanitaires,
- Qualité de l'air,
- Qualité de l'eau.

La HQE est une démarche volontaire qui implique nombre d'exigences pour les acteurs du bâtiment souhaitant rechercher un certain niveau de qualité en matière de

cadre de vie, de bien-être, de santé des utilisateurs, d'utilisation économe d'énergies renouvelables et d'harmonie avec l'environnement naturel et paysager.

Créer un environnement intérieur satisfaisant



Figure -10 : Confort thermique dans la construction à haute
Qualité environnementale Immeuble Vendôme à Lyon

Source : <http://perso.wanadoo.fr>.

7-1 Avantages de la démarche HQE :

« L'amélioration du cadre de vie allié à une meilleure maîtrise des impacts de l'habitat sur la santé des individus n'est plus seulement une volonté écologique, c'est une exigence sociale. Il est primordial d'intégrer, dès le départ d'un projet, une solution utilisant une ou plusieurs de ces énergies renouvelables, puis d'engager une étude comparative sérieuse. » <http://perso.wanadoo.fr>.

La démarche HQE présente de nombreux avantages :

- Elle recherche le bien-être des occupants et de leur voisinage,
- Elle assure des perspectives de réduction des dépenses de fonctionnement du bâtiment en énergie et eau.
- Ce peut être un argument séduisant et valorisant pour le maître d'ouvrage,
- Tous les types de bâtiment peuvent répondre à cette démarche (logements collectifs, individuels, bâtiment du tertiaire).
- Elle propose également des applications pour tous les types de budget (logements sociaux, individuels...).
- La performance de ces bâtiments réside dans l'intégration par l'ensemble des intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, bureaux d'études mais également les occupants) de leur **conception, gestion, maintenance et évolutivité**.
- La construction s'engage sur les voies de la programmation, conception et gestion d'une qualité environnementale, respectueuse de l'homme (confort, santé), de l'environnement (respect des caractéristiques physiques naturelles, paysages) et économe (utilisation optimale des énergies renouvelables).

8- Les paramètres du confort thermique et la démarche bioclimatique

Selon Alexandre Clamens ; *Pourquoi le corps humain ressent-il une sensation de confort thermique ?*

Quels sont les phénomènes physiques qui peuvent modifier cette sensation ?

Comment le corps humain régule naturellement son confort thermique ?

La température du corps humain au repos est de 37,2°C. C'est la température idéale pour le fonctionnement des organes vitaux, tels le cerveau ou le foie. Cette température peut s'élever tout à fait normalement jusqu'à 37,8°C, en cas d'effort physique intense. La sensation de confort thermique provient de l'équilibre thermique entre le corps et le milieu environnant. La quantité d'énergie reçue, ou dispersée, ne doit pas dépasser celle qui est nécessaire pour maintenir le corps à 37,2°C. (Clamens, 2009)

Cet équilibre est d'autant plus difficile à obtenir que le corps produit lui-même de l'énergie par son métabolisme. La dégradation des aliments, l'activité cellulaire, le fonctionnement des organes et les efforts musculaires dispersent de l'énergie thermique. Ne parle-t-on pas d'ailleurs de « brûler des calories » par l'exercice physique ? Le schéma ci-dessous résume les phénomènes par lesquels le corps reçoit et disperse de l'énergie thermique.

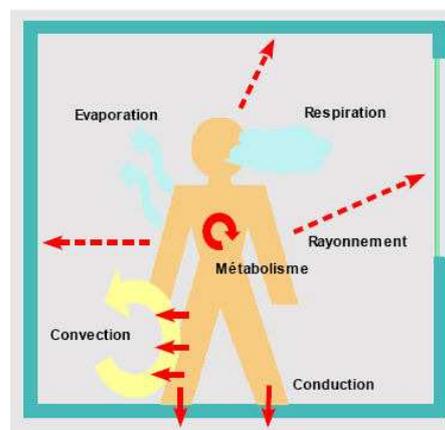


figure-11 : Les quatre phénomènes physiques qui se conjuguent ensemble Pour former le niveau du confort thermique senti par l'homme. Source (Clamens, 2009)

Ces échanges résultent de la respiration, de l'évaporation et des transferts cutanés par conduction, convection et

Comme on peut le déduire du schéma, le confort thermique dépend en premier lieu de l'ambiance du local :

- les températures de l'air et des parois ont une influence sur les échanges par conduction, par convection et par rayonnement ;
- la vitesse de l'air augmente les échanges par convection ;
- une humidité élevée favorise les échanges convectifs tout en diminuant l'évaporation.

Les situations d'inconfort apparaissent lorsque ces paramètres sont trop faibles ou trop élevés, c'est-à-dire lorsqu'ils induisent des échanges thermiques supérieurs aux besoins. Les variations géométriques ou temporelles de ces paramètres créent aussi des sensations désagréables. Les plus connus sont :

- 1) les courants d'air, quand ils sont intermittents, trop forts ou trop localisés,
- 2) les écarts importants de température de l'air entre le sol et le plafond (on parle de gradient vertical de température) et
- 3) les différences de température entre parois, par exemple entre un vitrage et une cloison (on parle d'assymétrie de rayonnement).

Globalement, toutes les variations qui impliquent des niveaux d'échanges thermiques différents entre deux zones du corps sont ressenties comme une gêne. Le confort thermique découle en second lieu de la personne elle-même. La physiologie (surface d'échange, métabolisme, ventilation pulmonaire, maladie), l'activité et l'habillement ont un impact prépondérant. En particulier, le métabolisme est plus faible pour les femmes que pour les hommes et il s'affaiblit fortement à partir de 60 ou 70 ans. Au-delà des paramètres physiques et biologiques, l'impression de confort appartient au domaine du ressenti. Elle peut varier d'après des facteurs d'ordre psychologique ou culturel. Des études ont aussi montré que les personnes ressentent un niveau de confort thermique plus faible si elles sont gênées par des nuisances d'un autre type, comme le bruit ou l'éblouissement.

La présence d'un nombre important de personnes dans un local n'est pas négligeable du point de vue thermique. En climat tempéré, la dispersion d'énergie d'un adulte est d'environ 120W, soit un peu plus qu'une ampoule électrique à incandescence. Elle peut s'élever jusqu'à 500W si l'activité physique est importante. Cette réalité a une incidence non négligeable dans la conception des salles de conférence ou de spectacle.

Dans un projet de bâtiment, tous les paramètres susceptibles d'influencer le confort thermique doivent être connus par l'architecte pour que la conception soit adaptée. Au-delà de fixer les exigences de confort et de consommation d'énergie, le programme de l'opération doit donner toutes les informations utiles :

- Quel est le climat de la région (température, humidité, vent) ?
- Quels types de personnes vont occuper les locaux ?
- Combien seront-elles ?
- Quelles activités vont se dérouler dans les locaux et quand ?
- Quel va être le niveau d'habillement des utilisateurs ?.....

9- les méthodes d'analyse bioclimatique

9-1- Qu'est ce qu'une méthode d'analyse bioclimatique ?

Plusieurs auteurs ont tenté de répondre à ces questions. Les méthodes d'analyse bioclimatique sont des essais de combinaison entre plusieurs facteurs simulant le confort thermique. Pour exprimer le comportement du corps humain aux différents facteurs de l'environnement qui l'affectent simultanément (température, humidité, vitesse de l'air) des abaques et des diagrammes ont été construits et des indices thermiques ont été développés.

On peut les distinguer en deux grandes catégories que sont les diagrammes bioclimatiques et les indices thermiques

9-2- les diagrammes bioclimatiques :

9-2-1. Définitions :

Les diagrammes bioclimatiques -Les psychogrammes- sont les outils les plus faciles et plus utilisés pour la détermination des zones de confort et d'inconfort. Utilisant la température sèche et l'humidité, ces outils graphiques permettent de définir les différentes zones de confort et proposent les moyens passifs ou mécaniques de contrôle climatique, pour l'adaptation du bâtiment aux contraintes climatiques de la région étudiée. L'idée avancée du diagramme bioclimatique, primitivement avancé par V. Olgyay, a été reprise et améliorée par B. Givoni dans son livre « l'homme, l'architecture et le climat »

Le principe consiste à donner pour un certain bâtiment les conditions extérieures pour lesquelles la réponse de l'enveloppe et de la structure conduira à des ambiances intérieures comprises à l'intérieur d'une zone de confort préalablement définie. La réponse de bâtiment étant intrinsèque, ce sont les données météorologiques qui, utilisées en entrées du diagramme, permettent de dire si telle solution architecturale est correcte ou non par rapport au climat du lieu et quelles précautions devront être prises pour réintégrer éventuellement les conditions de confort. Cet outil est climatiquement universel surtout pour les problèmes de confort d'été. (Izard, 1978)

Les psychogrammes sont des sortes d'abaque réunissant température sèche, température humide, taux d'humidité et tension partielle de vapeur d'eau dans l'air, selon les vitesses de l'air.

Ci-dessous, un psychogramme permettant d'estimer la température effective si l'on connaît la température sèche et le degré d'hygrométrie. La vitesse du vent est estimée à "0". La zone dite "confortable" se situe dans le grisé.

9-2-2.Méthode de OLGYAY :

Présentation :

Les frères Olgyay ont été chronologiquement les premiers à approfondir la notion de confort thermique et essayer d'établir des relations avec les ambiances intérieures des bâtiments. En effet V.Olgyay a été le premier à proposer une procédure systématique pour l'adaptation de la conception des bâtiments aux exigences humaines et aux conditions climatiques (Givoni, 1978).

Le confort thermique ne peut être estimé à partir seul paramètre qu'est la température d'air, mais fait au contraire intervenir plusieurs facteurs tels que l'humidité et la vitesse de l'air. (Izard, 1978)

Cette méthode est basée sur un « diagramme bioclimatique » mettant en évidence la zone du confort humain en relation avec la température d'air ambiant et l'humidité, la température radiante moyenne, la vitesse du vent, le rayonnement solaire et la perte de chaleur évaporative (Givoni, 1978).

Sur le diagramme, la température sèche se trouve en ordonnée et l'humidité relative en abscisse. La zone de confort et au centre, avec les plages d'hiver et d'été indiquées séparément prenant en compte les adaptations saisonnières. (Givoni, Izard, 1978)

La limite intérieure de la zone est également la zone limite au dessus de laquelle il est nécessaire d'introduire l'occultation solaire. (Givoni, 1978).

Avec des températures supérieures au niveau du confort, le diagramme indique la vitesse d'air nécessaire pour rétablir le confort en relation avec l'humidité. Si les conditions dominantes sont la chaleur et la sécheresse, le diagramme indique le refroidissement par évaporation nécessaire au confort.

Le diagramme donne aussi la variation de la position de la zone de confort avec la température radiante moyenne. (Givoni, 1978).

L'utilisation du diagramme

Les analyses des données climatiques et l'évaluation des exigences humaines appropriées et des principes de conception pour les satisfaire s'effectuent selon la démarche suivante :

Compilation des données climatiques locales, comprenant les températures, le vent, les rayonnements et l'humidité ;

Constitution d'un catalogue des données climatiques a base annuelle, et mise au point d'une série de diagrammes montrant la répartition annuelle des éléments du climat ;

Report des données rassemblées sur la température ambiante et l'humidité sur le diagramme bioclimatique.

Etablissement des facteurs de conception, tels que les formes du bâtiment, l'orientation, la position, la taille et la protection des ouvertures et des baies vitrées pour compenser les inconvénients des conditions climatiques ambiantes. (Givoni, 1978).

9-2-3.- Méthode de GIVONI :

B. Givoni, en se basant sur des études antérieures concernant les indices de confort (l'indice de contrainte thermiques), a mis au point une méthode de détermination d'une zone de confort, pour évaluer les exigences physiologiques du confort, a partir desquelles les grandes lignes de la conception du bâtiment sont déterminées et permettent de garantir ce confort ; elle comprend aussi une estimation du climat intérieur attendu sous les conditions ambiantes données. L'analyse se déroule comme suit :

a- analyse du climat: l'analyse du climat est conduite sur une base diurne pour les périodes de contraintes thermiques les plus extrêmes. (Givoni, Izard, 1978)

b- détermination de la zone du confort : la détermination de la zone du confort conçue de la manière suivante : sur un diagramme psychrométrique courant (température sèche et tension partielle de vapeur sont portées respectivement en abscisse et en ordonnée) sont représentées les limites des ambiances confortables en deux parties : le confort proprement dit, entouré d'une zone de « conditions supportables », pour des sujets « acclimatés et engagés dans une activité sédentaire ou au repos » et avec une « tenue vestimentaire légère d'été » (Givoni, Izard, 1978).

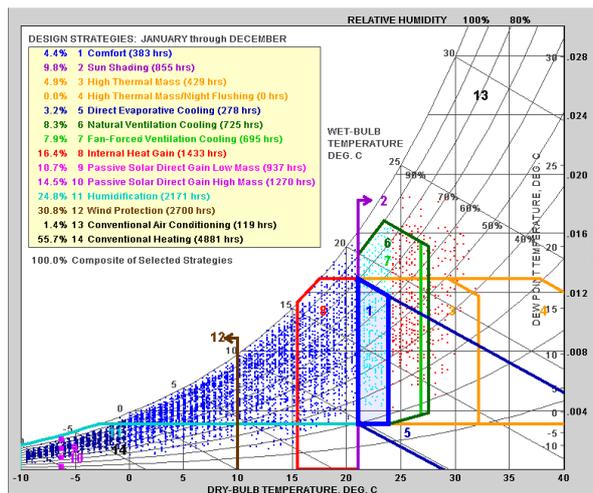


figure-12 : diagramme bioclimatique du bâtiment.
Source (Climat consultant 04, 2009)

les conditions de confort sont établies à partir de l'indice de la contrainte thermique, mis au point par l'auteur, qui donne le taux de sudation requis, en équivalent Kcal/h, en fonction du métabolisme et des diverses voies d'échanges thermiques entre le corps et l'environnement. Les valeurs limites de ces parts par sudation fixent les limites entre lesquelles doivent évoluer les variables qui président à ces échanges.

La formule générale est :

$$S = [(M-W) \pm C \pm R] (1/re)$$

S = taux de sudation requis, en équivalent Kcal/h

M = métabolisme, en Kcal/h

W = énergie métabolique transformée en travail mécanique, Kcal/h

C = échange de chaleur par convection, Kcal/h

R = échange de chaleur par rayonnement, Kcal/h

re = rendement évaporatoire de la sueur, sans dimension.

9-2-4. Méthode de SZOCHOLAY :

Selon Szocholay, l'analyse du confort thermique ne peut être acquies que par la détermination de six zones qui sont limitées par des sommets définis par des formules assez compliquées (voir annexe) passant par les procédures suivantes :

- Détermination de la zone de confort ;
- Détermination de la zone de masse thermique ;
- Détermination de la zone de masse thermique combinée à la masse nocturne ;
- Détermination de la zone de ventilation transversale ;

- Détermination de la zone de refroidissement par évaporation ;
- Détermination de la zone de refroidissement par évaporation indirecte.

9-2-5. Tables de MAHONEY :

Les tables de Mahoney représentent un autre outil pour déterminer les recommandations nécessaires à l'obtention du confort hygrothermique dans le bâtiment. Les facteurs d'ambiance qui agissent sur l'analyse du confort correspondent aussi aux principaux paramètres climatiques que sont :

- La température ;
- Les humidités relatives ;
- La pluviométrie.

Les limites du confort sont définies d'après la température annuelle moyenne et les humidités relatives dont les besoins se composent en six indicateurs :

Les résultats liés à cette méthode d'analyse sont présentés sous formes de tables avec recommandations, dont ils concernent :

au niveau urbain : La densité, espacement entre les bâtiments ;

Au niveau architectural (Les éléments de conception du bâtiment) : dimensions et positions des ouvertures et les propriétés thermiques des éléments de construction - murs, planchers et toitures-etc.

9-2-6. La méthode de NOVELL (l'analyse en %) :

Cette méthode permet de simplifier les procédures d'analyse, pour avoir des résultats rapides et une interprétation quantitative, elle est basée sur plusieurs méthodes d'analyse bioclimatique telles que les diagrammes de Givoni et de Olgyay.

Les besoins en confort thermique sont interprétés quantitativement d'une manière directe et précise, par l'introduction des facteurs d'ambiance suivants :

les température : moyenne, maximale et minimale ;

L'écart type.

Les résultats de l'analyse sont présentés sous formes d'un tableau avec une détermination des zones du confort, les besoins en chauffage, en refroidissement et en ombre.

Cette méthode sera être choisie parmi les méthodes à utiliser pour l'évaluation du confort thermique calculé en pourcentage, et le comparer avec celui perçu par les sujets concernés.

9-2-7. Les courbes de Wyon :

Wyon, D.P. donne une idée de la complexité de la notion de confort. Les critères donnés par Wyon viennent comme suit :

Notion de survie : Maintenir 37°C est le principal objectif du système thermorégulateur du corps humain. L'activité permet d'élever cette température, mais dans des conditions en dessous du confort. L'homme peut supporter un écart de 02 degrés Celcius pour de courtes périodes. Cette situation est perceptible sous une grande variété de climats.

Zone de confort : Neutralité thermique.

Zone de performance (optimale) : Alors qu'il est communément admis que les conditions thermiques affectent les niveaux de vigilance, fatigue, attention, ennui ou dépit, les mécanismes inhérents à cet état de fait ne sont pas encore très maîtrisés. Néanmoins, les recherches ont démontré que la zone dite de performance peut bien ne pas coïncider avec la zone de confort.

La santé : La santé et les conditions de confort sont très liées .Si pour une personne en bonne santé, la survie est possible même dans des conditions d'inconfort. Pour les personnes âgées ou malades la survie n'est pas possible.

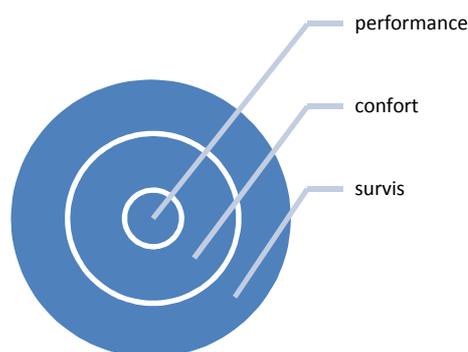


figure-13-a : les courbes de wyon.
Source (cours P.G 2002, mazouz)

La représentation des zones de performance du confort et de survie et comment une zone peut se superposer avec les autres zones selon les différences de perception humaine et de l'appréciation des conditions climatiques

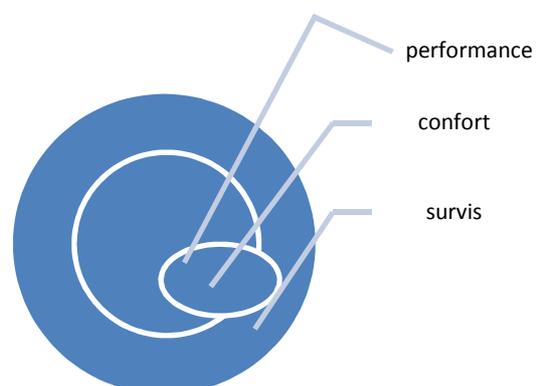


figure-13-b : les courbes de wyon.
Source (cours P.G 2002, mazouz)

9-2-8. Les Indices Thermiques :

Définitions :

Les indices thermiques sont le résultat de plusieurs études sur le confort thermique qui combinent entre plusieurs facteurs de l'environnement dans un seul paramètre (Evans,1980)

Dans son livre « l'homme, l'architecture et le climat » Givoni nous offre une définition claire et précise pour mieux comprendre les indices thermiques on les expliquant dans un ordre chronologique dont il a cité : « On a longtemps admis qu'il était impossible d'exprimer les réponses de l'organisme aux ambiances thermiques en fonction d'un seul facteur de l'environnement tel que la température, l'humidité, la vitesse de l'air, etc., car ceux-ci affectent le corps humain de manière simultanée, et l'influence de l'un dépend des niveaux des autres facteurs.

Les indices qui seront décrits dans la présente partie d'analyse sont :

La température effective (T.E) ;

La température résultante (T.R) ;

Le taux de sudation prévu après 04 heures d'exposition (T.S.P.4) ;

L'indice de contrainte calorifique (I.C.C) ;

L'indice de contrainte thermique (I.C.T).

D'autres indices thermiques récents sont pris en considération tels que :

L'indice d'inconfort thermohygrométrique (« Discomfort index » de T.Kawamura) ;

P.M.V P.P.D

10- LES NOUVEAUX OUTILS DE DIMENSIONNEMENT :

La « performance énergétique » du bâtiment pourra être estimée soit à partir des méthodes de calculs manuels, soit à partir de logiciels informatiques qui feront une « simulation » permettant d'avoir le niveau de confort (température) et la consommation du bâtiment. L'emploi de logiciels est beaucoup plus performant que les méthodes de calculs manuels (surtout lorsque l'on cherche à optimiser les résultats en essayant différentes combinaisons) mais cela demande l'intervention d'un thermicien compétent.

Le dimensionnement d'un projet climatique relève avant tout du bon sens et de l'expérience. Cependant la complexité des phénomènes et le nombre de paramètres en jeu rendent difficile l'appréciation correcte du fonctionnement thermique d'un bâtiment : seul le recours à des outils informatiques permet alors d'approcher correctement la "réponse thermique" du bâtiment, c'est à dire son niveau de confort, mais aussi ses besoins de chauffage et de rafraîchissement. On distingue trois grandes familles d'outils de calcul :

Les outils simplifiés (guides de dimensionnement, abaques ou méthodes de calcul sur tableur)

Assez simples, peu coûteux, ils ne permettent cependant de réaliser qu'un bilan annuel ou mensuel des échanges thermiques. Ces outils sont surtout utiles pour effectuer un diagnostic thermique, mais ils ne permettent pas de simuler correctement les évolutions de température, notamment dans des espaces fortement ensoleillés.

Les logiciels de simulation " lourds "

Ils permettent des simulations très détaillées sur de nombreuses zones du bâtiment étudié, comme par exemple l'analyse de la stratification des températures dans un plan du bâtiment. Issus le plus souvent de travaux de recherche, ces logiciels de modélisation (TRNSYS, TAS) sont puissants mais difficiles d'apprentissage et relativement onéreux. Ils sont utilisés surtout sur des bâtiments de grande taille, au fonctionnement complexe.

Les logiciels de simulation intermédiaires

Les techniques de réduction de modèles et de programmation orientée objets rendent la simulation en multi zone accessible aux professionnels, Architectes ou BET. Ces outils sont plus adaptés au travail de l'architecte ou du thermicien pour la conception et le dimensionnement de projets courants (de la maison individuelle jusqu'à quelques milliers de m²).

Au fil des ans, ces logiciels ont gagné en rapidité grâce à l'augmentation de puissance de la micro-informatique : ainsi ce type de logiciel permet d'effectuer très rapidement (deux ou trois minutes) sur un micro-ordinateur de bureau des calculs qui, il y a seulement quelques années, prenaient souvent près d'une heure. Avec eux, il est maintenant possible pour un concepteur d'étudier un projet par simulation dynamique sur les 8760 heures annuelles avec un investissement en temps réduit et sans suréquipement informatique.

Ce type de logiciel permet, par exemple, de répondre aux questions suivantes :

- Quelle sera la température dans une serre ? Peut-il y avoir des surchauffes en été ?
- Quelle est l'évolution des puissances de chauffage nécessaires pendant la période hivernale ?
- Faut-il accroître la ventilation pour ne plus être en situation d'inconfort ?
- Comment l'état de surface d'une paroi ensoleillée influence sur la température ambiante ?
- Comment optimiser la masse thermique d'un bâtiment ?

10-1. Les Logiciels D'aide A La Conception Climatique

Depuis l'engouement du début des années 80, d'importants progrès ont été faits dans l'approche climatique de l'architecture. Trois éléments-clefs sont notamment apparus :

- Assurer un meilleur confort thermique ne signifie pas dépenser plus d'énergie.
- La qualité de l'intégration des dispositifs techniques dans le cas des solutions actives est primordiale : des solutions intéressantes existent.
- De nouveaux outils de dimensionnement sont arrivés à maturité, permettant de mieux prendre en compte la complexité des phénomènes en jeu.

L'ensemble des logiciels du marché est fort vaste. Il est donc impossible de les citer de façon exhaustive. Voici néanmoins un aperçu des différentes possibilités offertes et des critères de choix pour un futur utilisateur.

10-1-1. Grille Synoptique

Nom	Contenu
OPTI - Maisons	Outil d'aide à la conception de maisons : aide l'architecte à intégrer la dimension énergétique dès l'avant-projet
OPTI - Bureaux	Outil d'aide à la conception de bâtiments de bureaux : aide l'architecte à intégrer la dimension énergétique dès l'avant-projet
Strategy II	Entraînement aux notions de performance énergétique
ArchiDisc	Base de données interactive de références architecturales énergétiquement performantes
P.E.M. 1.2	Outil d'aide à la conception : Guide interactif, base de données et outils de prédimensionnement pour aider à concevoir des systèmes de rafraîchissement passif dans les régions de climat méditerranéen
NESA	Description multimédia d'architecture solaire et énergétique en Allemagne

10-1-2. Critères de choix d'utilisation :

Les logiciels d'aide à la conception sont spécifiquement destinés aux architectes.

On peut les séparer en deux catégories :

Les outils axés sur des exemples et ceux basés sur le projet du concepteur.

a- les outils axés sur des exemples :

Les premiers se présentent sous la forme de bases de données d'exemples de réalisations intégrant sous différentes formes l'aspect énergétique. Ainsi, NESA reprend des exemples d'architecture solaire et basse énergie en Allemagne, et P.E.M. (Pascool Electronic Metahandbook) concerne le refroidissement passif en Europe du sud, tandis que ArchiDisc présente des réalisations reconnues représentatives de différents contextes climatiques et culturels.

Ces bases de données sont enrichies de différents éléments périphériques : outils de pré-dimensionnement ou de calcul, données climatiques, informations liées aux performances énergétiques de bâtiments, etc.

b- les outils basés sur le projet du concepteur :

Ils se basent sur le projet de l'utilisateur et ont pour but de mettre en évidence l'impact énergétique des choix conceptuels de l'utilisateur, par l'intermédiaire de données chiffrées représentatives de la qualité énergétique du bâtiment (consommations, niveau d'isolation, température de pointe, etc.). Ces programmes sont complétés par des explications didactiques. Exemples : OPTI-Maisons , OPTI-Bureaux , Strategy II

L'ensemble logiciel PLEIADES + COMFIE (De l'anglais comfy, confortable), développé depuis plusieurs années par Gefosat et le centre d'énergétique de l'Ecole des Mines de Paris, est l'un de ces logiciels intermédiaires tourne sur IBM compatible et macintosh. Il permet l'analyse globale d'un Projet d'architecture solaire : calcul des besoins de chauffage/climatisation et évaluation du confort d'été.. Disponible en version Macintosh ou Windows, ce logiciel de simulation a été utilisé dans diverses études, par exemple pour éviter la climatisation dans un Bâtiment tertiaire, évaluer les performances de maisons bioclimatiques ou de toitures solaires, et tester de nouvelles technologies comme l'isolation transparente. Comprend une interface-utilisateur très souple avec bibliothèque de données thermiques, module de description de pièces et parois, prise en compte de tous types de masques, gestion de scénarios horaires par zones, ventilations internes ou externes ... Il permet de calculer les échanges thermiques jusqu'à 10 zones thermiques différentes, d'analyser graphiquement les résultats et de générer automatiquement des rapports d'étude.

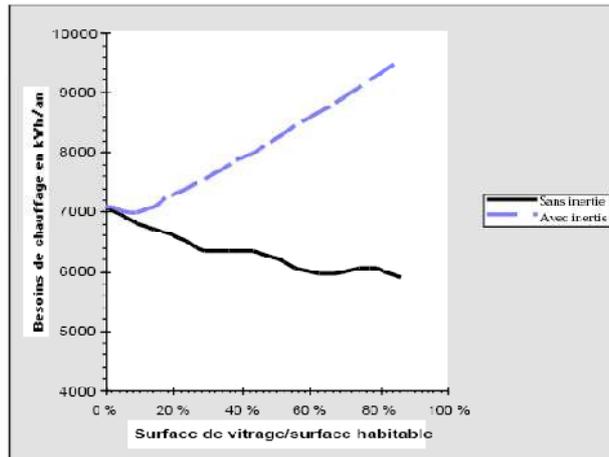


Figure -14 : Calculs GEFOSAT, logiciel PLEIADES + COMFIE. Conditions météorologiques de Montélimar.
 Source : Site Internet "Architecture et énergies renouvelables" réalisé par l'Agence Méditerranéenne de l'Environnement (AME) et l'Ordre des Architectes du Languedoc-Roussillon

10-1-3. La modélisation architecturale

Il s'agit de construire un bâtiment sur ordinateur, en utilisant des objets informatiques correspondant aux concepts habituels : matériaux, fenêtres, murs,....., En ce qui concerne la description géométrique, nous travaillons pour interfacier COMFIE au logiciel de CAO VOLUME (COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000).

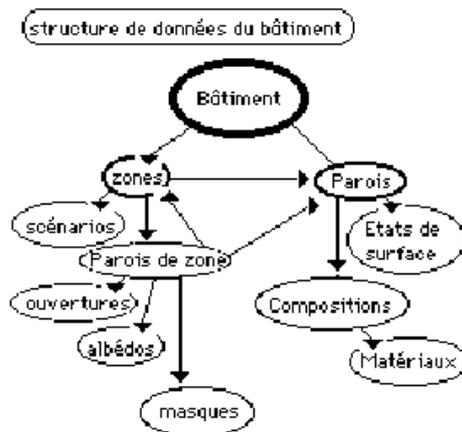


Figure -15 : exemple d'une présentation de la structure des données sur COMFIE
 Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

L'utilisateur conçoit un projet selon son style, en choisissant les matériaux, les vitrages, les revêtements de façade. Ces éléments sont placés dans des bibliothèques, qui constituent l'équivalent des fournisseurs de matériaux. L'utilisateur peut alors associer les différents éléments pour constituer des objets plus complexes: parois, zones, bâtiment entier. Le comportement des occupants, lié à l'utilisation du bâtiment (habitations, bureaux,...), est défini dans un scénario d'occupation, contenant les profils de températures de consigne, de ventilation et de gains internes pour chaque jour de la semaine (PEUPORTIER, 2000).

Chaque objet est relié aux autres par un pointeur: une zone thermique contient des pointeurs sur ses parois, chaque paroi contenant elle-même des pointeurs sur des vitrages, des masques, etc...La description d'un projet peut être plus ou moins complexe: une grande façade par exemple peut être découpée en plusieurs parois de zone pour évaluer plus précisément l'effet d'un masque (PEUPORTIER, 2000).

L'intérêt d'une telle structure est de faciliter la modification, l'addition, la suppression ou le remplacement d'un objet à n'importe quel niveau. Cette modification est structurée: si un matériau est modifié, cette modification se propage automatiquement dans toutes les compositions de parois concernées. Mais on peut aussi ne modifier que l'une des compositions, toutes les parois constituées par cette composition seront alors modifiées. Enfin, on peut ne modifier qu'une seule paroi en remplaçant sa composition par une autre. Grâce à cette grammaire, il est très facile de comparer des variantes de conception, et donc d'affiner une esquisse en prenant en compte l'analyse thermique (PEUPORTIER, 2000).

De l'évaluation à la conception

Les modèles numériques permettent d'évaluer la performance énergétique d'un bâtiment.

Le degré zéro de la conception consiste alors à évaluer toutes les variantes possibles d'un projet puis à choisir la meilleure (COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000).

Une "interface experte", premier prototype encore très sommaire, propose dans COMFIE quelques pistes pour l'analyse. Dans le module "déperditions thermiques", le coefficient de pertes est calculé pour chaque zone et pour le bâtiment entier.

The screenshot shows the COMFIE software interface. On the left, there is a tree view titled "Liste des scénarios" containing various thermal components like ventilation, shutters, and heating. Below this is a "Caractéristiques du programme" section with input fields for "Classe", "Nom", "Complément", and "Source". On the right, a table displays the energy loss coefficient for 25 different hours (0H to 24H) across seven days of the week (Lundi to Dimanche). All values in the table are 0.

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0 H	0	0	0	0	0	0	0
1 H	0	0	0	0	0	0	0
2 H	0	0	0	0	0	0	0
3 H	0	0	0	0	0	0	0
4 H	0	0	0	0	0	0	0
5 H	0	0	0	0	0	0	0
6 H	0	0	0	0	0	0	0
7 H	0	0	0	0	0	0	0
8 H	0	0	0	0	0	0	0
9 H	0	0	0	0	0	0	0
10 H	0	0	0	0	0	0	0
11 H	0	0	0	0	0	0	0
12 H	0	0	0	0	0	0	0
13 H	0	0	0	0	0	0	0
14 H	0	0	0	0	0	0	0
15 H	0	0	0	0	0	0	0
16 H	0	0	0	0	0	0	0
17 H	0	0	0	0	0	0	0
18 H	0	0	0	0	0	0	0
19 H	0	0	0	0	0	0	0
20 H	0	0	0	0	0	0	0
21 H	0	0	0	0	0	0	0
22 H	0	0	0	0	0	0	0
23 H	0	0	0	0	0	0	0
24 H	0	0	0	0	0	0	0

Figure -16 : interface principale du COMFIE
Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

L'utilisation de la matrice statique permet de prendre en compte le multizone, en particulier les espaces tampons. Les principales causes des déperditions sont données (paroi la moins isolée, vitrage le plus déperditif, taux de renouvellement d'air le plus élevé) et des modifications sont proposées, que l'utilisateur peut tester ou rejeter.

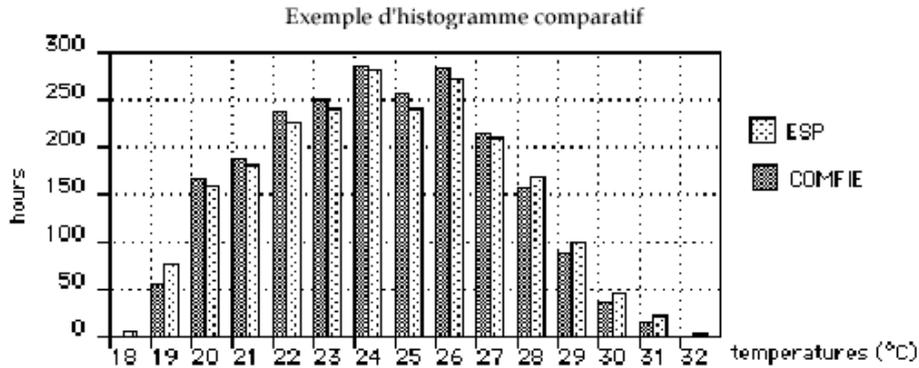


Figure -17 : exemple d'histogramme comparatif sur COMFIE

Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

Après le test, il est possible de revenir à la version précédente du projet si la modification n'est pas satisfaisante (COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000).

Le module "gains solaires" propose une étude de sensibilité sur la surface des vitrages au sud, et calcule la surface équivalente sud.

Le module "confort d'été" permet de tester un accroissement de l'inertie des parois sud, d'évaluer l'effet d'une ventilation nocturne, et le rôle de divers types de masques (casquette, végétation, store).

Le module "multizone" donne quelques indications sur l'agencement des différentes ambiances thermiques, afin de choisir leur exposition solaire en fonction de leur utilisation.

Le graphe de ventilation est également étudié pour minimiser les irréversibilités thermodynamiques.

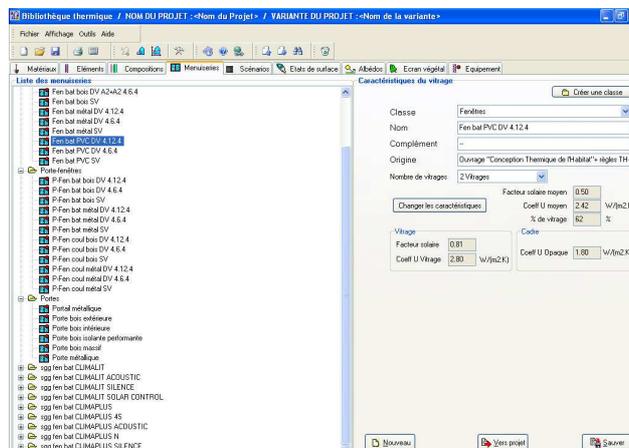


Figure -18 : 2ieme protocole de COMFIE

Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

Chaque module fait appel à des calculs de niveau de complexité approprié: simple analyse de la structure de données (module "multizone"), calcul de paramètres synthétiques (modules "déperditions" et "gains solaires"), simulation (module "confort d'été", calcul des besoins de chauffage) (COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000).

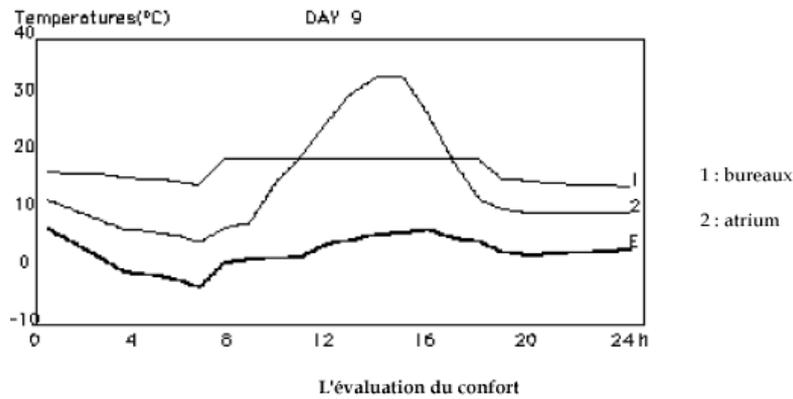


Figure -19.a : l'évaluation du confort sur COMFIE
Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

Validation des calculs

La méthode d'analyse modale a été initialement développée pour la mécanique avant d'avoir été appliquée à la thermique (Carter, Bacot, Salgon, Sommereux, 1989). Plusieurs études de validation ont eu lieu pour tester l'ensemble des hypothèses de la simulation simplifiée, et en particulier la réduction des modèles.

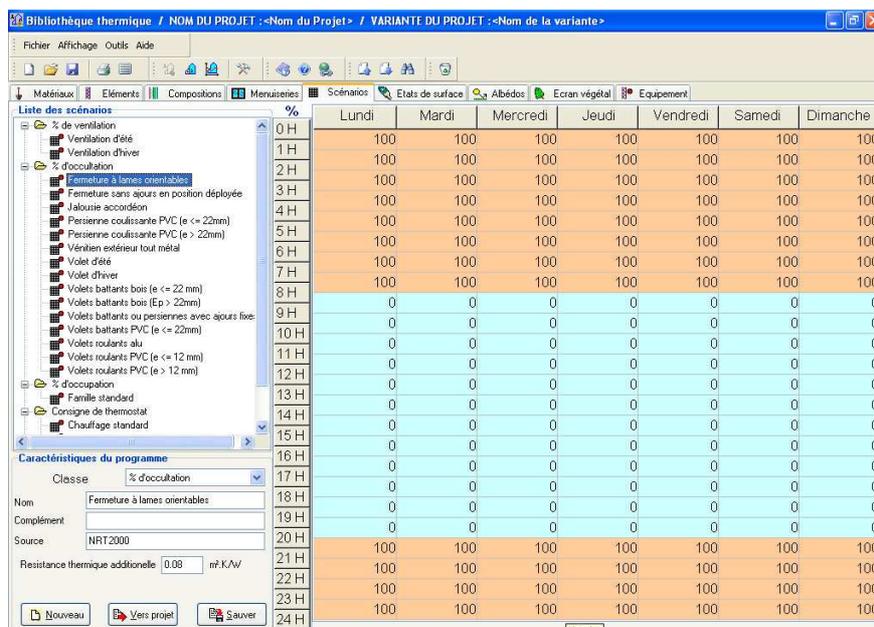


Figure -19.b : l'évaluation du confort sur COMFIE
Source : COMFIE, Manuel des Utilisateurs, 2000

Le logiciel européen de simulation détaillée ESP (Clarke, 1985) a constitué la principale référence, ainsi que plusieurs résultats expérimentaux :

- comparaison avec des mesures expérimentales sur cellule test PASSYS à l'Université de Stuttgart (Peuportier, 1989);
- comparaison avec ESP dans le cas d'une véranda, par Santi Vitale (ENEL, Italie);
- comparaison des consommations énergétiques annuelles par rapport à d'autres outils simplifiés (SUNCODE, APACHE) et étude de sensibilité sur la surface vitrée sud, effectuée par John Littler (Polytechnic of Central London, Grande Bretagne);
- validation dans le cas de l'isolation transparente par Bernd Polster (Université de Stuttgart, RFA) (Polster, 1991)

10-1-4. Critères de choix financiers

Coût d'investissement

Le prix de l'investissement peut se décomposer en :

- le prix du logiciel qui comprend parfois le manuel d'utilisation, une assistance téléphonique ou par internet, des mises à jours régulières du logiciel ou les versions à venir.
- l'investissement en outils informatiques (équipement ou environnement de travail) nécessité par l'acquisition du logiciel.
- la formation du ou des utilisateurs : qu'elle soit effectuée par l'intermédiaire de cours ou par des heures de travail en autodidacte, la formation a un certain coût et, plus le logiciel est compliqué, plus la formation sera longue et coûteuse.

Coût d'utilisation

Vient ensuite le coût d'utilisation : principalement le temps passé à préparer et introduire les données, et ensuite le temps nécessaire au logiciel pour réaliser une simulation (l'ordinateur est monopolisé pendant ce temps là).

Le temps nécessaire au logiciel pour réaliser une simulation est aussi important : moins il est long, plus nombreux seront les essais de possibilités différentes.

Archi-Disc :

Thème : Energie renouvelable, conception

Application : Base de données interactive de références architecturales énergétiquement performantes.

Public cible : Architectes et ingénieurs en formation, professionnels de la thermique du bâtiment.

L'objectif est de faire comprendre le rôle que peuvent avoir les paramètres morphologiques, constructifs et technologiques sur la performance énergétique du projet. L'enjeu à terme est de

permettre à l'architecte de choisir parmi le très large éventail des solutions possibles, celle qui conviendra à la meilleure réponse énergétique, compte tenu des autres exigences et contraintes imposées par le programme ou librement consenties.

Les réalisations présentées seront choisies parmi les références architecturales, reconnues par les architectes et appartenant à l'époque moderne ou contemporaine, représentatives des différents contextes climatiques et culturels européens ou mondiaux.

UCL :

Thème(s) : Conception, chauffage, climatisation

Application : Logiciel d'aide à la conception de maisons : aide l'architecte à intégrer la dimension énergétique dès l'avant-projet

Public cible : Architectes

Le vidéodisque est piloté par un logiciel constitué de plusieurs modules interactifs pédagogiques. Ces modules se rapportent aux paramètres morphologiques, constructifs, technologiques, et à la performance énergétique du bâtiment.

Dans chaque module, on trouvera les définitions, les messages pédagogiques, et les exercices sur les paramètres présentés et leur incidence sur la performance énergétique. Selon les messages pédagogiques retenus, deux modes de lecture du vidéodisque sont envisageables :

- lecture "horizontale" : chaque paramètre est une entrée et les références leur servent d'utilisation;
- lecture "verticale" : chaque référence est présentée dans sa globalité par rapport à sa performance thermique en explorant tous les paramètres.

OPTI-MAISON

Le logiciel a pour but d'aider l'architecte à concevoir son bâtiment en tenant compte de l'impact de ses choix sur la consommation énergétique ainsi que sur le confort estival et lumineux.

Le programme doit donc être utilisé dès le début de la conception, dès que l'architecte connaît le terrain sur lequel sera construite la maison ainsi que la superficie de celle-ci. **Données et**

renseignements généraux :

- Données météorologiques
- Dimensions, forme et orientation du bâtiment
- Type de vitrage
- Course du soleil

Résultats

- Estimation de la consommation accompagnée d'une première évaluation du niveau d'isolation de la maison (niveau K)
- Évaluation des surchauffes
- Étude de l'impact de différents paramètres tels que l'épaisseur de l'isolation, l'étanchéité de la maison, etc.
- Conseils pour améliorer l'éclairage naturel.

Une aide pratique est associée à chaque écran. L'utilisateur peut faire appel à une aide théorique très

OPTI - BUREAUX

Thème : Conception, chauffage, climatisation

Application : Logiciel d'aide à la conception de bâtiments de bureaux : aide l'architecte à intégrer la dimension énergétique dès l'avant-projet

Public cible : Architectes

Le logiciel a pour but d'aider l'architecte à concevoir son bâtiment en tenant compte de l'impact de ses choix sur la consommation énergétique ainsi que sur le confort estival et lumineux.

Le programme doit donc être utilisé dès le début de la conception, dès que l'architecte connaît le terrain sur lequel sera construite le bâtiment ainsi que la superficie et les fonctions à répartir dans celui-ci.

Données et renseignements généraux :

- Données météorologiques
- Dimensions, forme et orientation du bâtiment
- Utilisation du bâtiment : fonctions, équipements, ventilation
- Type, surfaces et orientation des vitrages
- Ombrages et écrans solaires

Résultats :

- Estimation de la consommation du bâtiment
- Évaluation des surchauffes
- Étude de l'impact de différents paramètres tels que les apports internes, le type et la surface de vitrage, l'inertie, les écrans solaires internes ou externes, les auvents extérieurs.
- Conseils pour améliorer l'éclairage naturel.

Une aide pratique est associée à chaque écran. L'utilisateur peut faire appel à une aide théorique très didactique.

STRATEGY II

Thème : Energie renouvelable, conception

Application : Entraînement aux notions de performances énergétiques

Public cible : Architectes et ingénieurs en formation, professionnels de la thermique du

Strategy II permet à son utilisateur d'éditer tous les paramètres d'un modèle architectural et de son site environnant. Il rend compte des évolutions des performances énergétiques conséquentes aux manipulations de la maquette virtuelle. Il se base sur un modèle architectural virtuel au stade de l'avant-projet, considéré comme unizone thermique en état stationnaire.

Les 80 paramètres se répartissent en 5 domaines qui sont : la forme, la géométrie et la technologie des parois, le mode d'utilisation du bâtiment par les habitants et le site environnant.

Un domaine peut être complété avec l'aide de catalogues, comme les données météorologiques, ou d'outils parallèles, comme l'évaluateur de conduction. Les actions de l'utilisateur sont contrôlées par un module de cohérence et documentées par un glossaire interconnecté.

Écrans de travail :

- Tableau des performances (entre autres, énergie de chauffage nécessaire, coefficient de déperdition, facteur de récupération solaire)
- Description de la forme architecturale
- Définition des parois
- Description du site environnant
- Mode de vie des habitants

Aides à l'utilisateur : panneau d'information (fournissant, à la demande, la définition de tout ce qui est sur écran); évaluateur de conduction; itérateur (dessine le graphe de la fonction choisie en fonction de n'importe quel paramètre).

P.E.M. 1.2 (Pascool Electronic Metahandbook

Spécialité : Conception, climatisation, ventilation, énergie renouvelable

Application : Outil d'aide à la conception : Guide interactif, base de données et outils de pré-redimensionnement pour aider à concevoir des systèmes de rafraîchissement passif dans les régions de climat méditerranéen

Architectes et ingénieurs impliqués dans la conception de bâtiments.

Développements futurs :

Bâtiments supplémentaires dans la base de données, outil simple de prédiction du confort thermique.

NESA (NiedrigEnergie- und SolartArchitektur) :

Spécialité : Énergie renouvelable, chauffage, climatisation

Le programme comprend :

une présentation d'exemples détaillés (photos, schémas, plans, élévations, détails) d'architecture solaire et basse énergie : utilisation passive de l'énergie solaire, systèmes de chauffage solaire, récupération de chaleur et équipements photovoltaïques pour l'électricité.

des outils de calcul :

Le programme NESA calcule, pour le bâtiment décrit, notamment, les coefficients de transfert de chaleur, la demande de chaleur selon la German Wärmeschutzverordnung, la consommation de fuel à prévoir (avec analyse énergétique mensuelle) et l'ombrage.

des cartes géographiques :

Carte climatiques figurant la répartition des températures et des ensoleillements en Allemagne, ainsi que les sites des bâtiments donnés en exemple.

Une encyclopédie :

Elle contient des mots clés reliés à l'architecture solaire, aux bâtiments basse énergie, à la demande de chaleur et aux équipements techniques des bâtiments. Elle inclut définitions, équations, dessins, descriptions et références.

11- ANALYSE DE QUELQUES LOGICIELLES D'AIDE A LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE :

Dans cette partie 05 logiciels d'aide à la conception bioclimatique vont être expliqués tant en leurs apparences que leurs utilisations et résultats :

11-1. Classification Des Logiciels D'aide A La Conception Bioclimatique :

- 1- Logiciels interpolant les données climatiques :** Ces outils informatiques permettent d'extraire des données climatiques très détaillées et exhaustives à partir de certains données ponctuelles soit dans les périodes de l'année soit dans de régions différentes c à d qu'ils permettent d'interpoler et d'estimer ces valeur dans l'espace géographique considéré et dans la période souhaitée seulement par l'utilisation de simple données existantes. *Exemple* : « CLIMATE CONSULTAT 4.0 ».
- 2- Logiciels de simulation de la performance énergétique dans les bâtiments.** Ce type de logiciels évaluent le degré de passivité des bâtiments afin de garder des conditions de confort optimales à l'intérieur de l'enveloppe architectural. Ainsi que l'évaluation la consommation de l'énergie dans le bâtiment en fonction de certains choix des

systèmes actifs de climatisation comme le chauffage, les humidificateurs ou les climatiseurs. *Exemple* : « HEED »

3- logiciel d'évaluation des éléments du confort dans les espaces architecturaux.

évaluation de la température intérieure ou l'humidité la vitesse du courant d'air ; résultants d'un certain agencement des espaces architecturaux, choix de l'affectation fonctionnelle des espaces ou certain choix de dispositifs ou systèmes constructifs.

Exemple : DISIGN BUILDER , PLIEADE & COMFIE .

4- logiciel d'évaluation du comportement mécanique et physiques des éléments constructifs du système bâti :

ils calculent la conductibilité, le retard thermique la réflexion ...etc. comme un mur simple, mur double, composé, coupole, voute, fontaine, moucharabieh, raousnah, brise soleil, capteur de vents, humidificateur.

Exemple : le logiciel : **OPAQUE**.

5- logiciel d'évaluation du comportement des formes, des volumes et éléments constructifs du point de vue géométrique et orientation à l'égard du soleil :

comme la surface ombragée correspondante et l'orientation de l'ombre résultant soit à l'égard du vent comme les pressions d'air résultantes et les tourbillons à l'introduction de ces formes ou volumes dans les condition des vents dominants et courants d'air (Aérodynamique). *Exemple* : « **SOLAR 2** »

11-1-1. CLIMAT CONSULTANT 3.0 et 4.0:

Facile à utiliser, fondé sur le graphique de programme d'ordinateur qui affiche des données climatiques dans des dizaines de façons utiles aux architectes, constructeurs, entrepreneurs et propriétaires, y compris les températures, humidité, vitesse du vent, ciel couvert, et le rayonnement solaire dans les deux 2D et 3D graphiques pour chaque heure de l'année dans les deux unités métriques ou impériales. Consultant climatique 3.0 aussi cadrans parcelles soleil et l'orientation solaire cartes superposées aux heures où le chauffage solaire est nécessaire ou lorsque l'ombrage est nécessaire. L'analyse graphique psychométrique montre les stratégies de conception la plus appropriée passif dans chaque climat, tandis que la nouvelle roue intègre vent vitesse du vent et de direction de données simultanés, avec des températures et humidités et peuvent être animées horaire, journalière ou mensuelle. Parce que les codes de l'énergie exigent des types un peu différents des bâtiments dans chaque zone climatique, il est important pour les gens qui sont la conception, la construction ou l'entretien de ces bâtiments de comprendre les caractéristiques uniques de son climat et son incidence sur la consommation énergétique de leur immeuble. Consultant climatique 3.0 lit les données

climatiques dans le format EPW que le Département de l'Energie met à disposition à titre gratuit (en fait il ya plus de 1300 stations du monde entier disponible dans ce format).

11-1-2. DEROB-LTH :

La conception d'outils utilisés pour étudier le comportement dynamique complexe de bâtiments pour différents motifs. Le comportement est exprimé en termes de températures, le chauffage et les charges de refroidissement et les indices de confort différents. La forme du bâtiment peut être modélisée d'une manière flexible. Le modèle d'évaluation de l'insolation sur les bâtiments est détaillé et comprend l'influence des différents types de dispositifs d'ombrage. Le modèle de fenêtre a été amélioré et calcule les propriétés d'un paquet de fenêtre d'une façon précise. La simulation utilise un pas de temps d'une heure et calcule les valeurs en réponse à des valeurs horaires pour les données climatiques, des charges internes et des courants d'air.

- Compétences requises : Une connaissance globale de l'influence des différents paramètres sur le comportement thermique d'un bâtiment.
- Entrée : Géométrie du bâtiment, les propriétés thermiques, les charges internes et les horaires, matériel de chauffage et de refroidissement et les horaires, les flux d'air et les heures. Les propriétés des éléments de construction sont pris en charge par une bibliothèque.
- Points forts : La forme du bâtiment peut être modélisée d'une manière flexible. 'Solar insolation' est calculé en détail. L'influence de l'ombrage sur les dispositifs d'insolation sur le renforcement des surfaces est calculée selon un modèle d'ombrage détaillé.

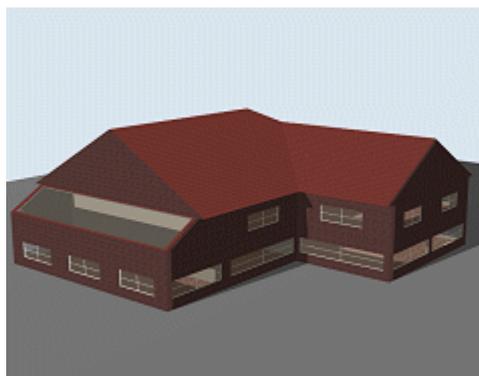
11-1-3. DESIGN-BUILDER :

Design-Builder allie rapidité de modélisation d'un bâtiment à l'état de l'art de la simulation thermique dynamique.

Design-Builder est une interface graphique offrant de **nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants** :

- Calcul des déperditions/gains thermiques de l'enveloppe en hiver/été
- Dimensionnement du chauffage
- Dimensionnement du rafraîchissement par ventilation naturelle et/ou climatisation
- Simulation dynamique restituant des données de confort, de bilan thermique, ventilation, etc.
- Construction en 3D réaliste avec vue des ombres portées

- Modeleur du bâtiment incluant des assistants de création de fenêtre, composition de la construction, détection automatique du type de paroi qui vous évite de nombreuses saisies ou dessin
- Gestion de l'occupation, de la ventilation mécanique, des ouvertures de fenêtre, de l'occultation des baies, des apports internes ... par planning paramétrable selon le type de jour, les mois, les heures (ou infra horaire)
- Economie d'énergie : free-cooling, récupérateur d'énergie sur air extrait, ventilation nocturne, gradation de l'éclairage selon la luminosité, régulation des températures d'air soufflé selon la demande, volume d'air variable ... déjà disponible en quelques clics.
- Plusieurs centaines de matériaux et exemples sont livrés en français avec le Pack Français
- Module CFD disponible pour le même dessin de bâtiment et incluant une passerelle d'initialisation des conditions aux limites directe depuis la simulation dynamique
- Importation de bâtiments dessinés en 3D sous un outil CAD compatible gbXML



Naturellement, nous pouvons aussi acheter un ensemble d'outils permettant d'obtenir l'ensemble de ces fonctions mais *le temps de resaisie et la somme des coûts sont-ils comparables à une interface unique et au prix de Design-Builder ?*

Une ergonomie efficace

À l'aide d'une interface 3D autorisant la manipulation, duplication, extrusion, coupe des volumes du bâtiment à la souris. L'organisation hiérarchique Bâtiment – Bloc, Zone, Surface autorise la configuration des données (construction, fenêtres, chauffage, etc.) au niveau général ou détaillé selon le principe d'héritage.

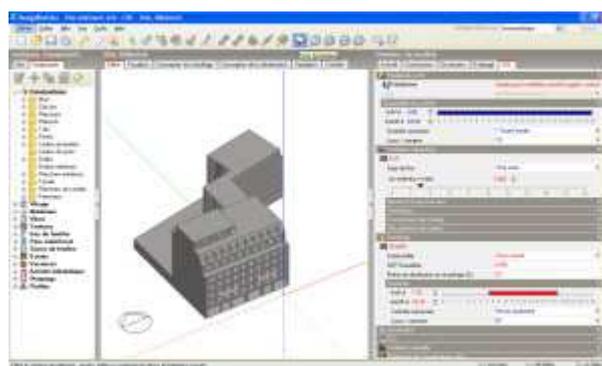


Figure -20 : l'ergonomie de l'interface *design-builder*
Source : *design-builder*, 2009

Un rendu 3D réaliste et visitable

Le bâtiment est immédiatement visualisable, à n'importe quel stade du projet. Il est possible de visiter le bâtiment à l'intérieur comme depuis l'extérieur, voir les ombres solaires à n'importe qu'elle date et heure (les vitrages sont transparents).

Une simulation basée sur le moteur EnergyPlus

Plus de 4400 sites météo sont disponibles dans le monde (110 en France). Calculs à pas horaire ou moindre, système CVC, occupation, apports thermiques pilotés par planning, modélisation des flux d'air par ouvertures externes et internes, définition des consignes de confort thermiques.

11-1-4. ECO-DESIGNER

Phase précoce de conception :

L'idée principale dans la conception durable est que 80%, des décisions de conception qui influencent la consommation de l'énergie d'un bâtiment sont faites par l'architecte dans les phases précoces de conception; les 20% restants sont faits par des ingénieurs pendant les phases postérieures de la conception. Par conséquent il est très important que les architectes puissent utiliser une évaluation des performances énergétiques rapide et fiable à la première partie du processus de conception du projet.

L'utilisation de **Graphisoft Eco-Designer** par les architectes peut aider facilement à analyser, précocement, leur conception pour une meilleure efficacité énergétique.

la rétroaction de l'application sur des valeurs très minimales de l'énergie consommée dans le bâtiment signifie que l'architecte peut prendre de meilleures décisions sur la façon dont se conformer aux règlements et satisfaire les intérêts du client et de l'opérateur du bâtiment. Finalement, avec l'efficacité énergétique c'est toute une victoire! Elle devient un facteur principal. ArchiCAD avec **Graphisoft Eco-Designer** permettent à l'architecte d'améliorer fortement le projet en amont du processus de conception et d'une façon plus commode.

Des décisions chevronnées et à la mode de l'état de l'art.

"L'architecture durable" consiste à concevoir et construire des bâtiments qui ont peu d'incidences sur l'environnement. Ce qui est nocif est réduit au minimum. Un des aspects les plus importants de la conception durable est l'efficacité énergétique

- une tentative de réduire la quantité d'énergie qu'un bâtiment consomme au-dessus de sa vie.

Graphisoft EcoDesigner permet à des architectes d'évaluer rapidement et efficacement des solutions de substitution de conception basées sur la consommation d'énergie, l'empreinte de pas de carbone et le bilan énergétique mensuel. C'est une récompense gagnante car il a été employé pour concevoir des bâtiments de gouvernement.

Il permet d'analyser le rapport entre les volumes du bâtiment. L'orientation des surfaces vitrées, ainsi que pour les propriétés des d'ombrage pour les facettes externes. Tous ces facteurs influencent considérablement la consommation future d'énergie et déterminent

également une vision globale pour la conception. Choissant la bonne alternative de conception, cela fournit une meilleure performance énergétique.



Figure -21 : aperçu sur l'étape matérialisation *design-builder*
Source : *design-builder*, 2009

Une évaluation commode

Les architectes peuvent évaluer la performance énergétique avec. Graphisoft EcoDesigner. Les architectes peuvent l'employer tout de suite et le bâtiment virtuel 'ArchiCAD devient un modèle bien plus intelligent dès la première conception de l'avant-projet. " en tant qu'architectes conscients de la question sur l'environnement, les capacités d'analyse rapide et efficace de l'énergie sur les modèles de bâtiment devient salutaire. La conception verte a été embrassée par beaucoup de cabinets d'architectes dans le monde entier.

Ils apprécient la valeur et le sens de l'économie à partir la conception verte et les architectes qui prennent activement des décisions « vertes » sauveront leurs clients maintenant et à l'avenir EcoDesigner couplé à ArchiCAD's placent le modèle virtuel au cœur de l'analyse énergétique



Figure -22 : aperçu sur les rendus *design-builder*
Source : *design-builder*, 2009

Déroulement des opérations D'EcoDesigner.

Cette application bénéficie d'une structure automatisée d'assistance sur la marge de la conception par un modèle d'analyse en groupes. Ainsi le calcul d'énergie des structures choisies est représenté avec des couleurs sur les plans d'étage et également en 3d pour plus de facilité d'identification. La palette modèle aide les concepteurs à changer, d'une manière facile et à utiliser, les résultats par « fin-fine-tuning ».

Entrée des données de calcul :

endroit et fonction de : en utilisant les coordonnées géographiques fournies, EcoDesigner obtient des données appropriées de temps (température de l'air, humidité relative, vitesse de vent et radianse solaire) d'une base de données en ligne de temps ou de la base de données intégrée si le raccordement d'Internet est orientation indisponible de projet de , la protection de vent, et la réflexion solaire peuvent être type défini de bâtiment de comme: lourd, moyen, le poids léger peut également être des gains internes réglés de la chaleur de . et des températures internes priées: le jour prédéfini par des profils thermiques de jour sont attachés à chaque activité sélectionnable (bureaux, bâtiments résidentiels, hôpitaux, écoles, diverses industries etc.). le ombrageant des propriétés du bâtiment (fonte d'ombre par d'autres objets et parties externes du bâtiment lui-même) peut être structure et ouvertures définies de : La calculatrice d'U-valeur calcule la valeur moyenne de coefficient de transmission de la chaleur basée sur un algorithme simplifié.

L' l'évaluation finale d'énergie effectuée par Eco-Designer : Emploie un algorithme dynamique plus précis de calcul qui évalue la transmission de la chaleur des structures d'enveloppe de bâtiment à chaque heure dans tout un . d'an où les propriétés thermiques des ouvertures externes peuvent être attachées du établies dans des Catalogues d'ouverture ou peuvent être entrées manuellement où les propriétés spécifiques de produit sont disponibles.

Empreinte de pas de carbone : L'index d'empreinte de pas de carbone fournit des informations sur les émissions d'anhydride carbonique résultant du travail de la construction en année. Le secteur de la forêt tropicale qui absorbe cette quantité d'anhydride carbonique est également inclus pour la comparaison.

Bilan énergétique mensuel : Ce diagramme à barres est un affichage graphique de la quantité d'énergie que le bâtiment émet (partie supérieure de diagramme), aussi bien que l'énergie assurée du bâtiment: la quantité d'énergie qu'elle absorbe de l'environnement et de ses propres sources de chaleur internes (partie inférieure de diagramme), par mois.

11-1-5. HEED : L'objectif de *HEED* est l'assistance pour concevoir plus de maison efficace et plus confortable d'énergie, s'il implique quelques changements transformants simples ou un nouveau bâtiment entier. Vous devriez pouvoir faire votre maison avoir les coûts 30% énergétiques inférieurs qu'une maison que les rassemblements justes les conditions minimum de l'énergie de la Californie. une maison non seulement coûtera moins à la chaleur et/ou se refroidira mais ce sera une maison serrée et bien-isolée qui est également beaucoup plus confortable parce qu'il réduit au minimum des ébauches et des différences de la température. Pour des conseils de conception pour votre zone de climat voyez l'écran d'efficacité énergétique.

12- LA DECOMPOSITION DE L'INTERVENANT – BIOCLIMATIQUE - :

La composante bioclimatique comporte plusieurs intervenants :

- 1- *Des données climatiques et environnementales* (constitution naturelle de l'environnement immédiat : montagnes, mer, rivière, désert, boiserie, oasis...etc.), ainsi que la topographie et la forme du terrain :
- 2- *Les micros-climats* : Certaines caractéristiques bioclimatiques résultant du microclimat et de certains matériaux utilisés et couleur.
- 3- *des outils d'analyse et de recommandations bioclimatiques* : les abaques de givoni les tableaux de mahoney etc...
- 4- *Des (systèmes experts) de simulation* : les Système experts, sont des applications informatiques capables de prendre des décisions ou de résoudre des problèmes dans un domaine de compétences bien délimité.

« Un système expert est un programme faisant appel à l'intelligence artificielle et appliqué à un domaine spécifique. Pour concevoir un tel système, on formalise les connaissances d'un expert dans ce domaine, puis on les intègre à un programme qui pourra ainsi réaliser les mêmes déductions. dans le cas de la simulation bioclimatique ils évaluent les différents composants et facteurs du climat intérieure des bâtiments : température, humidité, courant d'aire, ensoleillement, éclairage...etc. , pour en fin donner des recommandations qui peuvent améliorer la performance énergétique. »
- 5- *Des indices thermiques* : par exemple : le PPV et le PPD décrites auparavant
- 6- Des caractéristiques bioclimatique résultant de certaines topologies entre les espaces en tant que fonctionnement et en tant que volumétrie et forme matériaux texture et couleurs. - Des caractéristiques bioclimatiques envers les éléments du climat de certains archétypes, exemple coupole voute mouchrabieh, rouznah, capteur des vents.....etc

- 7- Des astuces, dispositifs et solutions et techniques : de la typologie locale du vernaculaire des nouvelles techniques dans quels stades de conception ils devront être décidées et intégrées dans la volumétrie du projet.
- 8- Le gestionnaire des alternatives selon les niveaux d'optimisation comme proposés par « BEN ACHIR MEJDOUB » : ce type de gestionnaire doit être imité pour la composante bioclimatique pour une meilleure intégration dans le processus global.

La composante bioclimatique n'est pas « ISOLEE » des autres composantes définissant le contexte et l'environnement le fonctionnement du projet et la volumétrie. Chaque décision prise dans les autres intervenants influence sur la composante bioclimatique.

La conjugaison de chaque donnée dans son système : avec l'intervention des niveaux d'optimisation du projet.

12-1. l'enveloppe architecturale entre les éléments du climat et les différentes solutions

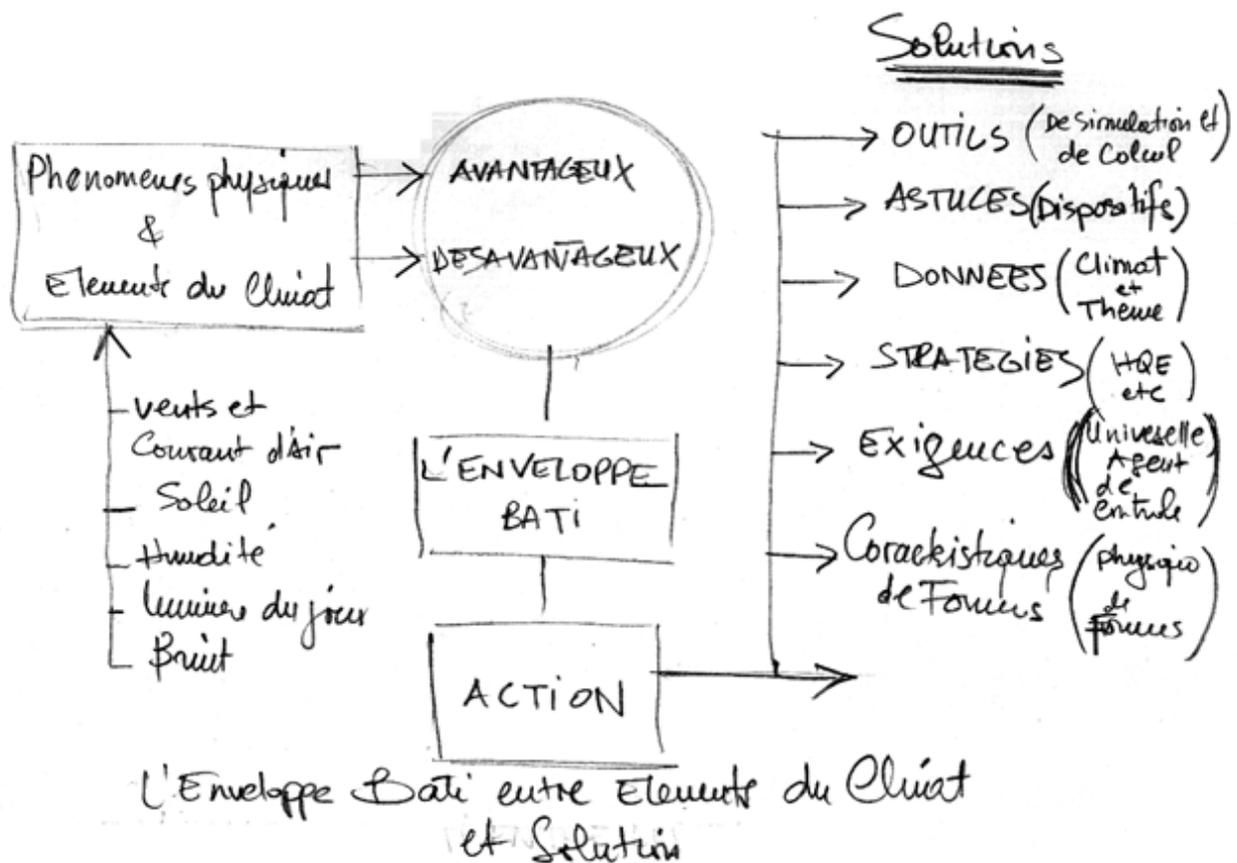


Figure -23 : Schéma représentant l'enveloppe architecturale entre les éléments du climat et les différentes solutions offertes par l'enveloppe en vue de fournir les meilleures conditions bioclimatiques à l'intérieur du bâti
Source : Auteur

12-2. entre le projet architectural comme produit et la méthode de conception comme procédure (outils et variables):

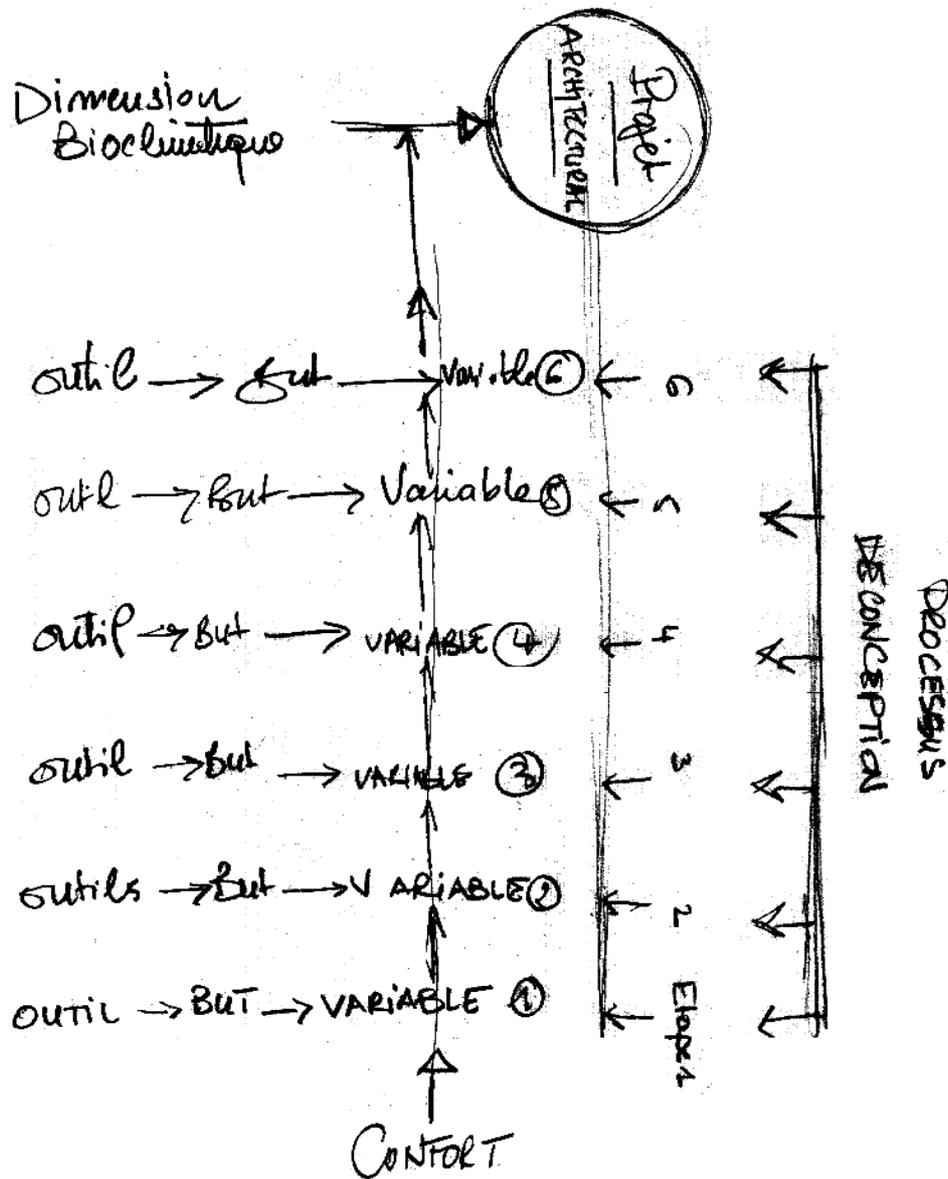


Figure -24 : Schéma représentant les variables de la dimension bioclimatique dans le projet (produit) et les outils qui traitent ces variables pendant le processus de conception (La méthode) déployée sur l'ensemble du processus.

Source : Auteur

12-3. le déploiement des intervenants de la dimension bioclimatique

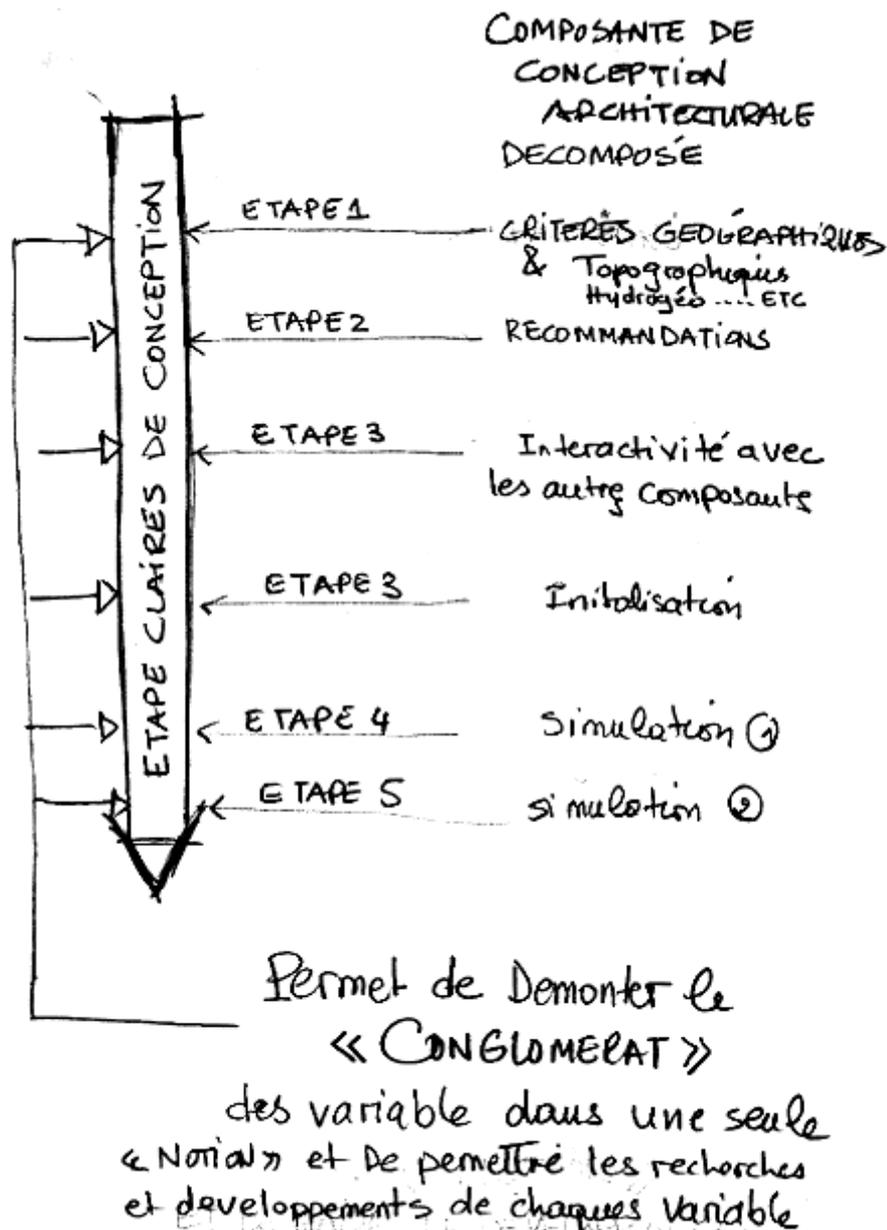


Figure -25 : Schéma représentant le démontage du **conglomérat dimension bioclimatique** et le **déploiement des ses intervenants** sur l'ensemble Du processus de conception architecturale) *Source : Auteur*

12-4. comparaison entre un système expert proposé et un système expert habituel :

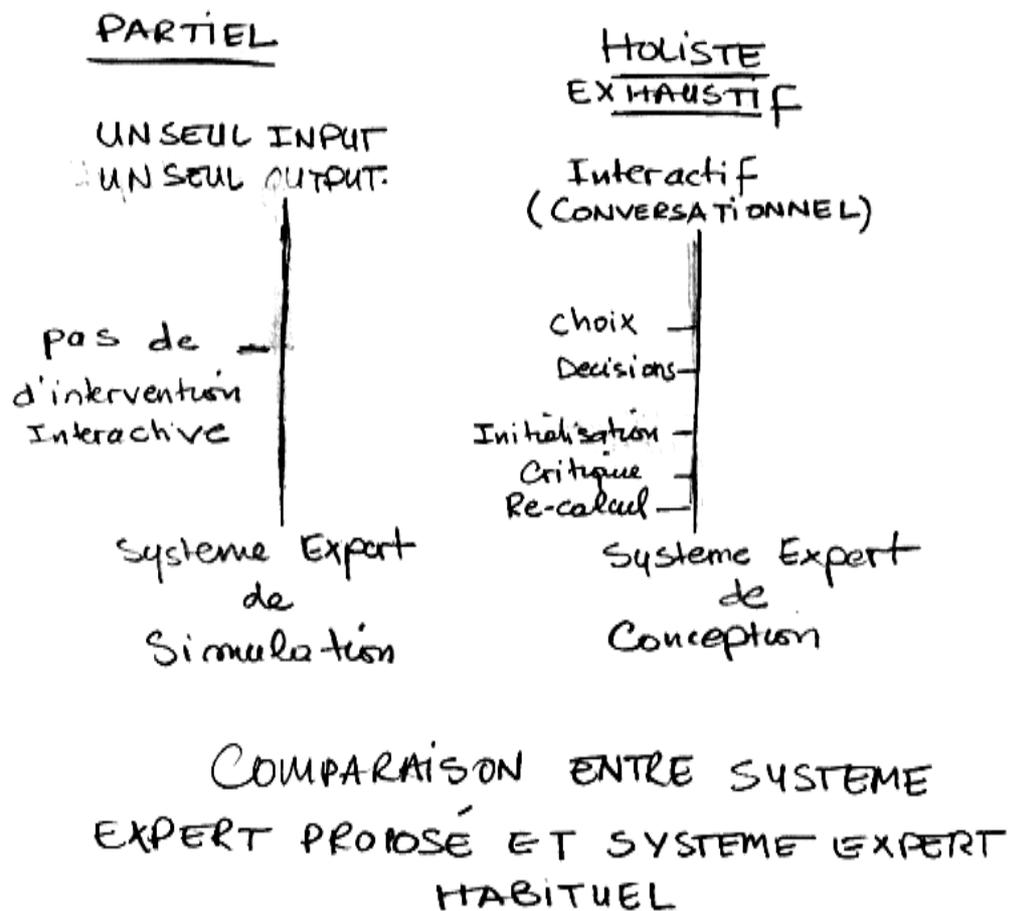


Figure -26 : Schéma représentant comparaison entre un système expert proposé et un système expert habituel

Source : Auteur

- LE Systeme Expert Ordinaire : Un Systeme Ephemere de Simulation Partiel en dernier etape.
- LE Systeme Expert Envisagé : ROLE (Agent) Exhaustif, Interactif (Participation au Futur et mesure)

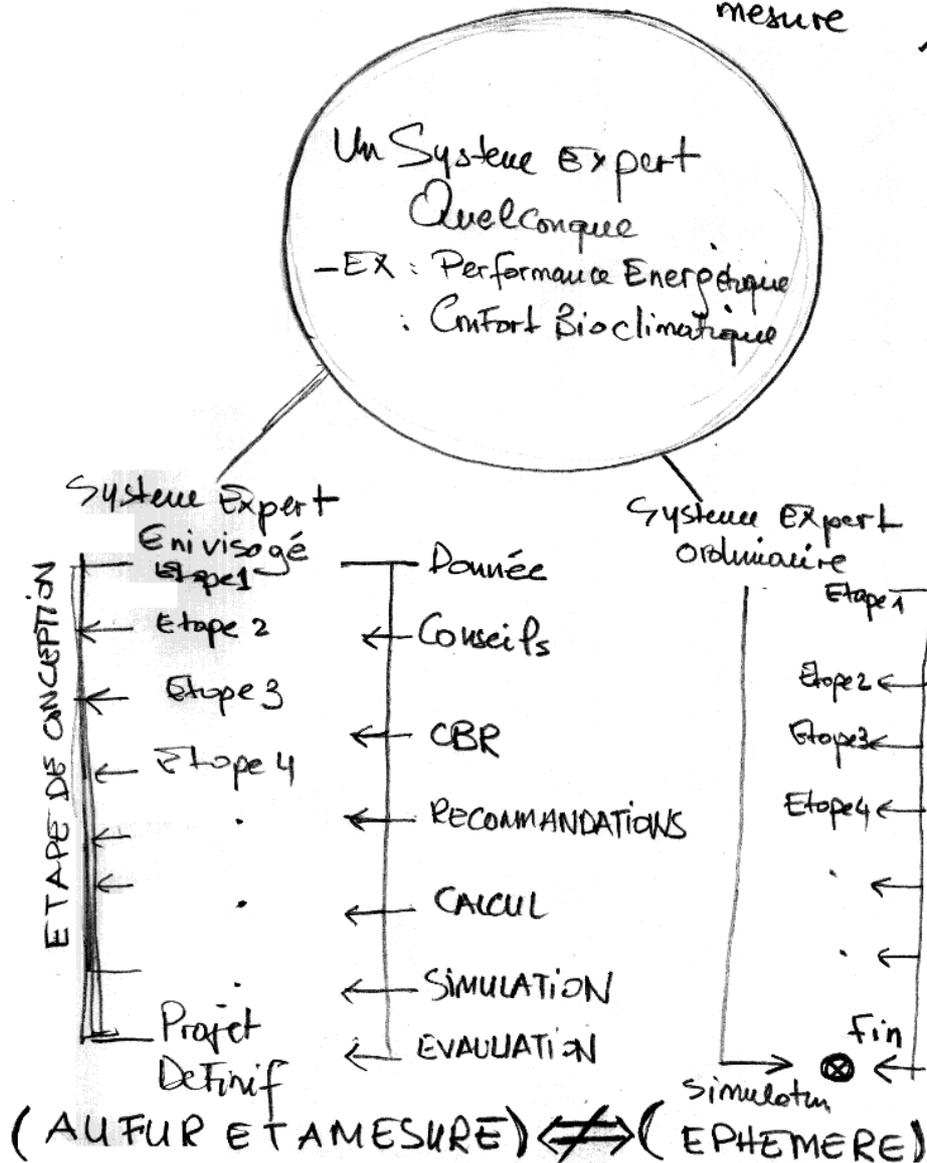


Figure -27 : Schéma représentant les différences entre un système expert ordinaire ou n'importe quels outils d'analyse bioclimatique (éphémère, momentané et partiel) et le model d'un système expert proposé (exhaustif, intégral, interactif, collaboratif déployé sur l'ensemble du processus de conception architecturale)

Source : Auteur

12-5. l'interactivité d'un système expert proposé avec les autres intervenants :

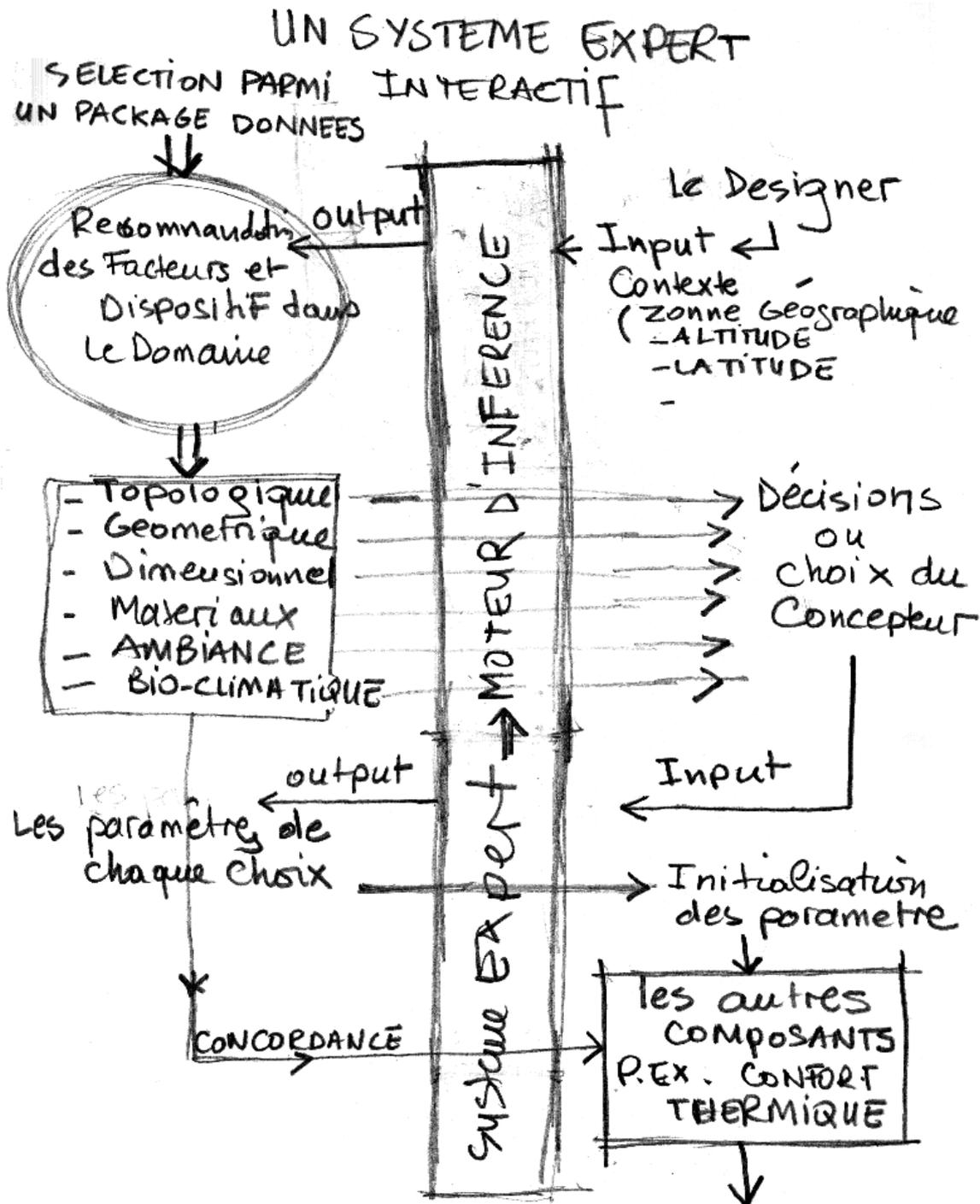
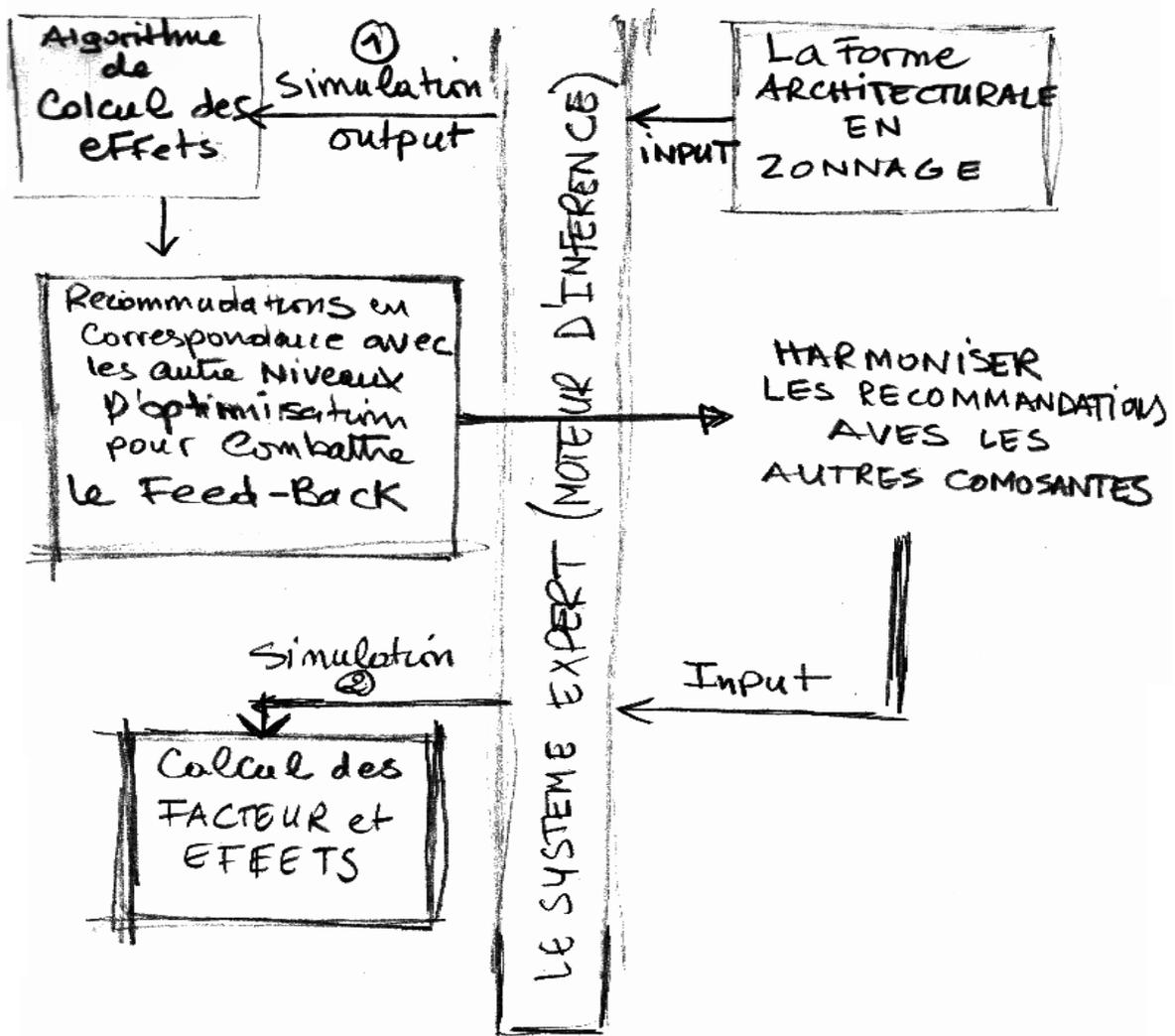


Figure -28-a : Schéma représentant l'interactivité d'un système expert proposé.

Source : Auteur



LE MECANISME D'INTERACTIVITE
DU SYSTEME EXPERT PROPOSE

Figure -28-b : Schémas représentant l'interactivité d'un système expert proposé.

Source : Auteur

CONCLUSION

La tâche des architectes n'est pas seulement : « l'évaluation du confort thermique à l'intérieur des bâtiments » mais plutôt concevoir et construire des espaces architecturaux qui fournissent un meilleur confort bio climatique.

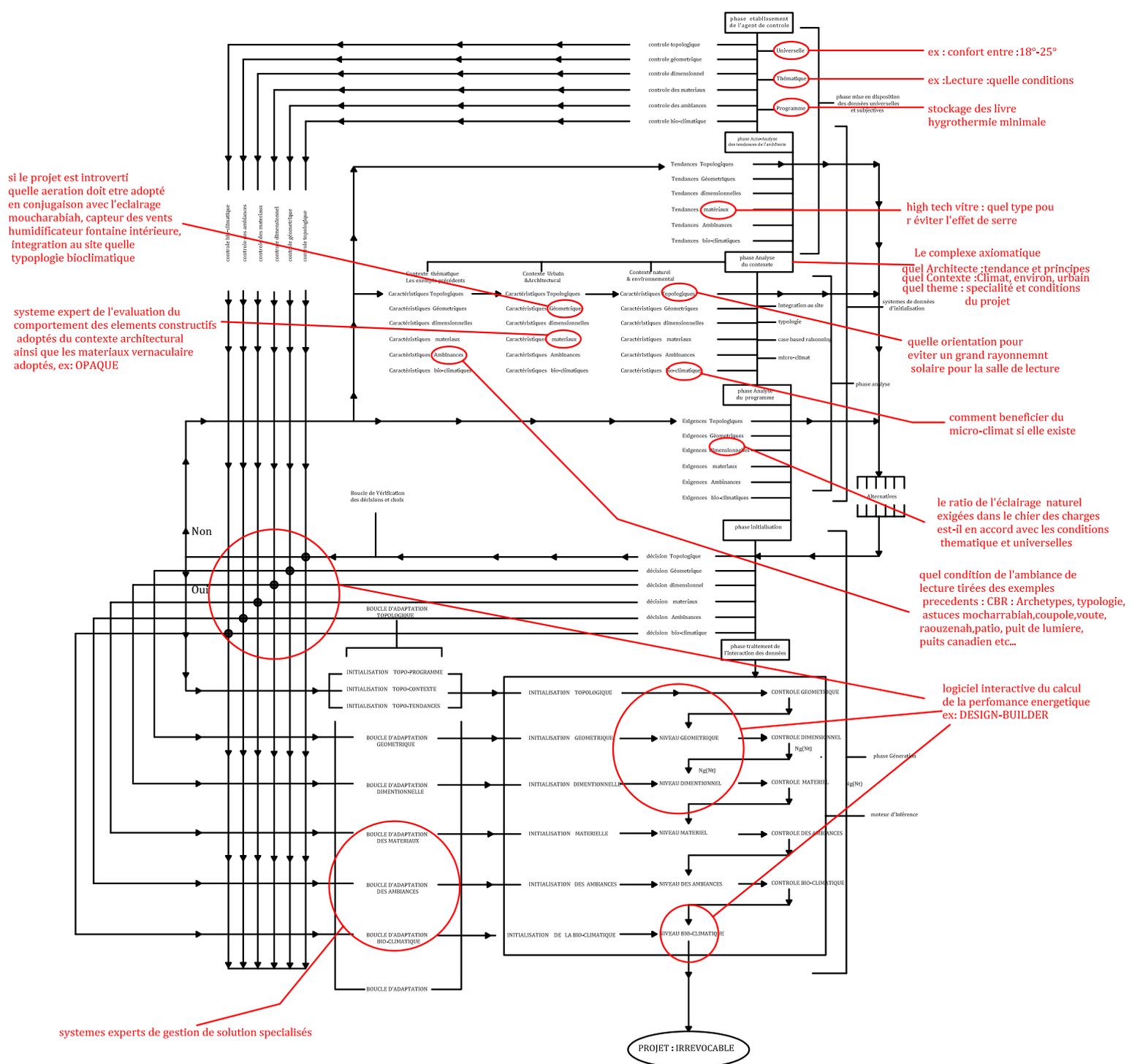
Si l'évaluation est effectuée avant la réalisation du bâtiment c'est-à-dire sur une simulation sur une maquette réelle ou virtuelle, dans ce cas une telle procédure peut être utile puisque elle donne la possibilité de changer, d'améliorer et de modifier soit la forme architecturale, leurs surfaces et volumes et les dispositions relatives des espaces entre eux, soit le matériau de construction, les baies, la texture ou la couleur.

L'architecture n'est pas concevoir des bâtiments machines « gadgets » qui fournissent des confort sur mesure pour chaque usager de l'espace et le régler au dixième de degrés, comme si ces occupants sont inertes ou comme si le corps humain est un cadavre ou un stock de produits agroalimentaire où chaque type de produit doit être stocké à une température précise. Si on appelle bio on veut dire la vie ; la vie veut dire des réactions, des interactions, s'influencer et influencer. Des espaces un peu chauds ou un peu froids, un peu de courant d'air ou un fond de bruit qui n'est pas nuisant ne veut pas dire inconfort, se sont alors des facteurs inhérents à la création des ambiances architecturales et qui participent à leur différenciation et c'est d'ailleurs le but de l'établissement des indices :PPV et PMV.

Comme il ne faut oublier que les critiques lancées à l'égard des abaques de Givoni, Olgay et autres constituent eux même le point de départ pour leur élaboration (les différences entre individus et l'incapacité de satisfaire à chaque individuel seul inspirent ces chercheurs d'élaborer des méthodes qui donnent des solutions intégrales et satisfaisantes pour tous les usagers d'un espace malgré leurs différences physiologique et psychologiques.

Dans ce chapitre la composante bioclimatique a été décomposée, ensuite les éléments résultants ; variables, recommandations, astuces, intervenants, paramètres ; sont mises à leurs places (déploiement) dans la méthode de conception élaborée auparavant et selon la catégorisation et la classification commune proposée par la méthode.

L'intégration de la composante bioclimatique va donc être une tâche simple, car elle ne consisterait qu'à suivre des étapes et des recommandations.



si le projet est introverti
 quelle aeration doit etre adopte
 en conjugaison avec l'eclairage
 moucharabiah, capteur des vents
 humidificateur fontaine intérieure,
 integration au site quelle
 typologie bioclimatique

système expert de l'évaluation du
 comportement des éléments constructifs
 adoptés du contexte architectural
 ainsi que les matériaux vernaculaire
 adoptés, ex: OPAQUE

ex : confort entre :18°-25°
 ex :Lecture :quelle conditions
 stockage des livre
 hydrothermie minimale

high tech vitre : quel type pou
 r éviter l'effet de serre

Le complexe axiomatique
 quel Architecte :tendance et principes
 quel Contexte :climat, environ, urbain
 quel theme : specialité et conditions
 du projet

quelle orientation pour
 éviter un grand rayonnement
 solaire pour la salle de lecture

comment bénéficier du
 micro-climat si elle existe

le ratio de l'éclairage naturel
 exigées dans le chier des charges
 est-il en accord avec les conditions
 thematique et universelles

quel condition de l'ambiance de
 lecture tirées des exemples
 precedents : CBR : Archetypes, typologie,
 astuces mocharrabiah,coupole,voute,
 rauzenah,patio, puit de lumiere,
 puits canadien etc...

logiciel interactive du calcul
 de la performance energetique
 ex: DESIGN-BUILDER

systèmes experts de gestion de solution spécialisés

L'intervention de la dimension bioclimatique dans la méthode

Chapitre cinq : Validation & Analyses

1- INTRODUCTION :

Dans ce dernier chapitre nous essayerons de valider la méthode élaborée précédemment tout en espérons être utilisé par les architectes dans leurs bureaux d'études ou par les étudiants pendant leur formation pédagogique.

La tâche est consacrée à la vérification de la méthode à la contraposé pour trois types de projets différents antérieurement conçus : un équipement public, un projet d'aménagement urbain et l'habitation collective dans deux situations urbaine et rurale.

La validation est effectuée en collaboration avec des architectes maitres d'œuvres dans leurs bureaux d'études.

2- VALIDATION DE LA METHODE :

A- Choix des projets : la logique selon laquelle nous avons choisis ces types de projets est pour ce qui suit :

- a)-** dans un premier temps inclure une variable : public-privé pour assurer le balayage de la validation entre ce qui est public et ce qui est privé.
- b)-** Un autre variable : bâti et non bâti c'est-à-dire des projets édifiés et des projets d'aménagement
- c)-** En outre, ce qui concerne le degré de liberté des choix de conception par l'adoption du lotissement qui sont réglementés par les lois et obéit à des contraintes techniques.

B- Choix des architectes : le nombre d'architectes impliqués dans la validation est de trois. (ici il est admis que la performance de la validation ne va pas considérablement augmenter en fonction d'un grand nombre d'architectes, car ici il n'y a pas de différences entre les échantillons choisis, étant donnée que la cible est un architecte et rien autre qu'un architecte), donc un nombre de trois dans ce cas assure une bonne collaboration et entente pour en tirer les défaillances et les lacunes.

3- La grande difficulté rencontrée lors de la validation :

Vue les préoccupations des architectes dans leurs bureaux d'études nous avons confronté une difficulté qui se traduit par le fait que les architectes sont trop occupés pour qu'ils soient disponibles à nous aider dans la validation de cette méthode.

Ils ne refusent pas néanmoins ; de mette à notre disposition leurs projets qui ont été conçus auparavant et qu'ils en possèdent les droits de la propriété intellectuelle car ils sont les concepteurs et les maitres d'œuvre en même temps.

En effet nous avons trouvé un grand empêchement de faire convaincre les architectes de nous affecter une partie de leurs temps et efforts pour concevoir des projets finis (achevés) tout en utilisant la méthode élaborée. Un d'eux nous a avérés que cette demande est comparable à un concours d'architecture de grande échelle, et qu'il refuse souvent de participer à des concours intéressants à cause du temps et de des efforts nécessaires pour achever la conception et la représentation.

4- Le déroulement de la validation (vérification) :

Un examen global est effectué sur les différents projets conçus par les trois architectes dans leurs bureaux, une décision est faite sur les projets qui s'adaptent avec les critères de choix des projets adoptés dans cette recherche :

Le choix a été comme qui suit :

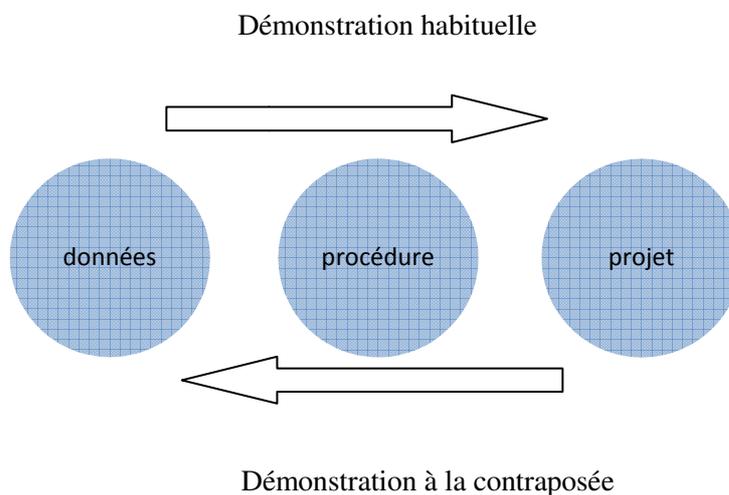
Architecte 01 : gare routière, et en contrepartie l'habitation individuelle.

Architecte 02 : institut 1000 places pédagogiques et l'habitation collective

Architecte 03 : placette public et habitation rural.

5- Explication de la Méthode :

La méthode a été expliquée soigneusement aux trois architectes, en plus ils ont tous son organigramme mentionné sur un carnet de bord.



6- La vérification par la contraposée :

A- L'objectif d'une démonstration consiste souvent à montrer que si une proposition **MET** « méthode » est vraie, alors la proposition **PR** « projet » est également vraie ; on écrit : **MET** → **PR**.

La démonstration par la contraposée revient à montrer que :

(Non PR) implique (non MET) ou (non PR) → (non MET)

Si les autres types de démonstration pour une théorie quelconque commencent par les prolégomènes sur la théorie pour finir avec les résultats que l'on veut démontrer, la démonstration à la contraposée parcourt le sens inverse en effet elle commence des résultats supposés non parfaits (ici les projets contiennent des défauts et des fautes) pour finir avec une des contradictions avec les conditions de méthode suivie, celle-ci est utilisée dans la partie de validation (ici elle devient vérification).

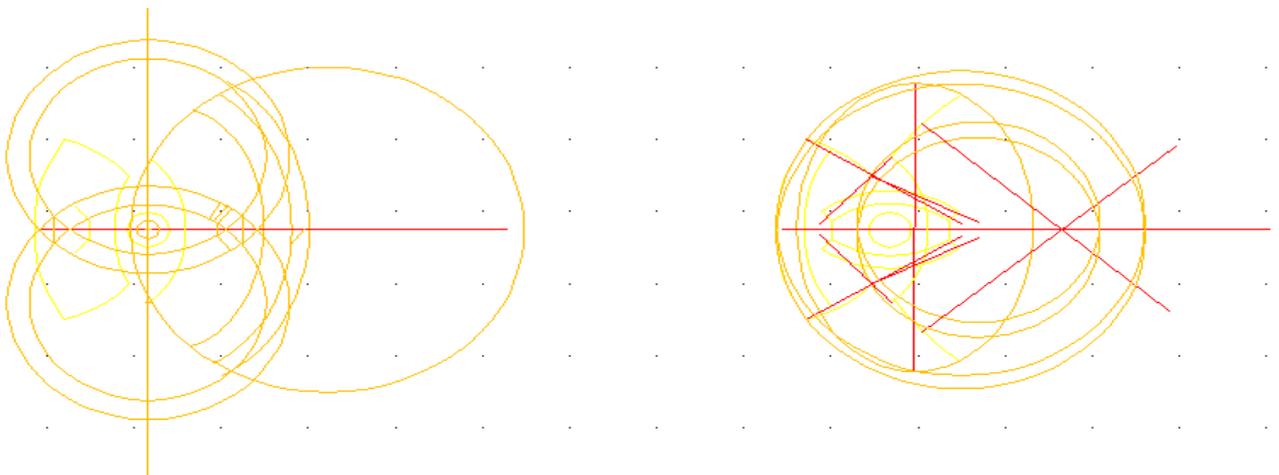
B- Pour se faire ; on procède au sens inverse : Les résultats (ici des projets architecturaux déjà conçus) sont critiqués et analysés au sens inverse en suivant toutes les étapes de la méthode en extrairont les défaillances des projets à travers les recommandations et les orientations de la méthode.

C- si les éléments du projet conçu sont adaptés aux conditions et aux exigences et interactions avec les autres intervenants dans chaque étape ; alors l'architecte passe à l'étape suivante ; sinon c'est-à-dire s'il découvre des anomalies ou des contradictions il va donc les mentionner et passer alors à l'étape suivante.

7- AUTOCRITIQUES FAITES PAR LES TROIS ARCHITECTES

SCHEMATISEES PAR L'AUTEUR :

- projet 01 gare routière a Biskra :



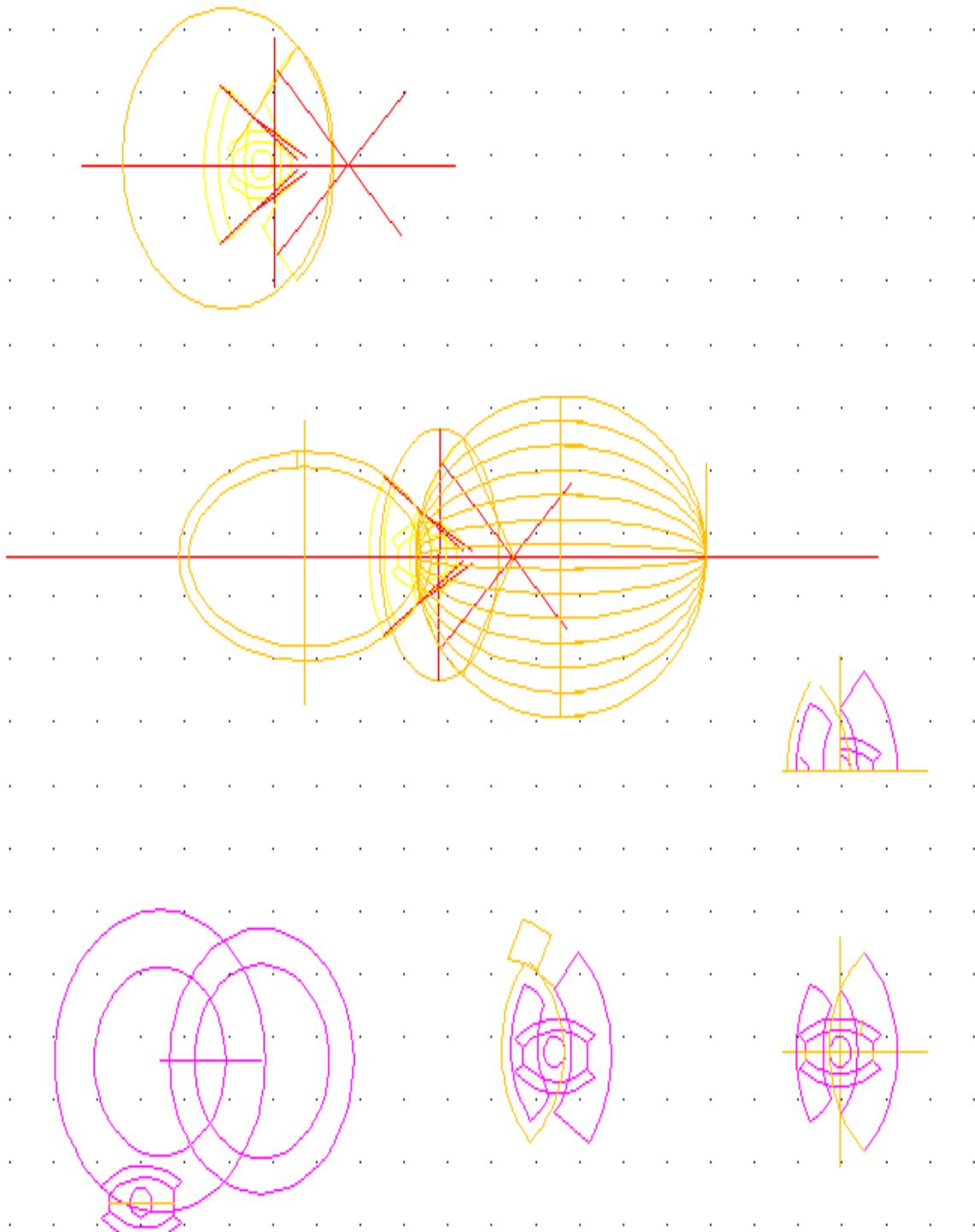


fig -1 : croquis faits par l'architecte 01 pour extraire la forme du projet

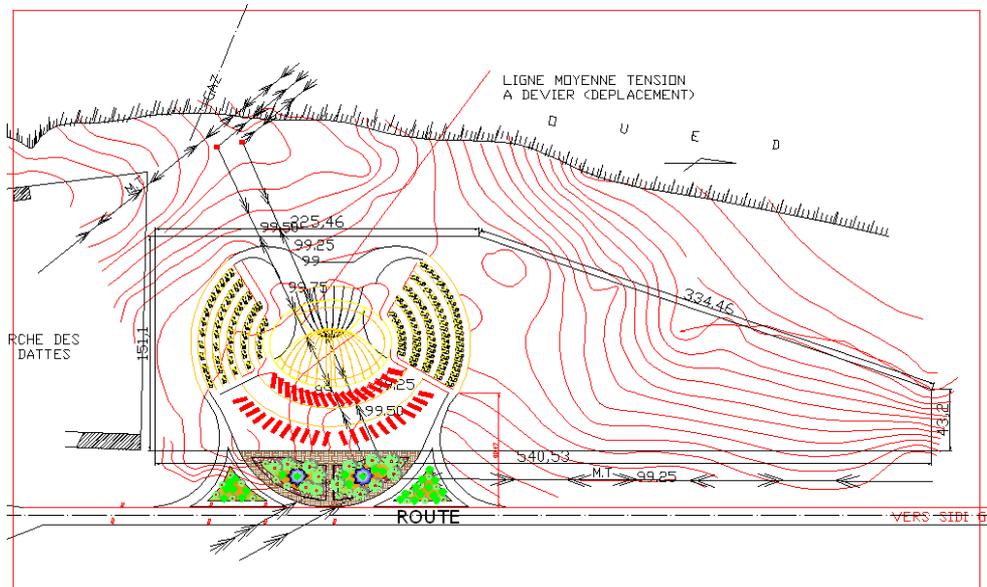
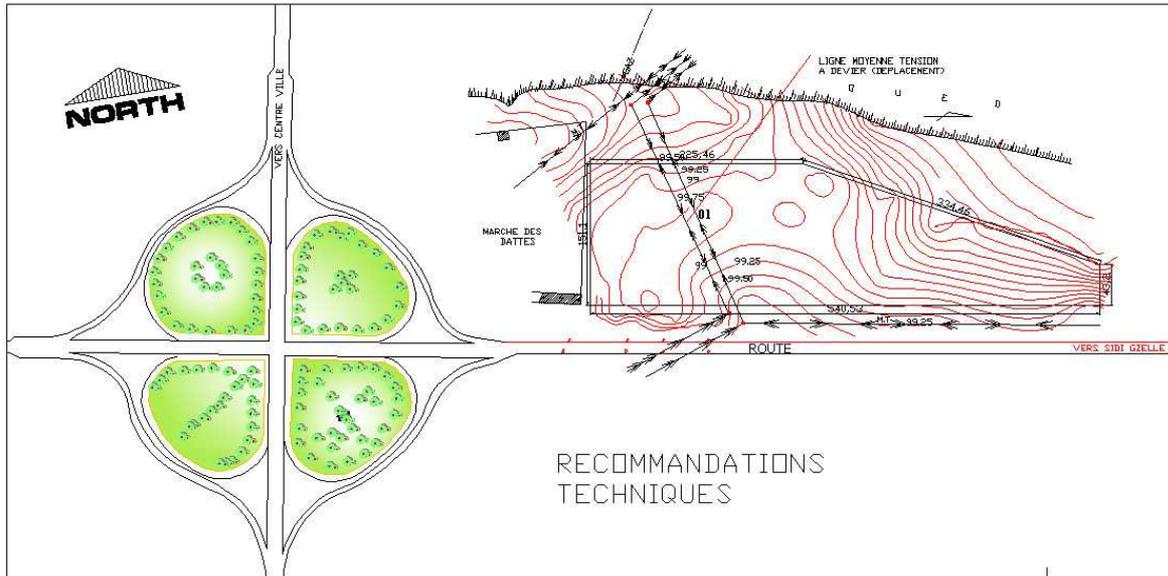


fig 5-1 : plan de situation et de masse du projet Gare routière à Biskra

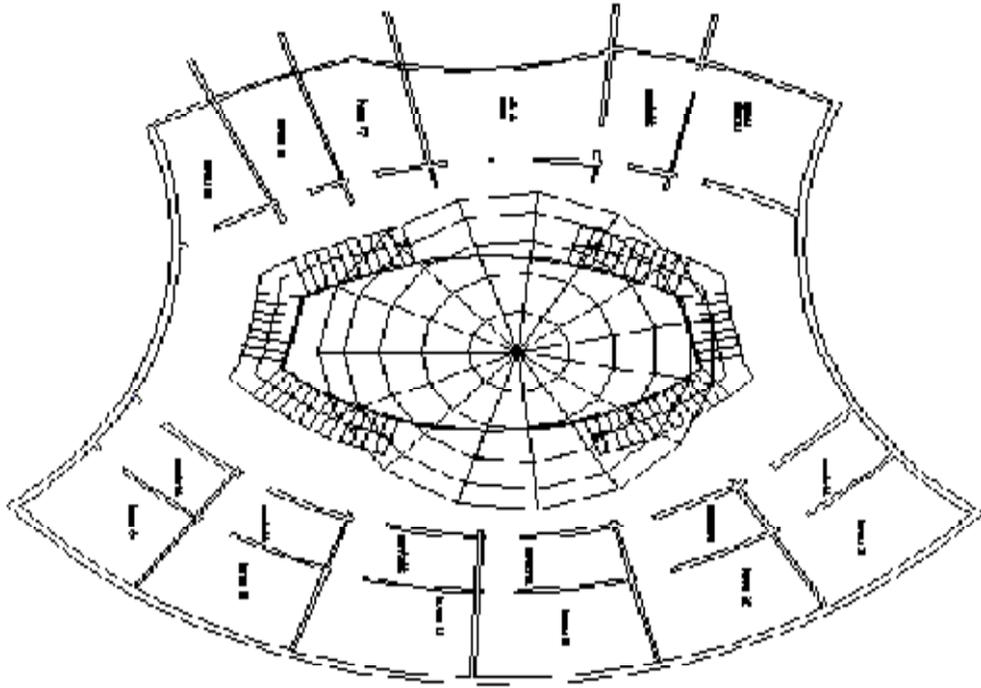


fig -2 : plan schématique RDC pour la gare routière à Biskra

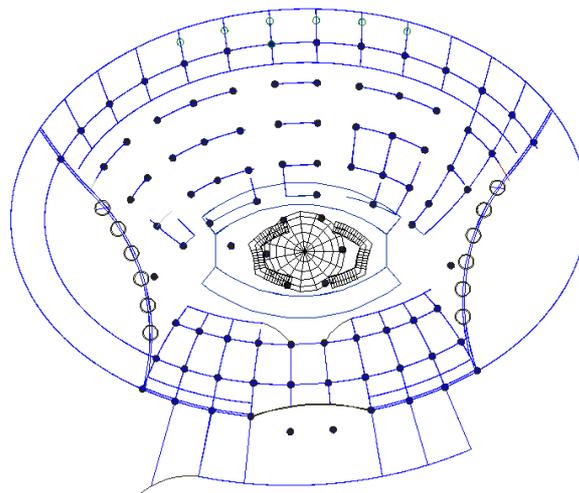
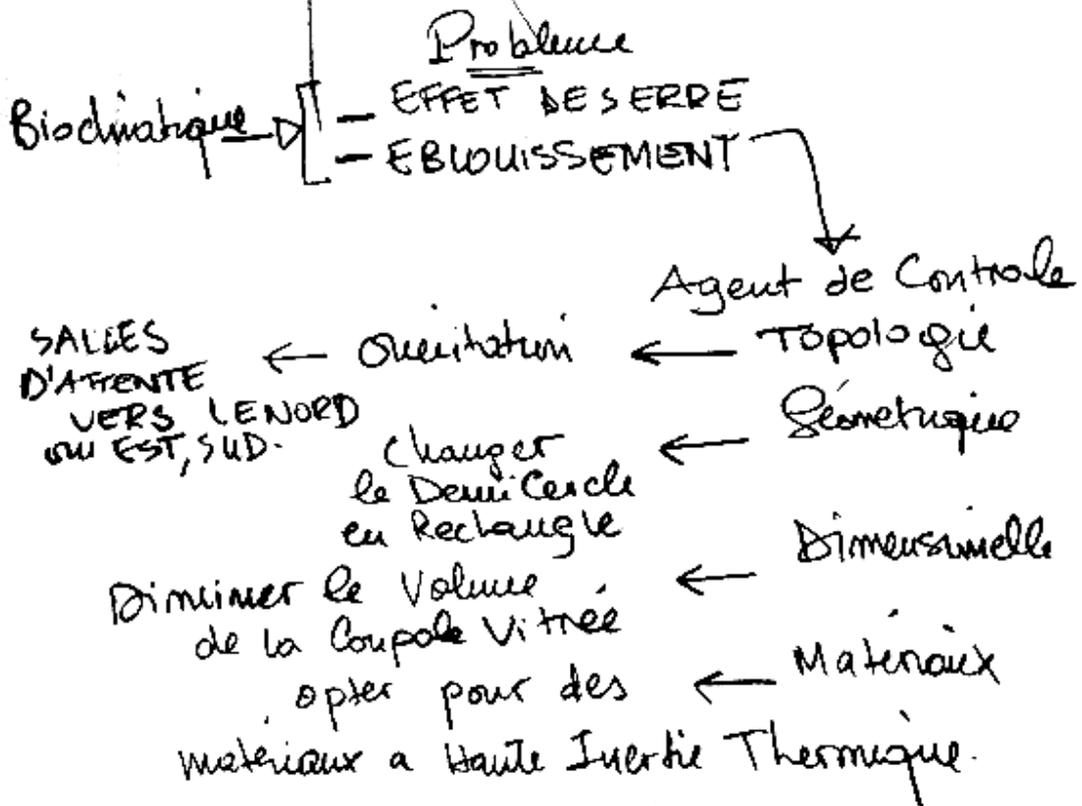
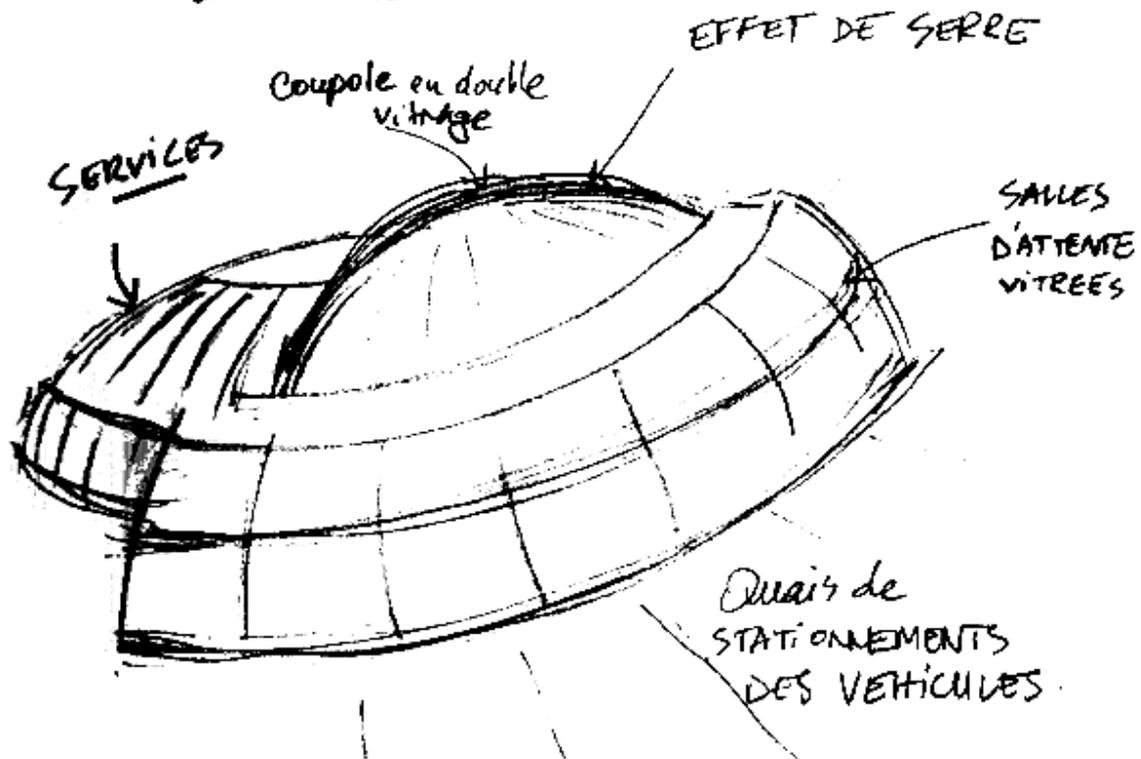


fig 5-3 plan schématique 2^{ème} niveau Pour la gare routière à Biskra

1) NIVEAU BIOCLIMATIQUE



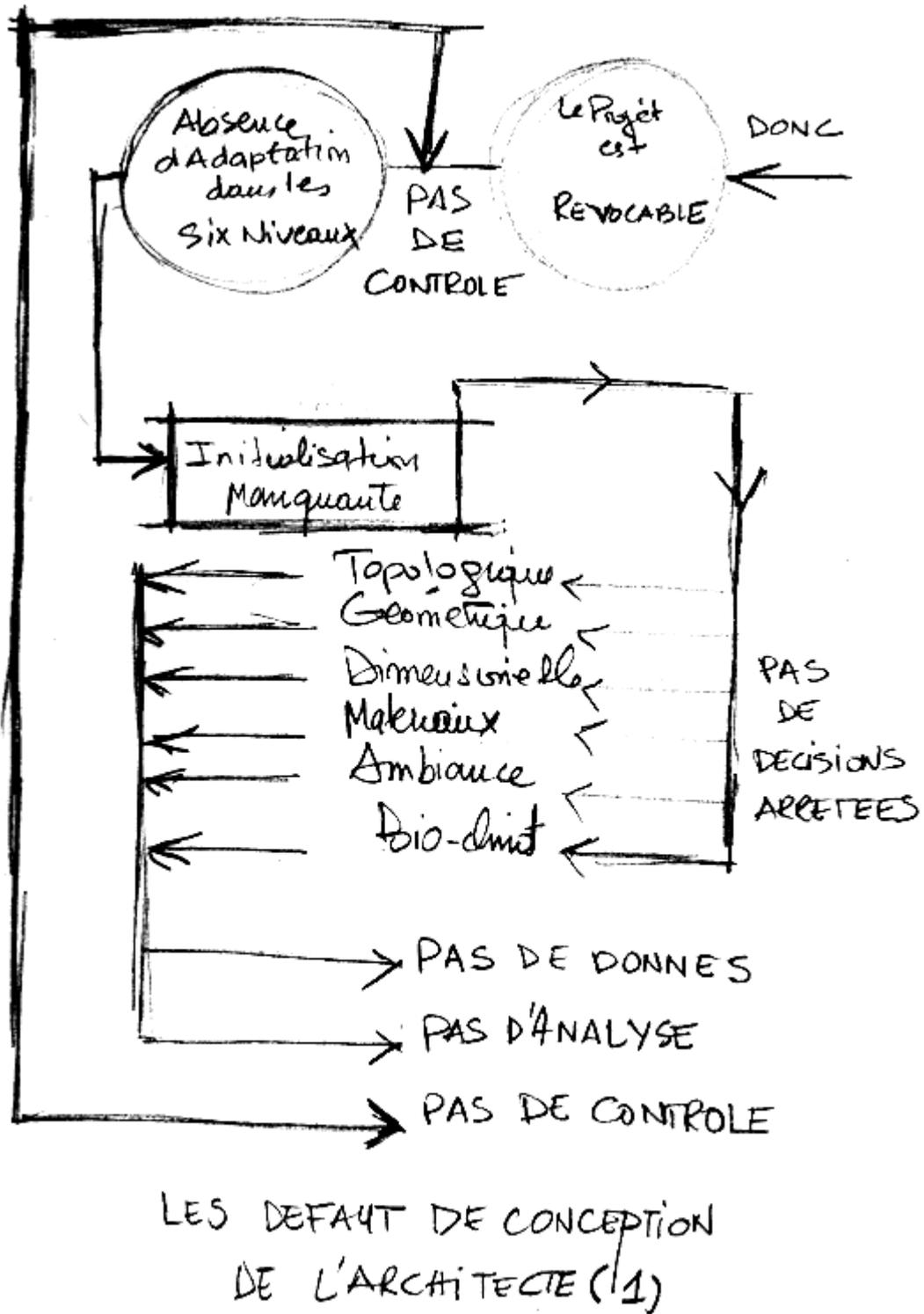
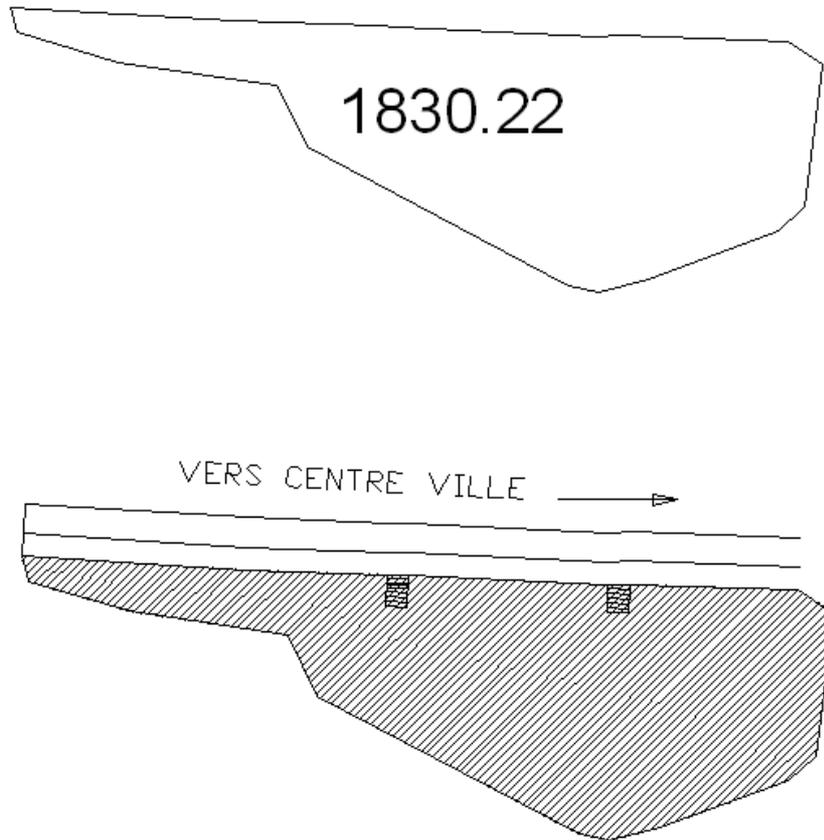
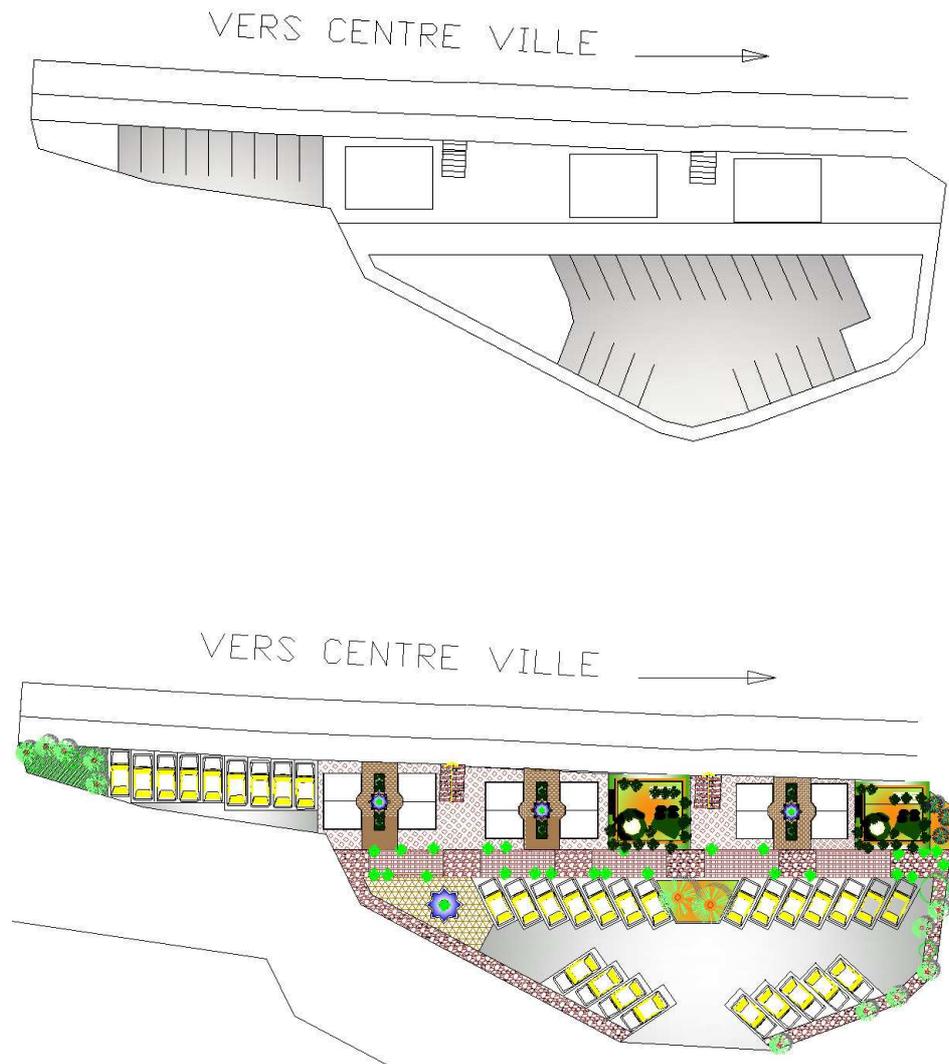


fig -3 : l'autocritique de l'architecte 01 Pour la gare routière à Biskra

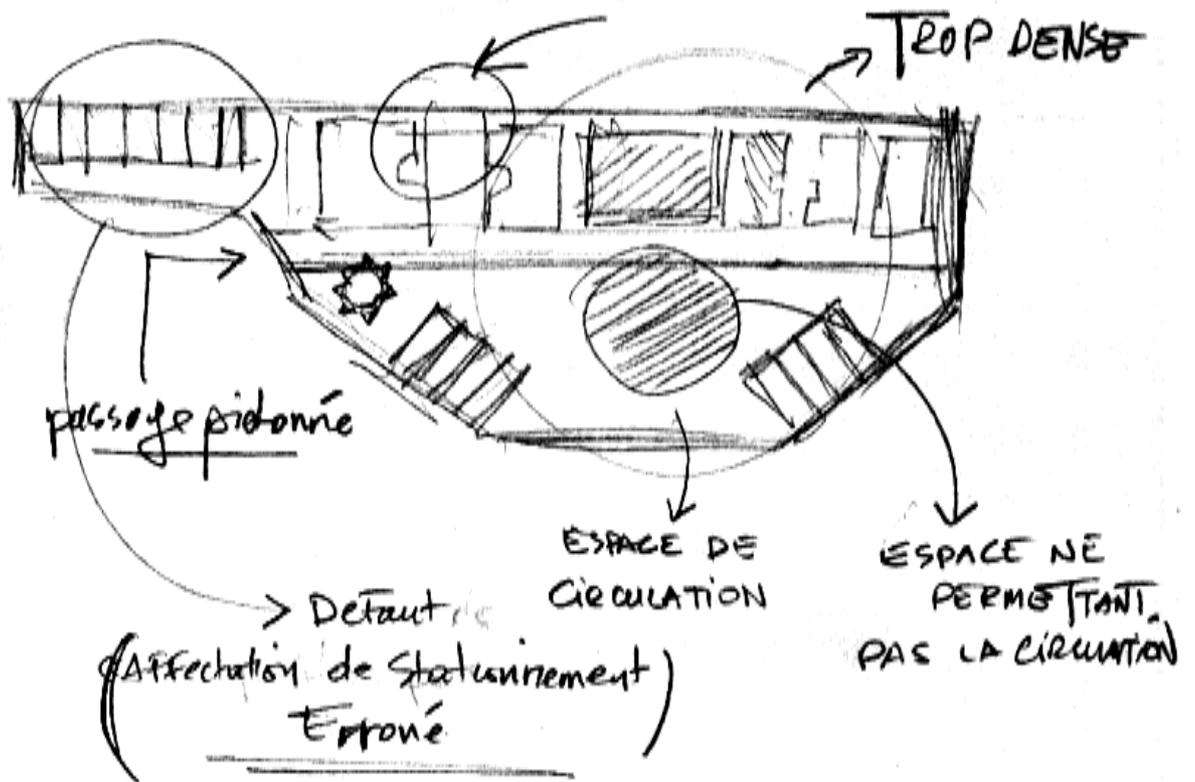
- projet 02 aménagement urbain à Biskra :



**fig -4 : le terrain et sa géométrie pour le projet d'aménagement urbain pour le compte
De l'agence foncière de Biskra**



**fig -5 : le croquis et l'avant projet pour L'aménagement urbain pour le compte
De l'agence foncière de Biskra**



mal zonage ← Topologie

pas de signification de forme ← géométrie

pas suffisant ← Dimension

Pas de lieux positifs ← Ambiance

les Arbres sont mal positionnés pour créer l'ombre ← bio-climatique



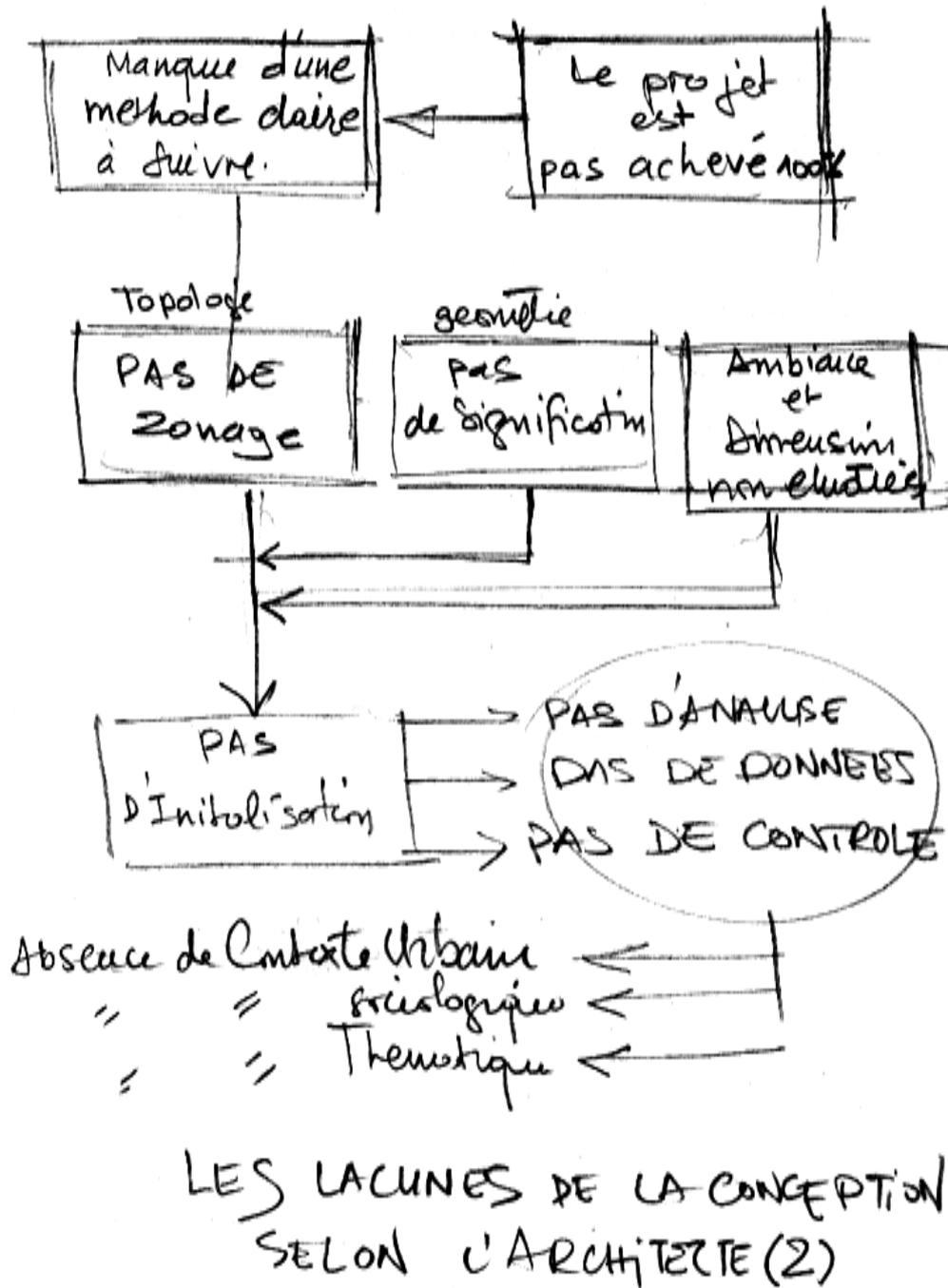
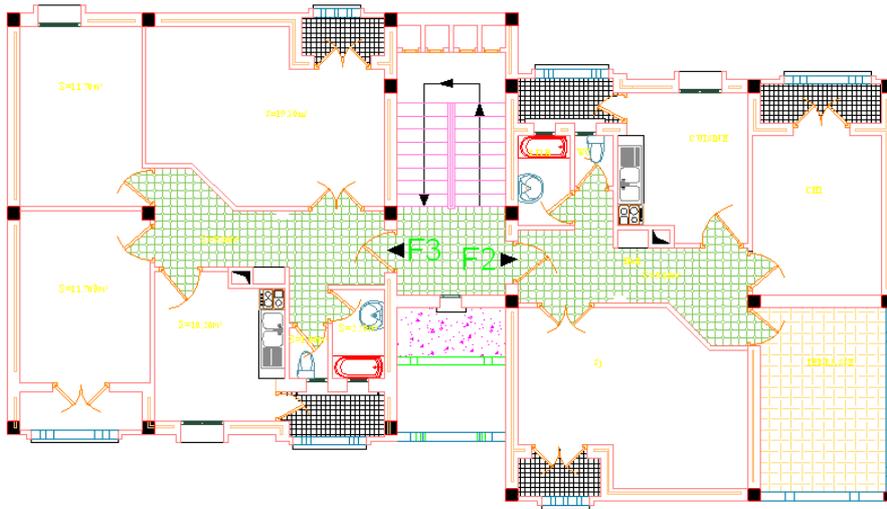
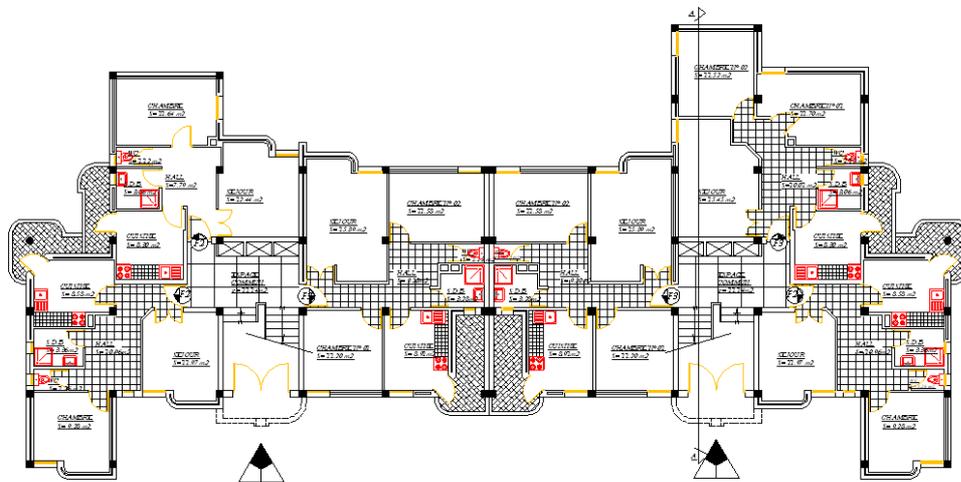


fig -6 : l'autocritique de l'architecte 02 Pour l'aménagement urbain à Biskra

- **projet 03 : habitat collectif à Biskra :**



Plan R+2



BLOC 01 RDC ECH: 1/100

BLOC 02 RDC ECH: 1/100

**fig -7 : deux types de plans pour l'habitat collectif
Conçue par l'Architecte 02 maître d'ouvrage OPGI Biskra**

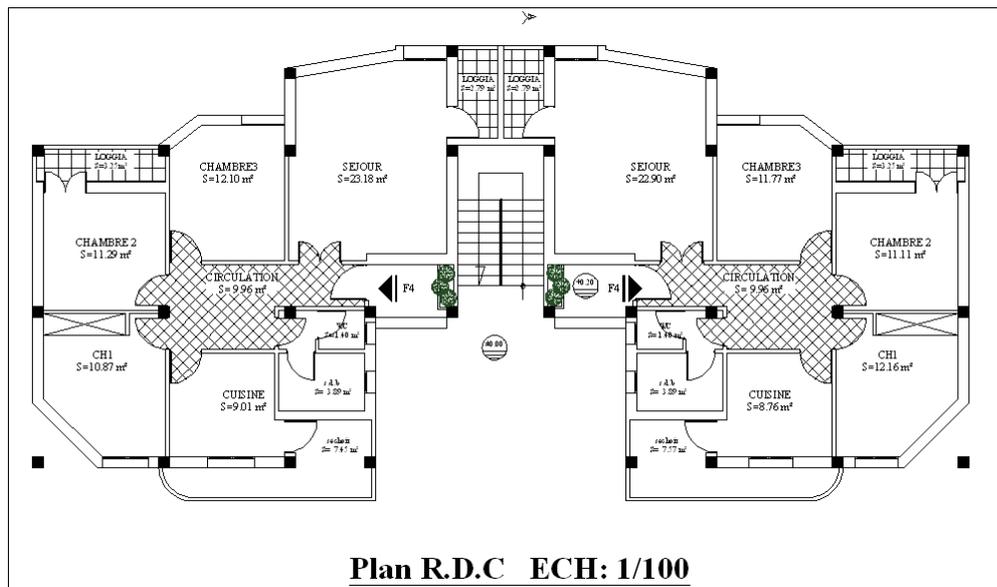
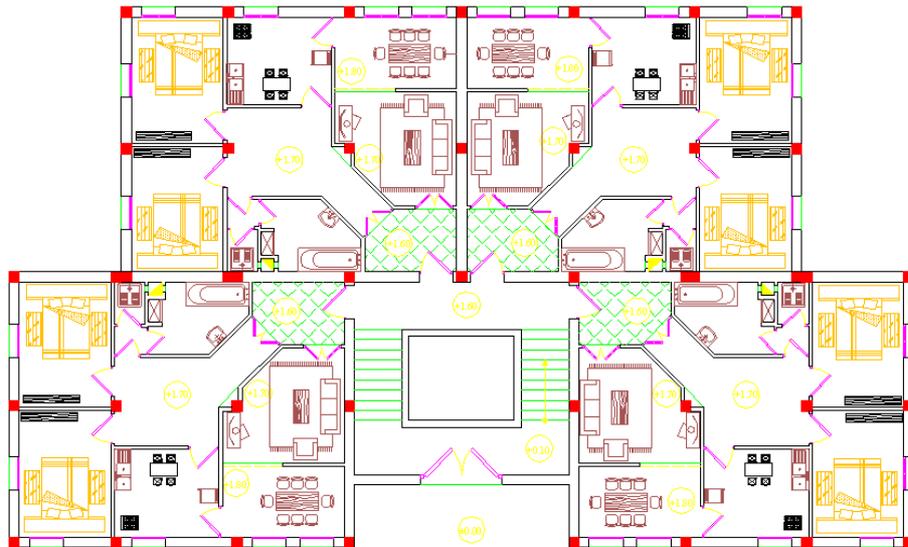


fig -8 : deux autres types de plans pour l'habitat collectifs
Conçue par l'Architecte 02 maître d'ouvrage OPGI Biskra

- **projet 04 habitat rural à Biskra :**

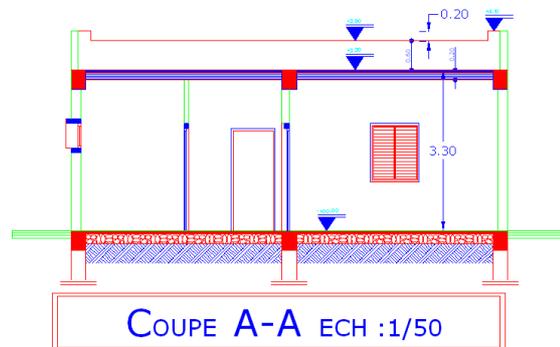
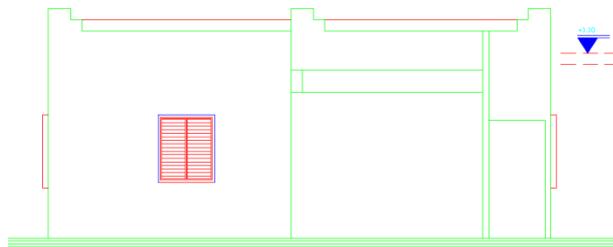
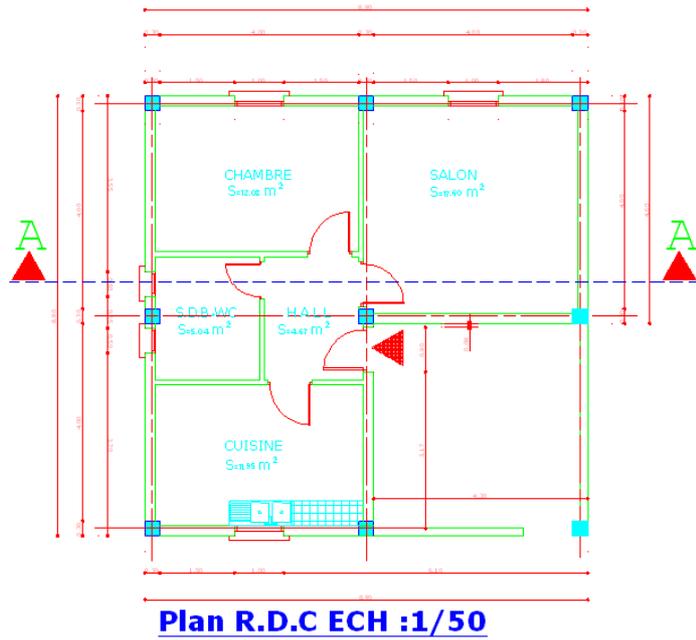


fig -9 : plan façade et coupe sur le projet de l'habitat rural
Conçu par l'architecte 03

- projet 05/ 1000 places pédagogiques à BBA conçu par l'architecte 03 à Biskra :

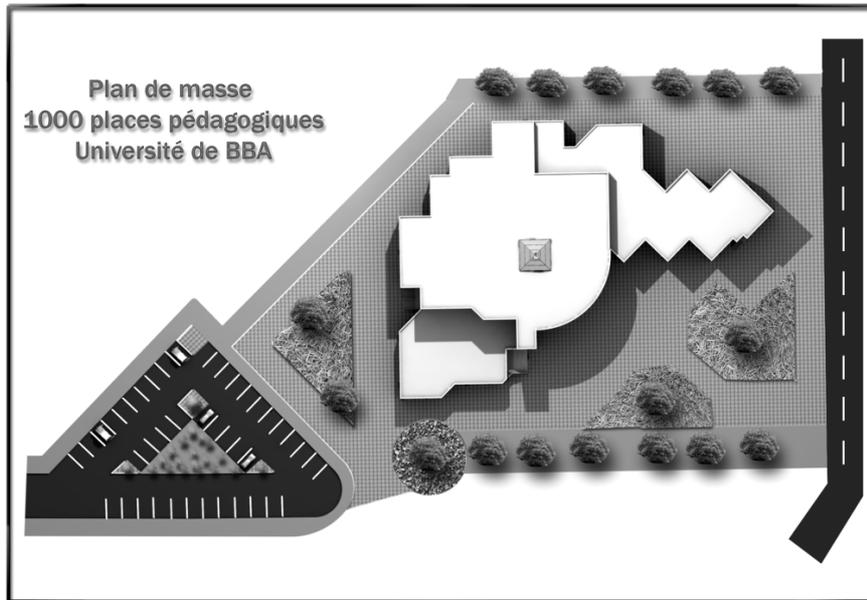


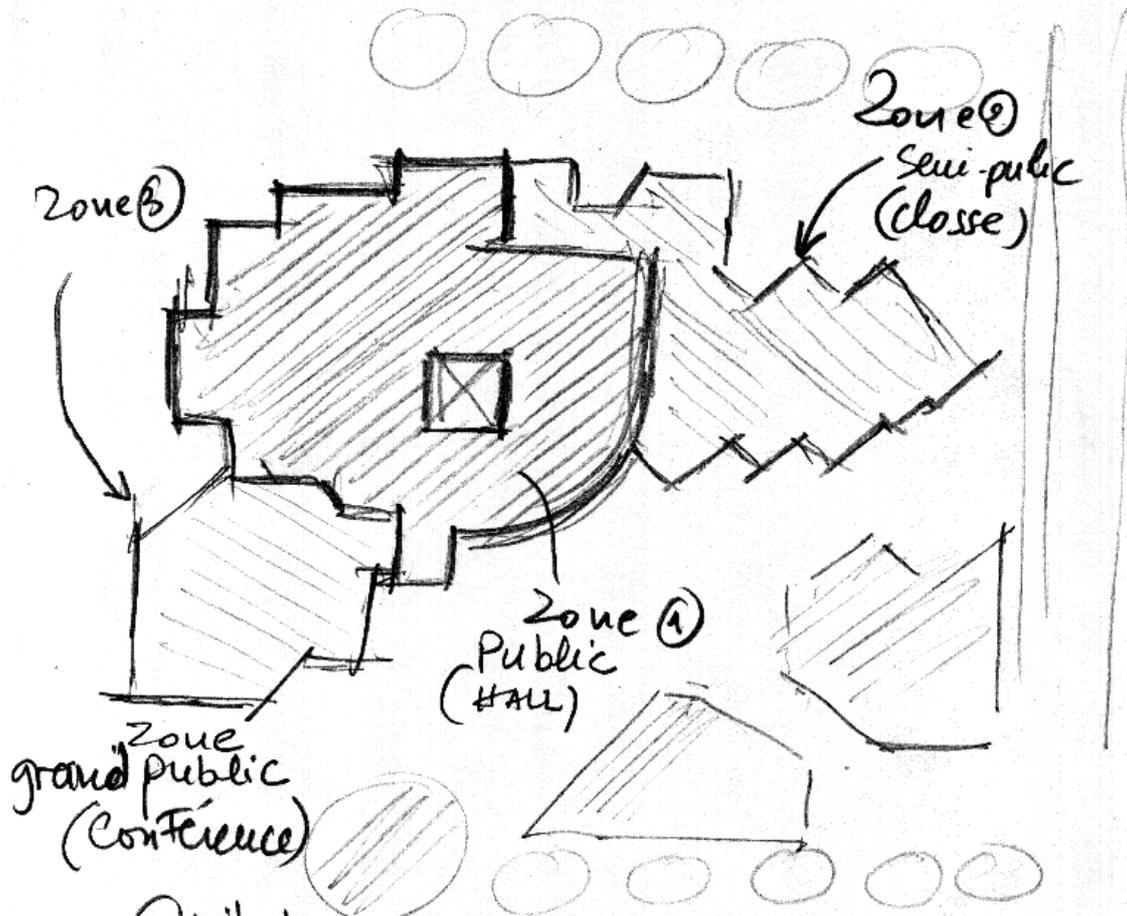
fig -10 : vue de masse du projet 1000 places pédagogiques à BBA conçu par l'architecte 03



fig -11 : vue sur la façade principale du projet 1000 places pédagogiques à BBA conçu par l'architecte 03



fig -12 : vue sur la façade arrière du projet 1000 places pédagogiques à BBA conçu par l'architecte 03.



Critique

- ① — TOPOLOGIE → Bonne
- génético → Bonne
- Dimension → Adapté au programme
- Matériaux →
- Ambiance et Bioclimatique → Bonne

**NON ADAPTE
A LA TYPOLOGIE
LOCALE**

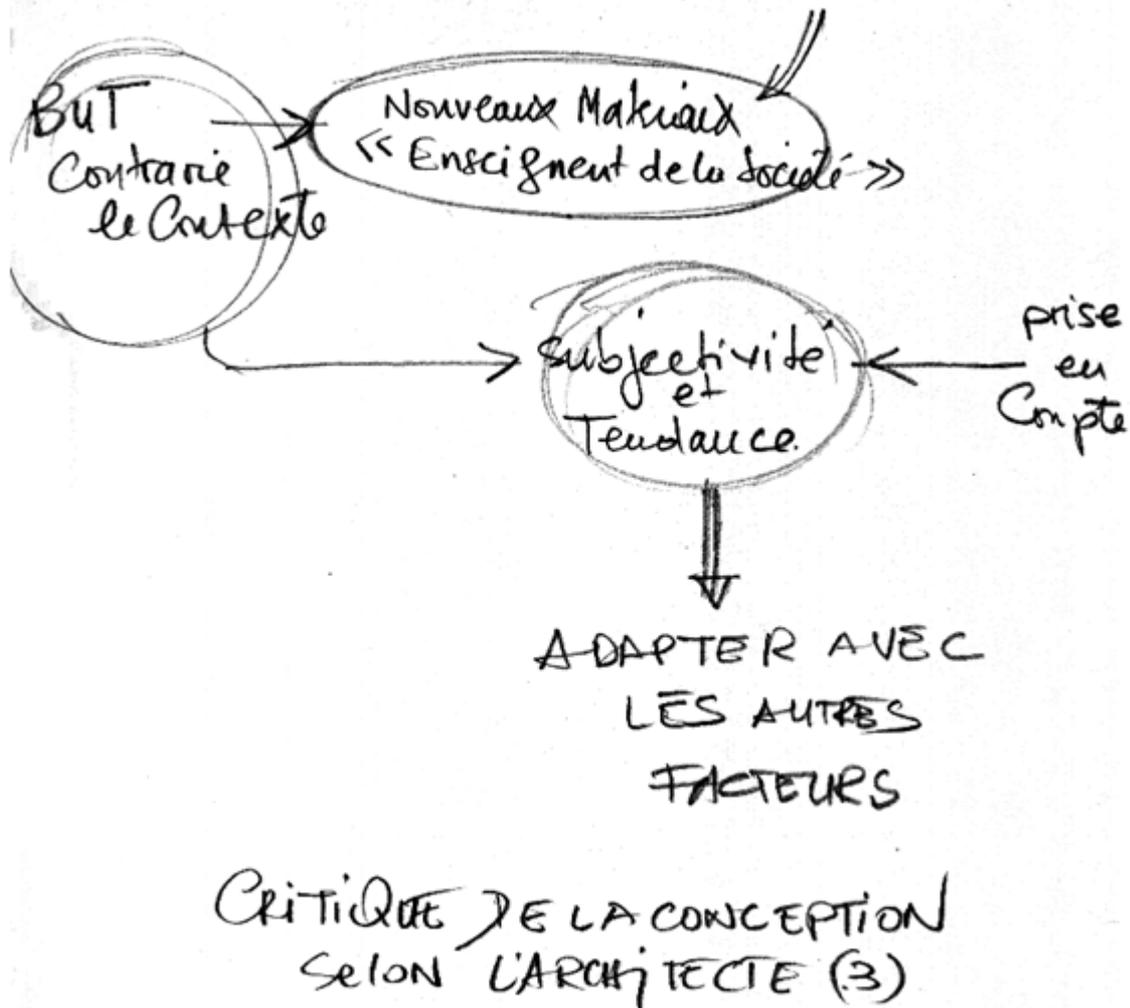


fig -13 : l'autocritique de l'architecte 03 Pour 1000 places pédagogiques à BBA

8- ANALYSE DE LA METHODE :

Architecte 01 : les logiciels d'aide à l'analyse bio climatique adopté comme élément d'évaluation dans la méthode sont très variées, des choix judicieux des solutions et des dispositifs du vernaculaire et de la typologie locale sont suffisants. ordonnance cohérence

Architecte 02 : Il estime leurs interventions car la méthode offre la possibilité d'un choix de formes en contraste avec le contexte (pour les architectes qui ne croient pas à l'intégration au contexte , la contradiction avec le contexte est un outil d'enseignement architectural pour la société) et donc n'est pas obligé d'adopter la typologie locale (par ex : des matériaux contradictoires : le verre, l' aluminium, le granite...etc.) et donc ces matériaux implique

l'introduction des logiciels d'aide à une conception bio climatique non énergivore par exemple : HEED, climat consultant,...etc.

Architecte 03 : la méthode quoiqu'elle est scientifique : Elle n'a cependant pas exclu le raisonnement basé sur les cas précédents CBR. a conservé une valeur envers des tendances, des préférences et des idéologies. elle tient compte à la typologie et l'intégration au site.

Architecte 03 : Les tendances et préjugés 1 avec 2 contre et pas utiles mais il faut pas l'exclusion.(ici on parle du subjectivisme et d'objectivité).

Architecte 02 : Ils ont tous valorisé la méthode car la méthode rend la conception architecturale une action scientifique elle met fin l'architecture du spectacle et instaure la crédibilité à l'acte architectural et restitue la confiance perdue aux architectes en eux-mêmes.

Architecte 02 : l'établissement de l'agent de contrôle : deux architectes l'ont bien estimé.

Architecte 01 : syndrome de la feuille blanche : les trois architectes ont trouvé la méthode prodigieuse car dans leur conception du futur ils ne seront pas obligés de créer une idée du néant, donc ils ne feront que suivre les étapes de la méthode, premièrement par l'élaboration de l'agent de contrôle et deuxièmement par la collecte des données nécessaires pour ensuite entamer la phase de conception qui commence par la phase d'initialisation et continuer la procédure jusqu'à la finalisation du projet.

Architecte 01 : l'aspect déterminant : selon l'Architecte 03 même s'il existe un aspect déterminant la méthode non seulement donne à l'architecte la possibilité de le tenir en compte mais en plus il lui permet de trouver son emplacement dans la procédure (c'est-à-dire à quel moment il doit être intégré), en outre la méthode aide l'architecte à faire attention aux autres variables et critères de conception ce qui va rendre l'opération plus globale et plus exhaustive contrairement à l'habitude des architectes quand ils prennent l'aspect déterminant comme élément principal pour élaborer une idée formelle les autres variables couramment seraient négligées.

Architecte 03 : le saut créatif : en adoptant cette procédure, il n'y aura pas de place au saut créatif car si on dit saut on dit que les bases sur lesquelles la forme a été générée ne sont pas connues mais contrairement à la méthode élaborée toute intention ou idée formelle qui va être générée est justifiée sur des principes des critères et des conditions dans les différentes composantes du projet architectural.

Architecte 01 : l'intervention de tous les types de composantes et la composante bioclimatique en particulier : ce qui est prodigieux dans la méthode c'est la prise en compte de tous les facteurs que peuvent influencer sur la conception du projet

Architecte 02 : les deux plus grandes inédites contributions de la méthode sont :

La méthode a pu finalement ségréger les catégories méthodologique qui ont longtemps été chevauche (c'est le plus grand problème et le plus délicat des défis).

Catégorisation des : Niveaux d'optimisation du projet et phases mise en disposition des donnée universelles c.à.d. nuancer entre ce qui est exigé et ce qui est facultatif.

Architecte 01 : les trois architectes ont remarqué trois grandes difficultés (leurs solutions seront recherchées dans la thèse de doctorat), ces difficultés sont :

Architecte 03 : une difficulté pour établissement de l'agent de control car trop de données et de connaissances dans différents domaines et techniques devront être cherchées et triées.

Architecte 02 : une difficulté de faire accomplir la tache de l'adaptation (boucle d'adaptation) des instances diversifiées dans les différents niveaux d'optimisation (le problème peut être résolu en adoptant la stratégie d'ARCHiPLAN).

Architecte 03 : une difficulté d'appliquer la fonction et des interactions des niveaux d'optimisation pendant la phase de conception.

Architecte 01 : la méthode est trop algorithmique (ce n'est pas un défaut car c'est le but même de la recherche, ici on vise une procédure, des milliers de facteurs et d'étapes ne sont pas un problème car au temps actuel l'intelligence artificielle assiste les spécialistes (architectes) dans leur tache pour diminuer le temps et les efforts de traitement mais ca à condition qu'une procédure algorithmique soit fondée et ensuite informatisée.

Architecte 02 : un autre architecte dit que cette méthode m'a convaincu que la conception architecturale peut être assistée par l'intelligence artificielle (c'est l'avis qui a été dénoncé longtemps).

Architecte 03 : la méthode quoiqu'elle soit une procédure de conception, elle constitue aussi une procédure de vérification des projets conçus hors la méthode. en effet elle est un processus de synthèse et d'analyse simultanément.

Architecte 02 : La méthode ne laisse pas la place à la question éternelle posé souvent par les architectes : de par quel vue je commence la conception par une vue en élévation, en plan, en coupe, en axonométrie ou en perspective et il faut

9- LES AVANTAGE DE LA METHODE :

- 1-** Eviter **L'explosion Combinatoire** : à travers des grilles de vérification à niveaux et d'élimination des solutions, décisions ou choix pendant la conception.
- 2-** Combattre la récursivité laborieuse.
- 3-** Éliminer la confusion entre ce qui est exigence ce qui est choix.
- 4-** Décision préliminaire « initialisation primaire » et arrêtée comme élément de conception après vérification en passant par la grille des systèmes de strates d'optimisation.
- 5-** les systèmes parallèles et les systèmes auto-influencés « en fonction composées ».
- 6-** Les facteurs globaux qui interviennent pendant toutes les phases de la conception architecturale (**public** : en programmation) et les facteurs partiels intervenant en situations particulières (**private** : en programmation). ici on doit expliquer le fait de parler de la composante bioclimatique d'une manière trop globale et équivoque car elle composée de plusieurs systèmes d'intervenant et de facteurs.
- 7-** Les constantes et les variables
- 8-** Les outils de la représentation ne sont pas seulement le dessin mais aussi les données écrites et la schématisation.
- 9- l'aspect déterminant et la méthode** : si on doit satisfaire aux concepteurs adoptant le point de vue du sut créatif ou le l'aspect déterminant ils trouveront dans cette méthode ce qu'ils veulent, car non seulement elle permet dans ces étapes d'introduire ces intervenant mais en outre ces intervenants ; seront vérifiées selon un contrôle exhaustif, holiste et rationnels. Cette méthode donne de la légitimité à leur manière de penser et d'agir car ils deviennent plus scientifiques et organisées.

10- le saut créatif : si le concepteur fait des décisions brusque et globale pendant la conception (saut) que ce soit dans la forme ou dans n'importe quel autre aspect du projet, grâce à cette méthode ce saut serait fondé et scientifique car le concepteur doit positionner l'aspect du saut dans la méthode et trouver ces facteurs dans la méthode ensuite il va continuer le parcours qui reste et enfin il trouve que sa décision qui semble irrationnelle devient rationnelle.

On peut dire la même chose aux architectes qui souvent effectuent le saut créatif en commençant l'idée initiale par la façade ou une volumétrie avec cette méthode il n'ya pas de place de contrarier leurs habitudes.il suffit de trouver l'emplacement du saut qu'ils effectuent selon ce qui suit :

Par exemple on commence par la façade :

Décomposer les aspects de la façade selon les niveaux d'optimisation :

Niveau topologique : emplacement des éléments de la façade par rapport à la rue principal, aux rues secondaires, orientation des volumes et des formes emplacement des dispositifs bioclimatiques adopté.

Niveau géométrique : formes et volume.

Niveau dimensionnel : si les dimensions de la façade sont précises et décidées il faut les tenir en compte sinon cette étape doit être sautée.

Niveau matériel : déterminer les matériaux de chaque élément de la façade.

Les niveaux ambiances et bioclimatiques ne sont pas abouti dans une façade. après le démontage de la façade sur l'ordre d'optimisation dans le MENU D'INITIALISATION, chaque niveau d'optimisation dans le **menu d'initialisation** doit suivre les étapes ultérieures pour finaliser le projet , dans le cas de la façade de niveau topologique de l'initialisation va se conjuguer dans la boucle d'adaptation .

11- le positionnement des systèmes experts : comme la méthode a instauré la position de chaque intervenant et le classement des intervenants, des variables et des constants ainsi que la classification des systèmes parallèles et des systèmes reliées ; le temps d'action de ces systèmes devient une question de « distribution des taches effectués par un systèmes expert sur les différentes

phases de la méthode les niveau hiérarchique d'optimisation du projet et les différents types d'intervenants de variables et de constants)

12- les défauts des systèmes experts : non seulement la méthode a rétablis la position des interventions des systèmes experts, mais en plus elle a découvert les défauts et la male conception de ces systèmes.

13- la position de la composante bio-climatique .

1) **Une méthode ouverte :** sous la forme d'un « open software » cette méthode n'est pas fermée c'est-à-dire qu'elle accepte les futures améliorations, les modifications, les changements, les corrections, les additions, les éliminations et tous genres de critiques par la simple raison qu'il n'est point prétendu pouvoir arriver au parfait et aussi, en outre à cause à notre croyance que concevoir un système à partir d'un amas de composants hétérogènes ne pourrait en aucun cas être le fruit d'une seule tentative.

2) **Une méthode inédite :** comme il a été énoncé dans le 1^{er} chapitre les processus déjà élaborés ne sont pas pourvu d'une séquence algorithmique ou d'une structure, ni séquentialisé dans le temps « temporalisés » ni exhaustives, ni reproductible (réutilisable).

14- elle met fin aussi à toutes les définitions du processus de conception basées soit sur des philosophies, des visions personnelles et idéologie.

3) l'énumération des éléments et intervenants de la conception d'une façon éparpillée ou désordonnée dans les quelles on peut commencer par n'importe quel élément ou intervenant pour finir par n'importe quel autre intervenant (entrer par la porte ou la fenêtre pour sortir par le balcon ou le cheminée) et inévitablement cela va contribuer à renforcer la non canonisation de l'architecture. Par conséquent, l'architecte qui l'a utilisé une fois ne va pas la réutiliser une deuxième fois. Car le cerveau humain préfère instinctivement suivre des chemins ordonnés et claires, comme il évite de trop réfléchir sur quelles étapes il doit se pencher ou pour quel choix il doit opter.

10- L'INFORMATISATION DE LA METHODE GLOBALE :

La programmation d'un logiciel (en phase primaire) qui gère La méthode globale en langage DELPHI 7 :

La programmation a été effectuée en langage orienté Objet '**DELPHI 7**' qui a implémenté le même compilateur (C + +) ; le compilateur utilisé pour développer **Microsoft Windows**

Dans la première exécution du programme et avant que l'interface interactive principale de la méthode soit chargée, une interface d'accueil s'introduit et elle donne des présentations et des possibilités telles que le didacticiel, la sortie ou de commencer la procédure de conception architecturale. Un commentaire de guidage est affiché (Bienvenue a Design-Studio 1.1 Veuillez suivre les étapes de conception Architecturale proposées par l'Application en commençant par l'étape de paramétrisation globale qui va instancier les protocoles des interactivités et d'organisation et les différents gestionnaires de solutions (décisions) à travers les six niveaux d'optimisation du projet).

10-1- Aperçus sur les différentes fiches des protocoles de la méthode proposée

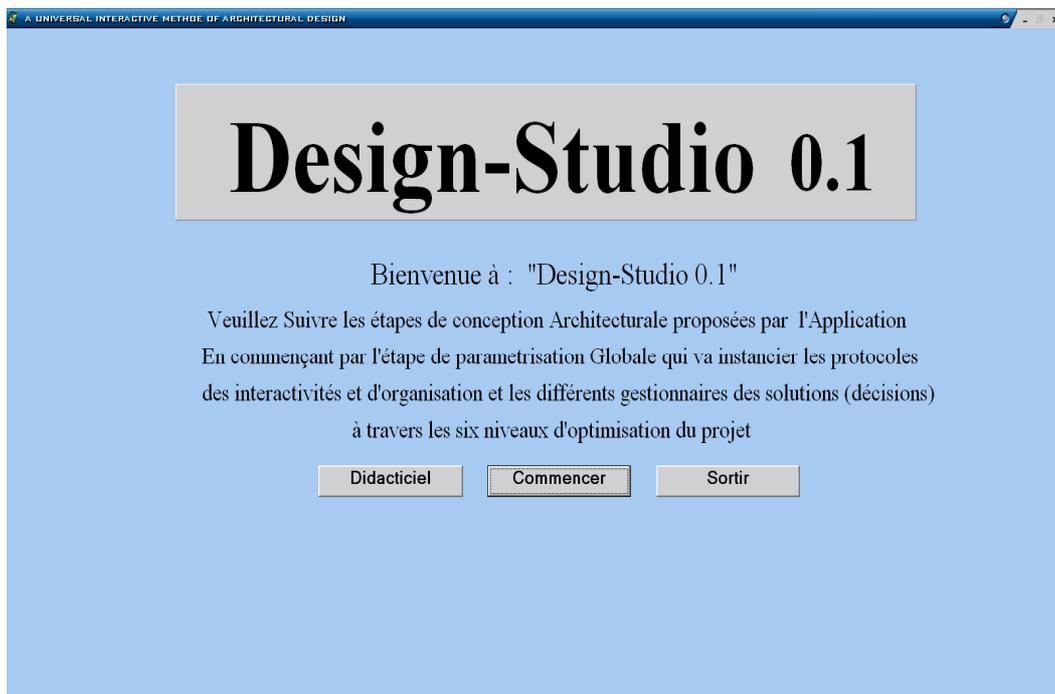


fig-14 : Aperçu sur la fiche d'accueil « l'interface d'accueil » du logiciel élaboré

Source : Auteur

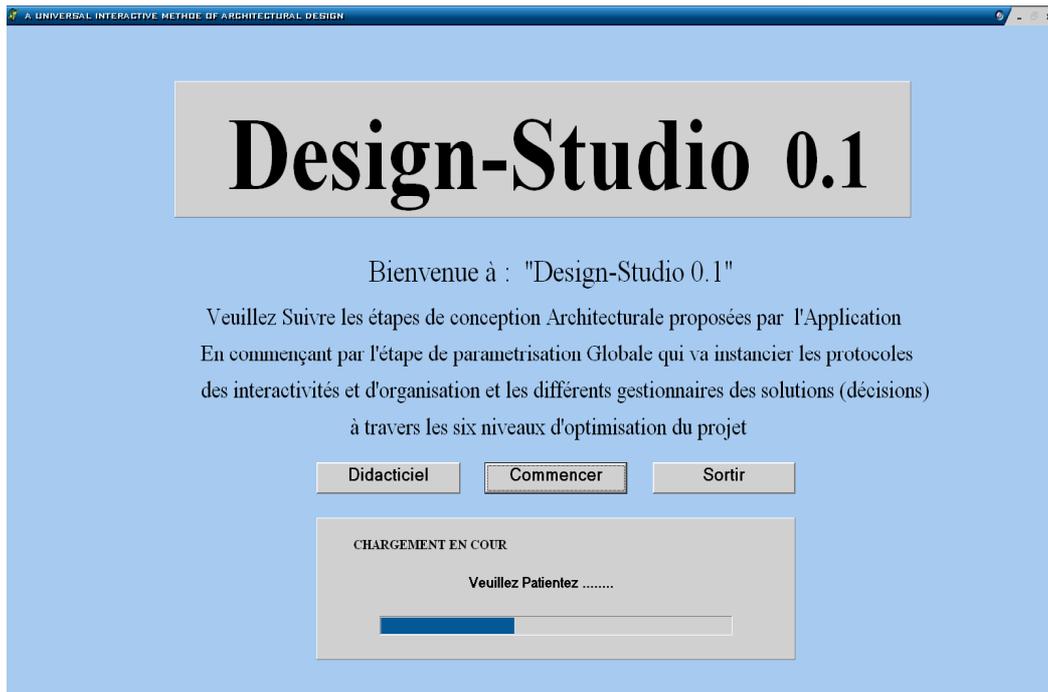


fig-15 : Aperçu sur la fiche d'accueil pendant le chargement des protocoles de paramétrisation

Source : Auteur



fig-16 : Aperçu sur le 2^{ème} protocole « paramètres du contexte »

Source : Auteur

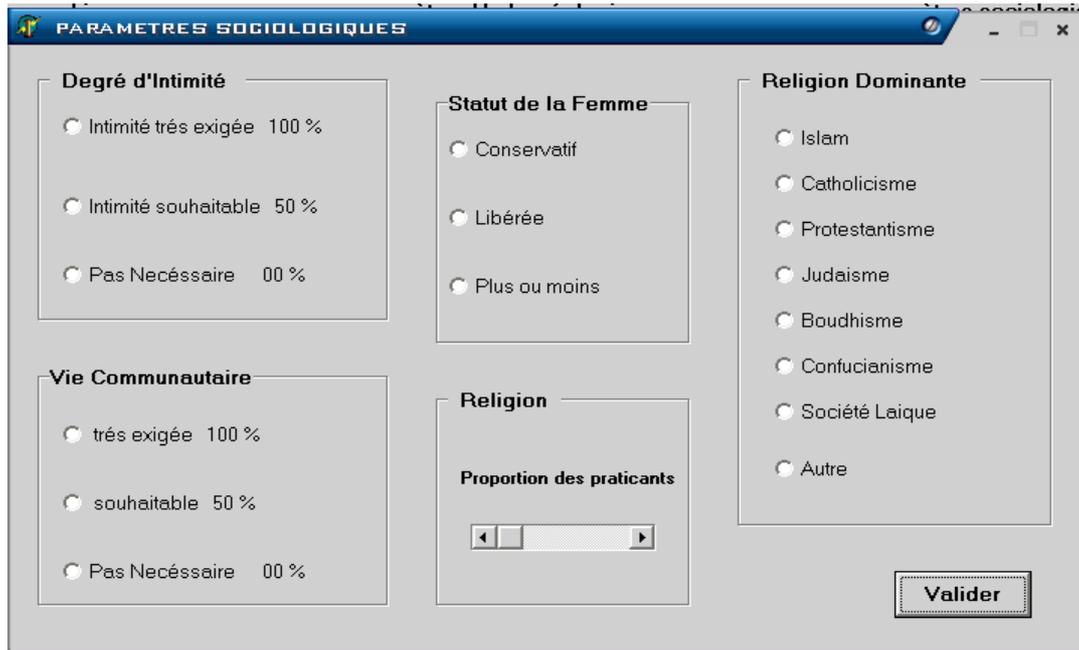


fig-17 : Aperçu sur le 3^{ème} protocole « paramètres sociologiques »

Source : Auteur

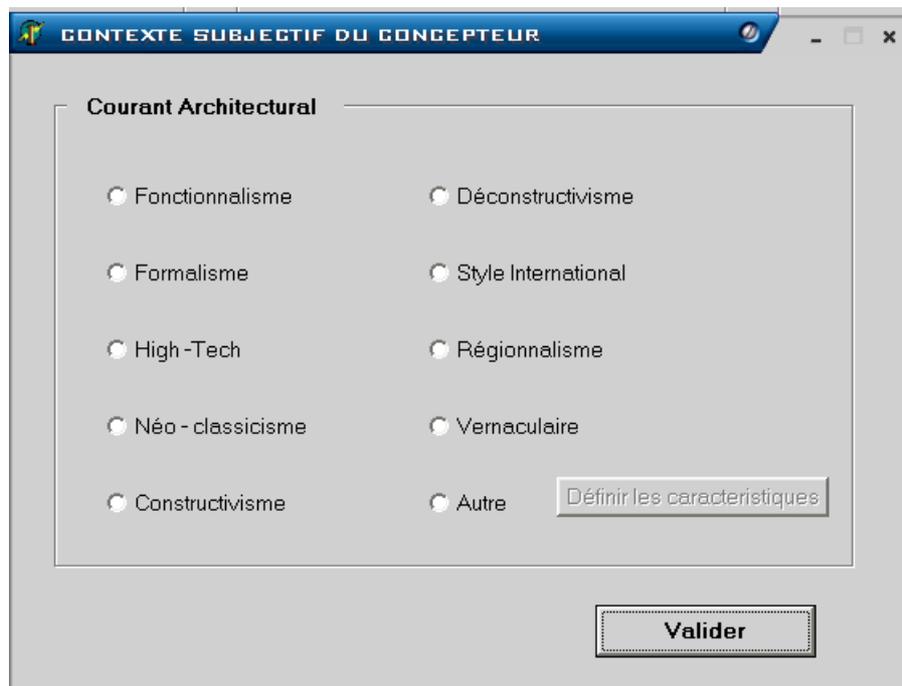


fig-18 : Aperçu sur le 4^{ème} protocole « contexte subjectif »

Source : Auteur

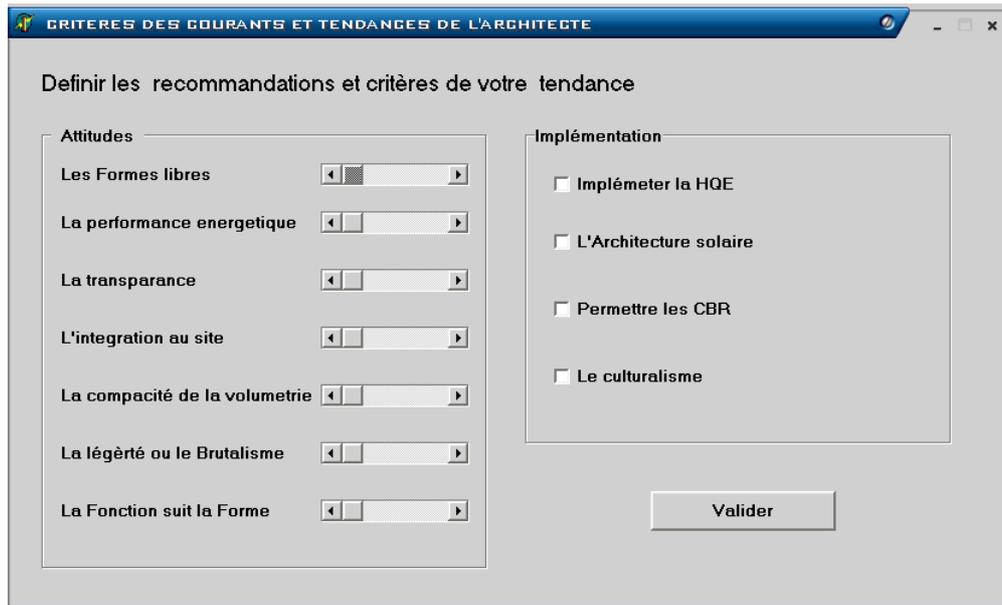


fig-19 : Aperçu sur le 5^{ème} protocole « courant et tendances de l'Architecte »

Source : Auteur

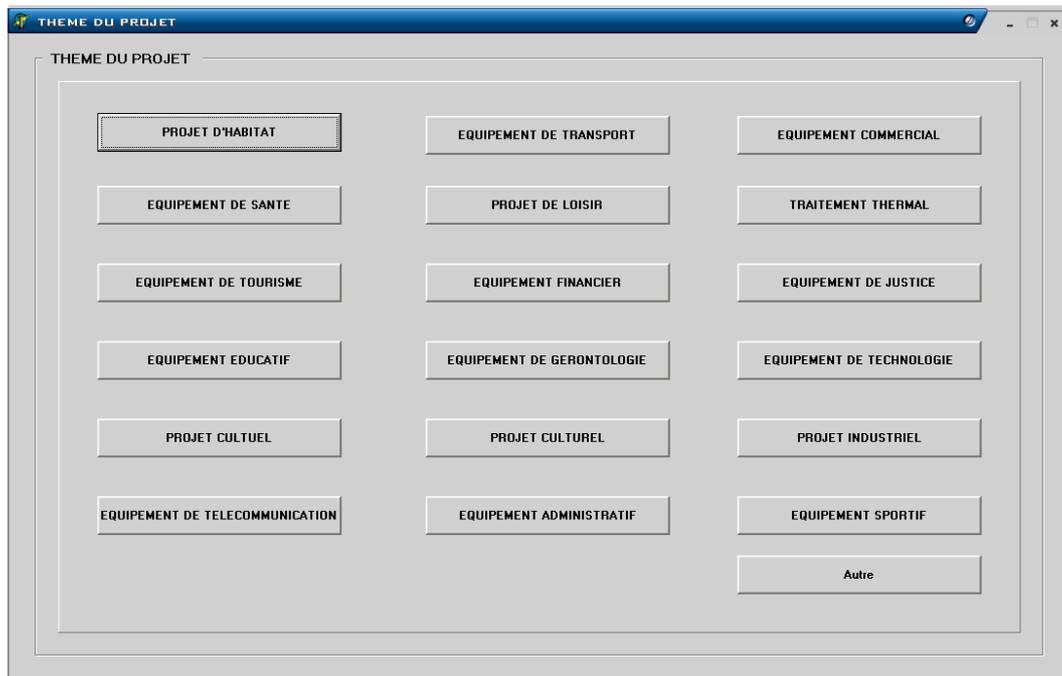


fig-20 : Aperçu sur le 6^{ème} protocole « thème du projet »

Source : Auteur

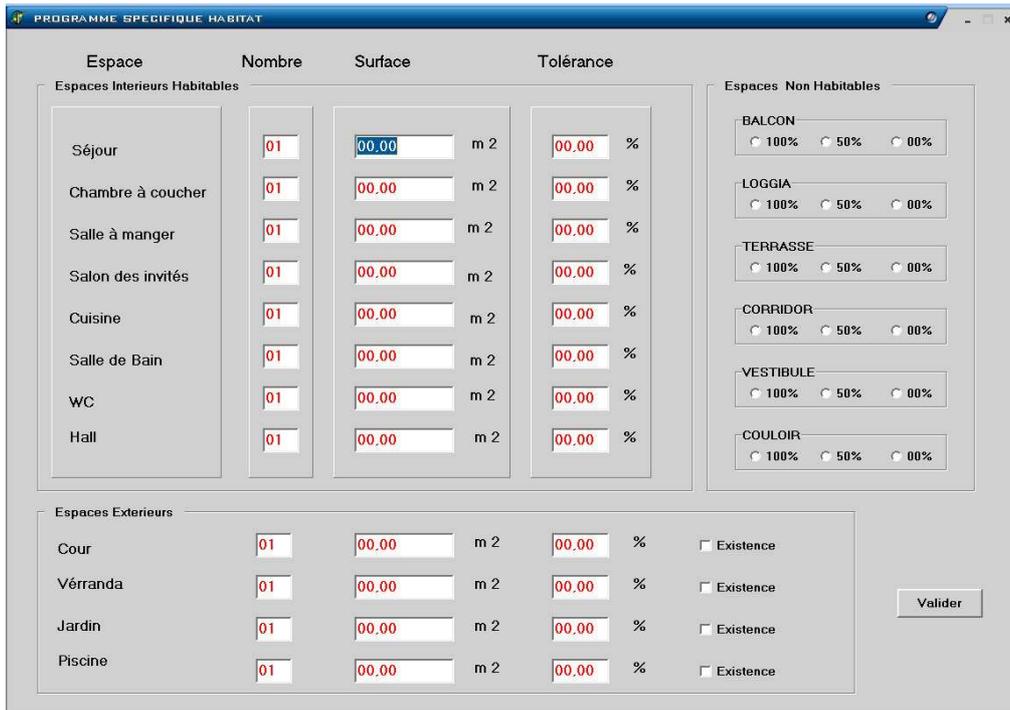


fig-21 : Aperçu sur le 7^{ème} protocole « Programme Spécifique »

Source : Auteur

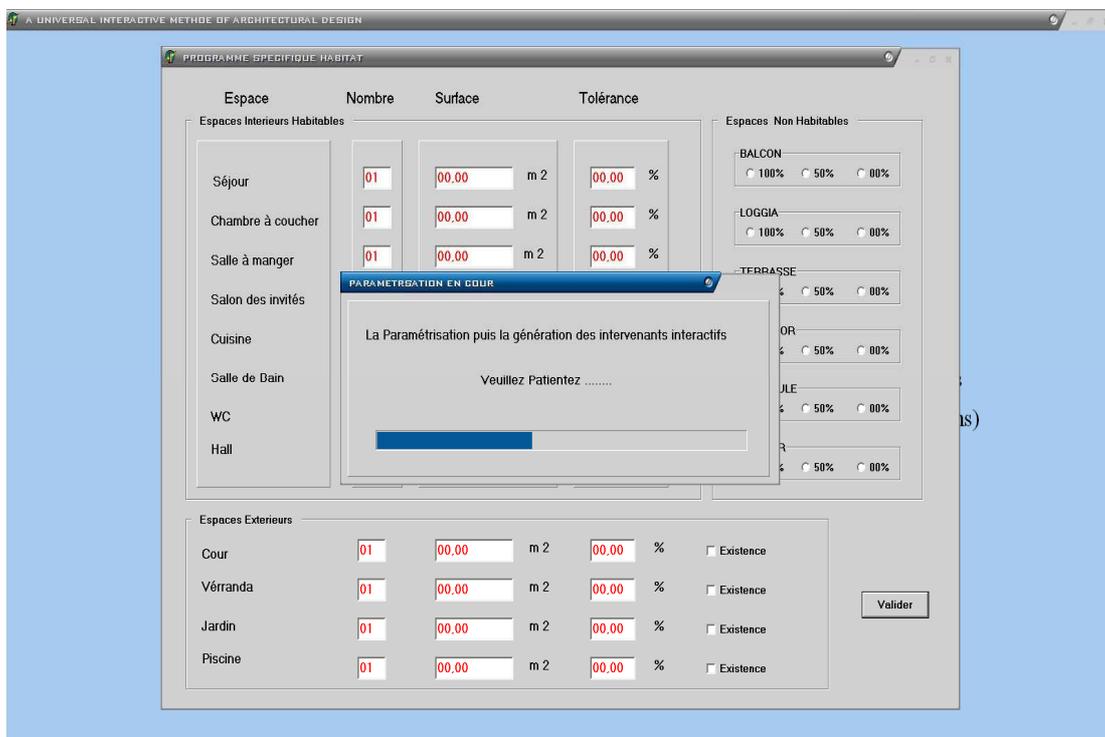


fig-22 : Aperçu sur le chargement de la fiche principale et la paramétrisation et la génération des protocoles et gestionnaires spécifique pour la région et le contexte sociologique et le contexte subjectif de l'architecte. Source : Auteur

Chapitre V : Validation & Analyse

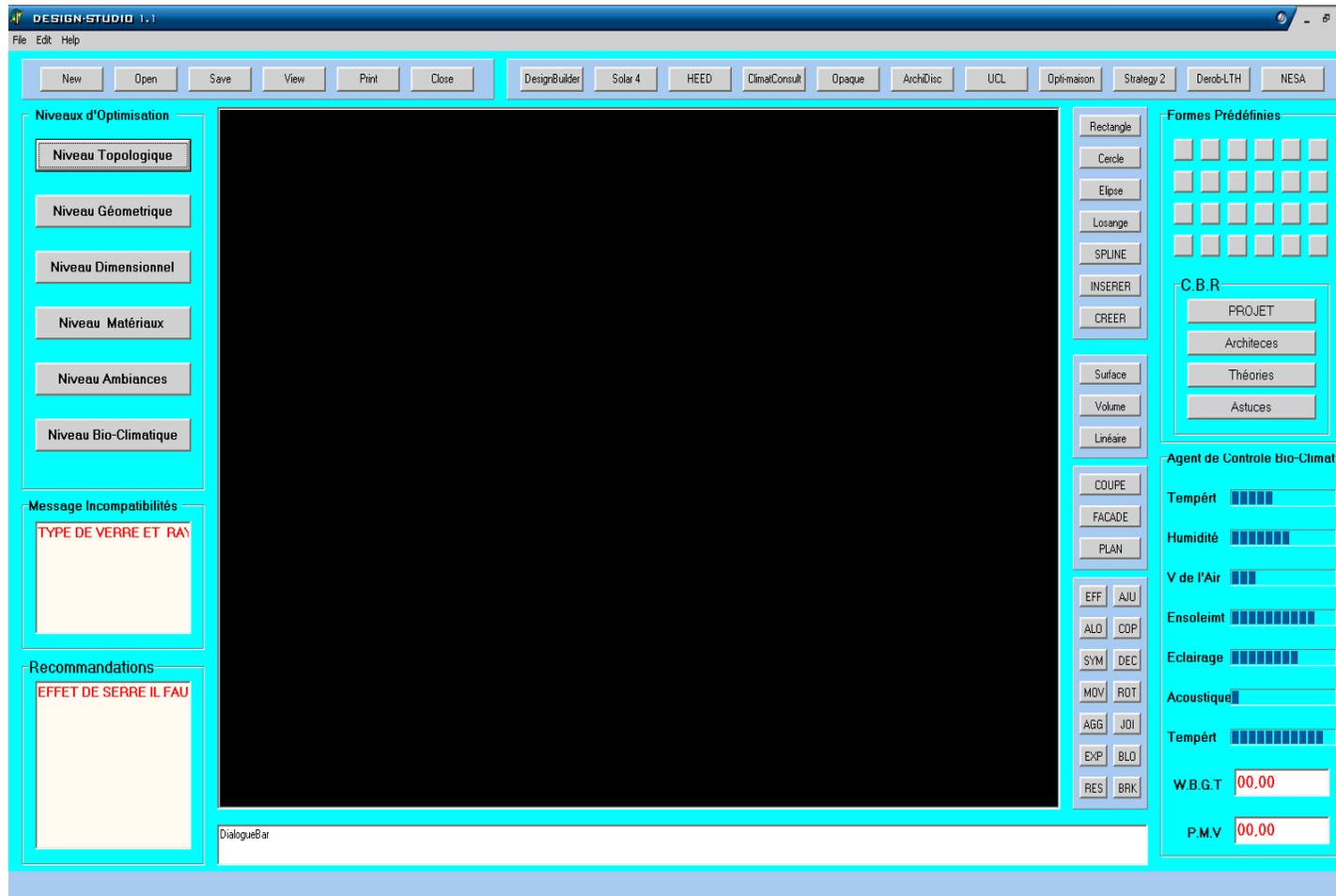


fig-23 : Aperçu sur la fiche principale « l'interface principale » du logiciel élaboré.

Source : Auteur

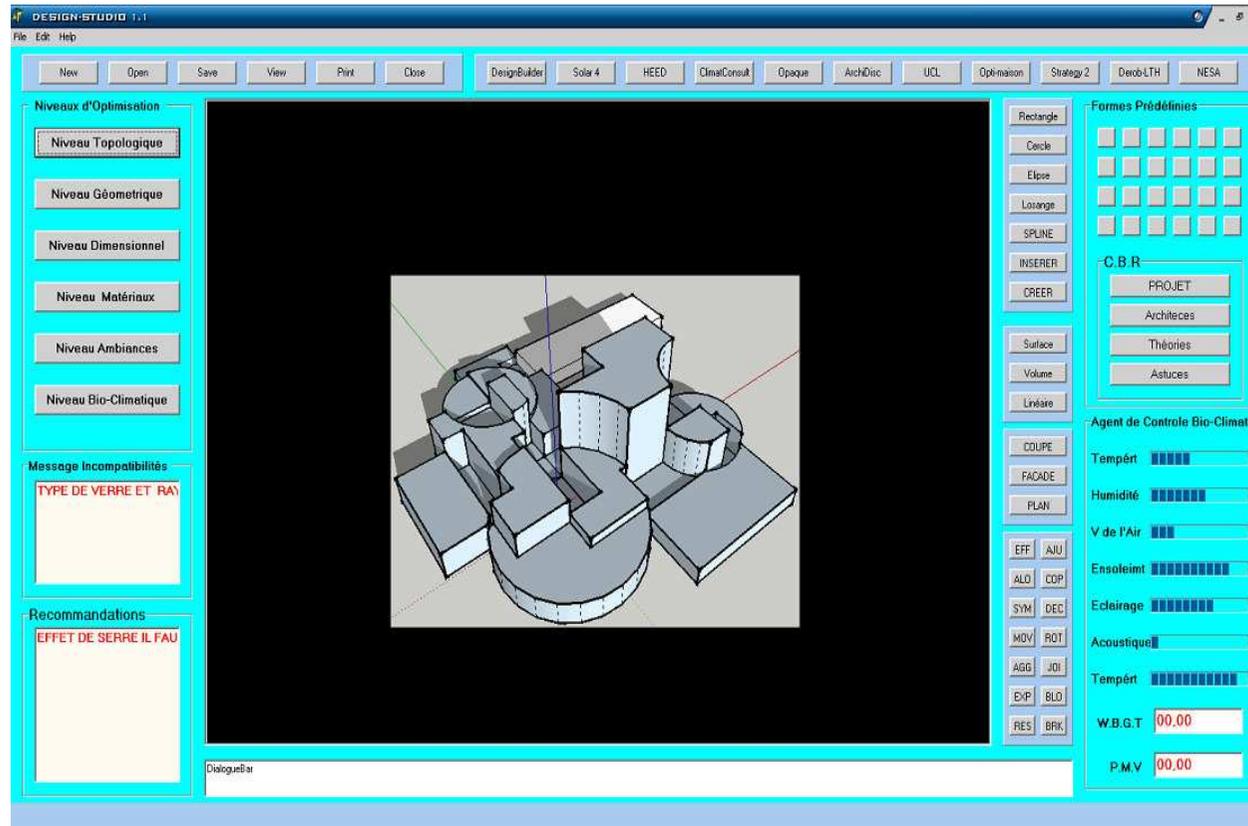
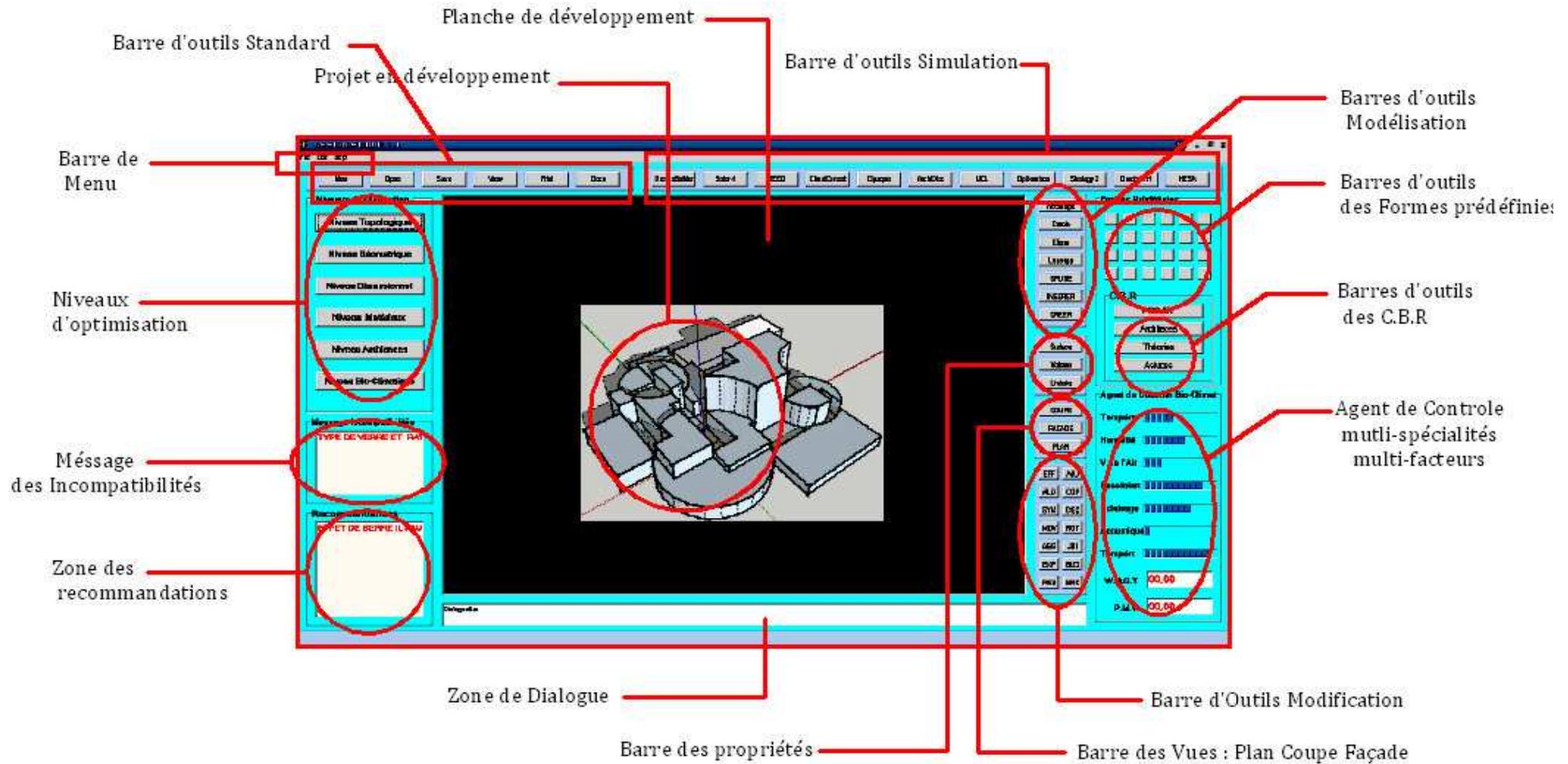


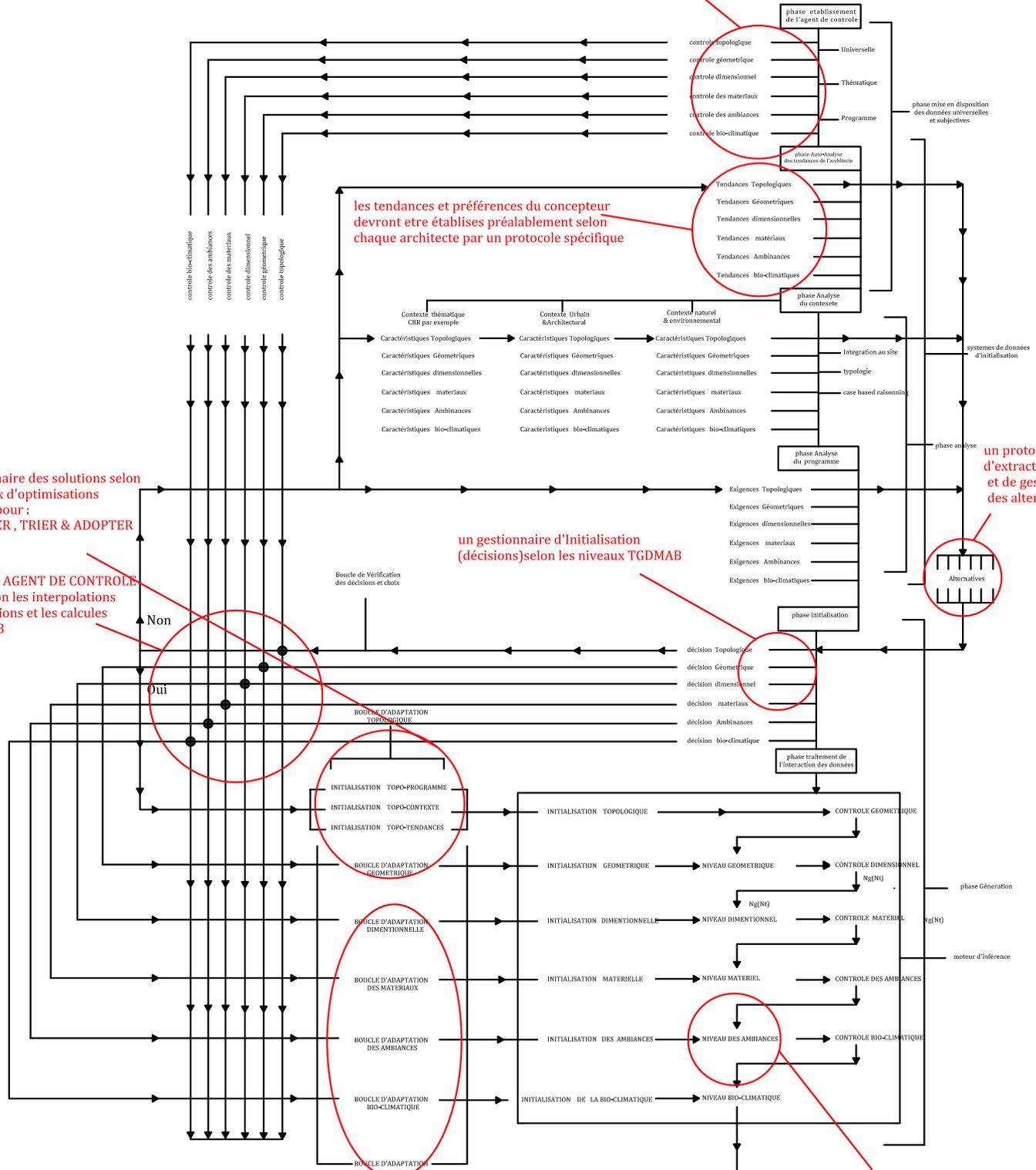
fig-24 : Aperçu sur l'interface logicielle pendant la conception d'un projet de santé (Hôpital) au cours du niveau d'optimisation dimensionnelle. On remarque ici que la topologie est décidée et les formes géométriques sont arrêtées alors que le gestionnaire des décisions dimensionnelles est en train d'analyser les interactions et la solution adéquate Source : Auteur

Chapitre V : Validation & Analyse



Aperçu sur l'Interface Principale de developpement avec le nom de chaque composant du logiciel

les conditions et exigences de l'agent de controle ne peut etre fait chaque fois que l'architecte va concevoir un projet mais elle doit etre preparé une seul fois pour tous les types de projet pour etre utilisée en cas de besoin



les tendances et préférences du concepteur devront etre établies préalablement selon chaque architecte par un protocole spécifique

le gestionnaire des solutions selon les niveaux d'optimisations TGDMA pour : COMPARER, TRIER & ADOPTER

le systeme expert AGENT DE CONTROLE pour la vérification les interpolations les recommandations et les calculs selon les TGDMA

un gestionnaire d'Initialisation (décisions) selon les niveaux TGDMA

un protocole d'extractions et de gestion des alternatives

les systemes experts en bioclimatique ne prennent pas en consideration les niveaux d'optimisation du projet pour traiter les variables et donner les recommandations et en outre il faut developper des systemes experts des autres niveaux d'optimisation

la fonction du traitement des interactions n'est pas une operation simple donc il faut developper ces algorithmes de traitement des interactions des solutions selon les niveaux d'optimisation TGDMA

Les améliorations de la méthode Globale

11- Conclusion

Dans ce dernier chapitre deux taches sont réalisées :

- § La première est la vérification de la méthode élaborée qui a été effectuée avec la collaboration de trois architectes, cette vérification était à la contraposé c'est-à-dire une **vérification** proprement dite et pas un **teste**.
- § La deuxième ; une informatisation (programmation Objet par DELPHI 7) de la méthode globale : le programme orienté objet élaboré c'est-à-dire le code source exécutable, les fiches des protocoles et l'interface visuel principal sont conçus a titre indicatif autrement dit qu'ils serrent à la démonstration de la méthode globale et qui donne une vision sur l'avenir méthodologique et informatique de la méthode élaborée, la fiche principale est figé (inactif) néanmoins elle expose tous ce qu'il est nécessaire comme composants , protocoles, boutons ou outils nécessaires pour un vrais logiciel de conception interactive. Les autres fiche des protocoles de paramétrisation primaire sont plus ou moins définitives, elles ne nécessitent que des améliorations ou des additions selon les contextes d'utilisation comme il est déjà dit.

Dans la vérification ; des projets variées déjà conçus ont été analysés par l'utilisation des étapes et des phases de la méthode en sens inverse (c'est la démonstration à la contraposée).

Le teste est avéré une opération difficile à réaliser pendant cette recherche, car il ne sera pas normal que les architectes impliqués ; réaliseront des conceptions de projets, dans le sens positif de la méthode vu leur temps d'occupation et les efforts nécessaires pour cette tache.

Après que la vérification a été achevée des critiques sont extraites de la par des architectes ; leur points de vue étaient géniaux car ils décèlent que les avantages découverts dans la méthode sont loin d'être comparés avec les points négatifs.

Ils avouent une globalité et une exhaustivité totale pour la méthode, selon eux la procédure quoiqu'elle est analytique (elle décompose les variables et les intervenants) en même temps elle est synthétique puisque elle rassemble toutes les données nécessaires pour la conception architecturale dans une entité unique qui est le projet,

- La méthode puisse être utilisée dans les deux sens : le sens normal qui est pour la conception des projets (sens de synthèse) et le sens inverse pour la critique des projets (le sens analytique).
- La méthode élaborée est inédite et en outre elle constitue une grande contribution à la conception architecturale car elle permet de nuancer entre :
 - a-** Ce qui est données et ce qui est procédure
 - b-** Ce qui est exigée et ce qui est facultatif
 - c-** Ce qui est phase d'approche du projet et ce qui est phase de conception proprement dite.
 - d-** Ce qui variable et ce qui est fonction
 - e-** Ce qui est décision et ce qui est vérification
 - f-** Ce qui intervenant et ce qui est niveau d'optimisation du projet architectural.
- Elle permet en outre de catégoriser les intervenants, les variables et les étapes.

La méthode puisse être utilisée pour décomposer les systèmes experts et les logiciels d'analyse soit bioclimatique soit de structure ou de la conception basé sur les contrainte être en plus rend leur utilisation plus faciles et plus fructueuse puisque toutes les variables et exigences sont catégorisées et ordonnés selon les niveaux d'ordre d'optimisation d'un projet.

Cela dit que la méthode puisse déceler les défauts de ces systèmes experts à des catégories et des niveaux d'optimisation claires (topologique, géométrique dimensionnel, bioclimatique) ou à des catégories (climat général, contexte urbain et intégration, astuce et typologie, exigence thématiques et du programme).

Conclusions et perspectives

Conclusion

1- CONCLUSION :

« **L'idée architecturale ne peut pas être une révélation** »: Les architectes ; dès qu'ils mettent le crayon sur la feuille blanche, on attend habituellement d'eux qu'ils inventent brusquement une idée formelle et volumétrique prodigieuse, obéissante à toutes les conditions fonctionnelles, sociologiques, esthétiques, statiques et économiques ;

C'est une **fausse idée** de la part des sociétés. Un médecin ne peut pas établir une ordonnance avant le diagnostic de la maladie et d'effectuer les analyses des différents facteurs physiologiques.

C'est vrai que la médecine est une science composée mais elle est loin de l'être en comparaison à l'architecture, car si la médecine est composée de plusieurs sciences et de techniques qui interviennent au fur et à mesure ; elles sont néanmoins homogènes dans le domaine, synchronisées dans les variations et traitant le même sujet qui est le corps humain.

L'architecture par contre n'est pas seulement composée, elle est aussi complexe et compliquée. Elle est composée de plusieurs sciences, disciplines et arts. Dans le même temps ils ne traitent pas le même sujet. L'architecture traite **04 sujets** simultanément à travers le projet :

➔ En tant que science **objective** :

- Le sujet : **Humain**
 - **L'esprit** : psychologie et perception, sociologie et groupes humains.
 - **Le corps** : physiologie et confort hygrothermique, design et ergonomie des dispositifs et outils.
- Le sujet : **Bâtiment** : calcul de structure et stabilité, techniques des matériaux et résistance aux différents facteurs nocifs, physique des fluides et aération, thermodynamique et performance énergétique.
- Le sujet : **Environnement** : urbanisme et organisation urbaine, typologie et intégrations dans le site, préservation du patrimoine, gestion des ressources et développement durable.....etc.

➔ En tant que **subjectivité** :

- **Le soi** : tendances personnelles, idéologies et arts.

Malgré que la médecine soit moins complexe que l'architecture, elle utilise des procédures de diagnostic et des techniques d'analyse pour découvrir le problème biologique,

Conclusion

par conséquent l'architecture doit recourir à des méthodes et utiliser des procédures pour trouver la solution architecturale adéquate.

Le syndrome de la feuille blanche est un phénomène réservé aux designers :

Architectes, architectes automobiles, architectes navals, architectes aéronautiques, architectes urbanistes, architectes décorateurs...etc.

Ce syndrome ne révèle pas une anomalie mais au contraire il recèle l'activité excessive du cerveau de l'architecte pendant l'opération mentale qui consiste à extraire des entités de bases (idées) à partir du NEANT.

A vrai dire ; il n'est pas demander d'un architecte pratiquant de se questionner sur ce phénomène, il l'éprouve sans qu'il n'en connaisse l'existence elle-même.

La vie professionnelle des architectes est pleine de préoccupations administratives, juridiques, techniques et procédurales comme les lois sur les marchés publics ; les procédures de soumissions et de concours architecturaux; l'économie des réalisations ; les choix des entreprises qualifiées ; les procédures de demande et de livraison des différents permis d'urbanisme et le suivi quotidien des réalisation.

Dans cette situation de pression ; l'architecte se trouve devant des conglomérats massifs de données sociologiques, réglementaires, techniques, administratives, esthétiques...etc. ; donc il ne pourrait les maîtriser tous ensemble et en même temps.

Etant donné que la conception d'un projet d'architecture est limitée dans le temps (généralement entre 10 jours et 02 mois), l'architecte devrait suivre deux voies possibles, soit :

- Adapter un projet déjà conçu avec le contexte et le terrain actuel.
- Concevoir un projet avec la prise en compte que de peu de données et d'informations,

ce qui va nuire à sa performance et son contexte. Il va donc donner naissance à la pauvreté, l'incompatibilité et le dysfonctionnement.

Comme nous avons déjà énoncé : un conglomérat massif de données pendant la conception architecturale rend l'analyse mentale et la réflexion trop difficile pour un architecte, et en plus, la complexité ne réside pas seulement dans le grand nombre de connaissances et d'informations à traiter, mais c'est en outre l'absence totale d'une méthode simple et claire prête à être suivie par l'architecte pour conjuguer ces données et sortir par une forme architecturale optimale.

L'élaboration d'un processus de conception architecturale est elle-même un projet Exponentiel N fois plus complexe : « **problème de l'explosion combinatoire ...!** », N étant le nombre des intervenants et des facteurs.

Conclusion

Certes une tentative qui essaye d'éliminer le problème de l'explosion combinatoire doit elle-même tomber dans ce problème avant qu'elle pourrait le résoudre. En outre « faire simple est extrêmement difficile ».

Il n'est pas logique que la conception architecturale reste toujours une tentative individuelle caractérisée par le subjectivisme et influencée par les différents types d'idoles

(Idoles de la caverne, du théâtre, des halles, du genre) selon Francis Bacon.

Parmi les conglomérats qui constituent l'architecture se trouve la composante bioclimatique, dans cette recherche elle a été décomposée, catégorisée et positionnée dans le temps et dans l'espace dans une méthode globale pour être enfin facilement intégrée dans la conception des projets par les architectes.

L'élaboration de cette méthode n'a pas seulement permis d'intégrer la composante bioclimatique mais elle a permis aussi une interactivité avec les autres composants, donc par l'élaboration de cette méthode :

- la composante bioclimatique trouve sa position et son temps d'intervention.
- la composante bioclimatique va être efficacement intégrée avec les interactivités des autres composants, qui eux aussi étaient classés et positionnés.

C'est crucial de dire que cette recherche insiste sur le fait que dans les procédures de conception habituelles, n'est pas seulement la composante bioclimatique qui n'est pas positionnée mais c'est toutes les autres intervenants, variables, systèmes, qui ne le sont pas de même, et que chercher de positionner n'importe quelle composante va mener inévitablement à l'élaboration d'un processus de conception globale pour enfin « **trouver dans quelle place les intervenants se positionnent** ».

Résultats décisifs :

- § La position et le temps d'intervention de la dimension bioclimatique ne peuvent être obtenus sans le fondement d'un processus global de conception architecturale.
- § La dimension bioclimatique n'a pas un temps d'intervention déterminé mais elle intervient dans tous le processus de conception à travers ses variables, ses outils et ses intervenants.
- § La dimension bioclimatique ne peut être OPERATIONNELLE en isolement des autres intervenants de la conception architecturale.
- § L'action de la dimension bioclimatique n'est pas restreinte mais elle est interactive avec les autres composants.

Conclusion

2- L'ABOUTISSEMENT DE LA RECHERCHE :

Rien ne peut être autrement dit que la présente recherche a bien réussi, car elle a bien remplis les condition épistémologiques d'une recherche scientifique authentique.

Cette réussite est la conséquence de plusieurs facteurs :

Une problématique adéquate à travers une analyse exhaustive des problèmes réels qui empêchent habituellement le développement architectural et ceux qui constituent des obstacles en faces du parcours de la conception architecturale.

Une collecte de données scientifiques qui appartiennent à plusieurs disciplines qui pourrait intervenir logiquement et cognitivement dans la pensée architecturale et méthodique en phase de conception.

Le souci de toucher des questions vitales en architecture comme celle de la composante bioclimatique ; sa classification, son emplacement, son intervention et ces défauts.

Plusieurs composantes interviennent à des manières différentes dans le processus de conception architecturale ces manières d'intervention se différencient dans les critères :

- Temps d'intervention
- Nombre et qualité des paramètres qui participent à la variation de cette composante.
- la distribution de la position de cette composante sur les niveaux de perfectionnement du projet.
- les interactions de chaque composante avec les autres facteurs déterminants dans le processus de conception architecturale.

La méthode élaboré permet à l'architecte de tenir en compte toutes les intervenants de la conception architecturale d'une façon claire, logique, ordonnée et exhaustive.

La composante bioclimatique est un exemple parmi des dizaines d'autre :

La composante stabilité des structures et résistance contre le feu et les autres incidents.

La composante : réseaux : hydraulique eaux potable, assainissement, gaz, électricité et communication...etc.

La composante psychologie et de l'espace et perception.

La composante sociologie des groupes humains.

La composante efficacité de fonctionnement envers les surfaces et volumes.

La composante circulation et fluidité des flux.

La composante typologie, intégration urbaine et dans le site ...etc.

idée

3- PERSPECTIVE DE LA RECHERCHE :

Tant que l'une des propriétés de la méthode élaborée est l'ouverture (à code ouvert), cela dit que : des interventions, des améliorations, des enrichissements sont possibles dans des futures recherches traitant la méthodologie de conception architecturale.

Si la méthode suivie dans la recherche de magistère était passive, (adoptée comme méthode de vérification de ce qui a été connu précédemment) c'est-à-dire une validation par démonstration à la contraposé. Dans la continuation de cette recherche (thèse de doctorat) ; l'accent doit être mis sur **05 aspects** essentiels de la méthode.

- la méthode de validation pendant la thèse de doctorat :

1- Optimiser la procédure : si dans cette recherche ; la méthode a été vérifiée à la contraposé c'est à dire au sens inverse , pour la thèse de doctorat elle sera testée intensivement en respectant son parcours naturelle de l'agent de contrôle jusqu'à fonctions des niveaux d'optimisation du projet ; afin d'aboutir au parcours scientifique et logique qui peut être suivi par un concepteur pour toujours remplir les conditions de réutilisabilité, d'exhaustivité, d'efficacité et d'universalité.

2- Mieux classifier et démonter les différents types d'intervenants et de facteurs : dans le but d'arriver à l'emplacement authentique de chaque variable. Cet emplacement authentique de chaque variable va participer à l'universalité et à la productivité (efficacité) de la méthode.

3- Cerner plus de données, de connaissances et d'informations : surtout en ce qui concerne l'analyse des différentes approches et méthodes logiques de raisonnement et ensuite leur comparaison pour enfin pouvoir implémenter quelques structures qui contribuent à la construction d'une méthode structurée, logique et non récursive.

4- l'élaboration de la méthode en mode opérationnel : la méthode élaborée dans cette recherche expose le parcours méthodologique de la conception architecturale, mais pour la recherche en doctorat ; les phases seront mieux détaillées et spécifiées selon les quatre modes de contextualisation expliquées auparavant (généralisée, réduite, informatisée et spécialisée), les étapes devront guider le concepteur à ce qu'il faut faire et pas seulement à comment le faire, les décisions seront détaillées selon les six niveaux d'optimisation du projet architectural , les différentes types de boucles participant aux opérations d'adaptation, de calcul ou de vérification. En outre l'attention doit être faite aux interactions des facteurs et intervenants entre eux, c'est

Conclusion

peut être la plus grande difficulté car ici des variables non homogènes et non synchrones s'interviennent au fur et à mesure. Comme dernier souci c'est trouver le temps et la position d'intervention des qualités et dualités spatiales parmi les phases et comment utiliser les outils de la géométrie pour modéliser une volumétrie réussite d'un projet architectural simultanément avec les autres critères et facteurs de conception qui sont déployés dans méthode élaborée.

5- L'établissement de l'algorithme informatique de la méthode : Enfin, ce qui est indispensable c'est l'élaboration de l'algorithme informatique authentifié avec la méthode perfectionnée afin de mieux faciliter la tâche en cas de l'édition d'une application ou logiciel interactive (interactive continuous inputs-outputs), qui servirait comme un « parfait collaborateur » à l'architecte pendant la conception des projets d'architecture.

Annexe 01

Annexe 01.

LES DIFFERENTS CODES SOURCES DES PROTOCOLES DE LA METHODE PROPOSEE

CODE SOURCE DE LA FICHE D'ACCUEIL

```
unit Unit9;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
    Forms,

    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, ComCtrls;

type

    TForm9 = class(TForm)

        Label2: TLabel;

        Label3: TLabel;

        Label4: TLabel;

        Label5: TLabel;

        Label7: TLabel;

        Panel1: TPanel;

        Label6: TLabel;

        Label1: TLabel;

        Button1: TButton;

        Panel2: TPanel;

        Label9: TLabel;

        ProgressBar1: TProgressBar;

        Label8: TLabel;

        Timer1: TTimer;

        Button2: TButton;

        Button3: TButton;

        procedure Button1Click(Sender: TObject);

        procedure Timer1Timer(Sender: TObject);

        procedure Button2Click(Sender: TObject);

    private
```

Annexe 01.

```
    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form9: TForm9;

implementation

uses Unit1;

{$R *.dfm}

procedure TForm9.Button1Click(Sender: TObject);

begin

panel2.Visible:=true;

timer1.Enabled:=true;

end;

procedure TForm9.Timer1Timer(Sender: TObject);

begin

progressbar1.StepBy(1);

if progressbar1.Position=100 then

timer1.Enabled:=false;

if progressbar1.Position=100 then

panel2.Visible:=false;

if progressbar1.Position=100 then

form1.Visible:=true;

if progressbar1.Position=100 then

progressbar1.Position:=0;

end;

procedure TForm9.Button2Click(Sender: TObject);

begin

close;

end;
```

Annexe 01.

end.

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « PARAMETRISATION DU CONTEXTE »

```
unit Unit1;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
    Forms,

    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type

    TForm1 = class(TForm)

        Button3: TButton;

        Edit1: TEdit;

        Edit2: TEdit;

        Edit4: TEdit;

        GroupBox1: TGroupBox;

        Label1: TLabel;

        Label2: TLabel;

        Label3: TLabel;

        GroupBox3: TGroupBox;

        Label7: TLabel;

        Label8: TLabel;

        Label9: TLabel;

        Label10: TLabel;

        Label11: TLabel;

        Label12: TLabel;

        GroupBox4: TGroupBox;

        GroupBox5: TGroupBox;

        RadioGroup1: TRadioGroup;

        RadioButton1: TRadioButton;

        RadioButton2: TRadioButton;
```

Annexe 01.

```
RadioButton3: TRadioButton;  
  
RadioGroup2: TRadioGroup;  
  
RadioButton5: TRadioButton;  
  
RadioButton6: TRadioButton;  
  
Label4: TLabel;  
  
RadioButton4: TRadioButton;  
  
RadioButton9: TRadioButton;  
  
RadioButton10: TRadioButton;  
  
RadioButton11: TRadioButton;  
  
RadioButton13: TRadioButton;  
  
RadioButton14: TRadioButton;  
  
RadioGroup3: TRadioGroup;  
  
RadioButton7: TRadioButton;  
  
RadioButton8: TRadioButton;  
  
RadioGroup4: TRadioGroup;  
  
RadioButton17: TRadioButton;  
  
RadioButton12: TRadioButton;  
  
RadioButton16: TRadioButton;  
  
RadioButton19: TRadioButton;  
  
RadioButton20: TRadioButton;  
  
RadioButton21: TRadioButton;  
  
RadioButton22: TRadioButton;  
  
RadioGroup5: TRadioGroup;  
  
RadioButton25: TRadioButton;  
  
RadioButton18: TRadioButton;  
  
RadioButton24: TRadioButton;  
  
RadioButton26: TRadioButton;  
  
Button1: TButton;  
  
RadioButton23: TRadioButton;  
  
procedure Button3Click(Sender: TObject);
```

Annexe 01.

```
procedure RadioButton23Click(Sender: TObject);

procedure Button1Click(Sender: TObject);

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form1: TForm1;

implementation

uses Unit2, Unit3;

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);

begin

form2.visible :=true;

end;

procedure TForm1.RadioButton23Click(Sender: TObject);

begin

if radiobutton23.Checked=true then button1.Enabled:=true else
button1.Enabled:=false

end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

begin

form3.visible:=true;

end;

end.
```

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « CONTEXTE SUBJECTIF DU CONCEPTEUR »

```
unit Unit2;

interface

uses
```

Annexe 01.

Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,

Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type

```
TForm2 = class(TForm)

    RadioButton25: TRadioButton;

    RadioButton19: TRadioButton;

    RadioButton12: TRadioButton;

    RadioButton16: TRadioButton;

    RadioGroup1: TRadioGroup;

    RadioButton1: TRadioButton;

    RadioButton2: TRadioButton;

    RadioButton3: TRadioButton;

    RadioButton5: TRadioButton;

    Button1: TButton;

    RadioButton6: TRadioButton;

    Button2: TButton;

    RadioButton4: TRadioButton;

    procedure Button1Click(Sender: TObject);

    procedure Button2Click(Sender: TObject);

    procedure RadioButton5Click(Sender: TObject);
```

private

```
{ Private declarations }
```

public

```
{ Public declarations }
```

end;

var

```
Form2: TForm2;
```

implementation

```
uses Unit4, Unit5;
```

```
{ $R *.dfm }
```

Annexe 01.

```
procedure TForm2.Button1Click(Sender: TObject);  
  
begin  
  
form4.visible:=true;  
  
end;  
  
procedure TForm2.Button2Click(Sender: TObject);  
  
begin  
  
form5.visible:=true;  
  
end;  
  
procedure TForm2.RadioButton5Click(Sender: TObject);  
  
begin  
  
button1.Enabled:=true;  
  
end;  
  
end.
```

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « PARAMETRES SOCIOLOGIQUES »

```
unit Unit3;  
  
interface  
  
uses  
  
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
    Forms,  
  
    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls  
  
type  
  
    TForm3 = class(TForm)  
  
        RadioGroup1: TRadioGroup;  
  
        RadioButton4: TRadioButton;  
  
        RadioButton1: TRadioButton;  
  
        RadioButton2: TRadioButton;  
  
        RadioGroup2: TRadioGroup;  
  
        RadioButton3: TRadioButton;  
  
        RadioButton5: TRadioButton;  
  
        RadioButton6: TRadioButton;  
  
        Button1: TButton;
```

Annexe 01.

```
GroupBox1: TGroupBox;

RadioGroup3: TRadioGroup;

RadioButton7: TRadioButton;

RadioButton8: TRadioButton;

RadioButton9: TRadioButton;

GroupBox2: TGroupBox;

ScrollBar1: TScrollBar;

Label1: TLabel;

RadioButton10: TRadioButton;

RadioButton11: TRadioButton;

RadioButton12: TRadioButton;

RadioButton13: TRadioButton;

RadioButton14: TRadioButton;

RadioButton15: TRadioButton;

RadioButton16: TRadioButton;

RadioButton17: TRadioButton;

procedure Button1Click(Sender: TObject);

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form3: TForm3;

implementation

    {$R *.dfm}

procedure TForm3.Button1Click(Sender: TObject);

begin

close;

end;
```

Annexe 01.

end.

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « COURANTS ET TENDANCES DE L'ARCHITECTE »

```
unit Unit4;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
    Forms,

    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type

    TForm4 = class(TForm)

        Label1: TLabel;

        GroupBox1: TGroupBox;

        ScrollBar1: TScrollBar;

        ScrollBar2: TScrollBar;

        ScrollBar3: TScrollBar;

        ScrollBar4: TScrollBar;

        ScrollBar5: TScrollBar;

        ScrollBar6: TScrollBar;

        ScrollBar7: TScrollBar;

        Label2: TLabel;

        Label5: TLabel;

        Label6: TLabel;

        Label7: TLabel;

        Label8: TLabel;

        Label9: TLabel;

        Label10: TLabel;

        RadioGroup1: TRadioGroup;

        Button1: TButton;

        CheckBox1: TCheckBox;

        CheckBox3: TCheckBox;
```

Annexe 01.

```
    CheckBox2: TCheckBox;

    CheckBox4: TCheckBox;

    procedure Button1Click(Sender: TObject);

private
    { Private declarations }

public
    { Public declarations }

end;

var
    Form4: TForm4;

implementation
{$R *.dfm}

procedure TForm4.Button1Click(Sender: TObject);
begin
CLOSE;

end;

end.
```

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « THEME DU PROJET»

```
unit Unit5;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
    Forms,

    Dialogs, ExtCtrls, StdCtrls;

type

    TForm5 = class(TForm)

        RadioGroup1: TRadioGroup;

        Panel1: TPanel;

        Button1: TButton;

        Button9: TButton;

        Button3: TButton;
```

Annexe 01.

```
    Button11: TButton;

    Button8: TButton;

    Button13: TButton;

    Button4: TButton;

    Button2: TButton;

    Button5: TButton;

    Button12: TButton;

    Button14: TButton;

    Button10: TButton;

    Button6: TButton;

    Button15: TButton;

    Button18: TButton;

    Button17: TButton;

    Button16: TButton;

    Button7: TButton;

    Button19: TButton;

    procedure Button1Click(Sender: TObject);

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form5: TForm5;

implementation

uses Unit7;

{$R *.dfm}

procedure TForm5.Button1Click(Sender: TObject);

begin
```

Annexe 01.

```
form7.visible:=true;  
  
end;  
  
end.
```

**CODE SOURCE DE LA FICHE PROGRESS BAR PENDANT LA GENERATION ET LA
PARAMETRISATION DES PROTOCOLES INTERACTIFS**

```
unit Unit6;  
  
interface  
  
uses  
  
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
    Forms,  
  
    Dialogs, ExtCtrls, StdCtrls, ComCtrls;  
  
type  
  
    TForm6 = class(TForm)  
  
        ProgressBar1: TProgressBar;  
  
        Label3: TLabel;  
  
        Timer1: TTimer;  
  
        Panel1: TPanel;  
  
        Label1: TLabel;  
  
        Label2: TLabel;  
  
        procedure Timer1Timer(Sender: TObject);  
  
    private  
  
        { Private declarations }  
  
    public  
  
        { Public declarations }  
  
    end;  
  
var  
  
    Form6: TForm6;  
  
implementation  
  
uses Unit8, Unit7, Unit5, Unit4, Unit3, Unit2, Unit1;  
  
{ $R *.dfm }
```

Annexe 01.

```
procedure TForm6.Timer1Timer(Sender: TObject);  
  
begin  
  
progressbar1.StepBy(1);  
  
if progressbar1.Position=100 then form8.Visible:=true;  
if progressbar1.position=100 then timer1.Enabled:=false;  
if progressbar1.position=100 then form1.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then form2.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then form4.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then form5.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then form6.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then form7.visible:=false;  
if progressbar1.position=100 then progressbar1.position:=0;  
  
end;  
  
end.
```

CODE SOURCE DU PROTOCOLE « PROGRAMME SPECIFIQUE »

```
unit Unit7;  
  
interface  
  
uses  
  
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
    Forms,  
  
    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;  
  
type  
  
    TForm7 = class(TForm)  
  
        Panel1: TPanel;  
  
        Label1: TLabel;  
  
        Label4: TLabel;  
  
        Label19: TLabel;  
  
        Label20: TLabel;  
  
        Label21: TLabel;  
  
        Label22: TLabel;  
  
        Label23: TLabel;
```

Annexe 01.

Label24: TLabel;
Edit1: TEdit;
Edit2: TEdit;
Edit18: TEdit;
Panel2: TPanel;
Label15: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
Panel3: TPanel;
Label16: TLabel;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
Panel4: TPanel;
Label110: TLabel;
Label111: TLabel;
Label113: TLabel;
Label114: TLabel;
Label115: TLabel;
Label116: TLabel;
Label117: TLabel;
Label118: TLabel;
Edit3: TEdit;
Edit4: TEdit;

Annexe 01.

```
Edit7: TEdit;  
  
Edit8: TEdit;  
  
Edit9: TEdit;  
  
Edit10: TEdit;  
  
Edit11: TEdit;  
  
Edit12: TEdit;  
  
Edit5: TEdit;  
  
Edit6: TEdit;  
  
Edit13: TEdit;  
  
Label12: TLabel;  
  
Edit14: TEdit;  
  
Edit15: TEdit;  
  
Edit16: TEdit;  
  
Edit17: TEdit;  
  
Edit19: TEdit;  
  
Edit20: TEdit;  
  
Edit21: TEdit;  
  
Edit22: TEdit;  
  
Edit23: TEdit;  
  
Edit24: TEdit;  
  
Button1: TButton;  
  
GroupBox1: TGroupBox;  
  
GroupBox2: TGroupBox;  
  
GroupBox3: TGroupBox;  
  
Label31: TLabel;  
  
Label32: TLabel;  
  
Label33: TLabel;  
  
Label34: TLabel;  
  
Edit25: TEdit;  
  
Edit26: TEdit;
```

Annexe 01.

```
CheckBox1: TCheckBox;

Edit27: TEdit;

Label35: TLabel;

Label36: TLabel;

Edit28: TEdit;

Edit29: TEdit;

Label37: TLabel;

Edit30: TEdit;

Label38: TLabel;

CheckBox2: TCheckBox;

Edit31: TEdit;

Edit32: TEdit;

Label39: TLabel;

Edit33: TEdit;

Label40: TLabel;

CheckBox3: TCheckBox;

Edit34: TEdit;

Edit35: TEdit;

Label41: TLabel;

Edit36: TEdit;

Label42: TLabel;

CheckBox4: TCheckBox;

RadioGroup2: TRadioGroup;

RadioGroup4: TRadioGroup;

RadioGroup5: TRadioGroup;

RadioGroup6: TRadioGroup;

RadioGroup7: TRadioGroup;

RadioGroup8: TRadioGroup;

RadioButton1: TRadioButton;

RadioButton2: TRadioButton;
```

Annexe 01.

```
RadioButton3: TRadioButton;

RadioButton4: TRadioButton;

RadioButton5: TRadioButton;

RadioButton6: TRadioButton;

RadioButton7: TRadioButton;

RadioButton8: TRadioButton;

RadioButton9: TRadioButton;

RadioButton10: TRadioButton;

RadioButton11: TRadioButton;

RadioButton12: TRadioButton;

RadioButton13: TRadioButton;

RadioButton14: TRadioButton;

RadioButton15: TRadioButton;

RadioButton16: TRadioButton;

RadioButton17: TRadioButton;

RadioButton18: TRadioButton;

procedure Button1Click(Sender: TObject);

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form7: TForm7;

    timer1:Ttimer;

implementation

uses Unit8, Unit6;

{$R *.dfm}

procedure TForm7.Button1Click(Sender: TObject);

begin
```

Annexe 01.

```
form6.visible:=true;  
end;  
end.
```

CODE SOURCE DE LA FICHE PRINCIPALE

```
unit Unit8;  
  
interface  
  
uses  
  
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,  
  Forms,  
  
  Dialogs, ComCtrls, ExtCtrls, ActnMenus, ToolWin, ActnMan,  
  ActnCtrls,  
  
  Menus, StdCtrls, Buttons;  
  
type  
  
  TForm8 = class(TForm)  
  
    GroupBox1: TGroupBox;  
  
    Panel1: TPanel;  
  
    Panel3: TPanel;  
  
    Button1: TButton;  
  
    Button2: TButton;  
  
    Button4: TButton;  
  
    Button5: TButton;  
  
    Button6: TButton;  
  
    Button7: TButton;  
  
    Button8: TButton;  
  
    Button9: TButton;  
  
    Button10: TButton;  
  
    Button11: TButton;  
  
    Button13: TButton;  
  
    Button14: TButton;  
  
    Button15: TButton;  
  
    Button16: TButton;
```

Annexe 01.

```
Button17: TButton;  
  
GroupBox2: TGroupBox;  
  
Button18: TButton;  
  
Button19: TButton;  
  
Button20: TButton;  
  
Button21: TButton;  
  
Button22: TButton;  
  
Button23: TButton;  
  
GroupBox3: TGroupBox;  
  
SpeedButton1: TSpeedButton;  
  
SpeedButton2: TSpeedButton;  
  
SpeedButton3: TSpeedButton;  
  
SpeedButton4: TSpeedButton;  
  
SpeedButton5: TSpeedButton;  
  
SpeedButton6: TSpeedButton;  
  
SpeedButton8: TSpeedButton;  
  
SpeedButton9: TSpeedButton;  
  
SpeedButton10: TSpeedButton;  
  
SpeedButton11: TSpeedButton;  
  
SpeedButton12: TSpeedButton;  
  
SpeedButton7: TSpeedButton;  
  
SpeedButton37: TSpeedButton;  
  
SpeedButton38: TSpeedButton;  
  
SpeedButton39: TSpeedButton;  
  
SpeedButton40: TSpeedButton;  
  
SpeedButton41: TSpeedButton;  
  
SpeedButton42: TSpeedButton;  
  
SpeedButton43: TSpeedButton;  
  
SpeedButton44: TSpeedButton;  
  
SpeedButton45: TSpeedButton;
```

Annexe 01.

```
SpeedButton46: TSpeedButton;  
SpeedButton47: TSpeedButton;  
SpeedButton48: TSpeedButton;  
Edit2: TEdit;  
Panel2: TPanel;  
Label18: TLabel;  
Label19: TLabel;  
Label110: TLabel;  
Label111: TLabel;  
Label112: TLabel;  
Label113: TLabel;  
Label114: TLabel;  
DialogueBar: TMemo;  
GroupBox7: TGroupBox;  
Label11: TLabel;  
Label12: TLabel;  
Label13: TLabel;  
Label14: TLabel;  
Label15: TLabel;  
Label16: TLabel;  
Label17: TLabel;  
ProgressBar4: TProgressBar;  
ProgressBar5: TProgressBar;  
ProgressBar6: TProgressBar;  
ProgressBar7: TProgressBar;  
ProgressBar8: TProgressBar;  
ProgressBar3: TProgressBar;  
ProgressBar2: TProgressBar;  
Button12: TButton;  
Button3: TButton;
```

Annexe 01.

```
Edit3: TEdit;  
  
Edit4: TEdit;  
  
Label15: TLabel;  
  
Label16: TLabel;  
  
GroupBox4: TGroupBox;  
  
MainMenu1: TMainMenu;  
  
File1: TMenuItem;  
  
Exit1: TMenuItem;  
  
N1: TMenuItem;  
  
PrintSetup1: TMenuItem;  
  
Print1: TMenuItem;  
  
N2: TMenuItem;  
  
SaveAs1: TMenuItem;  
  
Save1: TMenuItem;  
  
N3: TMenuItem;  
  
Close1: TMenuItem;  
  
Open1: TMenuItem;  
  
New1: TMenuItem;  
  
Edit1: TMenuItem;  
  
Object1: TMenuItem;  
  
Links1: TMenuItem;  
  
N4: TMenuItem;  
  
GoTo1: TMenuItem;  
  
Replacel: TMenuItem;  
  
Find1: TMenuItem;  
  
N5: TMenuItem;  
  
PasteSpecial1: TMenuItem;  
  
Paste1: TMenuItem;  
  
Copy1: TMenuItem;  
  
Cut1: TMenuItem;
```

Annexe 01.

N6: TMenuItem;
Repeatcommand1: TMenuItem;
Undo1: TMenuItem;
N13: TMenuItem;
N14: TMenuItem;
N15: TMenuItem;
N16: TMenuItem;
N17: TMenuItem;
N18: TMenuItem;
N19: TMenuItem;
N20: TMenuItem;
N21: TMenuItem;
N22: TMenuItem;
N23: TMenuItem;
N24: TMenuItem;
N25: TMenuItem;
N26: TMenuItem;
N27: TMenuItem;
N28: TMenuItem;
N29: TMenuItem;
N30: TMenuItem;
Help1: TMenuItem;
About1: TMenuItem;
HowtoUseHelp1: TMenuItem;
utorial1: TMenuItem;
SearchforHelpOn1: TMenuItem;
Keyboard1: TMenuItem;
Procedures1: TMenuItem;
Commands1: TMenuItem;
Index1: TMenuItem;

Annexe 01.

Contents1: TMenuItem;
N31: TMenuItem;
N32: TMenuItem;
N33: TMenuItem;
N34: TMenuItem;
N35: TMenuItem;
N36: TMenuItem;
N37: TMenuItem;
N38: TMenuItem;
N39: TMenuItem;
GroupBox5: TGroupBox;
Edit5: TEdit;
Panel4: TPanel;
SpeedButton16: TSpeedButton;
SpeedButton17: TSpeedButton;
SpeedButton13: TSpeedButton;
SpeedButton14: TSpeedButton;
SpeedButton15: TSpeedButton;
SpeedButton18: TSpeedButton;
SpeedButton21: TSpeedButton;
SpeedButton22: TSpeedButton;
SpeedButton23: TSpeedButton;
SpeedButton24: TSpeedButton;
SpeedButton25: TSpeedButton;
SpeedButton26: TSpeedButton;
SpeedButton27: TSpeedButton;
SpeedButton28: TSpeedButton;
Panel15: TPanel;
SpeedButton29: TSpeedButton;
SpeedButton30: TSpeedButton;

Annexe 01.

```
SpeedButton32: TSpeedButton;

SpeedButton33: TSpeedButton;

SpeedButton34: TSpeedButton;

SpeedButton35: TSpeedButton;

SpeedButton36: TSpeedButton;

Panel16: TPanel;

SpeedButton19: TSpeedButton;

SpeedButton20: TSpeedButton;

SpeedButton31: TSpeedButton;

Button24: TButton;

Button25: TButton;

Button26: TButton;

Button27: TButton;

Panel17: TPanel;

SpeedButton49: TSpeedButton;

SpeedButton50: TSpeedButton;

SpeedButton51: TSpeedButton;

private

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

end;

var

    Form8: TForm8;

implementation

    {$R *.dfm}

end.
```

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- 01 **A. Aggoun, N. Beldiceanu.** Extending CHIP in Order to Solve Complex Scheduling and placement Problems. In Journée française de la programmation logique, Marseille, 1992.
- 02 **A. Badiou,** Petit manuel d'inesthétique, Seuil 1998.
- 03 **A. Colmerauer.** Une introduction à PROLOG III. In actes des 10èmes journées internationales : les systèmes experts & leurs applications, Avignon, 1990.
- 04 **A. Mukerjee et S.E. Bratton.** A Qualitative Model for Spatial Learning. In actes de Avignon'91. Avignon, 1991.
- 05 **A. Paoluzzi et C. Sansoni.** Programming Language for Solid Variational Geometry. Computer Aided Design, vol 24, 1992.
- 06 **A. Saffo, S. Kharrufa.** Developing CAD Techniques for Preliminary Architectural Design. Computer-Aided Design, (20): 581-588, 1988.
- 07 **A. Wiezel et R. Becker.** Integration of Performance Evaluation in Computer-Aided Design. In Evaluating and Predicting Design Performance. Y.E. Kalay Editors, A Wiley-Interscience Publication, 171-181, New York.1992.
- 08 **A.Thompson :** Architectural design procedure, British Library Cataloguing, London 1990.
- 09 **ASHRAE:** American Society of Heating, 1992,Refrigerating and Air Conditioning Engineers.*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, ANSI/Standard 55- Atlanta, 20 p., (NO 023406).
- 10 **B. Latour,** Nous n'avons jamais été modernes, La Découverte 1991.
- 11 **B. Medjdoub et B. Yannou.** ARCHiPLAN : un outil de conception fonctionnelle en implantation industrielle. First International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Design. Nantes, France, 1996.
- 12 **B. Medjdoub et B. Yannou.** Towards a New Generation of Architectural CAD Softwares. In ITCSED-96. International Conference on Information Technology in Civil and Structural Engineering Design, Glasgow, Ecosse, 1996.
- 13 **B. Medjdoub, R. Maculet et H. Boccon-Gibod.** Civil Structure in PDMS? Rapport de recherche ECP/EDF, 1992.
- 14 **B. Medjdoub, R. Maculet.** Maintien de cohérence dans un système constructif du bâtiment. In actes de 01 Design, Gamarth (Tunisie), 1993.
- 15 **B. Medjdoub.** Towards Aid in Preliminary Design in Architecture: ARCHiPLAN. In Computing in Civil and Building Engineering: Proc. A.BALKEMA publisher, Berlin, 1995.
- 16 **B. Trousse.** Using AI in Complex System Design: Implications on Building ICAD Tools. Revue Internationale de CFAO et d'Infographie. 8(3):303-335, 1993.
- 17 **BAXANDAL, M.** (1985), Patterns of Intention, On the Historical Explanation of Pictures (Yale University Press, Yale).
- 18 **BELAKEHALA , TABET AOUL.K** ,*l'éclairage naturel dans le bâtiment.reference aux milieux arides a climat chaud et sec.***Courrier du Savoir** Juin 2003, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, 2003.
- 19 **BENHAMOUDA. L** , 2001 « *Analyse de la perception du confort thermique dans les zones arides et semi arides, étude de cas : Bou-saada* » thèse de magister département d'architecture, Université Mohammed kheider ; Biskra.
- 20 **BERNARD, T.E.** (2000). WBGT analysis for application of heat stress and strain TLV. WBGT workbook. Monographie.
- 21 **BOUDON, Ph. et al.** (1975). Architecture et architecturologie (Fascicule In, "Analyses et Cltments de thtorie") (AREA, Paris).
- 22 **C. Alexander.** De la synthèse de la forme. Dunod, Paris 1971.

Bibliographie

- 23 **C. Eastman.** Automation Space Planning. *Artificial Intelligence*,(4): 41-64, 1973.
- 24 **C. et M. Duplay.** Méthode illustrée de création architecturale. Edition du Miniteur, Paris, 1985.
- 25 **C. Honda.** A Floor Planning System Using Constraint Logic Programming. in *The Second International Conference on the Practical Application of Prolog*, London, 1994.
- 26 **C. Manago.** Étude d'un système expert appliqué à la résolution de problèmes en architecture. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6, France, 1984.
- 27 **C. Tong.** Toward an Engineering science of Knowledge-based Design. In *Artificial Intelligence in Engineering*, 2(3):133-166, juillet 1987.
- 28 **C. Xuejun et H. Zhinjun.** Automated Design of House-Floor Layout with Distributed Planning. *Computer Aided Design*. (22):213-222, 1992.
- 29 **C.A. Baykan, M.S. Fox.** Constraint Satisfaction Techniques for Spatial Planning. In *Intelligent CAD Systems III Practical experience and Evaluation*. Page: 187-204, 1991.
- 30 **C.E. Pfefferkorn.** A heuristic Problem Solving Design System for Equipment or Furniture Layouts. *Communication of the ACM*, 18(5): 286-297, 1975.
- 31 **CAPDEROU Michel ;** 1986 *Atlas Solaire De L'Algérie* tome III volume I Edition : Office des publications universitaires
- 32 **Ch. Norberg-Schulz,** *Système logique de l'architecture*, Dessart et Mardaga 1974;
- 33 **CROSS, N., CROSS, A. & GLYNN, S.** (1986). *Designerly Ways of Knowing. A Clarification of Some Epistemological Bases of Design Knowledge.* (Faculty of Technology, The Open University, Milton Keynes).
- 34 **D. Elalouf. Christofer Alexander.** *Architecture d'Aujourd'hui.* (174) : 54-63, 1974.
- 35 **D. Sacerdoti.** Planning in a Hierarchy of Abstraction Spaces. *Artificial Intelligence.* (5):115-135, 1974.
- 36 **D. Sciamma. Charme :** des contraintes aux solutions. *Génie logiciel & systèmes experts.* 19:100-102, 1990.
- 37 **E. Davis.** Constraint propagation With Interval Labels. *Artificial intelligence.* (32): 281-331, 1987.
- 38 **E. Neufert.** *La coordination dimensionnelle dans la construction.* Édition Dunod, 1967.
- 39 **E. Neufert.** *Les éléments des projets de construction.* 6eme Édition, Dunod, 1983.
- 40 **F. DuVerdier.** Solving Geometric Constraint Satisfaction Problems for Spatial Planning. In *actes of 13th international joint conference on artificial intelligence.* Chambéry (France), 1993.
- 41 **F. Guéna.** Representation et utilisation de pée-solutions pour la resolution des problèmes de conception. In *actes de Representation par Objets : Le point sur la recherche et les applications.* La Grande Motte, le 22-23 juin 1992.
- 42 **F. Guéna.** Un raisonnement par analogies pour la résolution des problèmes de conception qui requièrent de l'innovation. In *actes de 01 Design, Marrakech, Maroc,* 1992.
- 43 **F. Verluise.** Méthodologie de formulation des règles d'expertises pour les systemes constructifs: expérimentation Du système expert snark sur le système construction S.E.S. *Plan Construction et Architecture,* 1986.
- 44 **F.D.K Ching ,** *Architecture Form,space & Order ,* Van Nostrand Reinhold New York 1979.
- 45 **FARDEHEB.F,** (1987). "Examination and classification of passive solar cooling strategies in middle eastern vernaculaire architecture", *Passive solar journal* pp377-417.
- 46 **G. Goldschmidt.** Criteria for Design Evaluation: A Process-Oriented Paradigm. In *Evaluating and Predicting design Performance.* Y.E. Kalay Editor, a Wiley-Interscience Publication, New York. 67-79, 1992.
- 47 **GIVONI Baruch,** 1998 « *Considérations de climat dans le bâtiment et la conception urbaine* » Éditeur: John Wiley Et Fils 06 janvier,

Bibliographie

- 48 **GIVONI Baruch**; 1978 "*L'homme, l'architecture et le climat*". Editions du Moniteur; Paris,
- 49 **GUYOT GERARD** (1999), "Climatologie de l'environnement", édition Dunod, Paris
- 50 **H. Boccond-Gibod**. Links Concepts for PDMS: Preliminary Study. Rapport de recherche DER/EDF, Clamart, 1993.
- 51 **H. Chaouch, E. Cocquebert**. State of Art and Evolution in Feature-Based Modeling. Revue International de CFAO et d'Infographie. (2): 169-200, 1992.
- 52 **H.A. Simon**. Search and Reasoning in Problem Solving. Artificial Intelligence. (21):7-29, 1983.
- 53 **I. Lakatos**, The Methodology of Scientific Research Programmes, Cambridge Univ. Press 1983;
- 54 **J. Dufau et A. Messabhia**. Définition de la technologie de bâtiments dans un contexte de CAO : Habillage par commandes et système expert de déduction de solution techniques. EUROPIA, 1988.
- 55 **J. Habermas**, La technique et la science comme idéologie, Gallimard 1973;
- 56 **J. Roth et R. Hashimshony**. Algorithms in Graph Theory and Their Use for Solving Problems in Architectural Design. Computer Aid Design. 20:373-381, 1988.
- 57 **J.A. Roach**. The Rectangle Placement Language. In IEEE Proc, 1984.
- 58 **J.Belmont** : L'Architecture Creation Collective, Les Editions Ouvrières Paris 1970.
- 59 **J.C. Chung et M.D. Schussel**. Comparison of Variational and Parametric Design. Revue International de CFAO et d'Infographie. (4): 81-101, 1989.
- 60 **J.C. Lebahar**. Le dessin d'architecte. Édition Roquevaire : Parenthèse, 1983.
- 61 **J.F. Goulette**. Astragale, une maquette d'étude sur l'articulation entre la phase d'esquisse et l'instrumentation du projet d'architecture. In actes de Europ'IA. National Technical University of Athens, 1991.
- 62 **J.H. Jo et J.S. Gero**. Space Layout Planning Using an Evolutionary Approach. In actes CAAD Futurs'95, Singapore, 1995.
- 63 **J.L. Laurière**. Un langage et un programme pour résoudre et énoncer des problèmes combinatoires : ALICE. Thèse d'état de l'Université Paris 6, 1976.
- 64 **J.M. Hanser**. CFAO et propagation de contraintes, technologie, enjeux et étapes industrielles. In actes de Micad, Paris, 1990.
- 65 **J.P. Jung**. Un nouveau modèle pour la représentation de contraintes complexes en CAO. Revue Internationale de CFAO et d'Infographie. (9): 9-23, 1994.
- 66 **J.P. Maroy**. Description d'espaces pour les problèmes d'allocation spatiale. Institut de l'Environnement, Centre de mathématiques, Méthodologie et Informatique, 1973.
- 67 **JONES, J.C. (1970)**, Design Methods (Wiley, Chichester).
- 68 **K. Hua et B. Faltings**. Exploring Case-Based Building Design-CADRE. In Artificial intelligence For Engineering Design, Analysis and Manufacturing. (2): 135-144, 1993.
- 69 **KAKAY, Y.E., HARFMANN, A.C. & SWERDLOFF, L.M. (1986)**. Knowledge-Based Computer Aided Design: the Computer as Design Partner, in Architecture and Construction, Internat. PENA, W. with CAUDILL,
- 70 **L.B. Kovacs**. Knowledge Based Floor Plan Design by Space Partitionning: A Logic Programming Approach. Artificial Intelligence in Engineering. 6(4): 162-185, 1991.
- 71 **LAVIGNE .P** « *Architecture climatique* »- tome 1 Editions : EDISUD, Juin 1994.
- 72 **LAVIGNE .P, P. Fernandez, A. Chatelet** , « *Architecture climatique* » - tome 2 Editions : EDISUD, 1998.
- 73 **Le Corbusier**, Centre George Pompidou.. Édition du Centre George Pompidou, Paris, 1987.
- 74 **Le MONITEUR**. Informatique et architecture. n°18, février 1991.

Bibliographie

- 75 **M. Momessin et G. Sauce.** Un système expert de déduction de conséquences multitechniques associé à une modification dans un contexte de CAO bâtiment. In actes de Europ'IA 88, 1988.
- 76 **M. Renaud. Bandit :** un système expert en architecture. In actes de Europ 'IA 88. 1988.
- 77 **M.Bardou & M.C.Belaid ,** DELPHI 5 , BERTI editions Alger 2001.
- 78 **M.CONAN :** Concevoir un projet d'architecture. Harmattan, Paris 1990.
- 79 **M.E. Arnaud.** La composition en Architecture. Édition de l'École Centrale des Arts et Manufactures, Paris, 1928.
- 80 **MAZOUZ.S ;** 2002.cours de la liere année post-graduation, module : aspects énergétiques et bioclimatiques, département d'architecture, Université Mohammed kheider ; Biskra 2002.
- 81 **MAZOUZ.S :** Elément de conception Architecturale. Office des publications universitaires, Alger 2004.
- 82 **MERLIN P. & TRAISNEL J.P.** Energie, environnement et urbanisme durable. Paris : PUF (Que sais-je, 2044), 1996, 128 p.
- 83 **O. Bourdin et Y. Godillot.** Comparaison entre la conception variationnelle et paramétrique. In actes de Micad'91, Paris, 1991.
- 84 **P. Charman.** Gestion des contraintes géométriques pour l'aide à l'aménagement spatial. Thèse de doctorat de l'École Nationale des ponts et chaussées, novembre 1995.
- 85 **P. Coad et E.Yourdon.** Object-Oriented Design. Yourdon Press, New Jersey, 1991.
- 86 **P. Feyerabend,** Adieu la raison, Seuil, 1996;
- 87 **P. Galli, U. Cugini.** System for Parametric Definition of Engineering Drawings. In actes de Micad. 85, Paris, 1985.
- 88 **P. Jegou.** Contribution à l'étude des problèmes de satisfaction de contraintes : Algorithmes de propagation et de résolution. Propagation de contraintes dans les réseaux dynamiques. Thèse de l'Université de Montpellier II, France, 1991.
- 89 **P. Puget et P. Albert.** PECOS, programmation par contraintes orientée objets. Génie logiciel & systemes experts. 100-105, 1991.
- 90 **P. Puget.** On the Satisfiability of Symmetrical Constrained Satisfaction Problems. In Methodologies for Intelligent Systems: Proc, of the 7th International Symposium ISMIS-93. Springer-Verlag, 1993.
- 91 **P. Quintrand et J.C Paul.** Perspectives de la CAO en architecture. Revue Internationale de CFAO et d'Infographie. 7(1) : 63-69, 1992.
- 92 **P. Quintrand, J. Autran, M. Florenzano, M. Fregier et J. Zoller.** La conception assistée par ordinateur en Architecture. Édition Hermès, Paris, 1985.
- 93 **P.A.Muller & N.Gaertner ,** Modelisation Objet Avec UML,edition Eyrolles Paris 2000.
- 94 **P.V. MEISS :** De la forme au lieu. Presses polytechnique et universitaires romandes, Lausanne 1986.
- 95 **Perouse de Montélis.** Vocabulaire de l'architecture. Imprimerie nationale, Paris, 1972.
- 96 **R. Maculet.** Représentation des connaissances spatiales (Algèbre de Manhattan) et raisonnement spatial avec contraintes. Thèse de doctorat de l'Université Paris 6, France, 1991.
- R. S. Ligett et W. J. Mitchell.** Optimal Space Planning in Practice. In Computer Aided Design, 13(5):277-288, 1981.
- 97 **R. S. Ligett, W. J. Mitchell et M. Tan.** Multilevel Analysis and Optimization of Design. In Evaluating and Predicting design Performance. Y.E. Kalay Editor, a Wiley-Interscience Publication, New York. 251-269, 1992.

Bibliographie

- 98 **R. S. Ligett.** Designer-Automated Algorithm Partnership: An Interactive Graphic Approach to Facility Layout. In Evaluating and Predicting design Performance. Y.E. Kalay Editor, a Wiley-Interscience Publication, New York. 1992.
- 99 **R. Villamayor.** Définition Formelle d'un générateur de solution d'allocation spatiale en deux dimensions. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, France, 1980.
- 100 **R.D. Coyne et J. Gero.** Knowledge-Based Design Systems. Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
- 101 **R.H. Kurland.** La modélisation pilotée par les variables. Bureaux d'études : le magazine des concepteurs. (85) : 34-37, 1993.
- 102 **R.M. Haralick et G.L. Elliott.** Increasing Tree Search Efficiency for Constraint Satisfaction Problems. Artificial Intelligence, (14): 263-313, 1980.
- 103 **RAUC.** Sciences et techniques du bâtiment, 5000 mots clés expliqués. Édition du moniteur, Paris, 1983.
- 104 **Robert Venturi,** Complexity and Contradiction in Architecture, The Museum of Modern Art 1966.
- 105 **S. Donikian et al.** Towards a Declarative Method for 3D Scene Sketch Modeling. Journée contraintes géométriques, INRIA, décembre 1992.
- 106 **S. Hanrot.** Modélisation de la connaissance architecturale pour un outil de CAO intelligent. Édition la Recherche. Paris, 1989.
- 107 **S. Pimont et M. Tollenaere.** Modèles et techniques pour l'aménagement spatial. Revue Sciences et Techniques de la conception, (2): 97-123, 1993.
- 108 **SCHLANGER, J.** (1967), Les méthaphores de L'organisme (Vrin, Paris).
- 109 **SIMON, H., NEWELL, A., SHAW, J.C.** (1982), "The Processes of Creative Thinking", Simon, H. (1979) Models of Thought (Yale University Press, Yale).
- 110 **SKIN, O., CHEN, C.-C., DAVE, B. & PITHAVADIAN, S.** (1986). A Schematic Representation of the Designer's Logic (Dept. of Architecture, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, USA)
- 111 **Smith.** Spatial Composition Using Cases : IDIOM. A paraître dans AID'96, Stanford (USA), 1996.
- 112 **SPRECKELMEYER, K.F.** (1981). Application of Computer-Aided Decision Technique, in Architectural Programming (PhD. Diss. University of Michigan).
- 113 **Stefik.** Planning with Constraints (Molgen:Part1). In Artificial Intelligence. (16): 110-140, 1981.
- 114 **TABET AOUL K**, 1999 « *energy conservation and urban housing design* » in acte du colloque : l'architecture et la ville Algérienne face aux défis du 21eme siècle, séminaire international Biskra 11/1999 pp 233 -244
- 115 **TABET AOUL K**, 2002, cours de la 1iere année post-graduation , module:design dans les milieu arides et semi arides , département d'architecture, Université Mohammed kheider ; Biskra 2002
- 116 **Th. Kuhn,** TheEssential Tension, Univ. of Chicago 1977;
- 117 **TRAISNEL J.P.** Le métal et le verre dans l'architecture en France. IFU/ Université de Paris 8, 3 avril 1997, 471 p. (thèse de doctorat Urbanisme et Aménagement, dir. : A. GUILLERME).
- 118 **TRAISNEL J.P.,** " Matériaux d'enveloppe et environnement : verre, métal et bois (XIXe et XXe siècles) Cahier d'Etudes n°8 - 1998, Forêt, Environnement et Société, XVIe - XXe siècle, CNRS-IHMC, Paris, 1998.
- 119 **TRAISNEL J.P.,** " Structure et enveloppe, les temps de l'architecture ", pp. 185-190, in : Les temps de l'environnement, Programme Environnement, Vie et Sociétés PIREVS, Toulouse, CNRS, 1997.

Bibliographie

- 120 **TRAISNEL J.P.**, Habitat et développement durable, étude rétrospective et prospective, Rapport de recherche, CNRS-ECODEV, Paris, décembre 2000.
- 121 **U. Flemming**. A generative Expert System for the Design of Building Layouts. Final Report, Engineering Design Research Center, Carnegie Mellon University, EDRC 48-15-89, 1988.
- 122 **U. Montanari et Rossi**. Fundamental Properties of Networks of Constraints: a New Formulation. Kanal and Kumar V. editor, Springer-Verlag. 1989.
- 123 **U. Montanari**. Networks of Constraints: Fundamental Properties and Application to Picture Processing. Information Science.(7): 95-132, 1974.
- 124 **V.Olgay** : Design With Climate , Prinston university press Prinston New Jersey 1962.
- 125 **W. and FOCKE J. (1977)**. Problem Seeking -An Architectural Programming Primer (CBI Publishing Company, Inc.).
- 126 **W. J. Mitchell, J. P. Steadman, R.S. Ligett**. Synthesis and Optimisation of Small Rectangular Floor Plans. In Environment and Planning B, 3:37-70, 1976.

L'Architecture est une science multi-variable, sans doute elle est la plus connue et la plus mal comprise des sciences.

- Pendant la conception d'un projet architectural, les architectes éprouvent : angoisse, trouble et perturbation et se sentent comme ils sont noyés dans une mer de données multidisciplinaires.
- Jusqu'à ce jour, il n'existerait aucune méthode qui dicte clairement comment les architectes procèdent dans leurs projets de conception, une méthode qui prescrite par quel intervenant on commence et par quel autre intervenant on doit achever la tâche de conception architecturale.
- Le problème ne réside pas dans les connaissances et données nécessaires grâce à lesquelles le projet architectural devrait être convenablement conçu, mais la question est comment utiliser, intégrer et relier ces milliers de connaissances et données d'une manière globale, rationnelle et fiable. De ce point de vue ; cette procédure constitue la pierre d'angle dans une conception architecturale.
- Certainement ; différentes tentatives ont essayé de décrire ce processus par des philosophes et architectes, mais toutes ces tentatives ne faisaient qu'ajouter de l'équivoque et de l'obscurité au sujet plutôt qu'ils ont trouvé de nouvelles solutions.
- Presque toutes les recherches précédentes sur le sujet étaient basées sur des facteurs partiels, des visions minimales ou des concepts subjectifs et idéologiques.
- Les données inhérentes au projet architectural comportent différents composants et facteurs, ils ne sont pas nombrables du tout. Ils sont chevauchés et inter reliés. En plus ils agissent tous au fur et à mesure et dans la même topologie spatiale. Comme l'embryon : sa tête, son abdomen et ses membres sont simultanément développés et ce processus ne doit jamais débiter par un, pour finir par d'autre.
- Afin de résoudre le problème, nous devons découvrir la logique qui relie ces composants et les analyser chacun seul.
- Parmi ces composants, Il y'a le facteur bioclimatique (qui est l'exemple analysé dans cette recherche). Quant aux autres composants ; on espère être étudiés en cours de futures recherches et participations dans l'optique de mieux élucider la question pour enfin aboutir (si possible) à une « méthode éternelle de conception architecturale ».
- Dans cette recherche, la composante bioclimatique est étudiée et démontée afin de trouver comment elle intervient dans le processus global de conception et comment elle doit être considérée.
- Dans cette tentative, L'élaboration et le fondement d'un processus global et rationnel est fortement nécessaire pour la conception architecturale.

∇ ملخص

- العمارة علم كثير المتغيرات فهي العلم الأكثر شيوعا عند المجتمعات منذ التواريخ الأولى و لكنها للأسف و في نفس الوقت العلم الأقل فهما حتى عند المعماريين أنفسهم.
- فالمهندسين المعماريين يجدون صعوبة وقلقاً واضحاً عند محاولتهم تصميم مشروع معماري معين، كما يشعرون و كأنهم غارقين في بحر من المتغيرات و المعطيات المتعددة الاختصاصات.
- إلى غاية يومنا هذا لا توجد أية طريقة ممنهجة و واضحة المعالم و التي تصف كيف يمكن للمعماريين التسلسل تدريجياً في عملية التصميم المعماري أو تلمي عليهم الأطوار التي يجب البدء بها و الأطوار الأخيرة التي بها يكتمل تصميم المشروع.
- بدون شك هناك العديد من البحوث و المساعي و التي تهدف إلى شرح المنهجية المثلى للتصميم المعماري و لكن جلها كانت قد أضافت عليها من الإبهام و الالتباس أكثر مما أضافته من وضوح و قوة للمنهجية.
- كما يجدر القول بأن المحاولات السابقة قد تعمدت في تأسيسها على عوامل جزئية، روى ضيقة أو مفاهيم ذاتية و إيديولوجية كما أنها لم تأخذ في عين الاعتبار وجوب التسلسل المنطقي الثابت و المهيكل والدائم للطريقة المؤسسة.
- و المشكلة هنا ليست في توفر المعلومات و المعطيات و المعارف التي يتم بها التصميم المعماري على أكمل وجه و لكن المشكلة تكمن في كيفية تصريف و استعمال هذه المعطيات و ربط و إدماج هذه المعارف مع بعضها البعض في نسق منسجم (معارف موجودة في جزر على رأي ألكسيس كاريل) ليتسنى تصميم المشاريع بكيفية شمولية و دقيقة و متسلسلة في الزمان بحيث لا يجد المهندس المعماري نفسه قد أهمل بعض العوامل السابقة و هو في مرحلة لا يمكن الرجوع فيها إلى ما هو سابق.
- إن المعطيات و المعارف سابقة الذكر كثيرة و متعددة الاختصاصات و لا يمكن الإحاطة بها كلها في وقت واحد، كما أنها متشابكة و مترابطة و تتقدم في نفس الزمان و المكان ويمكن تشبيه هذا التقدم المترابط بنمو الجنين حيث أن رأسه و جسمه و أطرافه تنمو في نفس الوقت و بنفس الوتيرة و في نفس المكان و من غير الممكن حدوث عكس ذلك ، أي أن ينمو الرأس حتى حجمه النهائي ثم يليه الجسم في النمو.
- لحل هذه المسألة و يجب إيجاد المنطق الذي يسيّر عليه تقدم التصميم المعماري و المنطق الذي يربط كل المعارف و المعطيات، و عندها يمكن ببساطة تحليل كل مركبة (متدخل) على حدى.
- من بين هذه المركبات هناك المتدخل البيومناخي و الذي يشكل المثال المدروس في هذا البحث من بين كل المركبات. كما ننصح في بحوث مستقبلية إلى إمكانية التطرق و التحليل للمركبات الأخرى بنفس الطريقة المتبعة في هذا البحث و ليس دراسة المركبات بانعزال تام عن المكونات الأخرى و هي الحالة و هي الحالة التي لا تعبر عن حقيقة المشروع المعماري.
- إن الهدف من هذا البحث مع كل البحوث السابقة و المستقبلية التي تتطرق إلى مشكلة " فوضوية التصميم " هو الوصول إلى تأسيس طريقة مهيكلية و ثابتة، دقيقة و شاملة، علمية و يمكن استعمالها تكراراً و مراراً أثناء التصميم المعماري.